1.

ARRL

2022

Handbook

RADIO TEBLİĞLERİ İÇİN



En iyinin en iyisi

Çok Yönlü Geniş Kapsama Alıcı Verici

FT-991 ben

HF/50/144/430MHz TRANSCEIVER

- Bir Radyo ile UHF aracılığıyla HF İncludes
- SSB/CW/AM/FM ve C4FM dijital destekler
- İF Çatı Filtreleri Mükemmel Şekil Faktörü üretir
- İF DSP, Superb İnterference Reddi sağlar
- Dahili Gerçek Zamanlı Spektrum Kapsam Ekranı
- 3,5 inç TFT Renkli Dokunmatik Panel Ekran
- 100 Watt (2 Metre ve 70 Santimetre: 50 Watt) Katı Performans



∗ External Speaker SP-10: Optional

Yeni standart
Yüksek Performanslı SDR Alıcı-Verici

FTox10

HF/50MHz TRANSCEIVER

- Hibrit SDR Alıcısı (Dar Bant SDR ve Doğrudan Örnekleme SDR)
- 9MHz Aşağı Dönüşüm Alıcı Yapılandırması
- İF Çatı Filtreleri Mükemmel Şekil Faktörü üretir
- İF DSP, Superb İnterference Reddi sağlar
- 3DSS * 'Görsel Ekranlı 5 inç TFT Renkli Dokunmatik Panel
- MPVD * ile Üstün Çalışma Performansı



∗ External Speaker SP-30: Optional

Hybrid SDR İn ile Dünya Lideri HF Alıcı-Verici Yaesu'nun

Kurucusuna Saygı - Sako Hasegawa JAİMP

FTox101MP

HF/50MHz TRANSCEIVER

- Çift Hibrid SDR Alıcıları (Dar Bant SDR ve Doğrudan Örnekleme SDR)
- 9MHz Aşağı Dönüşüm Alıcı Yapılandırması
- İF Çatı Filtreleri Mükemmel Şekil Faktörü üretir
- VC-Tune (Değişken Kapasitör Tuning) Sinyal Zirve
- İF DSP, Superb İnterference Reddi sağlar
- 3DSS * 'Görsel Ekranlı 7 inç TFT Renkli Dokunmatik Panel
- ABI *? & MPVD * ile Üstün Çalışma Performansı

The Ultimate

Fi pxl 01D

100W

HF/50MHz TRANSCEIVER



∗ Microphone M-1: Optional

* Fotoğraf FTDX101 MP'yi gösterir

*1 3DSS: 3-Dimensional Spectrum Stream *2 ABI: Active Band Indicator *3 MPVD: Multi-Purpose VFO Outer Dial

Y. "A.. ESU YAESUUSA
zm'a, 6125 Phyllis Drive, Cypress, CA 90630 (714) 827-7600

İndirilebilir Ek İçeriğe Giriş Radyo *İletişimi için ARRL El Kitabı*

İndirilebilir Ek İçeriği kullanma

ARRL El Kitabının indirilebilir Ek İçeriği şunları içerir:

4. Baskı baskısının tam metni, çizimleri, tabloları, çizimleri ve fotoğrafları aranabilir PDF formatında.
5. *OST, QEX* ve diğer kaynaklardan makaleler, *ARRL El Kitabının önceki baskılarından materyaller,* bölüm materyalini destekleyen tablolar ve şekiller ve PC kartı düzenini içeren dosyalar dahil olmak üzere çoğu bölüm için ek dosyalar ve bölümlerde sağlanan projeleri oluşturmak ve test etmek için diğer tasarım bilgileri. Ek bilgiler her bölüm için klasörler halinde düzenlenmiştir.

3. Companion Software (yalnızca Windows uyumlu)

ARRL *El Kitabının içeriğine ve özelliklerine erişmek için bilgisayarınızda ADOBE® ACROBAT® READER® DC (ADOBE READER®) (dahil değildir) yüklü olmalıdır.* PDF dosyalarını Ek İçerik'ten görüntülemek için Adobe Reader yazılımı gereklidir. Hem Windows hem de Macintosh sürümleri Adobe.com. Adobe Reader, *ARRL El Kitabı ile birlikte yüklenmez,* ancak Adobe.com.'dan indirilebilir.

ARRL El Kitabı Metninin Tam Metin Aranması

Tam metin arama Adobe Reader ile kullanılabilir ve *ARRL El Kitabı içinde belirli metinleri bulmak için çok yararlıdır. Arama* yalnızca mevcut bölümde veya kitabın tamamında yapılabilir. Farklı Adobe Reader sürümleri, tam metin arama işlevselliğine erişmek ve kullanmak için biraz farklı yöntemlere sahip olabilir.

Adobe Reader'ın desteklenen sürümlerinde Tam Metin Arama'ya ("Arama" veya "Gelişmiş Arama'olarak da bilinir) nasıl erişileceğinin bir özeti aşağıdadır. Sürüm 10'dan önceki Adobe Reader sürümleri desteklenmez. Tam bilgi için Adobe ve Adobe Reader Yardım dosyalarına bakın. Adobe Reader'ın son sürümlerinde Gelişmiş Arama'ya nasıl erişileceğinin özeti için aşağıdaki tabloya başvurun.

Versiyon	*Too/barından*	*Menüden*	*Klavyeden*	*Not*
Adobe Acrobat Okuyucu DC (Ver. 2020 - 2021)	"Binocular" simgesine tıklayın ("Gelişmiş Arama" için). Buradan istenen seçin (ayrıca bkz. "Göster Daha fazla seçenek "). Bakınız	Düzenle'yi seçin > Gelişmiş Arama	SHIFT + CTRL + F	İf "Binocular" simgesi görüntülenmiyor Araç çubuğu: Araç Çubuğu'nu sağ Düzenleme Araçlarını Göster > Arama yapın.
Adobe Acrobat Okuyucu DC (Ver. 2015 - 2019)	"Binocular" simgesine tıklayın ("Gelişmiş Arama" için). Buradan istenen seçin (ayrıca bkz. "Göster Diğer Seçenekler ") Bkz. Not .	Düzenle'yi seçin > Gelişmiş Arama	SHIFT + CTRL + F	İf "Binocular" simgesi görüntülenmiyor Araç çubuğu: Araç Çubuğu'nu sağ Düzenle > Gelişmiş Arama'yı seçin .
Adobe Reader Xİ (Ver. 11.0)	"Binocular" simgesine tıklayın. Buradan istenen seçin (ayrıca bkz. "Göster Daha fazla seçenek "). Bakınız	Düzenle'yi seçin > Gelişmiş Arama	SHIFT + CTRL + F	İf "Binocular" simgesi görüntülenmiyor Araç çubuğu: Araç Çubuğu'nu sağ Düzenle > Gelişmiş Arama'yı seçin .
Adobe Reader X (Ver. 10.0)	"Binocular" simgesine tıklayın ("Gelişmiş Arama" için). Buradan istenen seçin Seçenekler ayrıca bkz. "Daha Seçenekler "altta). Bakın Not.	Düzenle'yi seçin > Gelişmiş Arama	SHIFT + CTRL + F	İf "Binocular" simgesi görüntülenmiyor Araç çubuğu: Araç Çubuğu'nu sağ Düzenle > Gelişmiş Arama'yı seçin .
Adobe Reader İX (Ver. 9.0)*	"Binocular" simgesine tıklayın. Buradan istenen seçin (ayrıca bkz. "Göster Daha fazla seçenek "). Bakınız	Düzenle'yi seçin > Ara	SHIFT + CTRL + F	İf "Binocular" simgesi görüntülenmiyor Araç çubuğu: Araç Çubuğu'nu sağ "Diğer Araçlar'ı seçin, ardından" Araç çubuğu "bölümü için kutuyu "Arama".

* Sadece referans için verilmiştir. Adobe Reader Version 9 yayın sırasında desteklenmez .

Metin Arama Örneği

Bu örnek, *ARRL El Kitabı boyunca "direniş" kelimesinin tüm örneklerini bulacaktır.* İt, Adobe Acrobat Reader DC (2021 Sürümü) tabanlıdır, ancak diğer sürümler benzer olabilir.

Adobe Reader'da ARRL El Kitabı İçeriğini açın ve ardından yukarıdaki tabloda açıklandığı gibi Araç Çubuğu, Menü veya Klavye'den "Gelişmiş Arama'ya erişin. "Ara" diyaloğunda, sağlanan seçeneklerden birini seçerek "Nerede arama yapmak istersiniz?" Sorusunu yanıtlayın:

1. **Geçerli belgeyi işaretleyin** - bu seçilirse, *ARRL El Kitabındaki seçili bölüm veya bölüm* aranacaktır.

2. **Tüm PDF Belgeleri -** bu seçilirse ve belirlenen bir hedef konum varsa, o klasör konumundaki tüm PDF belgeleri aranır. Bir hedef klasör belirtmek için açılır menüden "Konuma Gözat'ı seçin ve ardından iletişim kutusundan *C :\Program Files (X86)\ARRL 2022 Handbook\ARRL 2022 Handbook Content konumuna gidin ve* OK. if Bu varsayılan konum yükleme sırasında değiştirildi ve bunun yerine yeni konuma gidin .

3. **Lndex.pdx adlı İndex -** İf bu *ARRL El Kitabı (Index.pdx) tam metin arama dizini (veya katalog dizini)* seçilir aranacaktır.

Yukarıdaki seçeneklerden birini seçtikten sonra metin kutusuna "Hangi kelimeyi veya ifadeyi aramak istersiniz?" Bu örnek için "direnç" kelimesini yazın ve ardından "Ara" düğmesine tıklayın. Uygulama, "direnç" kelimesinin tüm örneklerini arayacak ve bu kelimeyi içeren tüm bölümleri gösteren bir liste sunacaktır. Üzerine tıklayarak Bölüm 2'yi seçin ve "direnç'in ilk oluşumu vurgulanacaktır .

"Gelişmiş Arama'da altta" Daha Fazla Seçenek Göster "seçeneğinin de bulunduğunu unutmayın. Bunu seçmek ek arama özellikleri sağlar. Bunlardan biri, belirtilen arama kelimesinin veya ifadesinin bir kısmını (kök veya kök) içeren kelimeleri bulan "stemming'dir. Diğer özellikler, sonuçların döndürülmesi için ölçütler belirtme (sözcüklerle veya tümceciklerle tam veya kısmi eşleşme gibi) ve açılan seçimlerden ek ölçütler belirtme yeteneğini içerir.

Bu örnek için "Stemming" onay kutusunu işaretleyin ve "resistance" aramasını yeniden yapın. Yine Bölüm 2'yi seçin ve tüm "direniş" olaylarını vurgulamanın yanı sıra, "direnç've" direnç "olaylarının da" direnç "kökündeki varyasyonlardan kaynaklandığı için bulunduğunu unutmayın.

Aramayı "direnç" için tam eşleşmelerle sınırlamak için, sapma onay kutusunun işaretini kaldırın ve aramayı yeniden yapın. Bir aramayı sınırlamanın başka bir yolu, birden fazla kelime belirtmektir. Örneğin, tam metin araması için "seri direnç" belirtilmişse, olayların sayısı yalnızca "direnç'ten çok daha küçük olacaktır.

Tam Metin Arama çok güçlü ve esnek bir yetenektir. Özelliklerini daha fazla keşfetmek için Adobe Acrobat Reader DC Yardım dosyalarına bakın.

2022

ARRL

EL KITABI

RADIO TEBLIĞLERİ İÇİN

NİNETY-NİNTH EDITION

Düzenleyici
H. Ward Silver, N0AX

Katkıda Bulunan Editörler Steven R. Ford, WB8IMY Mark J. Wilson, K1 RO

Teknik Danışmanlar Bob Allison, WB1GCM Edward F. Hare, Jr., W1 RFI Zachary HJ Lau, W1VT

Kapak tasarımı
Lori Pedrick

Üretim
Jodi Morin, KA1JPA
Michelle Bloom, WB1ENT
David F. Pingree, N1 NAS

Editör asistanı
Maty Weinberg, KB1EIB

2021 Baskısına Katkıda Bulunanlar
Fred Brown, W6HPH
Jim Duffey, KK6MC
Lou Ernst, WA2GKH
Steve Franke, K9AN
Dick Frey, K4XU
Doug Grant, K1 DG tarafından
Alan Higbie, K0AV
Jim Idelson, K1 İR
Rick Lindquist, WW1ME
Carl Luetzelschwab, K9LA
Doktor Murphy, K0GRM
Yönetmen: John Portune, W6NBC
Warren Pratt, NR0V
Rob Sherwood, NC0B
Cory Sickles WA3UVV
Joe Taylor, K1JT
Tom Thompson, W0IVJ
Jim Tonne, W4ENE
Paul Wade, W1GHZ



Tarafından yayınlandı:

ARRL
• Amateur Radvo '

, Ana Cadde, Newington, CT 06111-1400 ABD
www.arrl.org

ABD'de basıldı

ISBN: Softcover ISBN 978-1-62595-150-2 ISBN:
6 hacimli set ISBN 978-1-62595-151-9

Doksan dokuzuncu baskı

Kindle e-kitap sürümleri, Radyo *İletişimi için ARRL El Kitabı* ISBN'nin 2019 baskısına dayanmaktadır:
978-1-62595-091-8 - Cilt 1
ISBN: 978-1-62595-092-5 - Cilt 2
ISBN: 978-1-62595-093-2 - Cilt 3
ISBN: 978-1-62595-094-9 - Cilt 4
ISBN: 978-1-62595-095-6 - Cilt 5
ISBN: 978-1-62595-096-3 - Cilt 6

İçerik

Her bölümün başında daha ayrıntılı bir İçindekiler bulunur.

İndirilebilir İçerik ve Araçlar

Önsöz

Kitabın doksan dokuz baskısı rafta - bunu indirin ve elden ele dolaştırın! Radyo *İletişimi için ARRL El Kitabında çok fazla tarih var,* ancak her zaman zevk almak ve öğrenmek için yeni bir şey var. # 99'daki yenilikler neler? İşte basılı sayfalarda tamamen yeni bölümler :

- James Duffey, KK6MC tarafından Taşınabilir Operasyon için Pil Seçimi, bir sonraki maceranız için doğru güç kaynağını elde etmenize yardımcı olacak, ister bir zirveye ister parka, ister Field Day için olsun, ister sadece dışarı çıkıp dolaşın .
- Jim Portune, W6NBC tarafından Ham Radyo için 3D Baskı Teknolojisi, bu popüler kendin yap veya "yapımcı" tekniğinin temel unsurlarını kapsar. Jim, 3D baskının nasıl çalıştığını açıklar, anahtar terimleri tanımlar, çalışılacak farklı plastik türlerini açıklar ve yazılımların nesneleri tasarlamak ve oluşturmak için nasıl kullanıldığını gösterir.
- Katı Hal Amplifikatörlerinin Doğrusallığı, Rob Sherwood, NC0B; Warren Pratt, NR0V; Ve Tom Thompson, W0IVJ; Ve Dick Frey, K4XU, yeni RF gücü sesi havada yükseltir. Ayrıca, gereksiz yere sahte emisyonlar üretmediğinizden emin olmak için teknikleri de kapsar.

Mevcut baskı konuları da güncellendi:

- Kule güvenliği, kulelere tırmanan veya antenleri monte eden herkes için önemli bir konudur. Zero Falls Alliance'tan Jim İdelson, KlİR, *El Kitabını* en son güvenli uygulamalar hakkında güncel hale getiriyor.
- Solar Cycle 25 ısınırken, Carl Leutzelschwab, K9LA bize işlerin nasıl gittiğine ve önümüzdeki yıl ne bekleneceğine dair bazı olasılıklar sunuyor.
- K9AN yaşındaki Joe Taylor, KUT ve Steve Franke, WSJT-X'in bir parçası olan Hızlı ve Yavaş modlardaki malzemeyi, tüm yeni modlar ve mevcut modlardaki iyileştirmeler de dahil olmak üzere elden geçirdi.
- Bir SDR alıcısının analog-dijital dönüştürücü (ADC) performans için kritik öneme sahiptir, - ancak aşırı yüklendiğinde ne olur? Doug Grant, KDG bizim için dönüştürücü aşırı yüklenmesini açıklıyor.

Ek materyalde kitapla birlikte indirilebilecek birçok yeni öğe var. İşte birkaçı:

- Hem Uzay İletişimi hem de Dijital İletişim bölümleri Steve Ford, WB8IMY tarafından güncellendi.
- John Portune, W6NBC tarafından 3D baskı projelerinin üçlüsü, baskı malzemesinin genişletilmiş tedavisi ile birlikte.
- K0AV yaşındaki Alan Higbie, taşınabilir bir SDR alıcısı ile gürültü kaynaklarının nasıl izleneceğini açıklıyor.
- Fred Brown, W6HPH tarafından bu kullanışlı küçük projede evrensel bir kristal test osilatörü oluşturun.

♦ yaşındaki WA2GKH Lou Ernst, zaman sabitleri ve dalga formu yapımı hakkında eğitim ve öğretim için bir çift yararlı elektronik tabloya katkıda bulunmuştur.

Son olarak, Jim Tonne, W4ENE tarafından filtre tasarımı için everpopular ELSIE de dahil olmak üzere çeşitli yazılımlar bulunmaktadır. Yıllık Alıcı-Verici Anketi en son modellerle güncellenmektedir.

Bu sürümü beğeneceğinizi ve amatör radyo deneyiminizi geliştireceğini umuyoruz!

ARRL El Kitabı İndirilebilir Ek İçerik (yalnızca baskı sürümü)

Bu *El Kitabı için ek malzeme zenginliği* indirilebilir ek içeriği ile kullanılabilir. Basılı baskının alıcısı olarak, kitabı satın aldıktan sonra müşteri hesabınıza eklenen bu materyali indirme hakkına sahipsiniz.

Aranabilir SürümEl Kitabı

İndirilebilir içerik, metin, çizimler, tablolar, resimler ve fotoğraflar dahil olmak üzere ARRL El Kitabı'nın bu baskısının bir PDF sürümünü içerir. *Adobe Reader'ı kullanarak* kitabın tamamını görüntüleyebilir, yazdırabilir veya arama yapabilirsiniz.

Her Bölüm için Ek Dosyalar

İndirilebilir içerik, bu kitabın çoğu bölümü için ek bilgiler içerir. Bu, *QST, QEX* ve diğer kaynaklardan gelen makaleleri, *ARRL El Kitabının önceki baskılarından gelen materyalleri,* bölüm materyalini destekleyen tabloları ve şekilleri ve bölümlerde sağlanan projeleri oluşturmak ve test etmek için bilgi içeren dosyaları içerir. Ek bilgiler her bölüm için klasörler halinde düzenlenmiştir.

Companion yazılımı

Aşağıdaki yazılım da indirilebilir ek içeriğe dahil edilmiştir:

Bentley Chan ve John Stanley, K4ERO tarafından bir Windows uygulaması olan TubeCalculator, **RF Güç Amplifikatörleri** bölümünde tüp tipi RF güç amplifikatör tartışmasına eşlik ediyor.

Tonne Software **(www.tonnesoftware.com) tarafından aşağıdaki Windows programları** Jim tarafından

sağlanmaktadır
Ton, W4ENE.

ClassE - Tek uçlu E Sınıfı RF amplifikatörleri tasarlar.
Diplexer Hem yüksek geçişli/düşük geçişli hem de bant geçişli/bantlı-diplexer devreleri tasarlar. ***Sarmal*** - VHF ve UHF frekansı için sarmal-rezonatör bandpass filtreleri tasarlar ve analiz eder menzil.
JJSmith - Smith grafiğine dayanan bir grafik yoğun iletim hattı hesaplayıcısı.
Elsie - Topaklı elemanlı bir filtre tasarımı ve analizi programı olan Elsie'nin ücretsiz öğrenci baskısı.
MeterBasic - Yazıcınızda profesyonel kalitede analog metre ölçekleri tasarlar ve yazdırır. Dolu *Metre'nin özellikli sürümü* Tonne Software'den edinilebilir.
OptLowpass - Çok verimli verici çıkışı düşük geçişli filtreler tasarlar ve analiz eder. ***Pİ-EL*** - Verici çıkışı için pi-L ağlarını tasarlar ve analiz eder.
Pizza - Büyük daire yolunu ve konumunuz ile seçilebilir konumlar arasındaki gün doğumu-gün batımı sonlandırıcısını gösteren yazdırılabilir azimut-eşit uzaklıkta veya dikdörtgen haritalar oluşturan bir eşleme programı.
QuadNet - SSB vericileri ve alıcılarında kullanılmak üzere aktif quadrature ("90 derece") ağları tasarlar ve analiz eder.
SVCfilter - Düşük geçişli ve yüksek geçişli filtreler tasarlamak için standart değerli bileşen rutini ve kesin değerlerin yanı sıra en yakın %5 değerlerini sunar.
Kule - Dikey antenleri analiz eder. Tabandaki direnç, reaktans ve empedansı frekansın bir fonksiyonu olarak çizer.

Amatör Kodu

Radyo Amatörleri:

CONSIDERATE... Asla bilerek başkalarının zevkini azaltacak şekilde çalışmaz.

SADIK... Diğer amatörlere, yerel kulüplere ve Amerika Birleşik Devletleri'ndeki Amatör Radyo'nun ulusal ve uluslararası olarak temsil edildiği Amerikan Radyo Röle Ligi'ne sadakat, teşvik ve destek sunar.

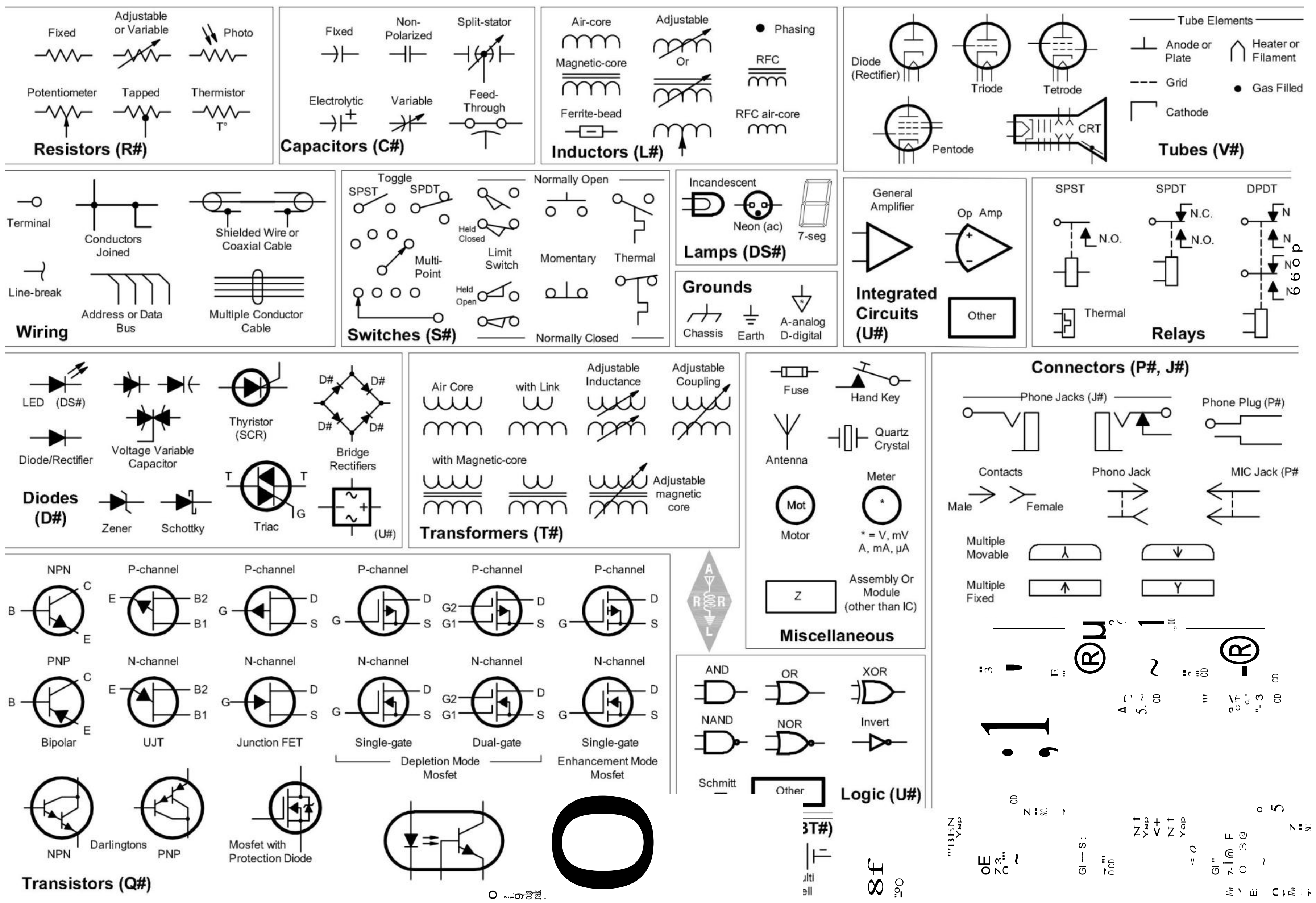
PROGRESSİVE... Bilimin bilgisi ile, iyi inşa edilmiş ve verimli bir istasyon ve kınama üzerinde operasyon.

FRİENDLY... Talep edildiğinde yavaş ve sabırlı çalışma; Yeni başlayanlara dostça tavsiye ve danışmanlık; Nazik yardım, işbirliği ve başkalarının çıkarları için dikkate. Bunlar amatör ruhun özellikleridir.

DENGELİ... Radyo, aileye, işe, okula veya topluma borçlu olunan görevlere asla müdahale etmeyen bir avokasyondur.

PATRİOTİC... İstasyon ve beceri her zaman ülkeye ve topluma hizmet için hazır.

Orijinal Amatör Kodu Paul M. Segal, W9EEA tarafından 1928 yılında yazılmıştır.


Resistors (R#)
Fixed
Adjustable or Variable
Photo
Potentiometer
Tapped
Thermistor
Capacitors (C#)
Fixed
Non-Polarized
Split-stator
Electrolytic
Variable
Feed-Through
Inductors (L#)
Air-core
Adjustable
Or
Phasing
Magnetic-core
RFC
Ferrite-bead
RFC air-core
Tubes (V#)
Tube Elements
Diode (Rectifier)
Triode
Tetrode
Pentode
CRT
Anode or Plate
Heater or Filament
Grid
Gas Filled
Cathode
Wiring
Terminal
Conductors Joined
Shielded Wire or Coaxial Cable
Line-break
Address or Data Bus
Multiple Conductor Cable
Switches (S#)
Toggle
SPST
SPDT
Multi-Point
Held Closed
Held Open
Limit Switch
Normally Open
Momentary
Thermal
Normally Closed
Lamps (DS#)
Incandescent
Neon (ac)
7-seg
Grounds
Chassis
Earth
A-analog
D-digital
Integrated Circuits (U#)
General Amplifier
Op Amp
Other
Relays
SPST
SPDT
DPDT
N.O.
N.C.
Thermal
Diodes (D#)
LED (DS#)
Diode/Rectifier
Voltage Variable Capacitor
Thyristor (SCR)
Bridge Rectifiers
Zener
Schottky
Triac
(U#)
Transformers (T#)
Air Core
with Link
Adjustable Inductance
Adjustable Coupling
with Magnetic-core
Adjustable magnetic core
Fuse
Hand Key
Antenna
Quartz Crystal
Motor
Meter
* = V, mV A, mA, μA
Assembly Or Module (other than IC)
Miscellaneous
Connectors (P#, J#)
Phone Jacks (J#)
Phone Plug (P#)
Contacts
Male
Female
Phono Jack
MIC Jack (P#
Multiple Movable
Multiple Fixed
Transistors (Q#)
NPN
PNP
Bipolar
P-channel
N-channel
UJT
Junction FET
Single-gate
Dual-gate
Depletion Mode Mosfet
Enhancement Mode Mosfet
Darlingtons
Mosfet with Protection Diode
Logic (U#)
AND
OR
XOR
NAND
NOR
Invert
Schmitt
Other

AMATÖR RADİO'DA NE YAPMAK İSTİYORSUN?



ARRL üyeliği size yardımcı olabilir:

Yeni İnterest'leri keşfedin

Radyosport, yeni teknolojiler, proje oluşturma, acil durum hazırlığı veya kamu hizmeti ile ilgileniyorsanız, ARRL'nin öğrenmenize, aktif olmanıza ve yayına girmenize yardımcı olacak kaynakları vardır.

Üyeliğiniz, yeni başlayanlar ve gelişmiş jambonlar için tekliflerle dört ARRL yayınına dijital erişim sağlar. Bunlar arasında ARRL'nin *üyelik* günlüğü olan QST; *Havada,* amatör radyo dünyasına bir giriş; Radyo iletişimi deneyleri ile ilgili konuları kapsayan QEX; Ve radyo yarışmalarını kapsayan Ulusal Yarışma Dergisi (NCJ).

Bilginizi Oluşturun ve

Çevrimiçi öğrenme kursları, üyelere özel web içeriği ve liderlik fırsatları ile, üyelere sunulan birçok ARRL programı aracılığıyla amatör radyodaki becerilerinizi ve ilginizi artırabilirsiniz.

Geleceği Şekillendirin

Üyelik dolarlarınız, Amatör Radyo Servisi'ne tahsis edilen frekanslara erişimin korunmasına ve korunmasına yardımcı olur.

Amatör telsizde aktif olan veya teknolojik çıkarları, kamu hizmeti veya kişisel zevkleri takip etmek için daha fazla yer almak isteyen herkes ARRL Üyeliğinden yararlanacaktır.

Faydalar ı

Sizi dahil etmek ve amatör radyonun sunduğu her şeyle sizi güncel tutmak için!

İNFORMATION

Bir üye olarak, dört dijital derginin tümüne, birkaç özel ilgi e-bültenine ve teknik ve işletme sorularınıza kişiselleştirilmiş yanıtlara erişeceksiniz.

ÖĞRENME

Lisans sınavı hazırlığından, canlı eğitim forumlarına; Yeni jambonlar için çevrimiçi eğitim kurslarına, acil durum İletişimciler ve daha fazlası.

PROGRAMLAR VE SERVISLER

Lisans yenileme, üye tanıma programları, itiraz fırsatları, savunuculuk çabaları ve aktif bir yerel kulüp sistemi.

Katılmanın veya Yenilemenin İki Kolay Yolu

ONLINE arrl.org/join

CALL ücretsiz 1-888-277-5289



HakkındaARRL

Biz Amerikan Radyo Yayın Birliği'yiz, daha çok ARRL olarak biliniriz. ABD'deki amatör radyo hobisi ve hizmeti için en büyük üyelik derneğiyiz. 100 yıldır, biz
Amatör radyo hakkında birincil bilgi kaynağı, üyelerimize ve daha büyük amatör radyo topluluğuna çeşitli avantajlar ve hizmetler sunmaktadır. Amatör radyoda kitapların yanı sıra çeşitli radyo iletişim ilgi alanlarını kapsayan dört dergi yayınlıyoruz. Ek olarak, amatör radyo meraklılarına teknik tavsiye ve yardım sağlıyoruz, çeşitli eğitim programlarını destekliyoruz ve çeşitli işletme etkinliklerine sponsor oluyoruz.

Amatör radyo topluluğuna sunduğumuz temel faydalardan biri, radyo **spektrumuna anlamlı erişimi savunan federal düzenleyici kurumlardan önce amatör radyo operatörlerinin çıkarlarını temsil etmektir. ARRL** aynı zamanda uluslararası alanda benzer bir rol oynayan Uluslararası Amatör Radyo Birliği'nin uluslararası sekreteryası olarak görev yapmakta ve Uluslararası Telekomünikasyon Birliği ve Dünya Radyo İletişim Konferansı öncesinde amatör radyo çıkarlarını savunmaktadır.

Bugün, hem ABD'de hem de uluslararası alanda, ulusal merkezimiz ve Newington, Connecticut'taki amiral gemisi amatör radyo istasyonu W1AW aracılığıyla yaklaşık 160.000 üyeye gururla hizmet veriyoruz. Her yıl binlerce yeni lisans sahibini üyeliğimize bekliyoruz ve bize katılacağınızı umuyoruz.
Amatör radyo yolculuğunuzun bir parçası olalım. http://www.arrl.org/joinDaha fazla bilgi için www.arrl.org/join ziyaret edin.

'**ARR L Ulusal** Birliği! *Veya*
-Amateur Radyo "
4'225 Ana cadde
Newington, CT 06111-1400 USA Tel:
860-594-0200
FAKS: 860-594-0259
E-posta: membership@arrl.org
www.arrl.org

US Amateur Radio

US AMATEUR POWER LIMITS

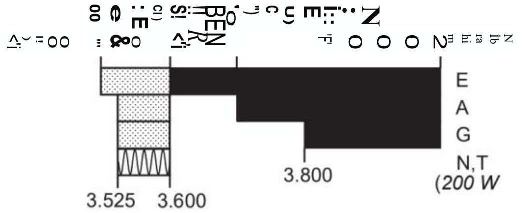
FCC 97.313 An amateur station must use the minimum transmitter power
(b) No station may transmit with a transmitter power exceeding 1.5 kW PEP.

Amateurs wishing to operate on either 2,200 or 630 meters must first register with the Utilities Technology Council online at **https://utc.org/plc-database-amateur-notification-process/.** You need only register once for each band.

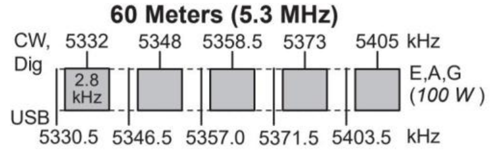
35.7 kHz 37.8 kHz

630 Meters (472 kHz)

5 W EIRP maximum, except in Alaska within 496 miles of Russia where the power limit is 1 W EIRP.

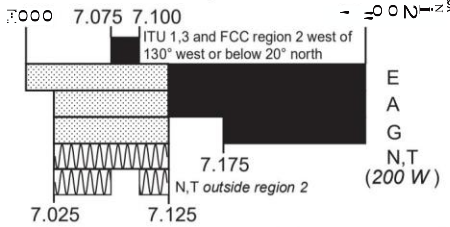


60 Meters (5.3 MHz)



General, Advanced, and Amateur Extra licensees may operate on these five channels on a secondary basis with a maximum effective radiated power (ERP) of 100 W PEP relative to a half-wave dipole. Permitted operating modes include upper sideband voice (USB), CW, RTTY, PSK31 and other digital modes such as PACTOR III. Only one signal at a time is permitted on any channel.

40 Meters

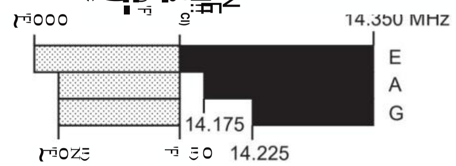


See Sections 97.305(c), 97.307(f)(11) and 97.301(e). These exemptions do not apply to stations in the continental US.

30 Meters (10.1 MHz)

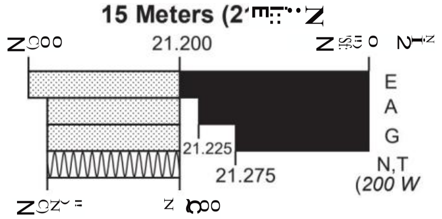
Avoid interference to fixed services outside the US.

200 Watts PEP E,A,G



17 Meters (18 MHz)

15 Meters



12 Meters (24 MHz)

29.700 MHz

E,A,G

N,T (200 W)

50.0

E,A,G,T

54.0 MHz

(144 MHz)

144.0

E,A,G,T

N (25 W

MHz

*Geographical and power restrictions may apply to all bands above 420 MHz. See FCC Part 97.303 for information about your area.

(1240 MHz)*

122.25-123.0 GHz
134-141 GHz
241-250 GHz
All above 275 GHz

ARRL The National Association for Amateur Radio

KEY

Note:

CW operation is permitted throughout all amateur bands.

MCW is authorized above 50.1 MHz, except for 144.0-144.1 and 219-220 MHz.

Test transmissions are authorized above 51 MHz, except for 219-220 MHz.

= RTTY and data

= phone and image

= CW *only*

= SSB phone

= USB phone, CW, RTTY, and data.

ARRL
We're At Your Service

ARRL Headquarters:
860-594-0200 (Fax 860-594-0259)
email: hq@arrl.org

Publication Orders:
www.arrl.org/shop
Toll-Free 1-888-277-5289 (860-594-0355)
email: orders@arrl.org

Membership/Circulation Desk:
www.arrl.org/membership
Toll-Free 1-888-277-5289 (860-594-0338)
email: membership@arrl.org

Getting Started in Amateur Radio:
Toll-Free 1-800-326-3942 (860-594-0355)
email: newham@arrl.org

email: vec@arrl.org

rev. 6/24/2021

İçerik

Bölüm 1

Amatör (Ham) Radyo Nedir?

Amatör radyo meraklıları - "jambon" - sık sık olmuştur Geçtiğimiz yüzyılda kablosuz ve elektronikte kaydedilen ilerlemenin ön saflarında yer alarak ufkumuzu genişleten ve neredeyse tüm hayatımıza dokunan teknolojiye öncülük etti. Telefon ve ev elektriğinin yaygınlaşmasından ve internetin henüz tasarlanmamasından önceki günlerde, jambon kişisel - iletişime öncülük etti. Amatör radyo ilk kablosuz sosyal ortamdı.

Sofistike akıllı telefonlardan, tabletlerden, bileğinize takılan cihazlardan ve her yere giden küçültücü dizüstü bilgisayarlardan, kablosuz teknoloji o kadar hızlı değişiyor ki güncel tutmak zor olabilir. İnsanlar-topeople iletişimi amaçtır, sesle, metinle, veya görüntü. Ancak amatör radyo bugün hayati ve aktif olmaya devam ediyor.

Bu bölümde, Rick Lindquist, WW1 ME, amatör radyo faaliyetleri ve lisans gereksinimleri genel bir bakış sağlar.

1. 1 Kendin Yap Kablosuz

Amatör radyo, daha çok "amatör radyo'olarak bilinir, birçok insan için pek çok şeydir - 750.000'den fazlası sadece ABD'de. Amatör radyo hobileri parmaklarının ucunda, asla ziyaret edemeyecekleri uzak yerlerde yaşayan, asla tanışamayacakları farklı ve büyüleyici insanlarla doğrudan iletişim kurma yeteneğine sahiptir. Bunu, hücre ağı veya internet gibi herhangi bir harici altyapı olmadan, bazen basit, ucuz - genellikle ev yapımı - ekipman ve antenler kullanarak yaparlar. Kablosuz ağın ilk günlerinden beri, deneme yanılma yoluyla öğrenmek zorunda olan bu deneyciler, o sırada çok az bilgi mevcut olduğu için, kablolu ağlardan bağımsız olarak doğrudan birbirleriyle iletişim kurma araçlarını geliştirdiler ve geliştirdiler. Bunu yapıyorlar çünkü eğlenceli ve bir başarı duygusu sunuyor - *"Bunu ben* yaptım!"

Bir radyo amatörü olarak, yeni arkadaşlarla tanışabilir, ödüller kazanabilir, radyo bilimi ve teknolojisi hakkında deneyler yapabilir ve öğrenebilir, canlı yayın yarışmalarında ("radiosport") kendinize meydan okuyabilir, topluluğunuza katkıda bulunabilir, seyahat edebilir, uluslararası iyi niyeti teşvik edebilir ve asırdan fazla bir kablosuz iletişim geleneğini sürdürebilirsiniz. İstasyonunuz yalnızca sizindir ve diğer iletişim ağlarından bağımsızdır - imzalamak için sözleşme yok, ödenecek fatura yok.

Daha yakından bakalım

HAM RADİO'NUN İKİNCİ YÜZYILI

"Kablosuz'u çok çeşitli elektronik cihazlara uygulanan nispeten modem bir terim olarak düşünebiliriz, ancak 19. yüzyılın sonlarından beri var. Yol boyunca bir noktada, "radyo" (ve daha sonra "televizyon") tercih edilen terim olarak devraldı. Telleri bağlamadan bir yerden diğerine iletişim kurabilmek, 19. yüzyılın sonlarında ve 20. yüzyılın başlarında deneycilerin hedefiydi. Erken kablosuz iletişim için ekipman ve yöntemler ilkeldi - dinlemek için basit bir "kristal" radyo ve Mors kodu göndermek için bir "kıvılcım boşluğu" vericisi (aslında kıvılcım üretti), daha sonra "anten'olarak adlandırılan şeyle birleşti - bugün bir anten diyoruz. Çok az hazır ekipman mevcuttu ve bu erken radyo do-it-yourselfers için parçalar pahalı ve elde edilmesi zordu. İyi bir gecede, yayınları 50 mil bile uzayabilir. 20. yüzyılın başlarında, az sayıda hanede telefon varken ve uzun mesafeli aramalar pahalıyken, ham radyo, daha çağdaş terimlerle, "gerçekten harika bir teknoloji'idi.

1914'te, federal hükümetin lisans almak için jambon talep etmesinden sadece iki yıl sonra, mucit ve sanayici Hiram Percy Maxim, lAW ve radyo meraklısı Clarence Tuska, lWD, Amerikan Radyo Röle Birliği'ni (ARRL) kurdu. Ham radyonun bu iki kurucu babası ve akranları, aradan geçen yıllarda dünyanın nasıl büyüdüğünü ve geliştiğini görmek için hayran kalacaklardı.

Maxim ve Tuska ilk jambon değilken, kurdukları örgüt şimdi



Şekil 1.4 - Roy Gross, KM6EOO, ikinci sınıfta ham radyo ile ilgilendi. Antenler ve radyolarla inşa etmekten ve denemekten hoşlanıyor. Burada, o bir bilim debugs Bir osiloskop kullanarak adil bir proje.



Şekil 1.1 - Kylee Shirbroun, KE ~ WPA, hevesli bir Minnesota yarışma operatörüdür. [Randy Shirbroun'un izniyle, ND ~ C]



Şekil 1.5 - On bir yaşındaki Elixander Valladares, Jr., N4EVJ, yeni gelenler için bir faaliyet etkinliği olan ARRL Rookie Roundup'a katıldı. [Elixander Valladares, Sr., W7HU, fotoğraf]



Şekil 1.2 - KE5UDN yaşındaki NASA Astronotu Tim Kopra, 2016 yılında 1 yıl geçirdiği İnternational Uzay İstasyonu'ndaki NA1SS'dan 1000. ARISS okul temasını yaptı. **[NASA Fotoğrafı]**



Şekil 1.3 - Bazı jambonlar radyo ve yürüyüş veya diğer açık hava etkinliklerini birleştirmekten hoşlanır. Ağırlığı ve kütleyi yönetmeye yardımcı olmanın akıllıca bir yolu, anten destekleri olarak trekking direklerini kullanmaktır .

ARRL olarak bilinen - amatör radyo için ulusal dernek, bu radyo öncülerini ve haleflerini savundu ve sürdürdü. Şimdi 100 yıldan fazla bir süredir - radyo bilimi ve teknolojisi açısından ışık yılları - amatör radyo zamana uyum sağlamaya devam ediyor. Birçok gelenek devam ederken, bugünün amatör radyosu dünün amatör radyosu değil.

ORIGİNAL SOCIAL MEDİUM

Bu çok yönlü iletişim platformları çağında, insanların "Ham radyo? Bunu hala *yapıyorlar* mı? "Evet," yapıyorlar ". Ancak, - iletişim alternatiflerinin çoğalması göz önüne alındığında, daha büyük soru olabilir, *Neden ?*

Ham radyo, uygulamalı bir teknolojik ve sosyal ortamdır - faturalar, dakikalar veya veri planları olmadan kişisel iletişim. - "Şebeke dışı" olan kişisel iletişim, diğer hizmetler kullanılamadığında güvenebileceğiniz bir kablosuz servis.

Amatör radyoya girmek çok pahalı değil ve katılım herkese açık ve erişilebilir. Jambon, anneler, babalar ve her yaştan, etnik kökenden, fiziksel yeteneklerden ve lisanslı radyo hobilerinin eşsiz bir dünya topluluğuna ait olan yaşam alanlarından çocuklardır. Hatta bazıları ünlü ünlülerdir. Hepsi, bir dizi etkinlik yelpazesinde radyo iletişimi ve elektroniği çok kişisel bir düzeyde deneyimleyerek neşe ve heyecan buluyor.

Amerika Birleşik Devletleri'nde, Federal - İletişim Komisyonu (FCC) Amatör Radyo Hizmetinde lisans verir. "Hizmet'e vurgu yapan FCC, amatör radyonun temel amacının altında yatan beş temel ilkeyi ortaya koydu (" Ham Radio's Rules of the Airwaves "kenar çubuğuna bakınız). Bunlar, ham radyonun halka olan değerini'özellikle acil durum iletişimi sağlama konusunda gönüllü bir ticari olmayan iletişim hizmeti'olarak kabul etmektedir. Hizmet ayrıca, amatör radyonun radyo sanatının durumunu ve hem teknik hem de iletişim becerilerini ilerletmek için "kanıtlanmış yeteneğini" sürdürmek ve genişletmek için var. Ayrıca, FCC, Amatör Radyo Servisi'nin "mevcut eğitimli operatörler, teknisyenler ve elektronik uzmanları rezervuarını" genişletmeye yardımcı olması ve radyo amatörünün "uluslararası iyi niyeti geliştirme konusundaki benzersiz yeteneğini" sürdürmesi ve genişletmesi gerektiğini söylüyor.

JAMBONLAR HER YERDE

Bir oddlooking anten spor bu arabanın sürücüsü yolda iken onun hobi zevk donanımlı bir radyo amatör olabilir - mobil operasyon denir. Senin

Cephede Jambon

Yıllar geçtikçe, askeri ve elektronik endüstrisi, tasarımları geliştirmek veya sorunları çözmek için radyo amatörlerinin yaratıcılığına sıklıkla başvurmuştur. Sağlanan jambonlar
Örneğin, modern askeri iletişim ekipmanlarının geliştirilmesi için kilit taşı. 1950'lerde, Hava Kuvvetleri'nin uzun menzilli iletişimini Mors kodundan sese dönüştürmesi gerekiyordu ve jet bombardıman uçaklarının yetenekli radyo operatörleri için yeri yoktu. O zamanlar, jambonlar zaten tek yan bant (SSB) ses ekipmanının avantajlarını deniyor ve keşfediyorlardı. SSB ile jambonlar iletebilecekleri mesafeleri büyük ölçüde genişletiyorlardı.

Hava Kuvvetleri Generalleri Curtis LeMay ve Francis "Butch" Griswold, her ikisi de radyo amatörleri, Stratejik Hava Komutanlığı karargahında ham radyo ekipmanı kullanan bir deney yaptılar. Dünya çapında uçan bir uçakta bir SSB istasyonu kullanarak, LeMay ve Griswold, Nebraska'daki Offutt Hava Kuvvetleri Üssü ile her yerden iletişim kurabildiler. Bu ham radyo ekipmanının askeri gereksinimleri karşılamak için kolayca değiştirilmesi, hükümeti araştırma maliyetlerinde milyonlarca dolar kurtardı.

Daha yeni teknolojik deneyler, yazılım tanımlı radyo (SDR) gibi tekniklere odaklanmıştır. Bu yaklaşım elektronik devre tasarımcılarının
Daha maliyetli ve daha büyük donanım bileşenlerini değiştirmek için yazılım kullanmak. Radyo amatörlerinin, bu teknolojiyi laboratuvardan pazara getirmek için zemin seviyesinde araştırma ve deney yapan araştırmacılar arasında olması şaşırtıcı değildir. SOR modeli üzerine inşa edilen alıcı-vericiler, ekipman tasarımının geleceğini temsil eder.

Amatör radyo ve son teknoloji arasındaki ilişkiyi doğrulayan Howard Schmidt, W7HAS, 2009'dan 2012'ye kadar Beyaz Saray Siber Güvenlik Koordinatörü idi. 2017'de ölen ARRL üyesi Schmidt, hükümet, iş dünyası ve kolluk kuvvetlerinde onlarca yıllık deneyime sahip, bilgisayar güvenliği konusunda dünyanın önde gelen otoritelerinden biriydi. Schmidt, kariyerine başlamasına yardımcı olmak için amatör radyoya güveniyor. "Bina... Ham radyo hobimi desteklemek için bilgisayarlar bana ihtiyacım olan teknik becerileri verdi... Bilgisayar suçları soruşturmaları yapmaya başlayın ve bilgisayar adli tıpının ilk aşamalarında çalışın, böylece siber güvenlik konularında çalışmaya başlamamı sağladı'dedi. Jambonlar genellikle endüstride ve orduda teknoloji ilerledikçe bulunur.

Ham Radio'nun Hava Dalgalarının Kuralları

Uluslararası ve ulusal radyo düzenlemeleri, tüm radyo istasyonlarının operasyonel ve teknik standartlarını yönetir. Uluslararası Telekomünikasyon Birliği (ITU), uluslararası - düzeyde telekomünikasyonu yönetir ve uluslararası *Radyo Düzenlemeleri aracılığıyla radyo hizmetlerini geniş bir şekilde tanımlar.* ABD'de Federal İletişim Komisyonu (FCC), amatör radyo da dahil olmak üzere hükümet dışı ve askeri olmayan istasyonların işleyişini yöneten ve denetleyen kurumdur. *Federal Düzenlemeler ABD Kanunu Başlık 4 7* telekomünikasyon yönetir ve Kod Bölüm 97 Amatör Radyo Servisi kurallarını açıklar.

Deney her zaman amatör telsizin belkemiği olmuştur ve Amatör Servis kuralları, jambonların hizmetin "temeli ve amacı" doğrultusunda deneme yapmak için geniş bir enlemin tadını çıkardığı bir çerçeve sağlar. Kurallar, durgunluğa yol açan kısıtlamalar olarak değil, sağlıklı aktivite ve büyümeyi teşvik eden araçlar olarak görülmelidir. FCC'nin amatör radyoyu düzenleyen kuralları, Amatör Hizmetin Temeli ve Amacı'nda aşağıda belirtilen beş yönü tanır.

• Amatör telsizin, özellikle acil iletişim desteği sağlama konusunda halka verdiği değer
• Amatör radyonun radyo sanatının ilerlemesine katkıda bulunma kabiliyeti kanıtlanmış
•İletişim ve teknik becerilerin geliştirilmesine yardımcı olan kurallar aracılığıyla Amatör Hizmeti teşvik etmek ve geliştirmek
• Eğitimli operatörler, teknisyenler ve elektronik uzmanları kaynağı olarak Amatör Hizmetin sürdürülmesi ve genişletilmesi
• Radyo amatörünün uluslararası iyi niyeti geliştirme konusundaki benzersiz yeteneğini sürdürmek ve genişletmek

Amatör Telsiz Hizmeti kuralları, Bölüm 97, altı bölümde: Genel Hükümler, İstasyon Operasyon Standartları, Özel Operasyonlar, Teknik Standartlar, Acil Durum İletişimi ve Yeterlilik Sınav Sistemleri Sağlama. Bölüm 97'nin tamamı ARRL ve FCC web sitelerinde mevcuttur (daha fazla bilgi için bu bölümün sonundaki Kaynaklar bölümüne bakın).

Bir sonraki blokta teller ağaçlar arasında ya da belki de çok büyük bir televizyon antenine benzeyen bir kuleyi destekleyen bir kule ile komşu, muhtemelen bir o da öyle.

Modem teknolojisi, ham radyoyu sıkı bütçelerle yaşayanlar veya fiziksel - zorluklarla karşılaşanlar da dahil olmak üzere herkes için daha erişilebilir hale getirmeye devam ediyor. Hareket kabiliyeti olmayan insanlar, amatör radyo dünyasını bir sonraki blokta, bir sonraki eyalette veya dünya çapında kalıcı arkadaşlıklar bulmak için ödüllendirici bir yer bulabilirler.

Koronavirüs salgını birçok kişiyi zorladığında 2020'nin başından itibaren kapalı mekanlarda, jambonlar arkadaşlarıyla ve diğer kulüp üyeleriyle radyo aracılığıyla iletişim kurabiliyorlardı. Evde kalırken deneyimleri paylaşmak için harika bir yol haline geldi.

Hams, diğer ülkelerdeki diğer meraklılarla iletişim kuran ve arkadaş olan elçilerdir ve bazen havaya çıkmak ve orada yaşayan insanlarla tanışmak için uzak yerleri ziyaret



Şekil 1.6 - Brian Mileshosky, N5ZGT, oğlu Landon ve kızı Audrey bakarken, 2017 NM5FD Saha Günü operasyonu sırasında kişileri kaydeder. [Rick Naething, AE5JI, fotoğraf]

1.1.1 Gerçekleşmesi

Amatör radyonun 100 yılı aşkın mirasının önemli bir özelliği, jambonun yayına girmek için elinde olanlarla başa çıkma yeteneği olmuştur. İt, bu *El Kitabının bir* rehber olabileceği, özellikle de günümüzde bol ve büyüyen bir elektronik bileşen tedariki ve daha karmaşık ve yaratıcı devre tasarımları göz önüne alındığında, bu tür uygulamalı, kendin yap faaliyetlerinin peşinde.

Amatör radyo her zaman katılımcılarının ona ne getirdiği ve ne yaptıkları ile ilgili olmuştur. Jambonlar, satın aldıkları veya inşa ettikleri ekipmanı veya ikisinin bir kombinasyonunu kullanarak, geniş bir radyo frekansı spektrumu aralığında birbirleriyle iletişim kurarlar. Jambonların birbirleriyle iletişimde kalmak için kullandıkları yöntemler, saygıdeğer Mors kodundan - artık bir lisans gereksinimi değil, bu arada - sese, modem dijital (bilgisayar tabanlı) modlara ve hatta televizyona kadar uzanıyor.

Amatör radyo, bilgisayar teknolojisi ve internetin melezleştirilmesi hayatın bir gerçeği haline geldi, çünkü jambonlar - teknolojiden yararlanmak için yaratıcı ve yenilikçi yollar icat etmeye devam ediyor. Bugünlerde çoğu jambon, bir bilgisayarı ve internet erişimini temel istasyon bileşenleri olarak görüyor. Bugün bir jambonun internet üzerinden bir verici ve alıcı istasyonu kontrol etmesi mümkün, başka bir şey kullanmadan

Bir dizüstü bilgisayar veya akıllı telefondan - bu istasyon binlerce kilometre uzakta olsa bile. Yazılım tanımlı radyo (SDR) tekniklerinin harikası, büyük ölçüde parça ve teller yerine bilgisayar programlama kodundan oluşan sanal radyo iletişim donanımı oluşturmayı bile mümkün kılmıştır. SDR'ler minimum fiziksel bileşenler gerektirir; Sofistike bilgisayar yazılımı ağır kaldırma yapar!

1.1.2 Ham Radyo Konfor Bölgeniz

Amatör radyo, herkesin rahat bir niş bulabileceği çok çeşitli aktiviteler sunar. Gerçekten *uluslararası birkaç hobiden biri olan* ham radyo, tüm dünyadaki benzer lisanslı radyo meraklılarıyla iletişim kurmayı mümkün kılar. Yarışma veya "radyosport'olarak adlandırılan on-theair yarışması - sadece bir aktivite seçmek için birçok jambon bu rekabetçi içgüdüleri kullanır ve katılımcıların becerilerini ve istasyonlarını geliştirmelerine yardımcı olur. Dahası ve belki de daha önemlisi, amatör radyo, afet ve acil durumlarda iletişimi destekleyerek halka hizmet ederken, aynı zamanda bazen en ileri bilimsel deneyler için bir platform görevi görür. Genç olarak amatör radyoya girenlerin çoğu - Nobel ödüllü Joe Taylor, KIJT gibi - teknoloji kariyerlerinde daha sonraki başarılarına katıldıklarını belirtiyorlar.

Ham radyonun ufku uzaya uzanıyor. Uluslararası Uzay İstasyonu birden fazla amatör radyo istasyonuna sahiptir ve çoğu ISS mürettebatı amatör radyo lisanslıdır. Uluslararası Uzay İstasyonu (ARISS) programındaki Amatör Radyo sayesinde, - uygun şekilde donatılmış jambonlar, basit, taşınabilir ekipman kullanarak bile, doğrudan uzaydaki NASA astronotlarıyla konuşabilirler. Jambonlar ayrıca kar amacı gütmeyen kuruluş tarafından tasarlanan ve inşa edilen Dünya yörüngesindeki uydular aracılığıyla birbirleriyle iletişim kurarlar

Radyo Amatör Uydu Şirketi (AMS AT) ve burada ABD'de ve yurtdışında eğitim kurumları tarafından. Bazı radyo amatörleri bile radyo sinyallerini aydan ve arkadan sektiriyor

Dünyadaki diğer jambonlara.

Jambonlar birbirleriyle araçlardan, dağlarda yürüyüş yaparken veya bisiklete binerken, uzak kamp alanlarından veya tekne gezintisi yaparken konuşurlar. Bazı jambonlar, radyo amatörleri için mevcut olan televizyon modlarından birini kullanarak havada fotoğraf paylaşmayı da sever. Bu faaliyetler ve diğerleri sayesinde, jambon ömür boyu dostluklar kurmak, çok şey öğrenmek ve belki de en önemli -

Tant, *iyi* eğlenceler. Yol boyunca, radyo amatörleri genellikle Teknolojik yeniliği teşvik eden dehaya katkıda bulunun.

Büyük olasılıkla zaten bir jambonsunuz, radyo ve elektronik ile deney yaptınız, Maker hareketinin bir parçasısınız veya jambon lisansınızı almayı düşünüyorsunuz. Bu *El*

1.1.3 Benim için ne var?

Bir topluluk topluluğu olarak *amatör* radyo, *olmasını istediğiniz şey olabilir*. İster rahatlama, heyecan, zevk ya da zihinsel (ve fiziksel) ufkunuzu genişletmenin bir yolunu arıyorsanız, amatör radyo, zaman ve para sıkı olsa bile bunu sağlayabilir. Bununla birlikte, bireyler arasındaki iletişim neredeyse tüm amatör radyo faaliyetlerinin merkezindedir. En temel haliyle, jambon radyo, belki de - ucuz el alıcı-vericileri (bir kombinasyon verici-alıcı) veya hatta ev yapımı dişli kullanarak, havada birbirlerini selamlayan iki kişidir. İki yönlü, havada bir iletişim olan "Hamspeak", "QSO'olarak bilinir - genellikle" CUE-so'olarak telaffuz edilen eski bir Mors kodu kısaltması.

Ham radyo da bir grup etkinliği olabilir. Ortak ilgi alanlarına sahip jambonlar genellikle düşüncelerini ve hatta görüntülerini paylaşmak için hava dalgalarında toplanırlar. Bu buluşmalara formalitelerine bağlı olarak "ağlar" veya "yuvarlak masa toplantıları" denir. Jambon havada buluştuğundaHavada genişletilmiş konuşma, bazen "ragchewing", uzun bir geçmişi olan başka bir terim diyorlar.

Ağlar, benzer düşünen jambonlar düzenli bir programda havada toplandığında oluşur. Ağlar genellikle hem içeride hem de dışarıda benzer ilgi alanlarına sahip diğer jambonları bulmak için havada bir mekan sağlar.

Amatör radyo. Konular vintage radyo, satranç, bahçecilik, kaya tırmanışı, demiryolları, bilgisayar programlama gibi çeşitli olabilir, Öğretme veya belirli radyo ekipmanı türlerine ilgi duyma. İnanç temelli gruplar ve dağınık arkadaşlar ve aileler de orga- Nize ağları. Özel ilginizi ARRL web sitesinde (www.arrl.org/arrl-net-directory) ARRL Net Directory'de bulabilirsiniz.http://www.arrl.org/arrl-net-directory

1.2 Ham Radyo Topluluğuna Katılma

Potansiyel jambonlar bir keresinde Mors kodunu lisans almak için bir engel olarak buldular. Bugün, amatör bir radyo lisansı sahibi olmak için Mors kodu yeterliliğini göstermek artık gerekli değildir, ancak Mors kodu amatör radyoda bir hava modu olarak popülerlik kazanmaya devam etmektedir. Federal İletişim Komisyonu (FCC) tarafından Amerika Birleşik Devletleri'nde, topraklarında ve mülklerinde veya ABD'de kayıtlı herhangi bir gemi veya uçaktan amatör bir radyo istasyonu işletmek için verilen bir lisansa sahip olmanız gerekir. Yaş veya vatandaşlık, ABD amatör radyo lisansı almak için bir engel değildir ve maliyet minimumdur, bazen ücretsizdir. Henüz gençliklerinde olmayan gençler düzenli olarak ham radyo sınavlarını geçiyor!

FCC üç sınıf veya seviye sunar

–Amatör telsiz lisansı. En kolayından en zoruna, onlar Teknisyen, Genel ve Amatör Ekstra vardır. Başvuru sahipleri, lisans merdivenini yükseltirken her lisans sınıfı için çoktan seçmeli bir yazılı sınavı geçmelidir. Tüm ham radyo lisans sınıfları için resmi soru havuzları halka açıktır. Ne kadar ilerlerseniz, test o kadar zorlaşır ve işletim ayrıcalıkları o kadar cömert olur. Zirveye ulaşmak için - Amatör Ekstra sınıf - her üç lisans sınıfının sınavlarını geçmelisiniz.

1.2.1 Saflarda Geçiş

Çoğu insan amatör radyoda bir Teknisyen sınıfı lisansı veya "bilet" alarak başlar, çünkü bir jambon lisansı bazen denir. Bir Teknisyen lisansı almak, 35 soruluk çoktan seçmeli bir sınavı geçmeyi gerektirir. Test, hava dalgalarını, nazik çalışma prosedürlerini ve tekniklerini ve bazı temel elektronikleri düzenleyen FCC kurallarını ve düzenlemelerini kapsar. Kazanılan ayrıcalıklar Teknisyenlere keşfedilecek çok yer ve denenecek aktiviteler sunar. Bazıları için, Teknisyen lisansı istedikleri veya ihtiyaç duyacakları tek şeydir.

Teknisyenler, geniş ama biraz sınırlı bir ses ve dijital radyo işletim ayrıcalıklarına sahiptir. Bunlar, bazı "yüksek frekans" (HF veya kısa dalga) frekans "bantlarına" veya radyo spektrumunun bölümlerine erişimi içerir. Lisans sınıfına bağlı olarak, jambonlar, çoğu doğrudan uluslararası iletişimin - gerçekleştiği 1.8 ila 29.7 MHz arasında değişen 10 farklı HF bandına erişebilir. (Frekans ve dalga boyu terimleri **Elektrik açıklanmıştır Temel bilgiler bölümü.)** Teknisyenler ayrıca, yaygın olarak bulunan FM ses tekrarlayıcılarında çalışmaya izin veren VHF-UHF ve mikrodalga spektrumunda tüm amatör ayrıcalıklara sahiptir. Bir tekrarlayıcı, düşük güçlü, el telsizlerinin veya mobil istasyonların iletişim aralığını doğrudan birbirleriyle iletişim kuramayacak kadar genişletir. "Teknik bilet", amatör radyonun eğlencesine ve heyecanına ve hobinin yollarına harika bir giriş niteliğindedir.

Genel sınıfına yükselterek, bir Teknisyen lisans sahibi tüm amatör radyo HF bantlarına erişim gibi ek işletim ayrıcalıkları kazanır. Genel'e yükseltmek, başka bir 35 soruluk çoktan seçmeli sınavı geçmeyi gerektirir. Teknisyen ayrıcalıklarına ek olarak, Generaller ses, dijital, görüntü ve televizyon tekniklerini kullanarak dünya çapında iletişimin tadını çıkarırlar.

Amatör radyo lisans yapısının zirvesine ulaşmak - Amatör Ekstra sınıf - daha zorlu bir 50 soruluk sınavı geçmek anlamına gelir. Amatör Ekstra lisans sahipleri, jambonların kullanabileceği tüm frekans bantlarında ve iletişim modlarında ayrıcalıklara sahiptir. Sınav zor olabilir, ancak birçok jambon çabaya değdiğini düşünüyor!

1.2.2 Çalışma yardımcıları

Sınava kendi başınıza, bir grup arkadaşınızla veya bölgenizdeki bir amatör radyo kulübü tarafından desteklenen bir sınıfa katılarak hazırlanabilirsiniz. ARRL amatör radyo lisans sınıfları öğretmek isteyen jambon için malzeme ve ders planları sunmaktadır. Herkes licensestudy sınıflarını ayarlayabilir. Birçok amatör radyo kulübü, genellikle Teknisyen lisansı için periyodik sınıflar düzenler. ARRL Kayıtlı Amatör Radyo İnstructors destekler, ancak kayıt bir sınıf yürütmek için gerekli değildir. **www.arrl.org ARRL web sitesi,** bölgenizdeki sınıflar, kulüpler ve gönüllü sınav görevlileri (VE'ler) hakkında bilgi sunar (aşağıdaki VE'ler hakkında daha fazla bilgi).

Yardım her adımda mevcuttur. ARRL, tüm lisans sınıfları için çalışma materyalleri yayınlar. Nasıl başlayacağınız hakkında daha fazla bilgi için ARRL web sitesini ziyaret edin veya ARRL'nin New Ham Masası ile iletişime geçin. Bu bölümün sonundaki Kaynaklar bölümü bir adres ve telefon numarası içerir. ARRL, bölgenizdeki amatör radyo kulüplerini, ARRL'ye kayıtlı eğitmenleri ve yerel Gönüllü Sınav ekiplerini bulmanıza yardımcı olabilir. ARRL web hakkında ek bilgi -



Şekil 1.7 - Paraşüt Mobil! "Jumper 1", AF6IM Mark Meltzer, skydiving ve amatör radyo için coşkusunu birleştirerek, temas kurmaktan ve manzaranın tadını çıkarmaktan hoşlandığı için mobil operasyona yeni bir anlam katıyor. [Kaptan Jim Wilson, RCAF, fotoğraf]

Site, jambonların kullanabileceği frekansları, popüler aktiviteleri ve en son ARRL çalışma kılavuzunun nasıl sipariş edileceğini içerir.

Bir Teknisyen lisansı almak isteyen yeni gelenler için, *ARRL Ham Radyo Lisans Kılavuzu,* doğru cevaplar ve net açıklamalar içeren eksiksiz, güncel soru havuzunu içerir. Kılavuz, önceden elektronik arka plan varsaymaz. İt, soruların ve cevapların arkasındaki ayrıntıları inceler, böylece doğru cevapları ezberlemek yerine materyali anlayacaksınız.

Zaten bazı elektronik geçmişiniz varsa - veya sadece malzemenin kısa açıklamalarını istiyorsanız, *ARRL'nin Tech Q&A kılavuzunu* daha uygun bir seçim olarak bulabilirsiniz. Ayrıca hazırlamanıza yardımcı olacak tüm Teknisyen soru havuzunu içerir.

Bir Genel sınıf lisansına yükseltmeye hazır olduğunuzda, *ARRL Genel Sınıf Lisans Kılavuzu veya ARRL'nin Genel Soru ve Cevapları* hazırlanmanıza yardımcı olabilir. Moda gibi, *ARRL Ekstra Sınıf Lisans Kılavuzu ve ARRL'nin Ekstra Soru ve Cevapları,* Amatör Ekstra Sınıf lisansı için çalışma çabalarınızı yönlendirecektir. Bu ve diğer lisans çalışma seçenekleri hakkında ayrıntılı bilgi için ARRL web sitesini kontrol edin.

1.2.3 Sınava Girmek

FCC, ABD amatör radyo lisanslarını verirken, gönüllü sınav görevlileri (VE) artık tüm amatör radyo testlerini yönetmektedir. Diğer ülkeler de benzer sistemleri benimsemiştir. Ham radyo kulüpleri düzenli sınav oturumları düzenler, bu nedenle hazır olduğunuzda uzun süre beklemeniz veya seyahat etmeniz gerekmez. Sınav oturumları genellikle hafta sonları (genellikle "hamfest'adı verilen jambon radyo toplantılarında) veya akşamları mevcuttur. Çoğu gönüllü sınav ekibi, testi yönetme ve FCC evraklarını işleme maliyetini geri kazanmak için küçük bir ücret talep eder.

ARRL, Gönüllü Sınav Koordinatörü (VEC) olup ülkedeki en büyük VE programını desteklemektedir. VE programı hakkında daha fazla bilgiyi ARRL web sitesinde bulabilirsiniz.

Her 35 veya SO soru testi için sorular, her lisans sınıfına özgü büyük bir "soru havuzundan" gelir. Her üç soru havuzu - Teknisyen, Genel ve Amatör Ekstra - çalışma rehberlerinde ve internette halka açıktır. Eğer çalışıyorsanız, en son sürümle çalıştığınızdan emin olun, çünkü soru havuzları belirli bir programda güncellenir. Bu bölümün sonundaki Kaynaklar bölümünde soru havuzlarının nerede bulunacağı hakkında daha fazla bilgi bulunmaktadır.

1.2.4 Ham Radyo Mentorunuz

Sınavı geçtikten ve amatör radyo biletinizi kazandıktan sonra öğrenme durmaz. Yeni jambonlar genellikle ipleri erkeklerden öğrenirler. Tor. Yeni gelenlere yardım etmek isteyen böyle deneyimli bir jambona "Elmer" denir. Bu birey, amatör radyo işletmeciliği hakkında yeni gelenlere, genellikle bire bir olarak öğretir. Yerel jambon radyo kulübünüz, sizi çalışırken, ilk radyonuzu satın alırken ve istasyonunuzu kurarken - birçok jambonun kendi adını verdiği - sizin için orada olacak bir Elmer ile eşleştirebilir. "radyo kulübesi" veya "jambon kulübesi", jambon istasyonlarının genellikle sahibinin konutundan ayrı küçük binalarda olduğu günlerden kalma bir terim. Elmers ayrıca ilk canlı bağlantılarınızda size yardımcı olmaktan mutluluk ve gurur duyar.

Uluslararası Cesaret Kenny Handiham Programı'na **(handiham.org) ait olan Elmers, çalışma** materyallerini ve jambon radyo istasyonu operasyonunu fiziksel engelli olanlar için erişilebilir hale getirmeye odaklanmaktadır. Yerel Handihams, bu tür potansiyel radyo amatörlerine lisans almalarında yardımcı olur ve Handiham Sistemi, yeni jambonu yayına almak için temel radyo ekipmanlarını bile ödünç verebilir.

1.2.5 Sizin Ham Radyo İdentity

Bir ham radyo operatörü, lisansınızı verirken FCC'nin verdiği benzersiz bir çağrı işaretiyle bilinir ve tanınır (bazı tavuklar bunu basitçe "çağrı'olarak kısaltır). Çağrı işaretiniz yalnızca istasyonunuzu yayında tanımlamakla kalmaz, aynı zamanda bireysel bir amatör radyo kimliğidir ve birçok jambon, çağrı işaretleriyle isimlerinden daha iyi bilinir hale gelir! Lisansınız ve çağrı imzanız FCC'nin aktif Amatör Radyo Hizmeti veritabanında çevrimiçi olarak göründüğünde, çalışma izniniz vardır.

ARRL - amatör radyolar için ulusal dernek

American Radio Relay League (ARRL), Amerika Birleşik Devletleri'nde amatör radyoyu temsil eden uluslararası kabul görmüş bir kuruluştur. 1914'teki kuruluşundan bu yana ARRL büyüdü
ve amatör radyo ile birlikte gelişti. ARRL Genel Merkezi ve Maxim Memorial İstasyonu W1AW Hartford yakınlarındaki Newington, Connecticut'tadır. Özel gönüllüleri ve profesyonel kadrosu sayesinde ARRL, ABD'de ve dünyada Amatör Hizmetin ilerlemesini teşvik etmektedir.

ARRL, amatör radyo operatörlerinin sahip olduğu birçok ayrıcalığın tanıtımına ve korunmasına adanmış kar amacı gütmeyen, eğitimsel ve bilimsel bir organizasyondur. Ve radyo amatör tarafından ve ARRL sayıları 150.000 üye - büyük çoğunluğu
Kuzey Amerika'da aktif amatör. Lisans sahipleri Tam Üye olabilirken, lisanssız kişiler ARRL seçimlerinde oy kullanmak dışında tüm üyelik ayrıcalıklarıyla Ortak Üye olabilirler. Amatör radyoya gerçekten ilgi duyan herkes ARRL'ye aittir.

ARRL gönüllü kolordu Saha Örgütü denir. Devlet ve yerel düzeyde çalışan bu bireyler, ARRL'nin amatör radyoyu ilerletme hedeflerini ele alıyor. Felaket zamanlarında acil durum iletişimi düzenlerler ve Amerikan Kızıl Haç ve Vatandaş Kolordu gibi kurumlarla çalışırlar. Diğer gönüllüler, eyalet ve yerel hükümet yetkililerini, jambonların eyalet ve yerel düzeyde yaptığı iyiliklerden haberdar ediyor.

ARRL'ye katıldığınızda, sesinizi jambon radyo ile en çok ilgilenenlere eklersiniz. En belirgin üyelik avantajları, aylık olarak basılı ve dijital olarak yayınlanan üyelik dergisi QS7 *ve* iki ayda bir yayınlanan On the Air'dir.
Amatör radyoda yeni gelenler ve jambon deneyim kazanıyor. *QST,* okumak isteyeceğiniz hikayeleri, inşa edilecek projelerle ilgili makaleleri, yaklaşan hamfestlerin, kongrelerin, yarışmaların ve diğer canlı etkinliklerin duyurularını, yeni ekipmanların incelemelerini, acil durumlarda jambonların oynadığı rol hakkındaki raporları ve çok daha fazlasını içerir.

On the Air, amatör radyo lisansınızdan en iyi şekilde yararlanmanıza yardımcı olacak bir dizi avantaj sunar. Dergiye ek olarak *On the Air* podcast, *On the Air* blog *ve On the Air Facebook topluluğu bulunmaktadır*.

Üyeler *QST* veya *On Air almayı seçebilirler*. Amatör radyonun belirli bölümlerini hedefleyen iki ayda bir yayınlanan birkaç özel dergi, tüm ARRL üyelerine çevrimiçi dijital formatta, üye hizmeti olarak sunulmaktadır: *QEX - İletişim Deneycileri Forumu ve NCJ - Ulusal Yarışma Dergisi,* amatör radyo yarışmalarıyla ilgilenenlere hitap ediyor - veya "radyo sporu".

ARRL üyesi olmak bir dergi aboneliğinden çok daha fazlasıdır. ARRL, FCC ve Kongre önünde çıkarlarınızı temsil eder, tüm dünyada faaliyet gösteren etkinliklere sponsorluk yapar.
yıl ve kişisel düzeyde üyelik hizmetleri sunmaktadır. Bunlar şunları içerir:

- Düşük maliyetli jambon radyo ekipman sigortası
- Gönüllü Examiner programı
- Teknik Bilgi İşlem Servisi (amatör radyo teknik konularıyla ilgili sorularınızı yanıtlar)
- QSL Hizmeti (QSL kartlarınızı diğer ülkelerdeki jambonlarla toplu olarak değiştirmenize ve onlarla olan bağlantılarınızı onaylamanıza yardımcı olur)

Amatör radyo, e-posta, çağrı veya yazma ARRL Genel Merkezi hakkında herhangi bir soruya cevap için. İletişim bilgileri için bu bölümün sonundaki Kaynaklar bölümüne bakın.

FCC, 2015 yılında "kağıtsız" hale geldi ve artık lisans belgelerini rutin olarak yazdırmıyor veya postalamıyor. Lisans sahipleri kendi "resmi kopyalarını" FCC Evrensel Lisans Sistemi (ULS) sitesinden yazdırabilirler.

Bir çağrı işareti de veren ülkeyi tanımlar. Örneğin, ABD çağrı işaretleri W, K, N veya A ile başlar, ardından bazı harf kombinasyonları ve bir rakam gelir. Her kombinasyon farklıdır. Tanınmış bir jambonlu telsiz çağrı işareti, Newington, Connecticut'taki ARRL Genel Merkezi'ndeki Hiram Percy Maxim Memorial İstasyonu'na atanan WlAW'dir.

FCC tarafından atanan çağrı işaretleri, yalnızca Amatör Ekstra Sınıf lisans sahiplerine sunulan en kısa ve genellikle en çok arzu edilen kombinasyonlarla çeşitli lezzetlerde gelir. FCC rutin olarak yeni Teknisyen lisans sahiplerine en uzun formatta ilk çağrı işaretlerini atar. Bu çağrı işaretleri iki harfle başlar, bir sayı Oto 9'dan ve üç harf daha. Rakamı içeren bir çağrı işaretinin ilk kısmına *önek denir.* Rakamı takip eden kısma *son ek denir ve* belirli bir lisans sahibine özgüdür. Kanada'daki tipik önekler VE ve VA iken, Meksika'daki ortak önek XE'dir.

Bir zamanlar, rakam bir ABD istasyonunun coğrafi bölgesini gösterdi - örneğin New England için 1, Kaliforniya için 6 ve Ortabatı için 9 veya 0 (sıfır). FCC jambon radyo çağrı işaretleri taşınabilir



Şekil 1.9 - Alabama'daki Huntsville Amatör Radyo Kulübü'nün K4BFT kurulumundaki ARRL Saha Günü "Havaya Çık" (GOTA), yakındaki ABD Uzay ve Roket Merkezi Uzay Kampı'ndan bir grup öğretmen çekti. K7KDT yaşındaki Todd Cline, kulüp üyeleri John Boyette, KK5KKT (sola yaslanmış) ve KK4IV (klavyede) Geoff Suiter istasyonu işletirken dijital bir "şelale" gösteriyor. [William Martin, KK4FDF, fotoğraf]

- tıpkı telefon numaraları gibi. Bu nedenle, öneki izleyen "1'ile bir çağrı işareti Florida'da bulunan bir jambona ait olabilir.

FCC'nin atadığı çağrı işaretini tutmak zorunda değilsiniz. FCC'nin *kibir çağrısı...*

Gram, bir jambonun, başvuru sahibinin lisans sınıfına dayalı olarak atanmamış bazı çağrı işaretlerinin veri tabanı arasından yeni bir çağrı işareti seçmesine ve bunun için bir başvuruda bulunmasına izin verir - ücretsiz!



Şekil 1.8 -Bu ikonik tuğla bina evler W1AW, istasyon işletilen Newington, Connecticut'taki ARRL tarafından ve dünya çapında bilinir. W1AW, ARRL'nin kurucularından biri olan Hiram Percy Maxim'i anmaktadır. Ziyaretçiler kabul edilir ve genellikle istasyonu işletir. [Rick Lindquist, WW1 ME, fotoğraf]



Şekil 1.10 - AA7HH yaşındaki Adeline Hillier, değişimin etkisini ölçmek için bir deney sırasında UHF anteninin polarizasyon açısını ayarlar.

1.3 Ham radyo istasyonunuz

Amatör radyo, bütçenizin ve coşkunuzun belirttiği kadar çok veya az maliyetlidir. Çoğu jambon ev tabanlı istasyonlar kurdu. Geleneğe göre, bir istasyonun bulunduğu oda veya yer sizin "jambon kulübeniz'dir, ancak birçok düşük profilli jambon, istasyonlarını nispeten ucuz el tipi alıcı-vericiler şeklinde taşır, bazıları oldukça kompakt ve ucuzdur. Radyonun kendisine bağlı olanın ötesinde herhangi bir anten gerektirmeden, bu tür radyolar dışarı çıktığınızda veya seyahat ederken size eşlik edebilir.

Ölçeğin diğer ucunda, radyo yarışması veya DXing (diğer ülkelerdeki uzak istasyonlarla iletişim kurma) konusunda ciddi olan radyo amatörleri genellikle üst düzey ekipmanlara ve kapsamlı anten sistemlerine yatırım yapar. Çoğu jambon bu aşırı uçlar arasında bir yere düşer. Mütevazı bir ekipman tamamlayıcısı, iki ağaç arasında asılı basit tel antenleri ve belki bir arka bahçe kulesi veya direği üzerinde küçük bir "ışın" (yönlü anten) vardır. Yatırım seviyeniz ne olursa olsun, dünya çapında konuşabileceksiniz.



Şekil 1.11 - James Copeland, KD ~ IPP ve Jill Drake, KM6UWL, School Club Roundup etkinliği sırasında Kansas Eyalet Üniversitesi kulüp istasyonu W ~ QQQ'dan 40 metre uzakta temaslarda bulunuyorlar. [James Copeland, KD ~ IPP, fotoğraf]

Hamfests

Amatör radyonun daha geniş sosyal dünyası, havada tanıdıklar kurmanın ötesine uzanır. Genellikle "hamfest'olarak adlandırılan düzenli jambon radyo toplantıları, diğer jambonlarla şahsen tanışmak için fırsatlar sunar - buna rağmen COVID-19 salgını birçok hamfestin iptal edilmesine veya internetteki sanal etkinliklere kaydırılmasına neden oldu. Hams ayrıca hamfest "bit pazarında" jambon radyo ekipmanı ve aksesuarları satın almaktan, satmaktan ve ticaretini yapmaktan hoşlanır. *Her* jambon pazarlığı sever. Diğer hamfest ziyaretçileri, hobinin belirli yönleri hakkında daha fazla bilgi edinmek için sınıf oturumlarından veya forumlardan yararlanır.

Hamfestler, donanımda iyi fırsatlar elde etmek için harika yerlerdir - bazı satıcılar önemli hamfest indirimleri sunar - ve bilginizi genişletmek için. ABD'den ve dünyanın dört bir yanından binlerce radyo amatörü her bahar Xenia, Ohio'daki Hamvention®'da bir araya geliyor. Bu gerçekten uluslararası etkinlik, dünyanın amatör radyo meraklıları arasında var olan iyi niyeti özetlemektedir.



Dayton Hamvention® her Mayıs ayında Dayton, Ohio yakınlarında dünyanın her yerinden 25.000 radyo amatörünü kendine çekiyor. [Bob İnderbitzen, NQ1R, fotoğraf]

1.3.1 İt Maliyeti Ne Kadar?

Erken radyo amatörleri genellikle kendi teçhizatlarını, esas olarak zorunluluktan yaptılar; 20. yüzyılın başlarında iyi stoklanmış bir radyo merkezi yoktu. Kitlerden jambon radyo ekipmanı inşa etmek 20. yüzyılın ortalarında popüler hale geldi ve birçok üretici hala ekipmanı kendiniz inşa etmeyi daha da kolaylaştırmak için parça kitleri ve devre kartları sağlıyor. Birçok jambon hala kendi ekipmanlarını ('ev yapımı'olarak adlandırılır) tasarlamayı ve inşa etmeyi sever, pazarlıkta para tasarrufu sağlar ve zorluğun tadını çıkarır. Bu amatörlerin çoğu, teknolojinin ön saflarında gururla durmakta ve hobi içinde veya hatta dışında uygulanabilecek gelişmelere ayak uydurmaktadır. İndeed, bu *El Kitabında bulacağınız projeler,* jambonlu radyoyu daha rahat ve keyifli hale getiren çok çeşitli ekipman ve aksesuarlar sunar.

Günümüzün radyo amatörleri çoğu zaman - yeni veya kullanılmış pazarda, belki de bir jambon radyo bit pazarında veya hamfest'te veya bir internet açık artırmasında veya sınıflandırılmış bir reklam sitesinde satın alınan ticari olarak üretilen alıcı-vericileri kullanmaya başlar. Bol miktarda jambon dişli mevcuttur ve ihtiyaçlarınızı karşılayan ve bütçenize uygun bir şey bulmak zor değildir.



Şekil 1.12 - Kanadalı radyo amatörü Jerry Clement, VE6AB, Calgary, Alberta'nın güneybatısındaki Chain Lakes'de jambonlu radyo ve buz balıkçılığını birleştirdi. Jambon ve olta takımlarını bir kızakla buzun üzerine taşıdı. [Jerry Clement, VE6AB, fotoğraf]

Kullanılan üst düzey VHF veya VHF-UHF (veya "çift bantlı") el tipi alıcı-vericiler genellikle 100 ila 200 $ arasında mevcuttur. Çinli üreticilerin jambon radyo pazarına girişi, kompakt bir VHF-UHF el cihazının maliyetini önemli ölçüde düşürdü ve bazı modeller 25 $ gibi düşük bir fiyata satılıyor!

HF çalışmasıyla ilgilenenler, 200 ila 500 $ aralığında kullanılmış, ancak servis edilebilir bir alıcı-verici ile zemin kata girebilir ve 500 ila 1.500 $ aralığında mükemmel bir yeni alıcı-verici seçimi mevcuttur. Tek bantları kapsayan "Fleapower" CW (Mors kodu) alıcı vericileri, kit formunda 100 $'dan daha düşük bir fiyata yeni satıyor; Çin'de üretilen ve bir ABD jambon radyo satıcısı tarafından pazarlanan yeni bir düşük güçlü dört bantlı CW alıcı-verici, 300 dolardan daha düşük bir fiyatla mevcuttur. Mevcut ağaçlardan asılı basit bir arka bahçe dipolü gibi bir HF anteni hem ucuz hem de etkilidir. ARRL'nin aylık dergisi *QST'de ilan edilen ve* kapsamlı ekipman incelemeleri de içeren çok çeşitli ekipmanlar bulacaksınız.

Daha ayrıntılı antenler ve çeşitli aksesuarlar, istasyonunuzun maliyetine önemli ölçüde katkıda bulunabilir, ancak kendi işinizi kurmak da dahil olmak üzere daha ucuz alternatifler mevcuttur.

Günlük Tutmak

Havadaki etkinliğinizin bir og - kağıt üzerinde veya bilgisayarınızda - tutulması isteğe bağlıdır, ancak bunu yapmak için bazı önemli nedenler vardır. Bunlar şunları içerir:

Ödül takibi - Bir günlük, DXCC için gerekli kişileri izlemenizi sağlar, WAS ve diğer ödüller. Bazı bilgisayar günlüğü programları bunu otomatik olarak yapar, böylece hedefinize ne kadar iyi ilerlediğinizi görebilirsiniz.

Bir çalışma günlüğü - Bir günlük defteri İstasyonunuz hakkında genel bilgileri kaydetmek için iyi bir yerdir. Örneğin, diğer istasyonlardan gelen raporlara dayanarak farklı antenler veya ekipman parçaları arasındaki karşılaştırmaları not etmek isteyebilirsiniz. Günlüğünüz aynı zamanda yeni satın alımları kaydetmek için mantıklı bir yerdir (ekipmanınızın - çalınması durumunda seri numaralarıyla tamamlanır). Ziyaret operatörlerinin adları ve çağrı işaretleri, lisans yükseltmeleri, yarışmalar, yayılma ve benzeri diğer etkinlikleri de izleyebilirsiniz.

Yasal koruma - İyi kayıt tutma, kasıtlı müdahaleyle suçlanırsanız veya çağrı işaretinizin yetkisiz kullanımıyla ilgili bir sorun yaşarsanız kendinizi korumanıza yardımcı olabilir.

Kağıt mı bilgisayar mı?

Bugünlerde çoğu kayıt işlemi yapıldı bilgisayarlarda, özel kullanarak, Genellikle özgür, yazılım, ancak birçok jambon, hatta bazıları bilgisayarlı bile olsa, hala "basılı kopya" günlük defterlerini tutar. Bir kağıt günlüğü düşük teknolojidir; güç tüketmiyor , Esnek ve asla bir bilgisayar kazasına maruz kalamaz! Önceden yazdırılmış günlük sayfaları mevcuttur veya sözcük işleme veya yayınlama yazılımı kullanarak kendi özelleştirilmiş günlük sayfalarınızı hiçbir zaman oluşturamazsınız.

Bilgisayar günlüğü, özellikle yarışmacılar, DXers ve ödül avcıları için birçok avantaj sunar. Örneğin, - bilgisayarlı bir günlük, DXCC için belirli bir istasyonla temasa ihtiyacınız olup olmadığını anında gösterebilir. Ya da öyleydi. Contesterler bilgisayar kullanıyor sırasında iletişim verilerini yönetmek için günlükler Bir yarışma ve yinelenen kişileri önceden ayıklamak. Yarışma sponsorları bilgisayar günlük dosyalarını almayı tercih eder ve bazıları kağıt günlükleri hiç kabul etmez. Bilgisayar kayıtları ayrıca bir bakışta belirli ödüllere ne kadar yaklaştığınızı ve hatta QSL etiketlerini yazdırdığınızı söyleyebilir. Ve elbette bilgisayar kayıtları kişilerinizi göndermenizi kolaylaştırır ARRL'nin çevrimiçi The Logbook'una Dünya (LoTW)

Bazı günlük kaydı yazılımları genel amaçlıdır, diğer programlar ise yarışma, DXing veya diğer etkinlikler için optimize edilmiştir. Seçmeden önce yetenekleri ve gereksinimleri karşılaştırın.

1.3.2 Bilgisayarlar ve Ham Radyo

Amatör radyo ve bilgisayarlar yıllardır en iyi arkadaşlar. Radyo amatörleri, onlarca yıl önce PC'lerini jambon istasyonlarıyla birbirine bağlamanın sadece işletmeyi daha kolay hale getirmediğini, aynı zamanda jambon bantlarında ek faaliyetlere kapı açabileceğini keşfetti. Çoğu radyo amatörünün artık kulübesinde, genellikle - amatör radyo görevlerine adanmış bir bilgisayar var. Kayıt tutmadan anten ve devre tasarımına kadar birçok ham radyo uygulaması için yazılım mevcuttur.

Muhtemelen jambon kulübesindeki bir bilgisayarın en yaygın kullanımı, kişilerinizi kaydetmektir - havada iletişim kurduğunuz istasyonların kaydını tutmak. Bu, özellikle hız ve doğruluğun en önemli olduğu yarışmacılar için geçerlidir. Havadaki faaliyetlerinizin ayrıntılı bir kayıt defterini tutmak için artık yasal bir gereklilik olmasa da, birçok jambon hala rahat çalışma için bile bir tane tutar ve bilgisayar günlüğü görevi daha az sıkıcı hale getirebilir (bkz.

Birçok bilgisayar günlüğü uygulaması ayrıca, kayıt programınızdan ayrılmak zorunda kalmadan, frekans veya bant seçimi gibi radyonuzun işlevlerinin çoğunu veya çoğunu kontrol etmenizi sağlar. Anten rotatörleri veya seçim anahtarları gibi çeşitli aksesuarları bilgisayarla kontrol etmek de mümkündür.

Bilgisayarınızın ses kartı aracılığıyla, birkaç basit bağlantı, işletim yazılımı (genellikle ücretsiz) ve bir arayüzden başka



Şekil 1.13 - KM4QJM yaşındaki Ella Dietzel, - Aiken, Güney Carolina'daki Schofield Ortaokulu Radyo Kulübü'nde (N4SMS) bir dizi singlesideband (SSB) ses teması yürütüyor. sınıf arkadaşı bakıyor. [Kent Hufford, KQ4KK, fotoğraf .]

Dijital işlemdeki büyük artış, 2017 yılında **WSJT-X (FT8) adlı bir dizi program arasında yer alan physics.princeton.edu/pulsar/kljt/wsjtx.html protokolünün geliştirilmesiyle başladı.** - Büyük bir hit olduğunu söylemek yetersiz kalır. 2021'de FT8, Michael Wells, G7VJR tarafından derlenen Club Log faaliyet raporuna göre, HF bantlarındaki faaliyetin %60'ını ve 6 metredeki faaliyetin %85'ini temsil ediyordu. Nobel Ödülü sahibi ve aktif radyo amatör Joe Taylor, KUT - daha önce bahsedilen - *WSJT-X* paketinin birincil geliştiricisiydi. FT8, nadir yerlerde jambon ile iletişim kurmaya çalışan mütevazı istasyonların operatörleri için tercih edilen bir mod haline gelmiştir.

Sinyal raporlarının ve konumlarının değişiminden daha fazlasına izin vermez. FT8 ve benzeri dijital protokollerin önemli bir özelliği, sinyal başına sadece küçük bir spektrum dilimi işgal etmeleridir. - "Klavyeden klavyeye" konuşmalar için daha uygun olan saygıdeğer RTTY (radyoteletip) ve PSK3. FT8 gibi, PSK31 büyük bir avantajı, çok mütevazı bir jambon istasyonuyla uzun mesafelerde iletişim kurmanıza izin vermesidir.

Bilgisayarlar ayrıca sizi bantlardaki DX etkinliği konusunda uyarabilir, amatör radyo lisansı sınavlarına girmenize yardımcı olabilir veya Mors kodu becerinizi geliştirebilir. Birçok amatör radyo organizasyonu, ilgi grupları, bireyler ve elbette ekipman perakendecileri de web sitelerini koruyor.

1.4 Yayına Başlamak

Amatör radyo, teknik bir uğraş olduğu kadar sosyal bir faaliyettir. Canlı yayında yeni arkadaşlar ve tanıdıklar edinmenin bir yolu, daha sonra şahsen tanışabilirsiniz. Bazı ham radyo ilişkileri, bireyler bazen yüz yüze hiç karşılaşmasa da, ömür boyu sürer. Ham radyo, lise ve üniversite arkadaşlarını yıllar boyunca iletişim halinde tutan tutkal olmuştur.

Amatör radyo ayrıca, farklı milletlerden ve kültürlerden gelen radyo amatörleri arasındaki ilişkileri güçlendirebilir ve bu da daha fazla uluslararası iyi niyet ve anlayışa yol açabilir - bu, artan kültürel gerilimler ve yanlış algılamalar döneminde özellikle faydalı olan bir şeydir. Amatör bir telsizci olduğunuzda'dünya vatandaşı "olursunuz. Geri döndüğünüzde, diğer ülkelerde iletişim kurduğunuz radyo amatörlerinin hayatlarını öğrenebilirsiniz.

"Jambonlar birbirlerine ne diyor?'diye merak edebilirsiniz. Havada ilk kez karşılaştıklarında, jambonlar tipik olarak sinyal raporları şeklinde hoşluk alışverişinde bulunurlar.

İsimler ve yerler (hams tarafından "QTH'olarak kısaltılır). Radyo sinyal raporları, operatörlerin havada birbirlerini ne kadar iyi duyduklarını (veya "kopyaladıklarını") gösterir. Bu ad/konum/sinyal raporu biçimi, radyo modundan bağımsız olarak tipiktir. Bu ön hazırlıklar ortadan kalktığında, jambonlu telsiz konuşmaları genellikle ekipmana ya da diğer çıkarlara uzanabilir.

İngilizce tartışmasız jambon bantlarında en yaygın dil olmasına rağmen (Ana dili İngilizce'den başka bir şey olabilecek jambonlar tarafından bile konuşulur)İngilizce konuşanlar bazen diğer ülkelerdeki jambonlar üzerinde olumlu bir izlenim bırakabilirler, eğer diğer kişinin dilini biraz konuşabilirlerse - *danke, gracias veya* arigato kadar basit olsa bile.



Şekil 1.14 -Six yaşındaki Lizzy Busch, Çocuk Günü sırasında Bloomington, İndiana'daki Wonderlab Bilim, Sağlık ve Teknoloji Müzesi'nde bir temas kuruyor. Henüz lisanslı olmayan gençlere jambonlu radyo tadı vermeyi amaçlayan etkinlik, Bloomington Amatör Radyo Kulübü ile birlikte gerçekleşti.

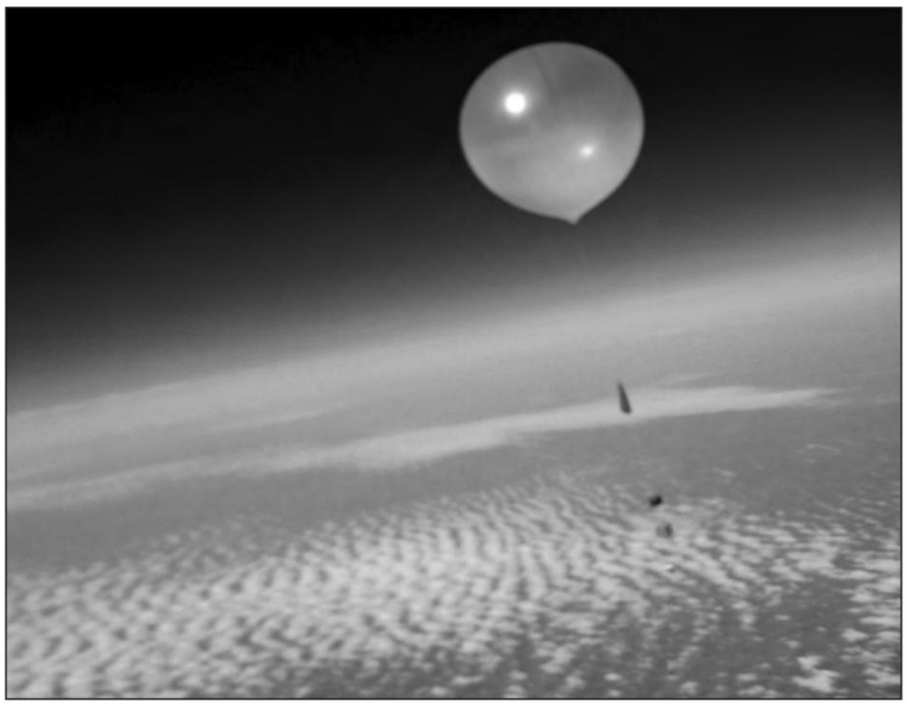
1.4.1 Ses modları

Amatör gruplarda ses (veya "telefon", "telsiz telefon" için kısa) ve Mors kodu (veya CW) kullanımından bahsettik. Her gün daha fazla jambon dijital modları kucaklıyor olsa da, analog telefon ve CW popüler olmaya devam ediyor. Ham ses modları, daha dar bant genişlikli tek yan bant (SSB) ve frekans modülasyonunu (FM) içeren genlik modülasyonudur (AM). Çoğunlukla, SSB HF'de duyulurken, FM VHF, UHF ve mikrodalga bantlarında kullanılan tipik ses modu.

Amatörler ayrıca konuşmayı iletim için bir bit akışına dönüştüren dijital ses modlarını kullanırlar. D-STAR, System Fusion, DMR ve P25 gibi sistemler tekrarlayıcı kullanımı için hızla benimsenmektedir. FreeDV sistemi, SSB ile birlikte HF bantlarında kullanılmak üzere tasarlanmıştır. Bu modlar hakkında daha fazla bilgiyi **Dijital Modlar ve Protokoller bölümünde** ve **Tekrarlayıcılar** bölümünde bulabilirsiniz .



Şekil 1.15 -Then-13-year-old Aidan, her sonbaharda hava dalgalarına binlerce jambon çeken 2018 ARRL Kasım Çekilişleri sırasında dedesi Chuck Schneebeli'ye KI9A yardım etti.



Şekil 1.16 - Bill Brown, WB8ELK tarafından amatör bir radyo balonu projesi; Paul Verhage, KD4STH ve Ann Boes, KD ~ QCA, 53.000 feet'te 4-H Lab Revolution öğrenci deneyini taşıyor. [Jeff Ducklow, N ~ NQN, fotoğraf]

Ham radyo HF telefon operatörlerinin büyük çoğunluğu SSB'yi (üst yan bant ve alt yan bant olarak daha alt bölümlere ayrılmıştır) kullanır, ancak birkaçı hala "tam taşıyıcı AM" mirasının tadını çıkarır ve dener. Birincil ham radyo ses modundan sonra, bu tip AM hala standart yayın bandında (530 ila 1710 kHz) duyulur. Günümüzün AM meraklıları, sıcak ve zengin ses kalitesini takdir ediyor ve devre tasarımının sadeliği, vakum tüplerini kullanan ve hatta sıfırdan inşa eden vintage jambonlu radyo donanımını restore etmeyi veya değiştirmeyi teşvik ediyor. AM işlemi hakkında daha fazla bilgi için, ziyaret edin **www.arrl.org/am-phone-operatingand-activities.**

1.4.2 Mors kodu

Mors kodu ilk radyo iletim moduydu, ancak ilk deneycilerin insan sesini ve hatta müziği hava dalgaları üzerinden nasıl ileteceklerini anlamaları çok uzun sürmedi. Morse ayrıca orijinal dijital moddur; Mesaj, tek tek harfleri, rakamları ve karakterleri temsil etmek için öngörülen bir düzende bir radyo sinyalini açıp kapatarak (dijital terimlerle "1've" 0 ") iletilir. Bu model, bazen 19. yüzyıl demiryolu telgrafçıları tarafından kullanılan orijinal MorseVail Kodundan (veya "Amerikan Morse") birçok açıdan farklılık gösteren "radyo kodu'olarak adlandırılan İnternational Morse Code'dur. Uzun süredir devam eden geleneğe dayanarak, jambonlar genellikle Mors yayınlarına, iletilen radyo dalgasının türünü tanımlayan "sürekli dalga" için arkaik bir tanımdan sonra "CW'olarak atıfta bulunur.

ABD'deki herhangi bir amatör radyo lisansı sınıfı için Mors kodunda yeterlilik artık gerekli olmasa da, birçok jambon hala CW'yi favori mod olarak benimsiyor ve rutin olarak kullanıyor. Hams genellikle manuel bir telgraf anahtarı, bir "yarı otomatik" anahtar ("hata'olarak adlandırılır) veya bir CW" kürek've noktaları ve çizgileri oluşturmak için bir elektronik anahtarlayıcı kullanarak Mors kodu sinyalleri gönderir. Deneyimli jambonlar Mors kodunu "kulaktan" deşifre eder, harfleri, rakamları ve karakterleri alıcının kulaklıklarından veya hoparlöründen geçerken yazar veya sadece kafalarında okurlar. Bazıları alınan mesajı kağıda yazar. Diğerleri, kodu öğrenmeye gerek kalmadan CW'yi düz metne çevirebilen mevcut bilgisayar tabanlı veya bağımsız aksesuarlardan birini kullanır.

CW'den hoşlanan jambonlar, dar bant genişliğinden - bir CW sinyali, radyo spektrumunun çok azını alır - daha basit ekipman ve bir CW sinyalinin minimum iletim gücü ile gürültü ve paraziti "geçme" yeteneğinden bahseder. CW yaygın bir düşük güç (QRP) modudur.

1.4.3 Tekrarlayıcılar

Hams genellikle ilk temaslarını yerel ses tekrarlayıcılarında yapar, ancak son yıllarda neredeyse her yerde bulunan cep telefonu

Günlük jambon iletişimi için tekrarlayıcıların popülaritesi - ve hatta ihtiyacı -. - Yineleyiciler, afetler ve acil durumlar sırasında iletişimi desteklemede hala kesin bir role sahiptir. Tekrarlayıcılar, tipik bir el tipi FM veya dijital ses alıcı vericisinin kullanışlı aralığını, bir hücre kulesinin - sesinizi veya metin mesajlarınızı yeniden iletmesi gibi büyük ölçüde genişletebilir ve VHF/UHF trafiğinin büyük çoğunluğunu taşıyarak yerel ve hatta bölgesel mobil - iletişimi mümkün kılar. Tepelerde, yüksek binalarda veya diğer yüksek yapılarda bulunan tekrarlayıcılar sinyalleri güçlendirir ve yeniden iletir. Bu, noktadan noktaya veya "doğrudan" çalışırken mümkün olandan çok daha uzak mesafelerde iletişim sağlar. Daha geniş kapsama alanı, tekrarlayıcı acil bir durumda hizmete sokulursa özellikle önemli olabilir.

Tipik olarak, jambonlar kısa temaslar için tekrarlayıcılar kullanır, ancak tekrarlayıcılar sıklıkla çağrıldığı için sosyalleşme ve "ragchewing" bazı "makinelerde" rutindir. Tüm tekrarlayıcı kullanıcıları acil durum iletişimine öncelik verir. Çoğu tekrarlayıcı, kulüpler veya jambon grupları tarafından korunur. Belirli bir tekrarlayıcıyı sık sık kullanıyorsanız, tekrarlayıcı organizasyonuna katılmalı ve desteklemelisiniz. Bazı jambonlar topluma bir hizmet olarak kendi tekrarlayıcılarını kurdular.

Belirli bir tekrarlayıcının geleneklerini öğrenmenin en iyi yolu, iletmeden önce bir süre dinlemektir. Çoğu tekrarlayıcı *açıktır, yani* herhangi bir amatörün tekrarlayıcıyı kullanabileceği anlamına gelir, ancak FM tekrarlayıcılar tipik olarak kullanıcıların bir erişim tonu (herhangi bir modem FM alıcı-vericisinin iletebileceği) iletmesini gerektirir. Birkaç tekrarlayıcı *kapalıdır,* yani kullanım, tekrarlayıcıya sahip olan ve çalıştıran kulüp veya grup üyeleriyle sınırlıdır. Bazı tekrarlayıcılar hala - amatörlerin tekrarlayıcı aracılığıyla telefon görüşmeleri yapmasına izin veren "otomatik izleme" özelliğine sahiptir. ARRL

1.4.4 Dijital modlar

Dijital modlar, bilgisayarlar arasında bireysel karakterler olarak bilgi alışverişinde bulunmak için kullanılır - ya eksiksiz dosyalarda ya da "klavyeden klavyeye" kişilerdeki bir karakterde. Amatörler, başlangıçta ticari veya askeri uygulamalar için icat edilen modları kullanır ve kendi başlarına birkaç tane icat etmişlerdir! Dijital iletişim İnnovation amatör radyo en önemli ve aktif katkılarından biridir .

Günümüzde iki popüler dijital mod, *WSJT-X* yazılım paketindeki (FT8) birkaç moddan biri olan physics.princeton.edu/pulsar/ kljt/wsjtx.html ve e-posta ve diğer bilgi türlerini değiştirmek için kullanılan PACTOR veya ARDOP ve VARA'dır.

Winlink sisteminin bir parçası olarak **(winlink.org). FT8,** PACTOR ve VARA, bilgisayarınızı bir alıcı-vericiye arabirimli ses kartıyla kullanın. En yaygın olarak kullanılan PACTOR sonraki sürümleri PC ve radyo arasında özel bir modem gerektirir. Bu modlar **Dijital Protokoller ve Modlar** bölümünde açıklanmıştır. Ayrıca ARRL *Kullanım Kılavuzunda* ve ARRL web sitesinde bunları kullanma hakkında birçok yararlı makale bulacaksınız.

WSJT-X yazılımının ücretsiz paketi, Joe Taylor, KUT liderliğindeki bir ekip tarafından geliştirilen ve farklı kullanımlar için optimize edilmiş bir dizi özel dijital mod içerir: EME için JT65, meteor saçılması için MSK144, HF işlemi için FT8 (benzer bir FT4 protokolü radyo yarışması için özelleştirilmiştir), WSPR çok düşük güçlü işaretler ve daha fazlası için. 2017 yılında piyasaya sürülen FT8, gürültüden çok daha zayıf sinyallerle veri alışverişi yapabilmesi nedeniyle hızla popüler hale geldi. FT8, gürültülü mahallelerde veya büyük antenler koyamayan jambonlar için harika bir moddur.

Kamu hizmeti, özellikle acil durum iletişimi ile ilgilenen jambonlar, kamp yaparken, botla gezerken veya sadece seyahat ederken teması sürdürmek için Winlink sistemini (www.winlink.org) kullanır. Aslında verileri hava yoluyla aktaran PACTOR, ARDOP veya VARA ile birlikte, bilgileri yönetmek için Winlink Express gibi bir e-posta "istemci" programı gereklidir. Birçok kamu hizmeti ekibi, eğitim ve operasyon programlarının bir parçası olarak Winlink'i içerir. Sistem, amatör radyo ve internet arasında dünya çapında bir ağ geçidi görevi görmektedir, ancak ticari içerik üzerindeki kısıtlamalara kesinlikle uyulmalıdır.

Hams tarafından "yazarak konuşmak" için kullanılan diğer iki klavye-klavye modu, radioteletype veya RTTY ve PSK3 **içerir.** Genellikle "ritty'olarak telaffuz edilir, radioteletype başlangıçta noktadan noktaya - iletişim için geliştirilmiştir. Hams, orijinal hantal ve gürültülü elektromekanik teleprinterleri PC'ler, ses kartları ve ücretsiz ve birçok farklı modu destekleyen fldigi gibi yazılımlarla değiştirdi (**www.wlhkj.com bakınız).** RTTY'nin ayırt edici iki tonlu FSK (frekans kaydırmalı anahtarlama) sinyalleri HF bantlarında yaygındır.

RTTY sinyallerinden biraz daha düşük frekansta, uğultulu bir modülasyonla tek tonlar duyacaksınız. Bu, "Faz Kaydırma Anahtarlama, 31 baud" anlamına gelen PSK3 l'dir. 31 baud çok hızlı gelmeyebilirken, ortalama bir yazma hızıdır ve jambonların ileri geri sohbet etmesi için mükemmeldir. PSK3 l düşük güç seviyelerinde çok etkilidir ve *fldigi* paketindeki birçok moddan biridir.

Diğer bir amatör yenilik, konum bilgilerini (GPS gibi) metin mesajları ve paket radyo ile birleştiren Otomatik Paket Raporlama Sistemi veya APRS'dir. Bu dünya çapında sistem **(www.aprs. org)** düşük güç APRS dinlemek için sürekli izleme "ağ geçidi" alıcıları kullanır

sinyaller, bilgilerin görüntülendiği internet sunucularına bilgi aktarımı. Hams, APRS'yi araçlarında, bisiklete binerken veya botla gezerken, forweatherreporting yaparken ve hatta deneyler sırasında yüksek irtifa balonlarını izlemek için kullanır.

FT8, PACTOR/ARDOP/VARA, RTTY, PSK3 **l** ve APRS, amatör radyoda kullanılan birçok farklı dijital modun sadece küçük bir kısmıdır. Deneyciler yeni bir modülasyon veya kodlama şeması denedikçe yeni varyasyonlar ve yenilikler her zaman piyasaya sürülmektedir. Bu, Amatör Hizmetin Temelini ve Amacını "radyo - sanatının ilerlemesine katkıda bulunarak" yerine getirmesinin harika bir örneğidir.

1.4.5 İmage İletişim

Mevcut teknolojinin kullanıcıları genellikle fotoğraf paylaşmaktan ve hatta yüz yüze konuşmaktan hoşlanırlar. Sofistike olmasa da, birkaç jambonlu radyo iletişim modu, hareketsiz veya hareketli görüntülerin havada ve herhangi bir veri ücreti olmadan değiştirilmesine izin verir. Teknolojideki ilerlemeler, imaj iletim ekipmanının fiyatını ortalama jambon bütçesine getirdi. Bu, görüntü iletişimine olan ilginin artmasına neden oldu.

Amatör TV (ATV), bazen "hızlı taramalı TV'olarak adlandırılan, havadan tam hareketli bir videodur. Bunun daha da gelişmiş bir şekli, İnternational Space Station'daki (ISS) ham radyo istasyonları aracılığıyla belirgin şekilde daha keskin görüntülerini ve sesini Dünya'ya iletmek için kullanılan dijital amatör radyo TV'dir (DATV). Amatör telsiz iletişimi, iletişim kurduğunuz kişiyi gerçekten görebildiğiniz zaman heyecan verici, yeni bir boyut kazanır. Ek olarak, DATY acil durum ve afet iletişim durumlarında çok yararlı olduğunu kanıtlamıştır. Amatör gruplar içinde



Şekil 1.17 - Avrupa Uzay Ajansı Astronotu Tim Peake, KG5BVI/GB1SS (ekranda), planlanan bir temas sırasında İngiltere'deki öğrencilerin sorularını yanıtlarken, uzay istasyonunda yakın zamanda devreye alınan Ham TV dijital amatör radyo televizyon (DATV) sisteminden yararlanan ilk Uluslararası Uzay İstasyonu mürettebat üyesiydi. [Sian Cleaver fotoğrafı]

Bazı alanlar, daha düşük güç istasyonlarının oldukça geniş bir alanda iletişim kurmasına izin veren ATV tekrarlayıcıları kurdu. Bu geniş ve geniş bir mod olduğundan, işlem UHF bantları (70 santimetre ve daha yüksek) ile sınırlıdır.

DATY, Broadband-Hamnet ve AREDN gibi ağları destekleyen yüksek hızlı multimedya (HSMM) adlı amatör bir radyo teknolojik girişimine güzel bir şekilde katlanır. 50 MHz'in üzerindeki jambon bantları, bilgisayardan bilgisayara iletişimi, - çoklu sürdürebilecek kadar yüksek hızlarda destekleyebilir.

Medya uygulamaları - ses, veri ve görüntü. Bir yaklaşım, IEEE 802 teknolojilerini, özellikle 802.11 b'yi, 2400 ila 2450 MHz bandındaki belirli amatör radyo frekanslarında çalışmaya uyarlar.

SSTV veya "yavaş tarama TV", amatör radyoda popüler olan eski, dar bant genişliğinde bir görüntü modudur. Fullmotion video İnstead, SSTV meraklıları fotoğraf ve diğer statik görüntüleri alışverişi. İndividual SSTV resimleri her yere götürür

İletim yöntemine bağlı olarak 8 saniyeden yaklaşık 2 dakikaya kadar gönderilir. Bu günlerde çoğu SSTV işlemi, genellikle ücretsiz olan yazılımlarla birlikte bilgisayarlar ve ses kartları kullanılarak renkli olarak yapılır. İmages, parlaklık seviyesini ve renkleri temsil eden bir dizi ses tonuna dönüştürülür ve alıcının ekranında satır satır "boyanır". SSTV dar bantlı bir mod olduğundan, ses işlemi için kullanılan aynı frekanslarda HF'de popülerdir.

1.5 Sizin Ham Radyo "Yaşam tarzı "

Havada biraz deneyim kazandıktan sonra, birçok amatör radyo meraklısı belirli bir moda veya çalışma tarzına odaklanır ve kendilerini öncelikle yarışmacı, DXer, CW operatörü veya VHF-UHFer olarak tanımlayabilir. Diğer radyo amatörleri, mikrodalga bantlarında çalışan özel veya deneysel modlar, mobil jambon radyo, çok düşük güçlü çalışma ("QRP'olarak bilinir) ve amatör radyo yön bulma (ARDF) gibi faaliyetler üzerinde çalışmalarını merkezler.

1.5.1 Ham Radyo Yarışması - Radiosport

Genellikle "radiosport'olarak adlandırılan ham radyo yarışması, dünya çapında - popülerlik kazanmaya devam ediyor. Bir tür amatör radyo yarışması olmadığı zaman neredeyse bir hafta sonu geçmiyor. Bu canlı yarışmalar, birkaç yüz katılımcının olduğu bölgesel faaliyet etkinliklerinden, aynı anda binlerce istasyonun bulunduğu ulusal ve dünya çapındaki yarışmalara kadar uzanıyor ve hepsi birbirleriyle puan ve övünme hakları için iletişim kurmaya çalışıyor.

Hedefler bir olaydan diğerine değişir Bir diğeri, ancak ham radyo yarışmaları tipik olarak, belirli bir süre içinde havada mümkün olduğunca çok sayıda yarışma katılımcısıyla iletişim kurmaya veya "çalışmaya" çalışmayı içerir. Her temasta, katılımcılar belirli bilgileri, genellikle bir sinyal raporunu ve yarışmanın kurallarının belirttiği bir yeri değiştirirler. Birçok yarışma puanlama programı, belirli coğrafi bölgelerdeki (ülkeler, eyaletler veya bölgeler) istasyonlarla iki aylık temaslara prim verir. Çeşitli giriş kategorilerindeki en iyi skorerler genellikle sertifika alırlar, ancak birkaç etkinlik sponsorlu plaketler ve kupalar sunar. Rekabet, bireysel yarışmacılar ve yarışma kulüpleri arasında şiddetli olabilir.

Yarışmalar hemen hemen her mevcut amatör radyo modu ve isletim tercihi- ses. Morse Kod ve dijital modlar. Rakip topluluğun bazı üyeleri, puanlarını iyileştirmek için istasyonlarını ve becerilerini sürekli olarak değiştiren ciddi rakiplerdir. Diğerleri daha rahat bir yaklaşım benimsiyor. Herkes çok eğleniyor .

Örneğin, ARRL İnternational DX Contest'te, katılımcılar bir hafta sonu boyunca mümkün olduğunca çok sayıda DX (yabancı) istasyonuyla iletişim kurmaya çalışırlar. Gelişmiş istasyonlara sahip deneyimli jambonlar, tek bir hafta sonunda 100'den fazla ülkede 1.000 veya daha fazla istasyonla kolayca iletişim kurabilir, ancak daha mütevazı istasyonlara sahip operatörler bile çok sayıda bağlantı kurabilir.

Diğer popüler yarışmalar arasında, hedefin sponsor devletin ilçelerinin çoğundaki istasyonlarla iletişim kurmak olduğu eyalet QSO partileri yer alıyor. ARRL Kasım Çekilişleri (SS), her sonbaharda binlerce operatörü çeken yüksek enerjili bir ABD ve Kanada yarışmasıdır. Bir hafta sonu CW'ye, diğeri sese adanmıştır. VHF, UHF ve mikrodalga yarışmaları, yüksek frekanslı - bantlarımızı kullanarak temas kurmaya odaklanır. Dijital mod yarışmaları son Bilgisayar ses kartlarına, dijital mod yetenekleri sunan radyolara ve genellikle ücretsiz olan yazılımlara. FT8 ve FT4 modlarına adanmış yarışmalar da var.



Şekil 1.18 - Sean Kutzko, KX9X, amatör bir radyo uydusu aracılığıyla temas kurmak için bir el anteni kullanıyor.

Her ay ARRL'nin aylık üyelik günlüğü - *QST'de yarışmalar hakkında bilgi bulabilirsiniz;* ARRL web sitesindeki yarışma takvimi, yaklaşan işletim etkinlikleri hakkında güncel bilgiler de sağlar. ARRL'nin iki ayda bir yayınlanan *Ulusal Yarışma Dergisi (NCJ), hem acemileri* hem de gazileri ilgilendiren konulara odaklanmaktadır. *(NCJ* tüm ARRL üyeleri tarafından çevrimiçi olarak kullanılabilir.) Zamanında yarışma haberleri ve bilgileri için, ARRL üyelerine her http://www.arrl.org/contest-update-issues, hafta e-posta yoluyla ve ARRL web sitesinde sunulan ARRL Contest Update e-bültenine

ARRL FIELD GÜNÜ

Bir yarışmanın bazı unsurları ile bir acil iletişim eğitimi egzersiz, ARRL Alan Günü (FD) Haziran ayının dördüncü tam hafta sonu açık alanda binlerce katılımcı ister. Yedekte taşınabilir vites, jambon tepelere, ormanlara, kampa gider Siteler, otoparklar ve hatta acil durum operasyon merkezleri veya minibüsleri bile katılmak için. Kökenlerini 1930'lara kadar takip eden Field Day, ham radyonun "sahada've" şebekeden uzak "çalışma yeteneğini halka açık bir şekilde göstermenin bir yolu olarak başladı. Bugün muhtemelen - takvimdeki en popüler işletim etkinliği. Amaç sadece çok sayıda temas kurmak değil, bir felaket veya acil durum sonrasında geçerli olabilecek koşullar altında başarılı bir şekilde çalışmaktır. Yeni operatörler için de bir eğitim alanı olabilir.

Çoğu istasyon açık havada kurulur ve jeneratörler, güneş panelleri, rüzgar türbinleri ve aküler gibi acil durum güç kaynaklarını kullanır. Güç kaynakları söz konusu olduğunda yaratıcılık hüküm sürüyor. Yıllar geçtikçe, Field Day'in yarışma benzeri doğası



QSL Kartları

İnternet ve e-postadan çok önce, jambonlar QSL kartları veya sadece QSL'ler olarak bilinen kartpostalları takas etme geleneğine başladı. "QSL" başka bir radyotelegraf veya Mors kodu, "İletiminizin alındığını onaylıyorum" anlamına gelen kısaltmadır. Bir QSL kartı, iki yönlü bir temasın gerçekleştiğini doğrulamak için bilgi içerir. QSL kartlarını değiştirmek, jambonlu radyo keyfinizi artırabilir ve hatta düzenli bir yazışmaya yol açabilir .

Hams, bir kişinin ardından alışveriş yapmak için farklı QSL kartlarına sahip olmaktan gurur duyuyor, ancak bugün internet sayesinde, ARRL'nin Dünya Günlüğü gibi elektronik araçlar var (aşağıdaki kenar çubuğuna bakın, "Dünyanın Günlüğü").

DX istasyonları, özellikle çok nadir yerlerde olanlar, genellikle QSL kartları ve ABD jambonlarından gelen taleplerle doludur. Maliyeti ve idari yükü hafifletmek için, bazı DX QSL'ler, kartları toplu olarak gönderen QSL büroları aracılığıyla seyahat eder, daha sonra bunları alıcı tarafta sıralar ve dağıtır. Giden QSL Hizmeti, ARRL üyelerine nominal maliyetle kullanılabilir. Gelen QSL büroları tüm amatörlere açıktır. Büro talimatları ve adresleri ARRL web sitesinde bulunmaktadır .



Şekil 1.19 - **Mavi ayaklı bubi birçok benzersiz türden biridir Galapagos İslands'da bulundu, Jim Milner, WB2REM (sağda** - Santa Cruz **adası operasyon pozisyonunda) dahil olmak üzere jambonlar devam etti. Bir DXpedition. HDBM DXpedition ekibi, karşılaştıkları nadir türleri korumak için yapılan çalışmalardan çok etkilendi. büyük bir bağış yaptılar Galapagos Koruma. [Kate Chapman, fotoğraf]**



Şekil 1.20 - **Johannes Hafkenscheid, PA5X, Moritanya'dan 5T5PA olarak çalıştı ve birkaç ay orada çalıştı.**

Kulüpler ve gruplar arasında iyi huylu rekabete yol açtı. Field Day istasyonları basitten ayrıntıya kadar değişir. Eğer gerçek bir felaket olursa, bunun gibi istasyonlar, ticari güce güvenmek zorunda kalmadan, ihtiyaç duyulan her yerde hızla kurulabilirdi.

1.5.2 DX'i kovalamak

Amatör radyoya aşina olmayan insanlar sık sık "Ne kadar konuşabilirsin?" "Uzak konuşmak", "DX'i kovalamak demek. DX istasyonları, dünyanın uzak yerlerindeki istasyonlardır. Chasing DX eski bir amatör radyo geleneğidir. Uzak ve nadir yerlerdeki istasyonlarla iletişim kurmaya odaklanan jambonlara "DXers" denir. Bir yüzyıl önce Ham radyo öncüleri genellikle ne kadar konuşabilecekleri konusunda yarıştılar; 1920'lerin başında jambonlu radyo aracılığıyla Atlantik'i dolaşmak, zamanında muazzam bir başarıydı. DXers genellikle DX Century Club (DXCC) üyeliğine ulaşma, övülen DXCC "Honor Roll'da bir yer kazanma veya ARRL DX Challenge'a girme hedefine sahiptir.

Çalışma DX mutlaka gerektirmez Üst düzey ekipman ve büyük bir anten sistemi. Tüm dünyada DX'i çok düşük güçte, mütevazı antenlerle (ağaçlardan asılan veya bir araca monte edilen teller dahil) veya her ikisiyle de çalışmak mümkündür.

Bazı jambonlar, DX'in düşük çalışma frekansı nedeniyle zorlu olabileceği 160 metre gibi DX'i çalışmak için belirli jambon bantlarında uzmanlaşmıştır, atmosferik gürültüden ve jambon radyo spektrumunun o bölgesindeki zor DX yayılımından bahsetmez. Diğerleri, DX'in tipik olarak daha yaygın olduğu ve aslında tipik olarak olumlu yayılma zamanlarında bol olduğu 20, 15 ve 10 metre gibi "yüksek bantları" tercih eder.

DXPEDITIONS

Çalışmak için yeni ülkeler tükendi DXers bazen çift bir aşk of ham radyo ve *DX olmak için seyahat*! "DXpeditions", jambonlar tarafından, katılımcıların bir istasyon (veya istasyonlar) kurduğu ve genellikle birkaç gün içinde binlerce temas kurduğu "nadir" ülkelere yapılan yolculuklardır. Bu geziler gerçek maceralar olabilir ve oper- Ators sadece harika zaman geçirmekle kalmaz, aynı zamanda uluslararası iyi niyeti teşvik edebilir .

Bazı DXpeditions büyük yapımlardır. Ekim 2019'da, 13 üyeli bir radyo amatörleri ekibi, Güney Pasifik'teki Pitcairn İsland'a gitti ve uzak kamplarından dünyadaki diğer jambonlarla yaklaşık 80.000 bağlantı kurdu. 2020'nin başlarında, başka bir operatör ekibi - subAntarctic South Orkney İslands'a gitti, unsurları cesaretlendirdi ve yaklaşık 60.000 kişiyi kaydetti. Dünya çapındaki amatör radyo topluluğunun üyeleri, yüzbinlerce dolara mal olabilecek bu gibi DXpeditions'ı finanse etmek için ceplerine derinlemesine bakıyorlar.

MostDXpeditions, bir ya da iki operatörün bir tatili bazı hava eğlenceleriyle birleştiren daha küçük işlerdir - bazen "tatil stili'olarak adlandırılır. Etkinlik genellikle büyük DX yarışmalarıyla birlikte zirveye ulaşır. Radyo ve antenlerinizi paketlemek istemiyorsanız, tam donanımlı DX istasyonları bazen Hawaii ve Karayip adaları gibi daha sık ziyaret edilen yerlerde kiralanabilir.



Şekil 1.21 - **Dave Spoelstra, N9KT, İndiana'nın İvy Tech Community College'da öğretim görevlisi ve Jim Rinehart, K9RU, ilgilenen öğrencileri amatör olarak işe almak için çalışıyor Radyo. Çabaları, geçen baharda okulun jambon istasyonunda görülen beş yeni öğrenci lisansı ile sonuçlandı: (L - R) Quinton Ritter, KD9MVK; Augustine Busch, KD9MVN; Jahrael Shabzultvorn, KD9MVJ; Karla Jimenez-Vasquez, KD9MVM ve Austin Owens, KD9MVL.**



Şekil 1.22 - **Nathan Charles, N3QKA, Virginia/Batı Virginia sınırındaki bir dağ sırtının üstündeki Signal Hill Amatör Radyo Kulübü'nün 2019 ARRL Saha Günü sitesi olan K4NN'daki güneş enerjisi sistemini kurdu ve bakımını yaptı. Piller, onları yağmurdan uzak tutmak için çadırlara yerleştirildi. [Jonathan Charles, NB3I, fotoğraf]**

DX NOKTALAR VE AĞLAR

Başlangıç DXer, internetteki DX tespit sitelerine sık sık giderek DXCC'de iyi bir sıçrama yapabilir. Bir DX tespit web sitesi aslında, gerçekten duyulan veya çalışan istasyonların diğer DX'leri tarafından yayınlanan raporların - veya "noktaların" - bir internet temizleme evidir. DX Zirvesi web sitesi, **www.dxsummit.** Finlandiya'da barındırılan fl, popüler bir tanesidir. Dünyanın dört bir yanındaki kullanıcılar gerçek zamanlı olarak spotları yayınlıyor. Her biri, DX istasyonunun çağrı işaretini ve frekansını ve ayrıca noktayı yayınlayan istasyonun çağrı işaretini listeler. DX istasyonunun nerede duyulduğunu bilmek, *bulunduğunuz yerdeki DX istasyonunu duyma ihtimaliniz olup olmadığını size söyleyebilir.*

DX istasyonlarının varlığını tanımlamada daha yeni bir kırışıklık, Ters Beacon Ağı (RBN) olarak adlandırılan bir şeydir. Gayri resmi, büyüyen bir gönüllü ağı olan RBN, ABD ve dünyanın dört bir yanındaki dağınık konumlara kurulan ve CW'nin çağrı işaretlerini ve bir bant veya banttan belirli dijital mod sinyallerini "gözden geçirebilen" geniş bant alıcılarından oluşur. DX tespit siteleri veya programları, belirli bir zamanda hangi istasyonların yayında olduğuna dair bir ipucu sunmak için bu verileri içe aktarabilir. Operatörler ayrıca, kendi sinyallerinin nerede duyulduğunu ve ne kadar iyi olduğunu görmek için RBN'yi kullanabilir, bu da anten ve ekipman testleri yaparken çok yararlı bilgiler olabilir.

DX ağları başka bir DX ağ geçidi sunar. DX ağlarında, DX istasyonlarının ağa kontrol ettiği bir net kontrol istasyonu izler, daha sonra frekanstaki bireysel operatörlerin DX istasyonlarından birini çalıştırmayı denemelerine izin verir. Bu izin Bir "yığılma" çağrısı yapan birden fazla istasyon tarafından örtülmek yerine duyulmak için daha zayıf istasyonlar.

1.5.3 İşletme Ödülleri

Amatör radyo işletim başarılarını yansıtan ödüller kazanmak, zamana bağlı bir gelenektir. Faaliyet seviyenize ve başarı duygunuza uyacak şekilde kelimenin tam anlamıyla yüzlerce işletme ödülü mevcuttur. İşte birkaç popüler olanlar.

TÜM CONTİENTLER ÇALIŞTI

Çalışılan Tüm Kıtalar (WAC) sertifikası yeni gelenler için iyi bir başlangıç noktasıdır. Uluslararası Amatör tarafından desteklenen Radyo Birliği (İARU), DAK, altı kıtanın her birinde (Antarktika hariç) bir istasyonla temasların çalışmasını ve onaylanmasını gerektirir.

TÜM EYALETLERDE ÇALIŞTI

Amerika Birleşik Devletleri'ndeki 50 istasyonun her birinde iki yönlü jambon radyo bağlantılarını doğrulayabilen jambonlar, popüler ARRL'nin Worked All States (WAS) ödülüne başvurabilirler. Farklı bantları kullanmaktan hoşlanan ve daha büyük bir meydan okuma arayanlar, ARRL'nin 5-Band WAS (5BWAS) ödülünü 80, 40, 20, 15 ve 10 metre bantlarının her birinde 50 ABD eyaletinin hepsiyle temasları onaylayarak deneyebilirler.

WAS ödülündeki bir büküm, ARRL'nin Üçlü Oyun Ödülü'dür. 2009 yılında üretildi,

Dünyanın Seyir Defteri

QSL kartlarını takas etmek ve toplamak için gittikçe daha fazla sayıda radyo amatörü, ödül kredisi için kişileri onaylamak için ARRL'nin Dünya Seyir Defteri'nden (LoTW) yararlanıyor. LoTW, kullanıcılar tarafından gönderilen bireysel radyo iletişim kayıtlarının dünya deposudur. Her iki katılımcı da bir radyo bağlantısında Eşleşen QSO kayıtlarını LoTW'ye gönderin, sonuç her jambonun ARRL ödül kredisine uygulayabileceği sanal bir QSL'dir. İletişim verilerini yüklemek hiçbir şeye mal olmaz; Kullanıcılar yalnızca ARRL'nin DXCC, VUCC, WAS, WPX ve WAZ gibi bir ödül için iletişim kredilerini "kullanmak" için ödeme yaparlar. Ödüller CQ Communications tarafından desteklenmektedir .

Bir LoTW kullanıcısı olarak kaydolduktan sonra, istediğiniz zaman yeni kişi kayıtları gönderebilirsiniz. Gönderileriniz diğer Logbook kullanıcılarıyla eşleştirilir. Bir eşleşme olduğunda, kişi için anında kredi alırsınız.

Sahte gönderim olasılığını en aza indirmek için, tüm LoTW QSO kayıtları, bir LoTW sertifikasına sahip olması gereken lisans sahibi tarafından dijital olarak "imzalanır". http://www.arrl.org/logbook-of-the-world,Daha fazla bilgi için www.arrl.org/logbook-of-the-world, The World web sitesinin Seyir Defteri'ni ziyaret edin.

Anında isabet. Üçlü Oyun Ödülü'nü kazanmak için, bir amatör, 50 ABD eyaletinin her birinde ses, Mors kodu ve RTTY, PSK31 veya WSJT-X protokolü gibi dijital bir mod kullanarak diğer amatörlerle iletişim kurmalıdır. Tüm uygun kişiler ARRL'nin Dünya Seyir Defteri (Lo TW -see sidebar, "Dünyanın Seyir Defteri) aracılığıyla teyit edilmelidir. Triple Play Ödülü dünya çapında jambon kullanılabilir.

DX CENTURY CLUB

En prestijli ve popüler DX ödülü, ARRL tarafından desteklenen DX Century Club (DXCC)'dir. DXCC kazanmak oldukça zordur. 100 ülkedeki istasyonlarla (veya - DXCC programında bilindiği gibi "varlıklar") iki yönlü teması onaylamanız gerekir. Çok basit istasyonlara sahip jambonlar DXCC kazandı. Tüm dünyadaki istasyonlar irtibat ararken çeşitli DX yarışmalarında çalışmak, DXing ve yarışmayı birleştirmek ve DX CC kazanma konusunda bir adım atmak için iyi bir yoldur. 80, 40, 20, 15 ve 10 metre olmak üzere beş bandın her birinde DXCC kazanmak için alsoa5-BandDXCC (5BDXCC) var.

En iyi DX meraklıları, ARRL DXCC Challenge ile kendilerine ve birbirlerine meydan okuyorlar. Bu devam eden faaliyet, 160 ila 6 metre arasındaki tüm bantlardaki DXCC varlıklarıyla temasların doğrulanmasını içerir.

VHF/UHF CENTURY CLUB

VHF ve UHF bantlarında faaliyet gösteren Hams'ın kendi "yüzyıl kulübü" vardır, VHF/UHF Century Club (VUCC). 100 DXCC kuruluşunda çalışan katılımcılar, daha yaygın olarak bilinen belirli sayıda Maidenhead 2 ° x 1 ° ızgara konumlandırıcısı veya "ızgara kareleri'ile iki yönlü temaslar yapmak için ödüller kazanırlar. İzgara kareleri iki harf ve iki sayının bir kombinasyonu ile belirlenir ve dünyadaki belirli bir alanı temsil eder. 6 metre, 2 metre ve uydu üzerindeki işlemler için, operatörler 100 ayrı ızgara karesine başvurmalıdır. Daha fazla bilgi ARRL **web sitesinde, www.arrl.org/ awards/vucc**.

1.5.4 Uydu iletişimi

Amatör radyo, 1961'de OSCAR 1 uydusunun (OSCAR, Orbiting Satellite Carriing Amateur Radio'nun kısaltmasıdır) piyasaya sürülmesiyle uzaydaki ilk dayanağını kurdu. O zamandan beri, amatörler düzinelerce uydu, düşük Dünya yörüngesi (LEO) çeşidinin çoğu ve yüksek Dünya yörüngesi kategorisinde az sayıda başlattı. Bunların çoğu olmasa da CubeSats - genellikle üniversite öğrencileri tarafından inşa edilen kompakt, sofistike çok amaçlı uzay aracı - dünyadaki radyo amatörlerinin iletişim kurmasına izin verebilir.



Şekil 1.23 - İsland County Amatör Radyo Kulüp üyeleri Jon Edwards, AE7TE (sağda), WJ7H yaşındaki Wayne Jeffers, kulübün Washington'daki Whidbey İsland'daki ARRL Field Day sitesinden İnternational Space Station'daki NA1SS başarılı bir şekilde iletişim kurmak için el antenleri ve radyoları kullanıyor. Jambon Amatör radyo uyduları aracılığıyla çalışmak için aynı tür temel ekipmanı kullanabilir. [Vince Bond, K7NA, fotoğraf]

birbirinize. Amatör bir radyo transponder sporu yapan ilk coğrafi uydu, 2018'in sonlarında başlatıldı. Yörünge mekaniğine bağlı olmayan saat boyunca iletişim sağlamak için ekvatorun kabaca üzerinde aynı konumda kalır. Amatör radyo uydularının tarihçesi ve hangilerinin faaliyette olduğu bilgisi AMSAT web sitesinde mevcuttur, **www.amsat.org.** İşletme ödülleri, özellikle uydu operasyonu için AMSAT, ARRL ve diğer kuruluşlardan alınabilir.

Uydu operasyonu ne karmaşık ne de zor; Bazı uydularda çift bantlı (VHF/UHF) el telsizi ve belki de küçük bir taşınabilir antenden başka bir şey olmadan çalışmak mümkündür. Daha ciddi uydu çalışmaları bazı özel ekipman gerektirir. Şu anda kulübenizde bulunan ekipmanla birkaç amatör radyo uydusu çalışabilirsiniz!

AMATÖR RADIO İN UZAY

Uluslararası Uzay İstasyonu (ARISS) programındaki Amatör Radyo, **www.ariss. org,** uzayda amatör radyo için uluslararası konsorsiyumdur. Genellikle ARISSInternational veya ARISS-İ olarak adlandırılır ve ARRL, Radyo Amatör Uydu Şirketi (AMSAT) ve ABD'deki NASA'nın yanı sıra dünyadaki diğer uluslararası uzay ajansları ve amatör radyo organizasyonlarının ortak girişimidir.

Tamamen gönüllü bir program olan ARISSS-İ, dünya çapındaki öğrencilere, bilim, teknoloji, mühendislik, sanat ve matematik alanlarında kariyer yapmak için, yörüngedeyken ISS mürettebat üyeleriyle konuşma ve röportaj yapma fırsatları yaratarak ilham vermeyi amaçlamaktadır. ARISS-İnternational, ABD, birkaç Avrupa ülkesi ve Japonya, Rusya ve Kanada dahil olmak üzere dokuz ülkenin temsilcilerini içermektedir. ARISS-İ tarafından sağlanan üç ISS modülündeki jambon dişli, analog ses ve dijital iletişimi mümkün kılar - dijital amatör radyo televizyonu (DATY) dahil olmak üzere, toprağa bağlı jambonlar ve ISS mürettebat üyeleri arasında

Ayrıca yerleşik ISS digipeater paket radyo posta kutusu ve APRS digipeater aracılığıyla.

ARISS-İ, dünyanın dört bir yanındaki okullar, kurumlar ve etkinliklerle önceden iletişim kurar ve programlar. Daha sonra, okulda veya başka bir yerde bir gösteri istasyonu kurulur ve öğrenciler bir ISS mürettebat üyesine - çoğu ham radyo - lisansına sahip - uzay istasyonundaki zamanlarını ve yaşamlarını sorabilirler. Bu ses kontakları tipik olarak VHF FM (2 metre) ekipmanı kullanılarak gerçekleşir.

ARISS-USA, ARISS-İ'in Amerika Birleşik Devletleri koludur ve uzaya ve amatör radyoya bağlı her yaş için çeşitli türlerde eğitim uygulamalı etkinliklere büyük önem vermektedir. ISS'yi içeren daha yeni bir rol, amatör radyo uydularının, istasyona kargo olarak taşındıktan sonra uzay istasyonundan yörüngeye yerleştirilmesidir.

1.5.5 QRP: Düşük Güç Kullanımı

Amatör radyo topluluğunun çok aktif ve hevesli bir bölümü, minimum iletim gücü ile çalışmaktan hoşlanır. Kendilerini "QRP operatörleri" veya "QRPers'olarak adlandırıyorlar, Mors kodu kısaltmasından sonra" Verici gücünü azaltacağım ". FCC, çoğu jambonun 1.500 W (watt)'a kadar iletmesine veya "çalıştırmasına" izin verir ve birçok jambon 100 W çalıştırır. QRPer, ancak tipik olarak 5 W veya daha azını kullanır - bazen *çok daha az* (bir jambon, 2 miliwatt çalıştırırken Çalışılan Tüm Devletler ödülünü elde etti - bu bir watt'ın binde ikisi!). QRP işletim, çok az güç gerektiren dişli ile jambon radyoya minimalist bir yaklaşım sunar.

QRP'yi çalıştırmak zordur. Diğer - istasyonların genellikle zayıf sinyaliniz için derin kazması gerekebilir, bu nedenle sabır hem düşük güç meraklısı hem de temasın diğer ucundaki istasyon için gerçek bir erdem haline gelir. İstasyonlarında güç iletiminde eksik olan QRPers, etkili antenler ve yetenekli çalışma ile telafi etmeye çalışır ve dünya çapında bağlantılar kurarlar. Bu

Çalışma tarzı o kadar popüler hale geldi ki, birçok amatör radyo yarışması ("-radyosport") artık 5 W veya daha az çıkış gücüne sahip istasyonlar için giriş kategorileri içeriyor.

QRP'yi kullanmanın en iyi nedenlerinden biri, düşük güçlü ekipmanın genellikle hafif, daha ucuz ve daha taşınabilir olmasıdır. Parks On The Air (POTA - **parksontheair.com)** ve Summits On The Air (SOTA - **www.sota.org.uk) gibi programlar,** jambonların belirlenen çeşitli yerlere düşük güç istasyonları taşıması nedeniyle QRP çalışmasını teşvik eder.

Birçok QRP operatörü kendi "pire gücü" alıcı-vericilerini tasarlamaktan ve inşa etmekten hoşlanır ve çeşitli kuruluşlar kitler, devreler ve tavsiyeler sunarak düşük güç kullanımını destekler. Birçok ticari üretici de QRP ekipmanı ve kitleri pazarlamaktadır. QRP Amatör Radyo Kulübü İnternational **(www. qrparci.org) belki de** QRP'yi bir amatör radyo yaşam biçimi olarak ilerleten ve tanıtan en eski organizasyondur. Yıl boyunca çeşitli işletme etkinliklerine sponsor olmanın yanı sıra, QRP ARCI, hem *QRP* operatörlerinin hem de daha geniş ham radyo topluluğunun ilgisini çeken makaleleri içeren bir dergi olan QRP Quarterly'yi yayınlamaktadır.

1.5.6 İşletim Mobil

Birçok jambon, genellikle bir arabadan veya kamyondan, bazen de bir tekneden, motosikletten, bisikletten ve hatta yürüyerek (bazen'yaya mobil "veya" manpack radyo'olarak adlandırılır) uçarken çalışmaktan hoşlanır. Bir motorlu araca takılan radyo donanımının çalıştırılması "mobil'in en yaygın şeklidir ve üreticiler - bugün özellikle bu tür işler için antenler de dahil olmak üzere çok çeşitli amatör radyo donanımı sunmaktadır. Bir mobil istasyon, temel bir VHF veya çift bantlı VHF/UHF radyo ve çatıya manyetik olarak bağlanmış küçük bir anten veya bir HF istasyonu ve daha önemli bir anten sistemi kadar basit olabilir. Bazı mobil istasyonlar, sabit istasyonlarınkine rakip yeteneklerle çok karmaşıktır.

Mobil çalışan çoğu jambon ses modlarını kullanırken, önemli bir kısmı yoldayken CW kullanma zorluğunun tadını çıkarır. Biraz pratik yapıyor, çünkü kısmen operatör Mors kodunu yazmak zorunda kalmadan anlamayı (veya "kopyalamayı") öğrenmelidir - ve bir araç her zaman Mors kodu göndermek için çok sabit bir platform değildir.

Bisikletli yürüyüşlerde veya yürüyüşlerde jambonlar hafif radyo donanımı taşır. Bir çok bisikletçi veya yürüyüşçü, uyku tulumu, yiyecek ve su ile birlikte küçük bir jambon radyo alıcı-verici ve tel anten paketi.

1.5.7 VHF, UHF ve Mikrodalga Çalışma

Hams, görüş hattı VHF, UHF ve mikrodalga sinyallerinin aralığını genişletmek için birçok mod ve teknik kullanır. VHF/UHF iletişiminin potansiyelini keşfedenler genellikle düşük sinyal seviyelerinde tekrarlayıcı iletişimi için kullanılan FM ve dijital ses modlarından daha anlaşılır olan "zayıf sinyal" modlarını kullanırlar.

Bu meraklılar ve deneyciler, amatör radyo spektrumunun üst kısımlarındaki yayılma sınırlarını, genellikle ne kadar iletişim kurabileceklerini keşfetmek amacıyla araştırıyorlar. Yönlü antenler (kirişler veya parabolik kaplar) ve çok hassas alıcılar kullanırlar. Bazı durumlarda, önemli miktarda verici çıkış gücü de kullanırlar. Çabalarının bir sonucu olarak, mesafe rekorları neredeyse her yıl kırılıyor. Örneğin, 2 metrede, istasyonlar arasında yüzlerce ve hatta binlerce mil uzaklıktaki konuşmalar, - istasyonlar "görüş hattı" ayrımının çok ötesinde olmasına rağmen nadir değildir. Frekanslar arttıkça maksimum mesafeler azalır, ancak iletişim düzenli olarak mikrodalga frekanslarında bile birkaç yüz mil uzayabilir.

Zayıf sinyal operatörleri uzun yıllar SSB ve CW'ye bağlıydı, ancak bilgisayar/ses kartı tabanlı dijital modlar artık cephaneliklerinin bir parçası. Bu modlar, insan kulağının algılayabileceği seviyelerin çok altında olabilen çok zayıf sinyalleri iletmek ve almak için WSJT-X protokolleri gibi en gelişmiş dijital sinyal işleme yazılımını kullanır.

MOONBOUNCE (EME)

Yaygın olarak "moonbounce'olarak adlandırılan EME (Dünya-Ay-Dünya) iletişimi, birçok amatörün ilgisini çekiyor. Konsept basit :

Ay'ı VHF ve UHF sinyallerinin pasif bir yansıtıcısı olarak kullanın. Toplam yol göz önüne alındığında

Yaklaşık 500.000 mil, EME nihai DX - en azından bugüne kadar. İlk iki yönlü amatör EME temasları 1952'de gerçekleşti.

İlk günlerinde EME, büyük antenler ve yüksek güç gerektiren bir CW modu aktivitesiydi. WSJT-X paketindekiler de dahil olmak üzere düşük kaliteli alıcılar ve dijital sinyal işleme (DSP) araçları gibi teknolojideki gelişmeler, mütevazı istasyonlarla giderek daha fazla amatör için EME bağlantılarını mümkün kılmıştır.

METEOR SAÇILMASI

Yıllar önce jambonlar, Dünya'nın atmosferine giren meteorları takip eden iyonlaşmış buharlaşmış madde izlerinden sinyalleri sıçrayabileceklerini keşfettiler. Bu tür yollar genellikle VHF radyo sinyallerini birkaç saniye boyunca yansıtabilir, bu sırada istasyonlar son derece kısa raporlar paylaşabilir. Meteor yağmurları sırasında, - iyonize bölge kısa temasları sürdürmek için yeterince büyük olur ve yeterince uzun sürer. Yüzlerce kilometre öteden gelen bir sinyalin bir an için gürültüden fırladığını duymak heyecan verici!

Meteorscatter yayılımı ile deney yapan amatörler, 100 W veya daha fazla verici güçleri ve ışın antenleri kullanırlar. Çoğu meteor saçılması (MS) QSO'ları meteor yağmurları sırasında yapılsa da, dijital mod temasları yılın herhangi bir günü mümkündür. Son yıllarda, meteor saçılma operatörleri, 1 saniyeden daha az sürebilecek sinyalleri çözmek için özel olarak tasarlanmış dijital yazılımlardan yararlanmıştır. Çoğu kişi, *WSJT-X* yazılımının bir parçası olan MSK144 modu kullanılarak yapılır.

1.5.8 Vintage Radyo

Çoğu olmasa da, deneyimli radyo amatörlerinin nostaljik bir çizgisi vardır ve bu eski radyo donanımına doğru uzanır. Günümüz ticari amatör telsiz ekipmanları ulaştı



Şekil 1.24 - Chip Taylor, W1AIM, ARRL 10 GHz sırasında kişileri avlar ve Yukarı Yarışma Mount Washington New Hampshire'da, deniz seviyesinden 6,200 feet yükseklikte. [Chris Craig, K1 MHZ, fotoğraf]



Şekil 1.25 - Markus Hansen, VE7CA, restore edilmiş vintage istasyonunu kullanarak ARRL 160-Meter Yarışması sırasında işletildi. Bazı jambonlar ağırlıklarından dolayı genellikle "tekne çapaları'olarak adlandırılan daha eski, tubetype ekipmanlarını tercih ederler.



Şekil 1.26 - Amatör Radyo Yön Bulma (ARDF) ekipmanı pahalı olmak zorunda değildir. Ölçüm bantlarından ve PVC borudan yapılan Yagis, 2 metrede yön bulma için çok popülerdir Bir el alıcı-verici ile. Burada, Dan Slater, AG6HF (solda), yaptığı bir anteni test ediyor. [Joe Moell, K ~ OV, fotoğraf]

Onarım veya hizalama için genellikle özel test ve sorun giderme ekipmanı gerektiren bir karmaşıklık seviyesi. Yüzeye monteli cihazlar (SMD'ler) gibi modem bileşen üretim teknolojisi o kadar rutin hale gelmiştir ki, ekipman onarımına modüler bir yaklaşım yaygındır; Arızalı bir bileşeni gidermek ve değiştirmek yerine, birçok üretici artık tüm modülü değiştirmeyi tercih ediyor.

Yine de birçok amatör hala kendi ekipmanlarını yeniden canlandırır ve ayarlar ve bunun daha basit ve kolay olduğu günlere göz dikerdi. Bu, vintage radyo ekipmanlarının toplanması ve çalıştırılmasının cazibe merkezlerinden biridir. Diğerleri, daha düşük maliyeti ve geniş kullanılabilirliği, bugünün jambon bantlarında eski dişlileri çalıştırmanın yeniliği ve nadir ve antika değeri nedeniyle eski viteslerin tadını çıkarır. Bu radyoların birçoğu vintage tarafından sevgiyle "tekne çapaları'olarak adlandırılır.

Radyo meraklıları, erken radyo dişli nispeten büyük ve ağır olma eğilimindedir beri.

Bazı meraklılar, eski radyoları arama ve geri yükleme zorluğunun tadını çıkarır, bazen ekipmanı orijinal fabrika durumuna geri getirmeye çalışır. Diğer vintage radyo meraklıları, geleneksel AM ses iletimine paralel bir ilgi duyabilir. Bu aktiviteler, eski radyo hayranlarını, amatörlerin kendi istasyon ekipmanlarını inşa etmelerinin çok daha yaygın olduğu bir döneme geri götürüyor.

1.5.9 Amatör Radyo Yön Bulma (ARDF)

Amatör radyo yön bulma (ARDF), bir sinyal veya gürültü kaynağını taşınabilir alıcılar ve yönlü antenlerle izleyerek bulma sanatıdır. Yön bulma sadece eğlenceli değil, aynı zamanda pratik bir yanı da var. DFing'de yetkin olan jambonlar, yasadışı bozuculardan ve arızalı vericilerden gelen sinyalleri avlamada etkili olmuştur,

Jambon bantlarındaki parazit kaynaklarını izlemek - kasıtlı veya yanlışlıkla - veya - bölgedeki şüpheli bir "korsan'ın (lisanssız jambon istasyonu) yerini tespit etmek. DFing sadece almayı içerdiğinden, jambon bileti gerektirmez.

"Tilki avcılığı" - "T-avcılığı", "radyo-oryantiring" veya "tavşan avcılığı'olarak da adlandırılır - ham radyonun saklambaç cevabıdır. Bir oyuncu tilki tayin edilir; Bir vericiyi saklar ve diğer oyuncular onu bulmaya çalışır. Kurallar değişir, ancak tilki genellikle vericiyi belirli sınırlar içine yerleştirmeli ve belirli aralıklarla iletmelidir.

Tilki avı yerden yere farklılık gösterir. Amerikan tilki avları genellikle geniş bir alanda araçlarda seyir tilki avcıları ekipleri istihdam. Avrupa ve diğer tilki avcıları, etkinliklerini daha küçük alanlarla sınırlandırır ve tilki avlarını yaya olarak yürütür. Ulusal ve uluslararası düzeyde düzenlenen yarışmalar yüzlerce katılımcının ilgisini çekmekte ve Avrupa modelini takip etmektedir .

1.6 Kamu hizmeti

Bir kamu hizmeti olarak iletişim sağlamak için gönüllü olmak, Amatör Radyo Hizmetinin Temeli ve Amacının önemli bir yönüdür ve en başından beri amatör radyonun geleneksel bir sorumluluğu olmuştur. Bugün, bu en sık ham radyonun afet ve acil durumlar sırasında gönüllü çabalarını içerir.

Sandy Kasırgası 2012 sonbaharında New York ve Orta Atlantik Eyaletlerini vurduğunda, Maine'den Carolina'ya amatör radyo topluluğu yardım taleplerine cevap verdi, yerel ağları aktive etti ve Hurricane Watch Net ve VoIPP Hurricane Net'in operasyonlarını destekledi. Hams, tahliye çabaları için iletişim sağlamak için düşen hizmet hatlarının ardından boşluğu kapatmak için 24 saat gönüllü oldu.

İletişim arızaları yaşayan hastaneleri, barınakları, acil durum operasyon merkezlerini ve kendi amatör radyo birliği olan The American Red Cross ve The Salvation Army gibi hükümet dışı yardım kuruluşlarını birbirine bağlamak için, The Salvation Army Team Emergency Radio Network (SATERN). Radyo amatörleri de fırtınadan sonra yetkililerin hasarı değerlendirmelerine yardımcı olarak yardımcı oldular. Birçok jambon da SKYWARN'ın bir parçasıdır, bu da amatör radyo aracılığıyla şiddetli hava aktivitesini tanımlamaya ve izlemeye yardımcı olur ve çabalarını Ulusal Hava Durumu Servisi ile koordine eder .

Kamu hizmeti daha az dramatik biçimler alabilir: Jambonlar ayrıca walkathonlar, maratonlar, Bisiklet yarışları, geçit törenleri ve diğer topluluk etkinlikleri. Boston ve New York maratonları, amatör radyo desteğini memnuniyetle karşılayan iki önemli etkinliktir.

1.6.1 Kamu Hizmeti İletişimi

Afetler sırasında iletişim sağlama yeteneği, amatör radyonun varlığı için önemli bir gerekçedir. Her düzeydeki hükümet yetkilileri ve genel halk, amatör telsizin diğer iletişim ağları olmadığında çalıştığını kabul etti. Cep telefonlarının ve diğer kişisel iletişim cihazlarının çoğalmasına rağmen, amatör radyo değerini kanıtlamaya devam ediyor,



Şekil 1.27 - Sierra Nevada Amatör Radyo Derneği'nden ham radyo gönüllüleri, yerel bir spor malzemeleri perakende mağazasında kurulan bir Çocuk Günü etkinliği sırasında gençleri havaya girmeye teşvik etti. [Aline Dodge, N7JWL, fotoğraf]



Şekil 1.29 - Carol Wilson, KC ~ MOM (solda) ve kızı Kristi Lundy, KC ~ İNX, 2016 ARRL Kasım Çekilişlerinde (telefon hafta sonu) harika bir zaman geçirdi. [Mike Wilson, K2KR, fotoğraf]

çünkü mevcut bir insan yapımı altyapı olmadan çalışabilir. Ham radyo, cep telefonu şebekesine veya internete ihtiyaç duymaz.

Pille çalışan ekipman, elektrik gücü kesildiğinde bile jambonların gerekli iletişimi sağlamasına izin verir. Gerekirse, jambonlar antenleri mevcut malzemelerden yerinde yapabilir ve kurabilir. Kasırgaların, orman yangınlarının, depremlerin ve normal iletişimi sakatlayan veya tehlikeye atan diğer doğal felaketlerin ardından, sıkışmış bölgenin içinde ve dışında binlerce mesajı ele almak için jambon çağrılabilir. Kriz durumlarında jambonların yaptığı işler komşularla ve yerel yönetimlerle iyi ilişkiler geliştirir.

Amatör radyo operatörleri, yedek güç kaynaklarından "şebekeden uzak" çalışma geleneğine sahiptir. Saha Günü gibi etkinlikler sayesinde, jambonlar ihtiyaç duyulan her yerde iletişim mesajları kurma yeteneğini geliştirir. Dahası, amatör radyo, - bilgisayar ağlarını (gerektiğinde havadan bağlantılar ile) ve video gibi diğer hizmetleri, başka hiçbir hizmetin anında dağıtamayacağı ve hatta geniş bir ölçekte yapabileceği hizmetleri sağlayabilir.

1.6.2 Kamu Hizmeti İletişim Kuruluşları

Bir afet veya acil durum ortaya çıkarsa, amatörlerden oluşan gönüllü ekipler acil durum yöneticileri tarafından ilk müdahale ekipleri, Kızıl Haç ve tıbbi personel ile iletişim sağlamak veya ek olarak çalışmak üzere davet edilebilir. Hams bazen ajanslar arasındaki iletişim boşluğunu doldurmak için çağrılır Birbiriyle uyumsuz radyo sistemleri.

ARES VE YARIŞLAR

Ham radyo afet müdahale faaliyetleri tipik olarak ARRL sponsorluğunda Amatör Radyo Acil Servisi (ARES®) ve Radyo Amatör çatısı altında gerçekleşir.



Şekil 1.28 - James Plumlee, KI5DAZ, yıllık Simüle Acil Durum Testi (SET) sırasında Hastane Ağı için net kontrol operatörü olarak hizmet vermektedir. [Paul Teel, WB5ANX, fotoğraf]

Sivil Acil Durum Servisi (RACES), - tarafından yönetilenF edera! Acil Durum Yönetimi Ajansı (FEMA). RACES, sivil - hazırlıklılığı sürdürmek ve sivil acil durumlarda iletişim sağlamak için devlet kurumlarıyla birlikte çalışır. RACES, yerel, eyalet veya federal bir yetkilinin talebi üzerine etkinleştirilir. Üstünlüklerini ve hazırlıklarını korumak için, acil durum iletişim ekiplerine bağlı jambonlar, sistemlerini ve kendilerini düzenli olarak planlanmış ağlar ve simüle edilmiş acil durum testleri (SETS) aracılığıyla değerlendirir.

ARES ve RACES organizasyonları sıklıkla el ele çalışmaktadır. Afet müdahale iletişimi konusunda ciddi olan amatörler genellikle her iki grupta da aktiftir veya çift ARES/RACES üyeliği taşıyabilir. FCC kuralları, ARES ve RACES'in aynı frekansların çoğunu kullanmasını mümkün kılar, bu nedenle RACES'e kayıtlı bir ARES grubu, koşullar gerektirdikçe her iki org

MIILITARY AUXILİARY RADİO SİSTEMİ (MARS)

1925 yılında başlayan MARS, ABD Savunma Bakanlığı (DOD) tarafından yetkilendirilmiş ve ABD Ordusu ve Hava Kuvvetleri tarafından yönetilmektedir. MARS'ın birincil görevi, Savunma Bakanlığı ve orduya acil durum HF telsiz iletişim desteği sağlamaktır. MARS, askeri mesajlaşma formatları ve askeri standart dijital mesajlaşma protokolleri konusunda uzmanlaşmış eğitim alan amatör radyo saflarından gönüllülere güveniyor ve ikincisine güveniyor. MARS ayrıca insani yardım ve felaket sağlayarak ABD savaş komutlarını destekliyor



Şekil 1.30 - California, Long Beach'teki Wilson Lisesi Amatör Radyo Acil İletişim ekibi genç kadınlardan oluşuyor. İşte, ekip üyeleri Mesaj trafiğini geçirme ve kopyalama pratiği yapın. [Devon Günü, KF6KEE, fotoğraf]

Rahatlama. Ayrıca, yetkilendirildiğinde Sivil Makamlara Savunma Desteği (DSCA) için acil durum iletişimi sunar ve DOD'yi desteklemek için "moral ve refah iletişimi" sağlar. MARS üyeleri, felaket zamanlarında DOD ile daha büyük amatör radyo topluluğu arasında irtibat görevi görür.

MARS gönüllüleri, Haiti'deki yıkıcı 2010 depreminin ardından tıbbi ve insani yardım çabalarına yardımcı olmak için amatör radyo kuruluşlarına katıldı. 2016 yılında MARS, - Matthew Kasırgası Haiti'yi vurduktan sonra Haiti'ye konuşlandırılan hastane gemisi USS Comfort'a güncellenmiş felaket bilgisi sağlamak için Hurricane Watch Net ile ortaklık kurdu.

MARS şubesine katılmak isteyen amatör radyo lisans sahipleri en az 18 yaşında olmalıdır (bazı durumlarda, 17 yaşındaki amatörler bir ebeveynin veya yasal vasinin imzasıyla katılabilir). Gönüllüler ve bir amatör radyo HF radyo erişimi olmalıdır. MARS operasyonları DOD tarafından yetkilendirildi

Amatör radyo bantlarının dışındaki frekanslar ve askeri standart dijital protokolleri kullanarak askeri mesaj biçimlendirmeyi uygulamak için düzenli olarak planlanmış eğitim ağlarından oluşur.

1.6.3 Kamu Hizmeti ve Trafik Ağları

ARRL, mesaj işleme ağlarının veya "ağların" oluşumunu koordine etmek ve teşvik etmek için ortaya çıkmıştır, bu nedenle kamu hizmeti ve trafik ağları, amatör radyonun şafağına kadar uzanan bir geleneğin parçasıdır. Bu ilk günlerde, iletim ve alım aralığı oldukça sınırlıydı ve istasyonlar birkaç kilometreden daha uzun mesafelerde iletişim kurmak için ağlar ve bireysel jambonlar aracılığıyla işbirliği yaptı. Onların irorijinasyon noktasından, mesajlar ("trafik'olarak da adlandırılır) amatör istasyondan amatör istasyona hedeflerine sıçradı - böylece Amerikan Radyo Röle Ligi'nde" röle "kelimesi. Bugünün bireyi olmasına rağmen bugün hala bu şekilde çalışıyor

İstasyonlar çok daha geniş menzile sahiptir.

Bazı ağlar ve istasyonlar sadece acil durumlarda aktiftir. Bunlar arasında Ulusal Kasırga Merkezi'ndeki amatör radyo istasyonu WX4NHC, Hurricane Watch Net, SKYWARN (hava gözlemcileri), Kurtuluş Ordusu EkibiEmergencyRadioNetwork (SATERN), Waterway Net ve VoİP (İnternet Protokolü üzerinden Ses) SKYWARN/Net Kasırgası

NATIONAL TRAFFİC SİSTEMİ (NTS)

Ulusal Trafik Sistemi (NTS), resmi yazılı mesajları ABD'deki herhangi bir noktadan başka bir noktaya iletmek için vardır. "Radiogram'adı verilen standart bir formatı izleyen mesajlar, ses, Mors kodu, RTTY veya paket gibi çeşitli modlar kullanılarak bir jambondan diğerine aktarılır. Alıcının yakınında yaşayan bir NTS operatörü genellikle mesajı telefonla iletir. Bu, bu anlık iletişim günlerinde garip ve arkaik görünebilir, ancak trafik işleyicilerini, sistemler bir felaket veya acil durumda düştüğünde mesajları taşımaya hazırlar. Bu zamanlarda radyogramlar, hayat veya mal kurtarmak veya felaket kurbanlarının sağlığı veya refahı hakkında bilgi almak için kritik bilgileri iletir. Böyle zamanlarda NTS, Amatör Radyo Acil Servisi (ARES) ve Amerikan Kızılhaçı ve Kurtuluş Ordusu gibi diğer acil durum ve afet yardım kuruluşlarıyla birlikte çalışır .

NTS, günlük olarak toplanan birçok mevcut trafik ağını denetler. Çoğu ağ yerel bölgeseldir. Doğum günü ve tatil tebrikleri gibi rutin mesaj trafiğini yönetmek, NTS katılımcılarını acil durumlar için hazır tutar.

1.7 Sınıfta Ham Radyo

Amatör radyo müthiş bir öğretim aracıdır! Birçok kişi gençler ve gençler olarak amatör radyo ile deneyimleri sayesinde elektronik ve kablosuz iletişim alanında kariyer yolunda başladı. Avrupa merkezli Youngsters On The Air (YOTA - **www. ham-yota.com) gibi kuruluşlar,** öğrencileri deneyimlerini paylaşmaya teşvik ederek, hem havada hem de havada ilgi alanlarını güçlendirir. Amatör radyo, herhangi bir okul müfredatını tamamlar ve öğrencilere çalışmalarıyla doğrudan ve anında bağlantı kurma şansı verir. Örneğin, amatör telsizde kullanılan matematik ve fen, sınıfta eşit olarak uygulanır. Coğrafya bile, öğrenciler dünyadaki diğer ülkelerle iletişim kurabildiklerinde ve içinde yaşayan insanlarla konuşabildiklerinde yeni bir anlam kazanır.



Şekil 1.31 - Lawton, Oklahoma, Jada, KF5TAT (solda) ve Kerson'daki Eisenhower Ortaokulunda, KF5TAQ öğretmen Clifton Harper, KE5YZB'nin sınıfındaki Viking Radyo Kulübü istasyonunda oturuyorlar. Okul ARRL Vakfı aracılığıyla bir ham radyo ekipman hibe aldı. Harper ayrıca ARRL - Genel Merkezinde bir ARRL Eğitim ve Teknoloji Programı Öğretmeninin Kablosuz Teknoloji üzerine İnstitute'una katıldı. [Pamely Harper, KF5JXO, fotoğraf]



Şekil 1.32 - **Uzaydaki görev turu sırasında, KF50NO yaşındaki Avrupa Uzay Ajansı Astronotu Alexander Gerst, Uluslararası Uzay İstasyonu (ARISS) programındaki Amatör Radyo'nun bir parçası olarak amatör radyo aracılığıyla Dünya'daki öğrencilerle konuştu.**



26.

Şekil 1.33 - **Bil Paul, KD6JUI, kendi tasarım ve yapısının çok bantlı bir antenini kullanarak kayığından havaya çıkıyor. [Jeff Brook, fotoğraf]**

Yerel gönüllüler, okullarda aktif bir amatör radyo varlığı oluşturmak için önemlidir. Yerel tekrarlayıcıya ayarlanmış bir HF veya uydu istasyonu veya hatta bir VHF veya UHF el tipi alıcı-verici, öğrenciler ve gönüllüler için heyecan verici ve eğitici bir deneyim olduğunu kanıtlayabilir.

Uluslararası Uzay İstasyonu (ARISS) programındaki Amatör Radyo sayesinde, -dünyanın dört bir yanındaki gençler uzay istasyonundaki astronotlarla doğrudan amatör radyo aracılığıyla konuşabilirler.

1.7.1 ARRL Amatör Radyo Eğitim ve Teknoloji Programı

ARRL Amatör Radyo Eğitim ve Teknoloji Programı (ETP) sayesinde, amatör radyo sınıf öğretmenleri için değerli bir kaynak haline gelmiştir. ETP'nin amacı "ABD -öğretmenlerine ve öğrencilerine kablosuz teknoloji okuryazarlığı temeli oluşturmak'tır. 2000 yılında başlatılan program, amatör radyo şirketindeki bağışçıların desteği sayesinde, jambon radyo ekipmanı da dahil olmak üzere okullara ücretsiz olarak kaynak sunmaya devam ediyor.

munity. ETP, küresel bir toplumda teknoloji, matematik, bilim, coğrafya, yazma, konuşma ve sosyal sorumluluğun entegrasyonunu vurgular. Amatör radyoyu sınıf müfredatına entegre etmek, öğrencilere öğrenmeye yeni bir boyut kazandırır. Her yaz ETP, eğitimciler için okullarında ETP'yi en etkili şekilde kullanmalarını sağlayan Kablosuz Teknoloji oturumlarında Teachers İnstitute'a sponsorluk yapmaktadır.

Amatör radyo, kendi kendine meydan okumayı, yaşam boyu öğrenmenin değerini ve kamu hizmetinin önemini vurgular. Daha pratik bir bakış açısıyla, gelecekteki işverenler sadece bilgisayarlara değil, kullanılan kablosuz iletişim kavramlarına aşina olan adayları arayacaklar.

Amatör radyoda.

ETP, eğitimcileri teşvik etmek için bir dizi kaynak sunmaktadır. Bunlar, kablosuz -iletişimde teknoloji kullanımı ile ilgili yayınları içerir; Okullarda, topluluk gruplarında ve kulüplerde kablosuz teknolojiyi öğretmek için atölye çalışmaları, ipuçları ve fikirler ve öğrenciler için otantik, uygulamalı radyo ve elektronik deneyimleri sağlamaya yardımcı olacak ders planları ve projeleri.

Amatör radyoyu müfredatlarına dahil etmek, bir zenginleştirme programı olarak veya bir kulüp etkinliği olarak kullanmak isteyen okullar Proje okulları olmak için başvurabilirler. ARRL Eğitim ve Teknoloji Programı hakkında daha fazla bilgi için www.
arrl.org/education-technology-program
sayfasına bakın.

1.8 Kaynaklar

ARRL - Ulusal Amatör Radyo Birliği
225 Ana St
Newington, CT 06111-1494
860-594-0200
Faks: 860-594-0259
e-posta:
hq@arrl.org
Potansiyel jambonlar 1-800-32 YENİ
HAM (1-800-326-3942)
www.arrl.org
ABD jambon radyosu üyelik organizasyonu
Operatörler ve ham radyo ile ilgilenenler.
Tüm amatörler için çalışma kılavuzları yayınlar
Radyo lisans sınıfları, aylık bir dergi, *QST* ve amatör radyo üzerine birçok kitap

Amatör Radyo Servis Kuralları ve Düzenlemeleri - FCC Bölüm 97
ARRL web sitesinde mevcuttur: **www. arrl.org/part-97-amateur-radio**

AMSAT NA (Radyo Amatör Uydu Şirketi)
712 H St NE
Washington, DC 20002
888-322-6728 ya da
301-822-4376 **info@amsat.org**
Amatör radyo uyduları ile ilgilenenler için üyelik organizasyonu.

Uluslararası Uzay İstasyonu'nda Amatör Radyo, İnc (ARISS-ABD)
Dikkat: Frank Bauer, KA3HDO
909 Metfield Rd
Towson, MD 21286
www.ariss-usa.org
Eğitim organizasyonlarında amatör radyo ve bilim, teknoloji, mühendislik, sanat ve matematiği teşvik eder; Okullar ve eğitim kuruluşları için ISS mürettebatı ile amatör radyo bağlantıları düzenler.

Cesaret Kenny Handiham Programı
3915 Golden Valley Rd
MR #   78446
Golden Valley, MN 55422
612-775-2291 veya
866-426-3442 **handiham.org**
Amatör radyo lisansı almak veya bir istasyon kurmak isteyen engelli kişilere yardım sağlar.

OMİK Amatör Radyo Derneği
sites.google.com/view/omik-amateurradio
ARRL'ye bağlı bir kulüp olan OMIK, ABD'deki en büyük Afrikalı-Amerikalı amatör radyo organizasyonudur. Burs ve amatör radyo ilerlemesini teşvik eder ve üniversiteye bağlı gençler için burslar ve diğer mali yardımlar sunar.

ARRL Ham Radyo Lisans Kılavuzu
www.arrl.org/ham-radio-license-manual
http://www.arrl.org/ham-radio-license-manualSınav soru havuzu da dahil olmak üzere ham radyoya tam giriş, sınavlardaki konuların açıklamalarını tamamlayın. Ekipman satın alma, istasyon kurma ve daha fazlası hakkında ipuçları.

ARRL's Tech Q&A
www.arrl.org/shop/
Teknisyen sınıfı soru havuzundaki tüm soruları içerir, doğru cevaplar sade İngilizce ile vurgulanır ve açıklanır. Birçok yararlı diyagramı içerir.

Genel Bilgi Formasyonu ve Diğer Çalışma Materyali
ARRL web sitesi **(www.arrl.org),** amatör radyoya başlamak isteyen herkes için zengin bir bilgi taşır. Çalışma materyali için mevcut tüm seçenekler hakkında tam bilgi için, "Ham Radyo Dünyasına Hoş Geldiniz" sayfasına, **www.arrl.org/what-is-ham-radio ve** ilgili bağlantılarına göz atın. Ayrıca size yakın kulüpleri, sınıfları ve amatör radyo sınav oturumları aramak için ARRL web sitesini kullanabilirsiniz.

1.9 Sözlük

AM (genlik modülasyonu) - Amatör bantlarda hala bulunan en eski ses çalışma modu. En yaygın HF ses modu olan SSB, aslında AM'nin dar ve geniş bir varyasyonudur.

Amatör telsiz - Radyo tekniği ile ilgilenen lisanslı kişiler tarafından sadece kişisel bir amaç doğrultusunda ve maddi çıkar gözetmeksizin kendi kendine eğitim, iletişim ve teknik soruşturma amacıyla yapılan bir telsiz iletişim hizmetidir. *(Maddi,* para veya mal olsun, her türlü ödeme anlamına gelir.) "Amatör radyo'da denir.

Amatör radyo operatörü - Amatör Radyo Hizmetinde bir radyo istasyonunu işletmek için FCC lisansına sahip bir kişi.

Amatör radyo istasyonu - Gerekli ekipman dahil olmak üzere Amatör Radyo Hizmetinde FCC tarafından lisanslanan bir istasyon.

Amatör (Radyo) Hizmeti - Radyo tekniği ile ilgilenen lisanslı kişiler tarafından sadece kişisel bir amaç ile ve maddi çıkar gözetmeksizin kendi kendine eğitim, iletişim ve teknik araştırmalar amacıyla yapılan bir telsiz iletişim hizmetidir.

AMSAT (Radyo Amatör Uydu Şirketi) - - Bazen "OSCAR'olarak adlandırılan amatör radyo uydularının kullanımını tasarlayan, inşa eden ve teşvik eden uluslararası bir üyelik organizasyonu.

APRS-Otomatik Paket/Pozisyon Raporlama Sistemi, Küresel Konumlandırma Sistemi ve amatör radyo uygulamasının konum ve izleme bilgilerini aktarmak için bir evliliği.

ARES (Amatör Radyo Acil Servisi) - Acil durum iletişimine katılan radyo amatörleri için bir ARRL programı.

ARISS - Uluslararası Uzay İstasyonu'ndaki Amatör Radyo'nun kısaltmasıdır. NASA, ARRL, AMSAT ve diğerleri, ARISS - programının ulusal ve uluslararası düzeyde yönetilmesinde işbirliği yapmaktadır.

ARRL - ABD'de amatör radyo için ulusal dernek; ***İARU'daki ABD üye topluluğu (İnternational*** Amateur Radio Union).

ATV (amatör televizyon) - Gerçek zamanlı video paylaşımı için amatör bir radyo çalışma modu. ATV analog veya dijital - (DATV) olabilir.

Band - Radyo spektrumunda, genellikle metre cinsinden yaklaşık dalga boyu ile belirlenen bir frekans aralığı. Örneğin, 7.0 ila 7.3 MHz (megahertz) 40 metrelik amatör banttır. Jambonlar birçok farklı bantta yayın yapmaya yetkilidir.

Bant genişliği - İn genel, dolu spektrum açısından iletilen bir sinyalin genişliği. FCC tanımı: "İletilen sinyalin ortalama gücünün, iletilen sinyalin ortalama gücünün en az 26 dB altında zayıflatıldığı bir frekans bandının genişliği Grup ".

Beacon - Yayılma ve alım veya diğer ilgili deneysel faaliyetlerin gözlemlenmesi amacıyla iletişimi ileten amatör bir istasyon.

İşın anteni - Birinde iletilen sinyali geliştirmek için yön özelliklerine sahip bir jambon radyo anteni Başkalarının pahasına yönlendirmek. Bir "döner ışın" herhangi bir yönde işaret edilebilir.

Yayın - Doğrudan veya aktarılan genel halk tarafından alınması amaçlanan yayınlar. Amatör radyo lisans sahiplerinin yayın yapmasına izin verilmez.

Çağrı işareti - FCC'nin amatör bir radyo lisansı alan bir kişiye atadığı bir dizi benzersiz harf ve rakam.

İletişim - Amatör telsiz operatörleri arasında iki yönlü iletişim.

Yarışma - Jambonların belirlenen bir süre içinde en fazla istasyonla iletişim kurmak için istasyonlarını kullandıkları rekabetçi bir amatör radyo işletme etkinliği.

Cesaret Kenny Handiham Programı - Çeşitli fiziksel engelli ve yetenekli amatör radyo meraklıları için üyelik organizasyonu. **handiham.org. ziyaret edin**

CW - Radyotelegrafi ile eşanlamlı (yani, radyo ile Mors kodu). CW, "sürekli dalga" için bir kısaltmadır, kablosuz ilk yıllarında kullanılan bir terimdir.

Dijital iletişim - RTTY, PSK31, paket ve konuşma veya verileri iletmek için kabul edilmiş bir dijital kod kullanan diğer radyo yayınları gibi bilgisayarlı iletişim modları.

Dipol anten - Tipik olarak, merkezine bağlı ve iki ayağı olan bir besleme hattına sahip bir tel anten. Dipoller çoğunlukla yüksek frekanslı (HF) amatör bantlarda kullanılır.

DSP (dijital sinyal işleme) Yazılımın elektronik devrelerin yerini almasını sağlayan teknoloji.

DX - Genellikle diğer ülkelerdeki uzak istasyonları ifade eden bir ham radyo kısaltması.

DXCC - DX Century Club, 100 farklı ülkedeki amatör radyo operatörleriyle iletişim kurmak için kazanılan popüler bir ARRL ödülü.

DXpedition - Genellikle bir operatör ekibi tarafından, belki de ıssız bir adaya ya da başka bir coğrafi ya da politik varlığa - eğer varsa, amatör radyo operatörlerinin az olduğu, böylece DXpedition ile nadiren temas kurduğu bir yere yapılan bir yolculuk.

Elmer - Yeni gelenlerin jambonlu radyoya başlamasına yardımcı olmaktan hoşlanan bir kişi için geleneksel bir terim; bir akıl hocası.

Acil durum iletişimi **-** Geleneksel telekomünikasyon araçlarını destekleyen veya destekleyen bir afet veya acil durum sırasında amatör telsiz iletişimi.

FCC (Federal İletişim Komisyonu) **-** ABD'de amatör radyo da dahil olmak üzere hükümet dışı telekomünikasyonları düzenleyen devlet kurumu.

Saha Günü - ARRL tarafından desteklenen ve jambonların acil bir durumu simüle etmek için acil durum güç kaynaklarını kullanarak genellikle açık havada radyo istasyonları kurduğu popüler, yıllık amatör bir radyo etkinliği.

Saha Organizasyonu - Devlet ve yerel düzeyde amatör radyo topluluğu için çeşitli hizmetler gerçekleştiren bir ARRL gönüllü kadrosu.

FM (frekans modülasyonu) - Ham radyo tekrarlayıcılarında yaygın olarak kullanılan bir ses iletme yöntemi.

Tilki avı - Katılımcıların bir veya daha fazla gizli vericiyi takip ettiği rekabetçi bir radyo yönlendirme etkinliği.

Hızlı taramalı televizyon **-** Amatör radyo operatörlerinin istasyonlarından canlı TV görüntülerini değiştirmek için kullanabilecekleri bir çalışma modu. *ATV (Amatör Televizyon) olarak da bilinir.*

Ham bandı - Ham radyo iletişiminin yetkilendirildiği radyo spektrumunda bir dizi frekans.

Ham radyo - Amatör radyo için başka bir isim.

Ham radyo operatörü - Amatör radyo frekanslarında çalışmak üzere FCC tarafından verilen bir lisansa sahip bir radyo operatörü.

HF (yüksek frekans) **-** 3 ila 30 MHz arasındaki radyo frekansları .

HSMM (yüksek hızlı multimedya) - Aynı anda video, ses, metin ve veri göndermek ve almak için öncelikle UHF'de yayılmış spektrum modlarını kullanan bir dijital radyo iletişim tekniği.

İARU (Uluslararası Amatör Radyo Birliği) - Uluslararası organizasyon-Ulusal amatör radyo organizasyonlarından veya ARRL gibi topluluklardan oluşan tion.

İmage - Faks ve televizyon sinyalleri**.**

Uluslararası Mors kodu - Dijital Alfanümerik karakterlerin, birçok amatör radyo operatörünün iletişim kurmak için kullandığı "noktalar ve çizgiler" veya "dits and dahs'olarak adlandırılan tanımlanmış bir dizi kısa ve uzun iletim elemanı ile temsil edildiği kod .

ITU (Uluslararası Telekomünikasyon Birliği) - Uluslararası düzeyde çeşitli radyo hizmetleri arasında radyo spektrumunu tahsis eden Birleşmiş Milletler'in bir ajansı.

MARS - Askeri Yardımcı Telsiz Sistemi, - görevi destekleyen gönüllü bir yardımcı iletişim programı
ABD Savunma Bakanlığı. MARS operatörlerinin çoğu amatör radyo operatörleridir.

Mod - Frekans modülasyonu (FM sesi), yavaş taramalı televizyon (SSTV), SSB (tek yan bant sesi), CW (Mors kodu) veya dijital (örneğin, PSK-31, FT8 veya JT65) gibi bir tür amatör radyo iletişimi.

Mors kodu - İstihbarat iletmek için bir radyo sinyalinin açık/kapalı anahtarlanması ile karakterize edilen bir iletişim modu. Hams, Uluslararası Mors Kodu'nu kullanır.

Net - Genellikle belirli bir amaç için belirli bir zamanda, günde ve radyo frekansında jambonların havada buluşması.

Paket radyo - Bilginin paket adı verilen kısa veri gruplarında kapsüllendiği bilgisayardan bilgisayara radyo iletişim modu. Bu paketler adresleme ve hata tespiti bilgilerini içerir.

Telefon - FM, SSB veya AM gibi konuşma veya diğer ses bilgilerini taşıyan emisyonlar.

Kamu hizmeti - Jambonların topluluklarına fayda sağlamak için gerçekleştirdiği amatör radyoyu içeren faaliyetler.

QRP - Düşük verici gücünün kısaltmasıdır.

QSL bürosu - Amatör radyo doğrulama veya "QSL" kartlarının gönderilmesi ve alınması için bir sistem.

QSL kartları **-** İki jambon arasındaki iletişimin yazılı onayını sağlayan kartlar.

QSO **-** Amatörler arasında bir temas. ***QST*** **-** ARRL'nin aylık günlüğü.
QST,'tüm radyo amatörlerini aramak "anlamına gelir.

YARIŞLAR (Radyo Amatör Sivil Acil Servis) **-** Yerel dönemlerde sivil savunma iletişimi için amatör istasyonları kullanan bir radyo servisi, Bölgesel veya ulusal acil durumlar.

RF (radyo frekansı) - Radyo dalgaları şeklinde elektromanyetik radyasyon.

Radyo (veya jambon) shack **-** Aslında nerede bulunduğuna bakılmaksızın amatör bir istasyonu ifade eden argo terim.

Radyotelegrafi - **Mors alfabesine bakın.**

Alıcı **-** Radyo sinyallerini duyulabilen veya görülebilen bir forma dönüştüren bir cihaz.

Tekrarlayıcı **-** Tipik olarak dağın tepesinde, tepede veya yüksek bir binada bulunan ve daha fazla menzil için diğer istasyonların sinyallerini farklı bir kanalda veya kanallarda otomatik olarak ve aynı anda alan ve yeniden ileten tipik olarak katılımsız bir amatör istasyon. Tekrarlayıcılar, düşük güçlü el tipi alıcı-vericileri kullanan radyo amatörlerinin daha uzak mesafelere iletmesine izin verir .

RTTY (radioteletype) - Dijital kod kullanan dar bantlı doğrudan baskı radyoteletipi.

Uzay istasyonu - Dünya yüzeyinden 50 km'den daha fazla bulunan amatör bir istasyon.

SSB (tek yan bant) **-** Amatör radyo ses iletiminin ortak bir ses modu.

SSTV (yavaş taramalı televizyon) **-** - Hareketsiz resimleri değiştirmek için kullanılan bir çalışma modu.

SWL (kısa dalga dinleyici) **-** Kısa dalga radyo yayınlarını veya amatör radyo konuşmalarını dinlemekten hoşlanan kişi. (BCL, Standart Yayın Bandında uzak AM istasyonlarını dinleyen kişidir. Bazı SWL'ler de BCL'dir.)

TIS (Technical İnformation Service) - Jambonların teknik sorunları çözmesine yardımcı olan ARRL'nin bir hizmeti **(www.arrl. org/tis).**

Transceiver - Tek bir pakete entegre edilmiş bir radyo vericisi ve alıcısı. Çoğu jambon alıcı-verici kullanır.

Verici **-** Radyo frekansı (RF) sinyalleri üreten bir cihaz.

UHF (ultra yüksek frekans) - 300 ila 3000 MHz radyo frekansları.

VE (Volunteer Examiner) - Amatör telsiz - lisans sınavlarını yönetmek için nitelikli bir amatör telsiz operatörü.

VHF (çok yüksek frekans) **-** 30 ila 300 MHz arasındaki radyo frekansları .

WAS (Worked All States) - Bir amatör telsiz operatörü, 50 ABD eyaletindeki diğer istasyonlarla iki yönlü telsiz temasını onayladığında kazanılan bir ARRL ödülü.

Dalga boyu **λ,** 80 metrelik bant gibi bir frekans bandını belirleme aracı.

İş **-** Başka bir jambon ile iletişim kurmak için.

İçerik

Bölüm 2

Elektrik temelleri

Önceki baskılardan temel kavramlar üzerine materyal toplayan bu bölüm, elektrik ve elektroniğin temel fikirlerini özetler. İt, fiziksel miktarları, temel devreleri, temel bileşenleri ve davranışlarını yöneten yasaları kapsar. Bunlar, tüm elektroniklerin üzerine inşa edildiği temellerdir. Her konu grubu için de sözlükler bulunur.

Temel fikirlerin birçoğu mathematcs terimiyle ifade edildiğinden veya tanımlandığından, "Radyo Matematiği've" Radyo Matematik Formülleri ve Notları "kompakt özeti hazırlanmıştır. Bunlar, *El Kitabı'nın indirilebilir* ek materyalinde mevcuttur (bu kitabın önündeki içeriğe nasıl erişileceğine ilişkin bilgilere bakın). Öğretici, radyo ve elektronikte kullanılan bazı matematiksel teknikler ve çevrimiçi matematik kaynaklarının bir listesi hakkında bölümler içerir.

Bölüm 2 - İndirilebilir Ek İçerik

Makaleler

- Radyoda Eller: Kirchoff'un Yasaları Ward Silver, N0AX
- Radyoda Eller: Yasaları Bırakmak, Ward Silver, N0AX
- Radyoda Eller: Yasaları İşe Koymak, Ward Silver, N0AX
- Radyoda Eller: Ward Silver, N0AX tarafından Thevenin Eşdeğerleri
- Radyo Matematik Formülleri ve Notları - formüller ve tablolar içeren bir hile sayfası
- Radyo Matematiği - radyoda kullanılan matematik hakkında ek bilgiler ve ortak matematik hakkında çevrimiçi kaynakların ve öğreticilerin bir listesi
- Walter Banzhaf, WB1ANE tarafından Bilimsel ve Mühendislik Gösterimi
- Bilimsel Hesap Makinesini Anlamak, Walter Banzhaf, WB1ANE

2.1 Elektriğe Giriş

Atom, maddenin birincil yapı taşıdır ve *elektronlarla çevrili proton ve nötron içeren bir çekirdekten oluşur. Protonların* pozitif elektrik yükü vardır, elektronların negatif yükü vardır ve nötronların elektrik yükü yoktur. Bir *element* (veya kimyasal *element), elementin* atom numarası olan belirli sayıda protona sahip bir ofatom türüdür. Demir, oksijen, silikon veya brom gibi her farklı element, öncelikle proton sayısıyla belirlenen ayrı bir kimyasal ve fiziksel kimliğe sahiptir. Bir *molekül,* birbirine bağlanmış ve tek bir parçacık olarak hareket eden iki veya daha fazla atomdur.

Kimyasal, mekanik veya elektriksel süreçlerle değiştirilmedikçe, tüm atomlar elektriksel olarak nötrdür, çünkü protonlarla aynı sayıda elektrona sahiptirler. Bir atom elektron kaybederse, -elektronlardan daha fazla protona sahiptir ve bu nedenle net bir pozitif yüke sahiptir. Bir atom elektron kazanırsa, protonlardan daha fazla elektrona ve net bir negatif yüke sahiptir. Pozitif veya negatif yüklü atomlara veya moleküllere *iyon denir.* Herhangi bir atoma bağlı olmayan elektronlar veya *serbest elektronlar da* negatif yüke sahip oldukları için iyon olarak kabul edilebilir.

2.1.1 Elektrik Yükü, Gerilim ve Akım

Net pozitif veya negatif elektrik yüküne sahip herhangi bir madde parçasının *elektrik yüklü olduğu söylenir.* Elektrik yüklü parçacıklar arasında elektriksel bir kuvvet vardır, aynı tipteki yükleri birbirinden uzaklaştırır (yüklerin birbirini itmesi gibi) ve zıt yükleri birbirine çeker (zıt yükler çeker). Bir manyetik alandaki hareketli yükler de bir elektrik kuvveti oluşturur. Bu *elektromotor kuvvet (veya* EMF), yüklü parçacıkların hareket etmesine neden olan enerji kaynağıdır. *Gerilim,* elektromotor kuvvetin gücü veya iki nokta arasındaki elektrik potansiyeli farkı için kullanılan genel terimdir. Voltaj ve EMF genellikle radyoda birbirinin yerine kullanılır. EMF ve voltaj ilişkisini gösteren iyi bir diyagram şu **adreste mevcuttur hyperphysics.phy-astr.gsu.edu/hbase/electric/elevol.html#c2.**

Çoğu durumda, herhangi bir uzay hacmindeki pozitif ve negatif yüklerin sayısı dengeye çok yakındır ve bu nedenle bölgenin net yükü yoktur. Bir bölgede ekstra pozitif iyonlar ve başka bir bölgede ekstra negatif iyonlar (veya elektronlar) olduğunda, ortaya çıkan EMF yükleri birbirine doğru çeker. Kuvvetin yönü, pozitif bölgeden negatif bölgeye, polarite olarak adlandırılır. İki bölge arasındaki yük dengesizliği bir EMF ürettiğinden, voltajı her zaman iki nokta arasında ölçülür, pozitif voltaj pozitif yüklü bölgeden negatif yüklü bölgeye yönde olarak tanımlanır.

Elektrik yükünün bir EMF'ye (iletken *yol olarak adlandırılır) yanıt olarak hareket edebileceği bir yol yoksa,* yükler birlikte hareket edemez ve bu nedenle ayrı kalır. Bir iletken yol mevcutsa, elektronlar veya iyonlar yol boyunca akacak ve net yük dengesizliğini nötralize edecektir. Elektrik yükünün hareketi elektrik *akımı olarak adlandırılır.* Akımın kolayca aktığı malzemelere *iletken denir.* Bakır veya alüminyum gibi çoğu metal iyi iletkenlerdir. Akımın akmasının zor olduğu malzemeler izolatörlerdir. Silikon veya germanyum gibi yarı iletkenler, metallerden çok daha zayıf iletkenliğe sahip malzemelerdir. Yarı iletkenler, diyotlar, transistörler ve entegre devreler gibi katı hal cihazlarında onları yararlı kılan özellikler elde etmek için kimyasal olarak değiştirilebilir.

Voltaj farklılıkları çeşitli şekillerde oluşturulabilir. Örneğin, kimyasal iyonlar bir pil oluşturmak için fiziksel olarak ayrılabilir. Ortaya çıkan yük dengesizliği, pil terminallerinde bir voltaj farkı yaratır, böylece bir iletken aynı anda her iki terminale de bağlanırsa, elektronlar terminaller arasında akar ve yavaş yavaş yük dengesizliğini ortadan kaldırır, deşarj -

Pilin depolanmış enerjisini doldurmak. Sürtünme (statik elektrik, yıldırım) ve manyetik alandaki hareketli iletkenler (jeneratörler) gibi mekanik araçlar da voltaj üretebilir. Voltaj üreten cihazlara veya sistemlere voltaj *kaynakları denir.*

2.1.2 Elektronik ve Konvansiyonel Akım

Elektronlar pozitif voltaj yönünde hareket eder - buna *elektronik akım denir. Geleneksel akım, negatif* voltaj yönünde hareket eden pozitif yüklerin diğer bakış açısını alır. Geleneksel akım, elektrik için orijinal modeldi ve 18. yüzyılda Benjamin Franklin tarafından elektriğin ve atomların doğasının hala bilinmediği keyfi bir kararın sonucudur. Elektronların "geriye doğru" aktığı ve elektronik akıma tamamen eşdeğer olduğu düşünülebilir.

Geleneksel akım hemen hemen tüm elektronik literatürde kullanılır ve bu kitapta kullanılan standarttır. Geleneksel akım yönünün yönü, çoğu elektronik hesaplama ve devre diyagramı için polariteyi belirler. Örneğin, transistörlerin çizim sembollerindeki oklar geleneksel akımın yönünü gösterir.

2.1.3 Ölçü Birimleri

Elektriksel miktarların ölçümü çeşitli standart birimlerde yapılır. Yük *coulomb (*C) cinsinden ölçülür ve denklemlerde q ile temsil edilir. Bir coulomb 6.25 x ^{1108} elektrona (veya protonlara) eşittir. Akım, yük akışı, amper cinsinden ölçülür *(*A) ve denklemlerde i veya i ile temsil edilir. Bir amper, bir saniyede bir noktadan (veya belirli bir alandan) geçen bir coulomb yükü temsil eder, böylece 1 A = 1 C/s olur. Elektromotor kuvvet (EMF) *volt* (V) cinsinden ölçülür ve *e, E, v veya Vin denklemleri ile temsil edilir.* Bir volt, bir amper akımın bir joule (J, bir enerji ölçüsü) çalışması ve 1 V = 1 J/C yapması için gereken EMF olarak tanımlanır.

Ne zaman İE a V ve V a E?

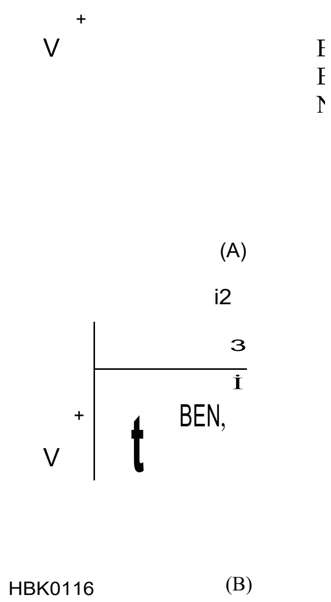
Elektronikte yeni başlayanlar, bir devredeki voltajı belirtmek için V ve E'nin değişimi konusunda sıklıkla karıştırılır. Her biri ne zaman kullanılmalıdır? Maalesef evrensel bir sözleşme yok. *E* cevheri genellikle bir elektrik veya manyetik alan veya bir pil tarafından oluşturulan kuvveti ifade eder. Eis ayrıca Ohm Yasası için denklemde yaygın olarak kullanılır *:/= EIR. Bir* devredeki iki nokta arasındaki voltajda ölçülen bir farkı veya bir güç kaynağının veya pilin terminal voltajını tanımlarken V veya vis kullanılır. Capital Vis her zaman volt için bir kısaltma olarak kullanılır .

Birim Adlarının Kökeni

Birçok ölçü birimi, elektrik ve radyo fenomenlerinin bilimsel bilgi durumunda önemli keşifler yapan veya ilerleten bilim insanlarını onurlandıran isimler taşır. Örneğin, Georg Ohm (1787-1854) akım, voltaj ve direnç arasındaki ilişkiyi keşfetti ve şimdi adını Ohm Yasası ve direnç birimi olarak ohm olarak taşıyor. Aşağıdaki tabloda en yaygın elektrik üniteleri, ölçmek için kullanıldıkları ve adlarının verildiği bilim adamları listelenmiştir. Bu ve diğer önemli bilim adamları hakkında daha fazla bilgiyi, isimlerini taşıyan birimlerdeki ansiklopedi girişlerinde bulabilirsiniz.

Elektrik Üniteleri ve İsimleri

Birim		*Fiziksel Nicelikler*	*İçin adlandırıldı*
Ampere (A)	Akım Şarj	Coulombs/saniye	Andree Ampere 1775-1836
Coulomb (C)	Kapasitansı		Charles Coulomb 1736-1806
Farad (F)	İnductance	Coulomb/volt	Michael Faraday 1791-1867
Henry (H)	Frekans	Saniyede amper başına	Joseph Henry 1797-1878
Hertz (Hz)	Direnci Güç	volt Saniyede devir	Heinrich Hertz 1857-1894
Ohm ((2)	Voltajını	Amp başına volt	Georg Simon Ohm 1787-1854
Watt (W)	Ölçer	Saniyede joule	James Watt 1736-1819
Volt (V)		Joules per coulomb	Alessandro Volta 17 45-1827



Şekil 2.1 - Bir **seri devre (A) tüm bileşenler boyunca aynı akıma sahiptir. Paralel devreler (B) tüm bileşenlere aynı voltajı uygular.**

Şematik diyagramlar

Şekil 2.1'deki çizim *şematik bir diyagramdır. Şemalar,* gerçek bileşenlerin çizilmesini gerektirmeden bir devredeki elektrik bağlantılarını göstermek için kullanılır.
veya teller, *resimsel diyagram olarak adlandırılır.* Resimli resimler bunun gibi çok basit devreler için iyidir, ancak hızlı bir şekilde günlük devreler için çok ayrıntılı ve karmaşık hale gelir. Şemalar çizgiler kullanır
ve iletkeni temsil edecek noktalar...
Yollar ve aralarındaki bağlantılar.
İndividual elektrikli cihazlar ve elektronik bileşenler şematik sembollerle temsil edilir.
Burada gösterilen dirençler gibi. En yaygın şematik sembollerin bir kümesi **Bileşen Verileri ve Referanslar** bölümünde sağlanır. Şematik diyagramları okuma ve çizme hakkında ek bilgileri **www.arrl.org/circuit-construction. adresindeki ARRL web sitesi Teknolojisi bölümünde bulabilirsiniz.**

2.1.4 Seri ve Paralel Devreler

Bir *devre,* akımın farklı voltajlara sahip iki nokta arasında akabileceği herhangi bir iletken yoldur. Açık *devre,* kırık bir tel veya bir anahtar gibi istenen bir iletken yolun kesildiği bir devredir. *Kısa devre, bir* iletken yolun akımın farklı voltajlarda iki nokta arasında doğrudan akmasına izin verdiği bir devredir.

İki temel devre tipi **Şekil 2.1'de gösterilmiştir. Bölüm** A, yalnızca bir akım yolunun olduğu bir seri devreyi gösterir. Bu devredeki akım, voltaj kaynağının pozitif terminalinden (bir pilin sembolü, voltaj polaritesi + ve - olarak gösterilir), ok tarafından üç *dirençle gösterilen yönde akar (bu* bölümde daha sonra tartışılan elektronik bileşenler) ve geri

Pilin negatif terminaline. Akım bir seri devrenin her noktasında aynıdır.

Bölüm B, akımın alacağı birden fazla yolun olduğu paralel bir devreyi gösterir. Her iki direncin bir terminali, pilin pozitif terminaline bağlanır. Her iki direncin diğer terminali, pilin negatif terminaline bağlanır. Pilin pozitif terminalinden akan akım, bireysel dirençlerden akan ve daha sonra pilin negatif terminalinde yeniden birleşen daha küçük akımlara bölünür. Paralel bir devredeki tüm bileşenler aynı voltajı yaşar. Tüm devreler, bileşenlerin ve voltaj ve akım kaynaklarının seri ve paralel kombinasyonlarından oluşur.

2.1.5 Doğrudan ve Alternatif Akım

Bir devre, akımın bir kaynaktan, bir yükten ve kaynağa geri akması için tam bir iletken yoldur. *Doğru akım veya de* sadece bir *yönde akar. Alternatif akım* veya *ac* yön değiştirir. **Şekil 2.2** iki tip devreyi göstermektedir. Devre A, kaynağı tipik bir de kaynak olan bir pil olarak gösterir. Devre B, bir jeneratör veya ev tipi elektrik prizi gibi ac'yi belirtmek için bir voltaj kaynağı sembolü gösterir. Bir ac devresinde, hem akım hem de voltaj ters yönde. Elektronik ve radyodaki neredeyse tüm AC sinyalleri için, tersine çevirme *periyodiktir,* yani yöndeki değişim düzenli olarak gerçekleşir. Tersine dönme oranı saniyede birkaç kez ile saniyede birçok milyar kez arasında değişebilir.

Şekil 2.2 gibi akım veya voltaj grafikleri, - zamanı temsil eden yatay bir eksenle başlar. Dikey eksen, hangisi grafiklenirse, akımın veya voltajın genliğini temsil eder. Sıfır çizginin üzerindeki mesafe daha büyük pozitif genliği gösterir; Sıfır çizgisinin altındaki mesafe, daha büyük negatif genlik anlamına gelir. Pozitif ve negatif sadece akımın alternatif akım devresinde akabileceği karşıt yönleri veya bir ac voltajın karşıt kutuplarını belirtir.

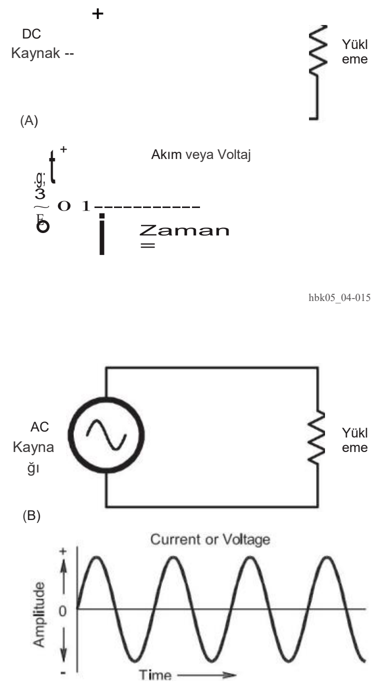
Eğer akım ve voltaj asla yön değiştirmezse, de sürekli değişse bile bir de devremiz vardır. **Şekil 2.3A, 0'a** göre her zaman pozitif olan bir akımı göstermektedir. Bununla birlikte, bu genlik periyodik olarak değişir. Varyasyonların şekli ne olursa olsun, akım *titreşimli de olarak adlandırılabilir. Eğer* akım periyodik olarak 0'a ulaşırsa, *aralıklı de olarak adlandırılabilir.*

Ayrıca bir ac ve de akım (Şekil 2.3B ve 2.3C) bir kombinasyonu olarak aralıklı ve titreşimli de bakabilirsiniz. Özel devreler, iki akımı ayrı analiz veya kullanım için ac ve de bileşenlerine ayırabilir. Ac ve de akımları ve voltajları birleştiren devreler de vardır.

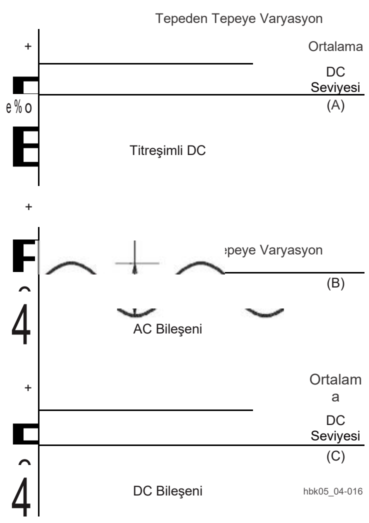
2.1.6 Sözlük - Temel elektrik

Alternatif akım (ac) – Bir iletken boyunca, önce bir yönde, sonra diğer yönde yüklü parçacıkların akışı .

Amper - Yüklü akışın bir ölçüsü



Şekil 2.2 - **Doğrudan ve alternatif akımlar için temel devreler. Her devre ile akımın bir grafiği, için sabit De devre, ancak ac devresinde periyodik olarak yön değiştiriyor.**



Şekil 2.3 - Bir **titreşimli de akım (A) ve bir ac bileşeni (B) ve bir de bileşeni (C) içine çözünürlüğü.**

Zaman birimi başına parçacıklar. Bir amper (A), bir saniyede bir noktadan geçen bir coulomb yükü temsil eder.

Atom - Ayrı bir kimyasal element oluşturan maddenin en küçük parçacığı. Atomlar çekirdek adı verilen merkezi bölgede proton ve nötronlardan oluşur, elektronlar çekirdeği çevreler.

Devre - Farklı voltajda iki nokta arasında iletken yol. Bir *seri devrede,* sadece bir akım yolu vardır. *Paralel devrede birden* fazla akım yolu vardır.

İletken - Elektronların veya iyonların kolayca hareket edebileceği malzeme.

Geleneksel akım - Akım, pozitif yüklerin pozitif ila negatif voltaj yönünde akışı olarak tanımlanır. Geleneksel akım, elektronik akımın tersi yönünde akar, negatif yüklerin (elektronlar) negatif voltajdan pozitif voltaja akışı.

Coulomb - Elektrik yüklü parçacıkların bir miktarının ölçü birimi. Bir coulomb (C) eşittir 6.25 x 10! 8 elektron .

Akım (İ) - Elektrik yükünün hareketi, amper cinsinden ölçülür ve denklemlerde i veya İ ile temsil edilir.

Doğru akım (de) - Sadece bir yönde bir iletken aracılığıyla yüklü parçacıkların akışı.

Elektronik akım - bkz. **Konvansiyonel Akım**

Elektromotor kuvvet (EMF) - Yüklü parçacıklar veya bölgeler arasında bir kuvvet oluşturan enerji kaynağı. Elektrik yüklü bölgeler arasındaki çekim veya itme kuvvetini tanımlar. Ayrıca *bakınız voltaj.*

Enerji - İş yapabilme yeteneği. İt genellikle elektriksel terimlerle, watt-saniye veya kilowatt-saat gibi belirli bir süre boyunca tüketilen güç watt sayısı olarak ölçülür.

İnsulator - Elektronların veya iyonların hareket etmesinin zor olduğu malzeme.

İon - Pozitif veya negatif elektrik yükü olan atom veya molekül.

Joule - Bir enerji miktarının ölçüsü. Bir joule, bir metre mesafeye etki eden bir newton (kuvvet ölçüsü) olarak tanımlanır.

Polarite- EMF veya voltaj yönü, pozitiften negatife.

Potansiyel - **Bakınız voltaj**

Güç - Güç, işin yapıldığı orandır. Bir watt güç, bir direnç yoluyla bir amper akımına neden olan bir volt EMF'ye eşittir.

Voltaj - İki nokta arasındaki elektriksel potansiyel enerji farkı için genel terim**.** Volt veya joule/coulomb cinsinden ölçülür.

Voltaj kaynağı - Terminallerinde voltaj farkı yaratan cihaz veya sistem.

2.2 Direnç ve İletkenlik

2.2.1 Direnç ve Dirençler

Farklı voltajlarda noktalara bağlanan herhangi bir iletken, akımın noktalar arasında geçmesine izin verecektir. Bununla birlikte, hiçbir iletken en azından normal sıcaklıklarda mükemmel veya kayıpsız değildir. Hareket eden elektronlar iletkeni oluşturan atomlarla çarpışır ve atomların -titreşmesine neden olarak enerjilerinin bir kısmını kaybeder, bu da dışarıdan ısı olarak gözlemlenir. Hareketli yükler ve iletkenin atomları arasındaki etkileşimler nedeniyle enerji kaybının özelliğine *direnç denir.* Akıma karşı direnç miktarı *ohm (*02) cinsinden ölçülür ve denklemlerde r veya R ile temsil edilir.

Aynı boyut ve şekilde, ancak farklı malzemelerden iki iletkenimiz olduğunu varsayalım. Tüm malzemelerin farklı iç yapıları olduğundan, malzemeden akan akımın kaybettiği enerji miktarı da farklıdır. Malzemenin akım akışını engelleme yeteneği onun *direncidir.* Sayısal olarak, bir malzemenin direnci, her kenarda bir santimetre ölçülen malzemenin bir küpünün ohm cinsinden direnci ile verilir. Ön direnç sembolü Yunanca rho, p harfidir.

Bir iletkenin fiziksel yolu ne kadar uzun olursa, iletkenin direnci o kadar yüksek olur. Doğru akım ve düşük frekanslı alternatif akımlar için (birkaç bin hertz'e kadar) iletkenin direnci iletkenin kesit alanı ile ters orantılıdır. Aynı malzemeden ve aynı uzunluğa sahip, ancak kesit alanında farklı olan iki iletken göz önüne alındığında, daha geniş alana sahip olan (örneğin, daha kalın bir tel veya tabaka) daha düşük dirence sahip olacaktır.

En iyi iletkenlerden biri bakırdır ve incelenen bir malzemenin direncini aynı boyut **ve şekle sahip bir bakır iletkeninkiyle karşılaştırmak genellikle uygundur. Tablo 2.1,** çeşitli iletkenlerin direncinin bakırın direncine oranını verir.

Belirli miktarda direnç gösteren ve tek bir ünite veya bileşen haline getirilen bir malzeme paketine *direnç denir.* **Devreler ve Bileşenler bölümünde açıklanan,** her biri farklı uygulamalara ve güç seviyelerine uygun birçok direnç türü vardır. Dahili croprocessors milyar, dirençler
Hepsinin en yaygın elektronik bileşeni.

Tablo 2.1
Metallerin Nispi Rezistivitesi

Malzeme	*Bakır ile karşılaştırıl dığında*
Alüminyum (saf)	1.60
Pirinç	3.7-4.90
Kadmiyu	4.40
m krom	8.10
Bakır (sert çekilmiş)	1.03
Bakır (tavlanmış)	1.00
Altın	1.40
İron (saf)	5.68
Kurşun	12.80
Nikel	5.10
Fosfor bronz	2.8-5.40
Gümüş	0.94
Çelik	7.6-12.70
Teneke	6.70
Çinko	3.40

Ohm Yasası Timesaver

(@)
E
BEN R

Bu basit diyagram matematiği sunar... ilgili cal denklemleri Voltaj, akım ve direniş. Un-
Bilinen miktar (E, İ **veya R)** ve kalan semboller denklemdeki gibi gösterilir. Örneğin, örten İ, I = E/R denkleminde yazılacağı gibi, E bölü R'yi gösterir .

Akım miliamperlerle ifade edilebilecek kadar küçük olduğunda, eğer direnç Ohm yerine kilohm cinsinden ifade edilir. Voltajdaki voltajla, kilohm cinsinden direnç doğrudan Ohm Yasası'nda değiştirilirse, akım miliamper olacaktır. Bir denklem olarak ifade edilir:
V = mAxk ©.

Elektron tüpü ve alan etkili transistör özellikleri ile. İletkenlik birimleri siemens (S) dir. 1 © direncinin iletkenliği 1 S, 1000 © 2 direncinin iletkenliği 0.001 S, vb. Vakum tüpleri ve alan etkili transistör ile ilgili olarak sıklıkla kullanılan bir birim, bir siemens'in bir milyonda biri olan µSor'dur. İt, bir 1-MQ direncinin iletkenliğidir. Siemens, eski mho birimini değiştirdi (upsidedown &2 sembolü olarak kısaltıldı).

2.2.2 İletkenlik

Karşılıklı direnç (1/R) *iletkenliktir. İt* genellikle G sembolü ile temsil edilir. Yüksek iletkenliğe sahip bir devre düşük dirence sahiptir ve bunun tersi de geçerlidir. İn radyo çalışması, terim esas olarak bağlantılı olarak kullanılır

2.2.3 Ohm Yasası

Belirli bir voltaj uygulandığında bir iletkenden geçecek akım miktarı, iletkenin direncine göre değişecektir. Direnç ne kadar düşük olursa, belirli bir EMF için akım o kadar büyük olur. Bir ohm (O), bir amper akımın aralarında akmasına izin veren direnç miktarı olarak tanımlanır. Bir voltluk potansiyel farkı olan iki nokta. Bu orantılı ilişki *Ohm Yasası olarak bilinir:*

R = E/I

nerede
R = ohm cinsinden direnç,
Volt cinsinden E = voltaj veya
EMF ve amper cinsinden İ =
akım.

Denklemin yeniden düzenlenmesi, Ohm Yasasının diğer yaygın formlarını şöyle

E = I X R

ve
İ = E/R

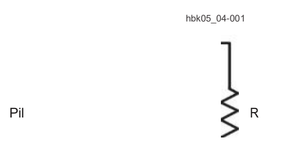
Denklemin her üç formu da elektronik ve radyoda sıklıkla kullanılır. Miktarların volt, ohm ve amper cinsinden olduğunu hatırlamalısınız; Diğer birimler önce dönüştürülmeden denklemlerde kullanılamaz. Örneğin, akım miliamper cinsinden ise, değeri denklemlere koymadan önce önce onu bir amperin eşdeğer fraksiyonuna değiştirmelisiniz.

Aşağıdaki örnekler, basit **Şekil 2.4 devresinde Ohm Yasasının kullanımını göstermektedir. İf** 150 V bir devreye uygulanır ve akım 2.5 A olarak ölçülür, devrenin direnci nedir? Bu durumda R bilinmeyen, bu yüzden kullanacağız:

R-E 150Y" 600
BEN 2.5A

Voltaj ve akım volt ve amper cinsinden verildiği için birimlerin dönüştürülmesi gerekli değildi.

20,000-Q bir dirençten geçen akım 150 mA, voltaj nedir? Voltajı bulmak için, E = İ x R **kullanın.** Akımı miliamperlerden 1000 mA/A'ya bölerek (veya 10 A/mA ile çarparak) amperlere dönüştürün, böylece 150 mA 0.150 A olur. (1000 dönüşüm faktörünün, hesaplanan cevaptaki önemli rakamların sayısını sınırlamadığına dikkat edin.)



Şekil 2.4 - Bir **pil ve bir dirençten oluşan basit bir devre.**

İ __ ^{5}10mA __ 0.150 A
1000 mA
A

Sonra:

E = 0.150 Ax 20000 n = 3000 V

Son bir örnek olarak, 5000-92 direncine uygulanan if250 Vis ne kadar akım akacak? Tanınmadığım için,

21_E_V_"0.Os 50A R 5000. ©
2

Akımın bu değeri mA'da daha rahat ifade edilir ve 0.05 A x 1000 mA/A = 50mA.

Ohm Yasasının bir devrenin herhangi bir bölümünde ve bir bütün olarak devre için geçerli olduğunu belirtmek önemlidir. Ne kadar direnç birbirine bağlı olursa olsun veya nasıl birbirine bağlı olursa olsun, direncin değeri, direnç boyunca voltaj ve direnç boyunca akım arasındaki ilişki hala Ohm Yasasını takip eder.

2.2.4 Sözlük - İletkenlik ve Direnç

İletkenliği (G) - Karşılıklı Direnç, siemens (S) cinsinden ölçülür.

Ohm - Direnç birimi. Bir ohm, bir volt EMF direnç boyunca etkilendiğinde bir amper akıma izin verecek direnç olarak tanımlanır.

Ohm Yasası - Direnci (R) voltaj (E) ve akım (İ) arasındaki orantılı ilişki olarak tanımlayan ifade; R = E/İ. İlişkiyi ilk tanımlayan Georg Ohm'un adı.

Direnç (R) - Ohm cinsinden (2 £) ölçülen ısı gibi diğer enerji biçimlerine dönüşerek akıma muhalefet.

2.3 Temel devre ilkeleri

Devreler *düğümlerden ve dallardan oluşur. Bir* düğüm, devrede akımın iletken yollar arasında bölünebileceği herhangi bir noktadır. Örneğin, **Şekil 2.SA'nın paralel devresinde,** düğüm şematik nokta ile temsil edilir. Bir dal, düğümler arasındaki herhangi bir benzersiz iletken yoldur. Şekil 2'nin seri devresi gibi tam bir akım yolu oluşturan bir dizi dal. lA, döngü olarak adlandırılır.

Çok az gerçek devre Şekil 2.1'de gösterilenler kadar basittir. Bununla birlikte, tüm devreler, ne kadar karmaşık olursa olsun, bu serilerin ve paralel devrelerin kombinasyonlarından oluşur. Şimdi, *Kirchoff Yasaları olarak bilinen voltaj ve akım için iki temel kuralı göstermek için bu basit direnç ve pil devrelerini kullanacağız.*

2.3.1 Kirchhoff'un Mevcut Yasası

Kirchhoff'un Mevcut Yasası (KCL), *"Bir düğüme akan tüm akımların ve bir düğümden akan tüm akımların toplamı sıfıra eşittir". KCL* matematiksel olarak şöyle ifade edilir:

(Er + 12 +...) - (1a + İa +..) = 0

Noktalar, gerektiği kadar akım eklenebileceğini gösteriyor.

KCL'yi belirtmenin eşdeğer bir yolu, bir düğüme akan tüm akımların toplamının, bir düğümden akan tüm akımların toplamını dengelemesi gerektiğidir:

(Ea + 4o +...) = (İa + İa +...)

KCL aşağıdaki örnekle gösterilmiştir. Üç dirençler (Rl = 5.0 kn, R2 = 20.0 kn ve R3 = 8.0 kn) con- olduğunu varsayalım

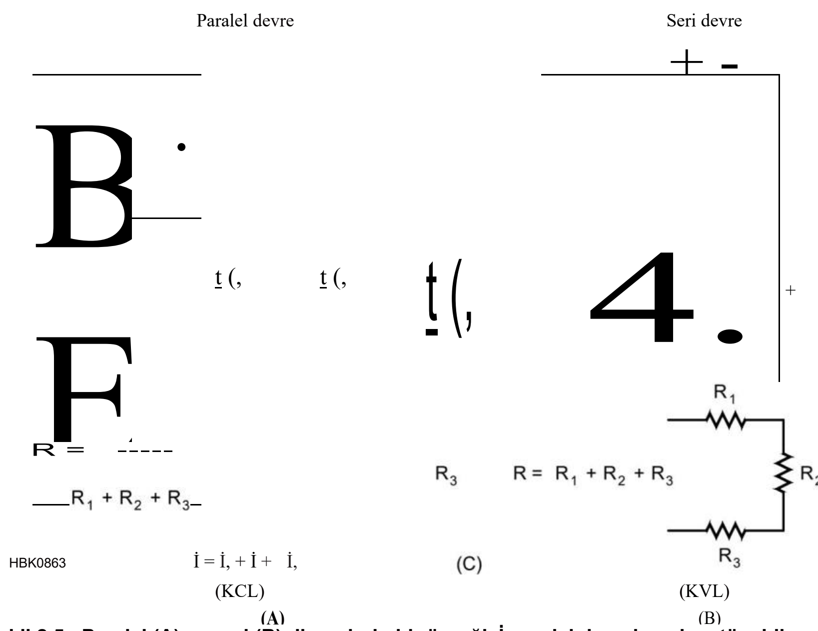
Şekil 2.5A'de gösterildiği gibi paralel olarak bağlanmıştır. Aynı voltaj, 250 V, her üç dirence de uygulanır. Rl'den geçen akım İl, 12 R2'den geçen akım ve İ3 R3'ten geçen akımdır.

Her birindeki akım, aşağıda gösterildiği gibi Ohm Yasası'ndan bulunabilir. Kolaylık sağlamak için, miliamper cinsinden akım veren kn cinsinden direnç kullanabiliriz.

N- E 2_0V_50.0mA 5Rİ
5.0kO

12- E 250V
12.5mA R2
20.0 kn

İ3 = ~ = 250 V = 31.2 mA R3
8.0 k ©



Şekil 2.5 - **Paralel (A) ve seri (B) dirençlerin bir örneği. İn serisi devreler, akım tüm bileşenlerde aynıdır ve voltajlar toplanır. Paralel devrelerde, tüm bileşenler arasındaki voltaj aynıdır ve devre kavşaklarının içine ve dışına akımların toplamı eşit olmalıdır. Bölüm C, seri ve paralel kombinasyonlar için eşdeğer değerlerin nasıl hesaplanacağını gösterir.**

Dal akımlarının dirençlerle ters-1 y orantılı olduğuna dikkat edin. 20-kn direnç, 5-k © dirençten dört kat daha büyük bir değere sahiptir ve dörtte biri kadar büyük bir akıma sahiptir. Eğer bir direnç diğerinden iki kat daha büyük bir değere sahipse, paralel olarak bağlandıklarında bunun yarısı kadar akıma sahip olacaktır .

KCL'nin dengeleme formunu kullanarak, pil tarafından sağlanması gereken akım:

lpa İ1 + İ2 + 13

Lpau 50.0 mA + 12.5 mA + 31.2 mA

lpa 93.7 mA

2.3.2 Paralel Dirençler

Dirençlerden oluşan bir devre paralel olarak, dirençler, dirençlerin paralel kombinasyonu ile aynı değere sahip tek bir eşdeğer direnç olarak temsil edilebilir. Paralel devrede, eşdeğer direnç mevcut en düşük direnç değerinden daha azdır. Bunun nedeni, toplam akımın her zaman herhangi bir dirençteki akımdan daha büyük olmasıdır. Paralel direnişlerin eşdeğer direncini bulmak için formül şudur:

Rrouw = iii - + - + - + -... Rl R2
R3 R4

Noktalar, herhangi bir sayıda paralel direncin aynı yöntemle birleştirilebileceğini gösterir. Denklem genellikle "karşılıklı karşılıklı'olarak adlandırılır. Şekil 2.5C şemadaki genel kuralı göstermektedir.

Önceki bölümün örneğinde, eşdeğer direnç:

R =, A = 2.67k0 -- + -- + --
5kO 20k0 8ko

"//' "(iki eğik çizgi) gösterimi genellikle" paralel'olarak belirtmek için kullanılır. Bu gösterim kullanılarak, önceki örnek "5.0 k © 2//20 kO2//8.0 ko'olarak verilecektir.

Paralel olarak tüm dirençler aynı değere sahipse, paralel direnci elde etmek için direnç değerini N direnç sayısına bölün. Örneğin, paralel olarak beş 50-02 direnç için, eşdeğer direnç R = 50/N = 50/5 = 10 9'dur.

Paralel olarak sadece iki direnç için (çok yaygın bir durum) formül çok daha basit (ve hatırlanması daha kolay) indirgenebilir:

Re RIxR2 EQUIV -
Rl + R2

Örnek: Bir 500-92 direnç, 1200-02 direnç ile paralel olarak bağlanırsa, toplam direnç nedir?

R _ RIxR2_ 500 02x1200 9 Rİ
+ R2 50092 + 1200 £

R _ 600000 92 ° 2 353 02
1700.©

Herhangi bir sayıda paralel direnç, hepsi tek bir eşdeğerde birleştirilene kadar bu denklemi kullanarak bir seferde iki tane birleştirilebilir. Bu, dönüşümü tek bir adımda yapmak için genel "karşılıklı karşılıklılık" denklemini kullanmaktan biraz daha kolaydır.

Başka bir yararlı denklem paralel direnç değerini bulur, KpARs bilinen bir direnç, R üzerinden bağlandığında, istenen bir eşdeğer direnç oluşturur, KpEs '

R... BR, s
PAR R, -Ryes

Örneğin, bir 10 kn direnç boyunca bağlanan direnç değeri 3 kn eşdeğer direnç ile sonuçlanır?

R... _ I0 kOx3 k9? _4.28 kO
AR 10 kO2-3 k© 2

Direnç değerlerinin %5 serisinden, 4.3 kn değeri mevcut en yakın değerdir.

2.3.3 Kirchhoff'un Voltaj Yasası

Kirchhoff'un Voltaj Yasası (KVL), *"Kapalı bir akım döngüsü etrafındaki gerilimlerin toplamı sıfırdır".* KCL'nin sezgisel olduğu yerlerde, KVL'nin görselleştirilmesi o kadar kolay değildir. Şekil 2.5B devresinde, KVL, pilin voltajının, devredeki üç direnç boyunca görünen voltajlarla tam olarak dengelenmesi gerektiğini gerektirir. Eğer olmasaydı, "ekstra" voltaj, KCL'nin bir devre düğümünde yükün "birikmesini" engellediği gibi, sınırlama direnci olmayan sonsuz bir akım yaratırdı. KVL matematiksel olarak şöyle ifade edilir:

$E_1 + E_2 + E_3 + ... = 0$

Her E, devre döngüsünün etrafında akarken akımın karşılaştığı bir voltajı temsil eder.

Bu en iyi bir örnekle açıklanabilir.

Önceki örnekteki dirençlerin üçünde de akım aynı olmasına rağmen, toplam voltaj, paralel olarak bağlı dirençler arasındaki akım gibi aralarında bölünür. Her dirençte ortaya çıkan voltaj (voltaj *düşüşü)* Ohm Yasasından bulunabilir. (Bir direnç boyunca voltaj genellikle "damla" veya **"İ-R** düşüşü'olarak adlandırılır, çünkü voltajın değeri E = İ x **R miktarı ile" düşer ")**

KVL'nin amacı için, akım bir bileşenin daha pozitif terminaline akarsa voltajın KVL denkleminde pozitif olarak kabul edilir. Akım pozitif bir terminalden akarsa, voltaj KVL'de negatif olarak değerlendirilir. Pozitif voltajlar, dirençler gibi gücü tüketen veya "batıran" bileşenleri temsil eder. Negatif voltajlar, piller gibi güç üreten veya "kaynak" güç üreten bileşenleri temsil eder. Bu, KVL denkleminin de bir dengeleme formunda yazılmasına izin verir:

(E "oursei + Eource2 +...) = (E" nki + Eanke +...) Tüm voltajlar bu formda pozitif olarak değerlendirilir, bir tarafta güç kaynakları (daha pozitif terminalden akan akım) ve diğer tarafta güç lavaboları (daha pozitif terminale akan akım).

Bir bileşen terminalinin *mutlak* voltajının toprağa göre ne olduğu önemli değildir, yalnızca bileşenin hangi terminalinin diğerinden daha pozitif olduğu önemlidir. Bir direncin bir tarafı + 1000 V ve diğeri + 998 V ise, akım ilk terminale akar ve ikinciden + 2 V voltaj düşüşü yaşar. Benzer şekilde, pozitif terminali 100 V ve negatif terminali -108.5 V olan 9 V'luk bir pil tarafından sağlanan akım hala 8.5 V'luk bir güç kaynağı olarak KVL için sayılır. Ayrıca, akımın şarj sırasında olduğu gibi bir bataryanın pozitif terminaline akabileceğini ve bataryayı bir direnç gibi bir güç lavabosu haline getirebileceğini unutmayın .

İşte KVL'nin nasıl çalıştığını gösteren bir örnek: Şekil 2.5B, eğer Rl boyunca voltaj El ise, R2 boyunca E2 ve R3 boyunca E3, o zaman:

-250 + İ x Rl + İ x R2 + İ x R3 = 0

Bu denklem şu şekilde basitleştirilebilir:

-250 + İ (Rl + R2 + R3) =

-250 + İ (33000 92) = 0

İ için çözme İ = 250/33000 = 0.00758A = 7.58 mA verir. Bu, her bir direnç boyunca voltajın değerini hesaplamamızı sağlar :

E1 = İx Rl = o.00758 Ax 5000 © = 37.9 V

E2 = İx R2 = o.00758 Ax 20000 © 2 = 152 V

E3 = İ x R3 = o.00758 A x 000 © = 60.6 V

El, E2 ve E3 toplamının yuvarlama hatalarını göz ardı ederek 250 V pil voltajına eşit olduğunu doğrulamak:

EroTAL = Eİ + E2 + E3

EroTAL 37.9 V + 152 V + 60.6 V

EroTAL 250 V

2.3.4 Seri Dirençler

Önceki örnek, seri olarak bağlanmış bir dizi dirence sahip bir devrede, devrenin eşdeğer direncinin bireysel dirençlerin toplamı olduğunu göstermiştir. Bunlar Rl, R2, R3 ve benzeri numaralandırılırsa, o zaman:

RpoUİ = Rİ + R2 + R3 + R4...

Şekil 2.5C şemadaki genel kuralı göstermektedir.

Örnek: Şekil 2.5B'de gösterildiği gibi üç direncin bir voltaj kaynağına bağlı olduğunu varsayalım. Voltaj 250 V, Rl 5.0 kO, R2 20.0 k © ve R3 8.0 kO'dur. Toplam direnç o zaman

RpoUIV = Rİ + R2 + R3

Rpourv 5.0 kO + 20.0 kO + 8.0 kO

RpoUiv = 33.0 k ©

Devredeki akım o zaman

İ = V = 250 V __ 7.58 mA R
33.0kO

2.3.5 Seri ve Paralel İletkenlikler

İletkenlik, direncin tersi olduğundan, G = 1/R, dirençlerin seri ve paralel olarak birleştirilmesi için formüller, R. İletkenliklerin seri olarak 1/G yerine geçerek kullanım iletkenliğine dönüştürülebilir, böylece paralel olarak dirençlere benzer şekilde birleştirilir:

G = iii - + - + - + - -... Gİ G2
G3 G4

Ve seri olarak iki iletkenlik iki paralel dirence benzer bir şekilde birleştirilebilir:

G. G1xG2 EQUIV -
Gl + G2

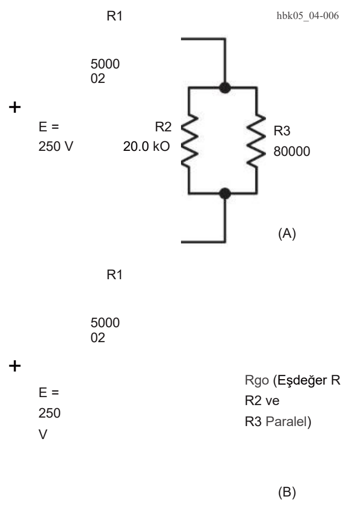
Paralel iletkenler seri dirençlere benzer şekilde birleştirilir:

GroTAL G1 + G2 + G3 + G4...

Bu aynı zamanda, çok sayıda paralel dirençle karşılaşıldığında, bunları iletkenlere dönüştürmenin matematikle başa çıkmayı biraz daha kolaylaştırabileceğini göstermektedir.

2.3.6 Eşdeğer Devreler

Bir devre, **Şekil 2.6A'de gösterildiği gibi hem paralel hem de seri olarak dirençlere sahip olabilir.** İn



Şekil 2.6 - A'da, **seri-paralel dirençlerin bir örneği. Eşdeğer devre B'de gösterilir.**

Böyle bir devrenin davranışını analiz etmek için, *eşdeğer devreler oluşturulur ve* seri olarak dirençleri ve paralel olarak dirençleri birleştirmek için denklemler kullanılarak birleştirilir. Her ayrı direnç kombinasyonu, seri veya paralel, tek bir eşdeğer dirence indirgenebilir. Elde edilen kombinasyonlar, sadece tek bir direnç kalana kadar daha da azaltılabilir.

En basit işlem, dirençlerin herhangi ikisini seri veya paralel dirençler için formülleri kullanarak tek bir eşdeğer dirence birleştirmekle başlar. Daha sonra ortaya çıkan eşdeğer direnci, kalan tek bir dirençle yeniden eşdeğer direnç haline getirin. Tüm dirençler tek bir eşdeğer dirençle birleştirilene kadar eşdeğer direnci tek bir dirençle birleştirme işlemini tekrarlayın. Örneğin, Şekil 2.5A'deki devre için eşdeğer direnci bulmak için: Eşdeğer tek direnç oluşturmak için R2 ve R3'ü birleştirin, Rμo Kimin değeri paralel olarak R2 ve R3'e eşittir.

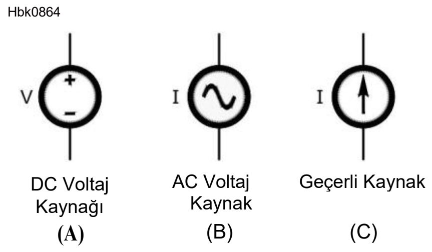
R., _ R2xR3 _ 20000 92x8000 0 EQ -
R2 + R3 20000 ©2 + 8000 9

1.60x10 * 95 5710 0 = 5.71 k0
28000 ©

Rl ile seri olarak bu direnç daha sonra Şekil 2.5B'de gösterildiği gibi basit bir seri devre oluşturur. Bu iki direnç daha sonra tüm devre için tek bir eşdeğer direnç olan RroTAL ile birleştirilebilir:

RroTAL = Rİ + Rro = 5.0 kO + 5.71 kO

RroTAL 10.71 kO



Şekil 2.7- De (A) ve ac (B) için gerilim kaynakları ve akım kaynakları (C) ideal enerji kaynaklarının örnekleridir.

Pil akımı şu şekildedir5:

1 E 20V -23.3mA R 10.71kO

Rİ ve Rμo boyunca voltaj düşer:

Eİ = İx Rİ = 23.3 mA x 5.0 k © = 117 V

E2 = İx Rio = 23.3 mA x 5.71 kO2 = 133 V

Bu iki voltaj, Kirchhoff Voltaj Yasası tarafından açıklandığı gibi toplam 250 V düşer. E2, hem R2 hem de R3'te görünür ;

12 E? _ 3_13V_6.65 mA
R2 20.0 kO2

13_ F3 _ 133V _ 16.6mA R3 8.0
kO

nerede
12 = R2'den geçen akım ve
İ3 = R3'ten geçen akım.

İ2 ve İ3'ün toplamı Kirchhoff'un Mevcut Yasasına uygun olarak 23.3 mA'ya eşittir.

2.3.7 Gerilim ve Akım Kaynakları

Devreleri tasarlamak ve elektronik bileşenlerin davranışını tanımlamak, *ideal kaynakları kullanmak genellikle yararlıdır.* İdeal kaynakların en yaygın iki türü, Şekil 2'de gösterilen semboller olan voltaj kaynağı ve akım kaynağıdır. 7. Bu kaynaklar ideal olarak kabul edilir, çünkü terminallerine hangi devre bağlı olursa olsun, belirtilen voltaj veya akım miktarını sağlamaya devam ederler. Pratik voltaj ve akım kaynakları, ideal bir kaynağın belirli aralıklardaki davranışını yaklaşık olarak gösterebilir, ancak sağlayabilecekleri güç miktarı sınırlıdır ve bu nedenle aşırı yük altında çıkışları düşecektir.

Gerilim kaynakları sıfır *iç empedansa sahip olarak tanımlanır;* burada empedans, bu bölümün alternatif akımla ilgili bölümlerinde açıklandığı gibi daha genel bir direnç biçimidir. İdeal bir voltaj kaynağı boyunca kısa bir devre, kaynağa neden olur

Sonsuz miktarda akım sağlar. Pratik voltaj kaynakları sıfır olmayan iç empedansa sahiptir ve bu da sağlayabilecekleri güç miktarını sınırlar. Örneğin, 1.5 V kuru hücreli pil gibi pratik bir voltaj kaynağının terminalleri boyunca kısa bir devre yerleştirmek, birkaç amper akımı üretebilir, ancak pilin iç empedansı, sanki Şekil 2.2'deki direnç pilin içinde veya içindeymiş gibi, Ohm Yasasına göre üretilen akım miktarını sınırlamak için hareket eder.

Mevcut kaynaklar sonsuz iç empedansa sahip olarak tanımlanır. Bu, ideal bir akım kaynağının terminallerine ne bağlı olursa olsun, aynı miktarda akım sağlayacağı anlamına gelir. İdeal bir akım kaynağının terminali boyunca açık bir devre, kaynağın terminallerinde sonsuz bir voltaj üretmesine neden olacaktır. Pratik akım kaynakları, dahili güç kaynağı sınırlarına ulaşılana kadar voltajlarını artıracak ve daha sonra çıkış akımını azaltacaktır.

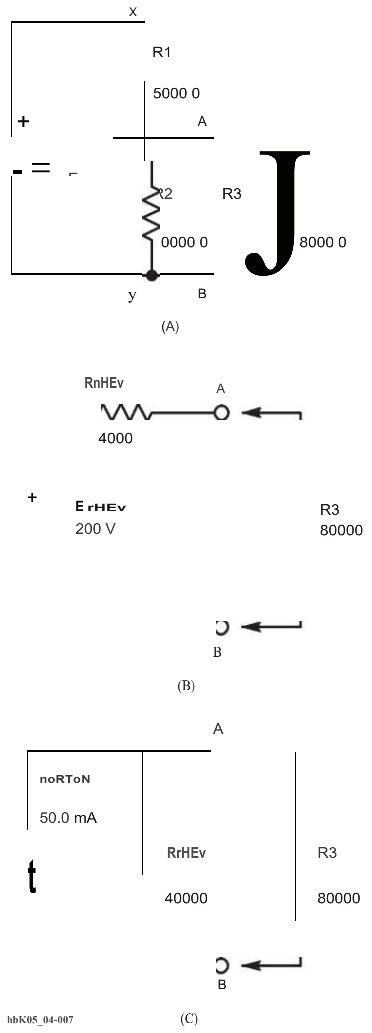
2.3.8 Thevenin Teoremi ve Thevenin Eşdeğerleri

Thevenin Voltaj Teoremi (genellikle sadece "Thevenin Teoremi'olarak adlandırılır), devre tasarımcılarının bir devreyi daha basit bir eşdeğer devreyle değiştirmesine izin vererek elektrik devrelerini veya ağları (devrelerin resmi adı) basitleştirmek için kullanışlı bir araçtır. Thevenin'in Teoremi, "Dirençler *ve voltaj veya akım kaynaklarından oluşan herhangi bir iki terminalli ağ, tek bir voltaj kaynağı ve bir seri dirençten oluşan eşdeğer bir ağ ile değiştirilebilir".*

Thevenin Teoremi, R3'ten geçen akımı bulmak için Şekil 2.6A devresine kolayca uygulanabilir. Bu örnekte, **Şekil 2.8'de gösterildiği gibi,** devre Rl ve R2'nin bir voltaj bölücüsü oluşturduğunu göstermek için yeniden çizilir, R3 yük olarak (Şekil 2.8A). Yük tarafından çekilen akım (R3) basitçe R3 boyunca voltajdır ve direncine bölünür. Ne yazık ki, R2 değeri R3'teki voltajı etkiler, tıpkı R3'ün varlığı R2'de görünen voltajı etkiler. İkisini ayırmak için bazı araçlara ihtiyaç vardır; Bu nedenle *Thevenin eşdeğeri devre,* A ve B terminallerine bağlı her şeyi tek bir voltaj kaynağı (Thevenin *eşdeğeri voltaj, ErHEv)* ve seri direnç (Thevenin *eşdeğeri direnç, Rrn) ile değiştirerek oluşturulmuştur.*

Devrenin Theveninequivalent oluşturmanın ilk adımı, terminal A veya B'den çekilen yük akımı olmadığında ölçülen açık devre voltajını belirlemektir. A ve B arasında bağlı bir yük olmadan, devre boyunca toplam akım (Ohm Yasasından):

E İ = --Rl
+ R2



Şekil 2.8 - Şekil 2.6'da gösterilen devre için eşdeğer devreler. A, direnç perspektifinden (R3 yükü) eşdeğer bir devre ile değiştirilecek devreyi gösterir. B, seri olarak bir direnç ve bir voltaj kaynağı ile Theveninequivalent devresini gösterir. C, Norton eşdeğeri devreyi bir dirençle gösterir

A ve B terminalleri (EAg) arasındaki voltaj:

EAB İ x R2

Denklemi İ için akımın yerine koyarak, tüm değerlerin bilindiği Ey için bir ifademiz var:

R2 bAgxE
Rl + R2

Örneğimizdeki değerleri kullanarak, bu olur:

E,, 2-• 00k92, 250 V = 200 V
AB 25.0 kO

A veya B terminallerine hiçbir şey bağlanmadığında Erny, hiçbir akım çekilmeden E'y'ye eşittir .

A ve B terminalleri arasındaki eşdeğer direnç RrHEv RrnEv, A ve B terminallerindeki eşdeğer devre olarak hesaplanır ve tüm kaynaklar, voltaj veya akım, iç empedansları ile değiştirilir. İdeal voltaj kaynağı, tanım gereği, sıfır iç dirence sahiptir ve bir kısa devre ile değiştirilir. İdeal akım kaynağı sonsuz iç empedansa sahiptir ve açık devre ile değiştirilir.

Pilin ideal bir kaynağın yakın bir yaklaşımı olduğunu varsayarak, Şekil 2.8A devresinde X ve Y noktaları arasında bir kısa devre ile değiştirin. Rl ve R2 daha sonra A ve B terminallerinden görüldüğü gibi etkin bir şekilde paralel olarak yerleştirilir.

R + _ RİxR2
THEVT Rİ +
R2

R+ 5000 9x20000 £2
THEV 5000 ©2 + 20000 ©

R. , I0x10 * O 4000 ©
THEV 25000 ©

Bu, Şekil 2.8B'de gösterildiği gibi Thevenin eşdeğer devresini verir. Şekil 2.8A ve 2.8B devreleri perspektif ofR3 tamamen eşdeğerdir, bu nedenle devre basit bir seri devre haline gelir.

R3, A ve B terminallerine bağlandıktan sonra, RTHEV boyunca bir voltaj düşüşüne neden olan ve E AB'yi azaltan RrHEv üzerinden akım olacaktır.

13- ETHE
FTevR RHEV + R3

Bizim örneğimizdeki değerleri değiştirerek:

13= 200V = 16.7mA
4000 ©2 + 8000 ©

Bu, daha önce hesaplanan değerle uyumludur.

Bir dirençle seri olarak ideal bir voltaj kaynağının Thevenin eşdeğer devresi, sıfır olmayan iç dirence sahip gerçek bir voltaj kaynağı için iyi bir modeldir. Bu daha gerçekçi modeli kullanarak, gerçek bir voltaj kaynağının sağlayabileceği maksimum akım

1.. -Erv
Se RrHEV

Ve maksimum çıkış voltajı V oc = ErHEv

Sinüzoidal voltaj veya akım kaynakları, iç empedans, ZHEV: böyle bir kaynak için tamamen dirençli olmayabilir, ancak frekansa göre değişen reaktif bir bileşene sahip olabilir.

2.3.9 Norton Teoremi ve Norton Eşdeğerleri

Norton Teoremi başka bir yöntemdir

Eşdeğer bir devre oluşturmak. Norton'un -Teoremi, "Dirençlerden *ve akım veya voltaj kaynaklarından oluşan herhangi bir iki terminal ağı, tek bir akım kaynağından ve paralel bir dirençten oluşan eşdeğer bir ağ ile değiştirilebilir".* Norton Teoremi, mevcut kaynaklara Thevenin Teoreminin voltaj kaynaklarına ne olduğudur. Aslında, daha önce hesaplanan Theveninresistance da *Norton eşdeğeri dirençtir.*

Thevenin Teoremi ile analiz edilen devre, Norton Teoremi ile de kolayca analiz edilebilir. Eşdeğer Norton devresi Şekil 2.8C'de gösterilmiştir. Eşdeğer devrenin akım kaynağının kısa devre akımı, İoRToN, A ve B terminallerinden geçen akımdır ve yük (R3) kısa devre ile değiştirilir. Davanın içinde

Şekil 2.8A'de gösterilen voltaj bölücünün kısa devresi R2'yi tamamen atlar ve akım:

E IAB
Rl

Bizim örneğimizdeki değerleri değiştirerek, elimizde :

1 "-" 2_0 5V   50.0mAAB Rİ
5000   £2

Ortaya çıkan Norton eşdeğer devre, 4000-9 dirençle paralel olarak yerleştirilmiş bir 50.0-rnA akım kaynağından oluşur. R3, A ve B terminallerine bağlandığında, tedarik akımının üçte biri R3'ten ve geri kalanı RrHEv'den akar. Bu, yine 16.7 mA'lık R3'ten bir akım verir.

önceki sonuçlara katılıyorum.

Norton'a eşdeğer bir devre, Thevenin'e eşdeğer bir devreye dönüştürülebilir ve bunun tersi de geçerlidir. Eşdeğer direnç, RrnEy her iki durumda da aynıdır; Thevenin'e eşdeğer bir devre durumunda voltaj kaynağı ile seri olarak ve Norton'a eşdeğer bir devre durumunda akım kaynağına paralel olarak yerleştirilir. Thevenin eşdeğeri kaynak için voltaj, Norton eşdeğeri devrede direnç boyunca görünen açık devre voltajına eşittir. Norton eşdeğeri bir kaynak için akım, Thevenin kaynağı tarafından sağlanan kısa devre akımına eşittir. Norton eşdeğer bir devre, sonsuz iç empedansdan daha az olan gerçek bir akım kaynağı için iyi bir modeldir.

2.4 Güç ve Enerji

Voltajın nasıl üretildiğine bakılmaksızın, voltaj kaynağından akım çekilirse enerji sağlanmalıdır. Verilen enerji kimyasal enerji veya mekanik enerji şeklinde olabilir. Bu enerji *joule (J) cinsinden ölçülür.* Bir joule, klasik fizikten, bir newton'luk bir kuvvet (kuvvet ölçüsü) kuvvet yönünde bir metre hareket ettirilen bir nesneye uygulandığında yapılan enerji veya iş miktarı olarak tanımlanır.

Güç başka bir önemli kavramdır ve enerjinin üretildiği veya kullanıldığı hızı ölçer. Bir *watt (W)* güç, saniyede bir joule enerji (veya iş) üretimi (veya kullanımı) olarak tanımlanır.

Bir watt ayrıca bir voltluk EMF olarak tanımlanır ve bir amper akımın bir dirençten akmasına neden olur. Böylece ,

P = İX   E

nerede
P = watt cinsinden güç
İ = amper cinsinden
akım E = volt
cinsinden EMF.

(Bu tartışma sadece dirençli devrelerdeki doğru akımla ilgilidir. Reaktif devreler de dahil olmak üzere ac devrelerindeki güç hakkında bir tartışma için Radyo Temelleri bölümüne bakın.)

Güç için ortak kesirli ve çoklu birimler miliwatt (mW, binde biri bir watt) ve kilowatt (kW, 1000 W).

Örnek: Verici bir vakum tüpü üzerindeki plaka voltajı 2000 V ve plaka akımı 3 5 0 rnA'dır. (Formülde yer değiştirmeden önce akım amper olarak değiştirilmelidir ve 0.350 A da öyle) O zaman:

P = İ x E = 2000 V x 0.350 A = 700   W

Güç, aşağıdaki dönüşüm faktörü kullanılarak watt yerine beygir gücü (hp) olarak ifade edilebilir:

1 beygir gücü = 746   W

Bu dönüşüm faktörü, elektrik enerjisini mekanik enerjiye dönüştüren bir sistemle çalışıyorsanız özellikle yararlıdır ve bunun tersi de geçerlidir, çünkü mekanik güç genellikle ABD İn metrik ülkelerinde beygir gücü olarak ifade edilir, mekanik güç - genellikle watt cinsinden ifade edilir. - Bununla birlikte, tüm ülkeler elektrik sistemlerinde watt'ın metrik güç birimini kullanmaktadır. 746 W/hp değeri, mekanik ve elektrik gücü arasında kayıpsız dönüşümü varsayar; Pratik verimlilik kısa sürede alınır.

2.4.1 Enerji

Bir elektrik şirketinden elektrik aldığınızda, elektrik için değil, elektrik enerjisi için ödeme yaparsınız. Ödediğiniz şey, Elektrik enerjisi sizin için yapar, bu işin yapıldığı hızı değil. Enerji gibi, iş de zamanla çarpılan güce eşittir. Elektrik enerjisini ölçmek için ortak birim *watt-saattir (Wh),* yani bir watt'lık bir güç bir saat boyunca kullanılmıştır. Yani :

Wh =   Pxt

nerede
Wh = watt-saat cinsinden
enerji P = watt cinsinden
güç
t = saat cinsinden zaman.

Aslında, watt-saat oldukça küçük bir enerji birimidir, bu nedenle güç şirketi kullanılan *kilowatt-saat (kWh*) enerji için size fatura eder. Bazen yararlı olan başka bir enerji birimi, joule'lere eşdeğer olan watt-saniyedir (Ws).

Hem hesaplama amaçları hem de güç kaynaklarının verimli kullanımı için, uzun süre kullanılan az miktarda güç, çok kısa bir süre için büyük miktarda güç kullanılmış gibi büyük bir güç faturasına neden olabilir.

Radyoda enerji birimlerinin ortak bir kullanımı, bir pilin enerji içeriğini belirlemektir. Pil enerjisi *amper-saat (Ah) veya miliamper-saat* (mAh) olarak derecelendirilmiştir. Amper ve saatlerin çarpımı enerji birimleriyle sonuçlanmazken, hesaplama sonucun belirtilen bir

(ve sabit) pil voltajı. Örneğin, 2000 mAh enerji depolamak için derecelendirilmiş şarj edilebilir bir NiMH pilin, bu enerjiyi 1,5 V'luk bir terminal voltajında sağladığı varsayılır. Bu nedenle, 2000 mA'yı 2 A'ya dönüştürdükten sonra, depolanan gerçek enerji :

Enerji = 1.5 V x 2 A x 1 saat = 3 Wh

Pillerle ilişkili bir diğer yaygın enerji birimi, hacim veya ağırlık birimi başına Ah birimleriyle enerji yoğunluğudur.

Enerji ünitelerinin pratik bir uygulaması, bir radyonun (el ünitesi gibi) belirli bir - bataryadan ne kadar süre çalışacağını tahmin etmektir. Örneğin, tam olarak şarj edilmiş bir pilin 900 mAh enerji depoladığını ve radyonun alımda 30 mA çektiğini varsayalım. Basit bir hesaplama, radyonun bu pil ile %100 verimlilik varsayarak 900 mAh/30 mA = 30 saat alabileceğini gösterir. Pilden tam 900 mAh almayı beklememelisiniz, çünkü pilin voltajı boşalırken düşecek ve genellikle şarjın son kısmı kullanılmadan önce güç verdiği ekipmanın kapanmasına neden olacaktır. İletim için harcanan herhangi bir zaman, pilin dayanacağı süreyi de azaltacaktır. **Güç Kaynakları bölümü,** piller ve şarj/deşarj döngüleri hakkında ek bilgiler içerir.

2.4.2 Direncin Genelleştirilmiş Tanımı

Elektrik enerjisi her zaman ısıya dönüşmez. Örneğin, bir motorun çalıştırılmasında kullanılan enerji, mekanik harekete dönüştürülür. Bir radyo vericisine verilen enerji büyük ölçüde radyo dalgalarına dönüştürülür. Bir hoparlöre uygulanan enerji ses dalgalarına dönüştürülür. Her durumda, enerji diğer formlara dönüştürülür ve tamamen hesaba katılabilir. Hiçbir enerji yok olmuyor! Bunlar enerjinin korunumu yasasının örnekleridir. Bir cihaz enerjiyi bir formdan diğerine dönüştürdüğünde, genellikle enerjiyi veya gücü dağıttığını söyleriz. (Güç, enerjinin zamana bölünmesidir.) Tabii ki cihaz enerjiyi gerçekten "tüketmiyor" veya yok etmiyor, sadece başka bir forma dönüştürüyor. - Elektrikli cihazların düzgün çalışması genellikle gücün belirli bir voltaj/akım oranında sağlanmasını gerektirir. Bu özellikler direncin özellikleridir, bu nedenle "gücü dağıtan" herhangi bir cihazın belirli bir direnç değerine sahip olduğu söylenebilir.

Belirli bir voltaj-akım oranında gücü emen bir şey olarak bu direnç kavramı çok kullanışlıdır; Genellikle hesaplamaların önemli ölçüde basitleştirilmesiyle, güç alan cihazın yük veya güç tüketen kısmı için basit bir direncin değiştirilmesine izin verir. Tabii ki, her elektrik Cihazın daha dar anlamda kendine ait bir direnci vardır, bu nedenle kendisine verilen enerjinin bir kısmı, enerjinin büyük kısmı başka bir forma dönüştürülebilse bile, bu dirençte ısıya dönüştürülür.

2.4.3 Verimlilik

Motorlar ve vericiler gibi cihazların - amacı, verilen enerjiyi (veya gücü) ısı dışında bir forma dönüştürmektir. Bu gibi durumlarda, ısıya dönüştürülen güç, yararlı güç olmadığı için bir kayıp olarak kabul edilir. Bir cihazın verimliliği, cihaza güç girişi ile bölünen yararlı güç çıkışıdır (dönüştürülmüş haliyle). Örneğin, bir vericide amaç, bir de kaynağından gelen gücü bazı radyo frekanslarında ac gücüne dönüştürmektir. RF güç çıkışının de girişine oranı, vericinin verimliliğidir (Eff veya n). Yani:

En _
JoP

nerede

Eff = verimlilik (bir değer veya kesir olarak
0 ile 1 arasında)
Po = güç çıkışı (W) Pi
= güç girişi (W).

Örnek: Vericiye de girişi İf 100 W ve RF güç çıkışı 60 W, verimlilik:

Err _! o 60 W "_ .0.6 P 100
W

Verimlilik genellikle yüzde olarak ifade edilir - yani, giriş gücünün yüzde kaçının yararlı çıktı olarak kullanılabileceğini ifade eder. Yüzde verimliliği hesaplamak için, verimlilik oranını %100 ile çarpın. Yukarıdaki örnekte verimlilik %60'dır.

Bir mobil vericinin, 13.8 V'de %52 verimlilikle 100 W'lık bir RF güç çıkışına sahip olduğunu varsayalım. Aracın alternatör sistemi, aküyü bu voltajda 5.0 A oranında şarj eder. Alternatör verimliliğinin %68 olduğunu varsayarsak, vericiyi çalıştırmak ve aküyü şarj etmek için motor ne kadar beygir gücü üretmelidir? Çözüm: Aküyü şarj etmek için alternatör 13.8 V x 5.0 A = 69 W üretmelidir. Verici de giriş gücü 100 W/0.52 = 190 W'dir. Bu nedenle, alternatörden gereken toplam elektrik gücü 190 + 69 = 259 W'dir. Motor yükü o zaman:

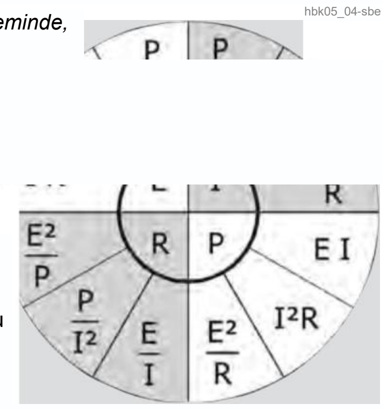
P, _! o _ 259 W _ 381w
r Eff 0.68

Bunu, beygir gücü ve watt arasında dönüştürmek için daha önce verilen dönüşüm faktörünü kullanarak beygir gücüne dönüştürebiliriz:

381 W
---- = 0.51 beygir gücü (hp)
746 W/hp

Ohm Yasası ve Güç Çemberi

Elektrik Enerjisi Teknolojisi programımın ilk döneminde, verilen ilk zorluklardan biri Özel eğitmenimiz - Roger Crerie - tarafından Yeni birinci sınıf öğrencileri tanımlamak ve Olabilecek 12 denklem veya formül geliştirin Voltaj, akım, direnç belirlemek için kullanılır ve güç. Ohm Yasası şöyle ifade edilir: **R** = E/İ ve bu denklem formlarından üçünü sağlarken, temel denklem Akım ve voltaj için güç (P = İ x E) üç tane daha hesapladı. Bilinen altı denklemle, öğrencilerinin kalan altı denklemi geliştirmeleri için matematiksel ikame uygulamak sadece bir meseleydi. Birlikte, bu 12 denklem Şekil **2.A1'de gösterilen voltaj (E), akım (İ), direnç (R) ve güç (P) çemberini veya tekerleğini oluşturur.** Tıpkı Roger'ın Önceki öğrenciler öğrenmişti Worcester İndustrial Teknik İnstitute (Worcester, Massachusetts), 82 Sınıfımız şimdi çalışmalarımıza veya mesleklerimize devam etmek için gereken temel elektrik formüllerini elinde tutuyordu. Şekil 2.A1'de görülebileceği gibi, bu dört elektriksel miktardan herhangi birini, diğer ikisinin değerini bilerek belirleyebiliriz. Bu sayfayı referansınız için işaretli tutmak isteyebilirsiniz. Muhtemelen yıllar geçtikçe bu formüllerin çoğunu kullanacaksınız - bu kesinlikle benim deneyimim oldu. Dana *G. Reed, W1LC*



Şekil 2.A1 - **Elektrik formülleri**

2.4.4 Ohm Yasası ve Güç Formülleri

Bir dirençteki elektrik gücü ısıya dönüştürülür. Güç ne kadar büyük olursa, ısı o kadar hızlı üretilir. Ohm Yasası eşdeğerini E ve İ ile değiştirerek, güç için aşağıdaki formüller elde edilir:

P = EP/R

ve

P = i2 x R

Bu formüller güç hesaplarında kullanışlı-

Direnç ve akım veya voltaj (ancak her ikisi de değil) bilindiğinde tionlar.

Örnek: Uygulanan potansiyel 200 V ise, 4000-£ direnç ile ne kadar güç dağıtılacaktır (ısıya dönüştürülür)?

E Mİ? 40000 V?
P--:---10. () W
R 4000£2

Başka bir örnek olarak, 20 mA'lık bir akımın 300-92 dirençten aktığını varsayalım. Sonra :

P = İ? X R = 0.020? A MI? x 300 ©2

P = 0.00040 A? X 300 ©

P = 0,12W

Akımın, formülde yer değiştirmeden önce miliamperlerden amperlere değiştirildiğini unutmayın.

Radyo çalışması için dirençler birçok boyutta yapılır, en küçüğü yaklaşık 1/16 W güç seviyelerinde güvenli bir şekilde çalışacak şekilde derecelendirilir. Amatör ekipmanlarda yaygın olarak kullanılan en büyük dirençler yaklaşık 100 W olarak derecelendirilmiştir. Kukla yük antenlerinde kullanılanlar gibi büyük dirençler, güç taşıma yeteneklerini artırmak için genellikle yağ ile soğutulur .

2.5 Devre kontrol bileşenleri

2.5.1 Anahtarlar

Anahtarlar, belirli bir devrede akan bir akıma izin vermek veya kesmek için kullanılır. Çoğu anahtar mekanik cihazlardır, ancak aynı etki solidstate cihazlarla elde edilebilir.

Anahtarlar birçok farklı formda ve çok çeşitli derecelendirmelerde gelir. En önemli dereceler *voltaj işleme ve akım işleme yetenekleridir*. Voltaj derecesi genellikle hem *arıza voltajı derecesini hem de kesme voltajı derecesini içerir.* Arıza derecesi, anahtarın terminalleri arasında voltaj yayılmadan önce anahtarın açık olduğunda dayanabileceği maksimum voltajdır. Kesme voltajı derecesi, anahtarın ark olmadan kesebileceği maksimum voltaj miktarıdır. Normalde, kesme voltajı derecesi daha düşük değerdir ve bu nedenle anahtar için verilen (ve üzerine basılan) değerdir.

Genellikle evde bulunan anahtarlar genellikle 125 V ac ve 15 ila 20 A arasında derecelendirilir. Otomobillerdeki anahtarlar genellikle 12 V de ve birkaç amper için derecelendirilir. Bir anahtarın arıza voltaj derecesi öncelikle kontakları çevreleyen yalıtım malzemesine ve kontaklar arasındaki ayrıma bağlıdır. Plastik veya fenolik malzeme normalde hem yapısal destek hem de yalıtım sağlar. Seramik malzeme, özellikle döner (gofret) anahtarlarda daha iyi yalıtım sağlamak için kullanılabilir.

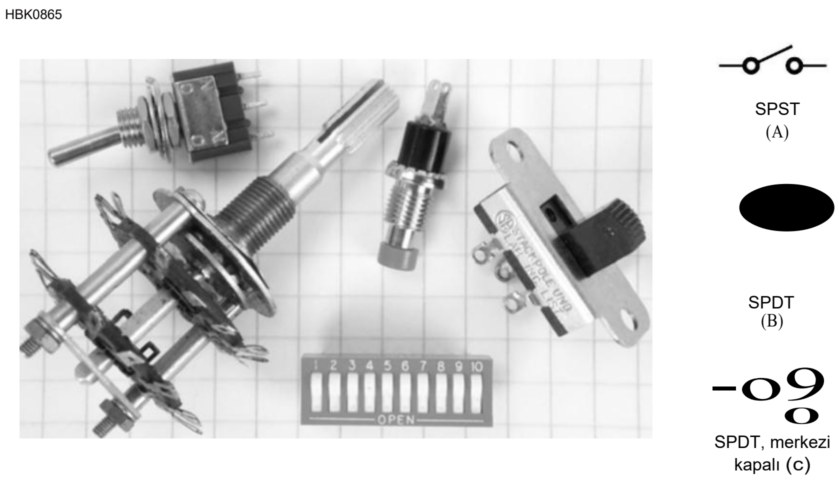
Bir anahtarın akım derecesi hem *akım taşıma kapasitesini hem de kesme özelliğini içerir.* Anahtarın akım taşıma kapasitesi, temas malzemesine ve boyutuna ve kontakları kapalı tutmak için uygulanan basınca bağlıdır. İt öncelikle izin verilen temas sıcaklığı artışından belirlenir. Daha büyük ac anahtarlarında ve çoğu de anahtarında, kesme özelliği genellikle Mevcut taşıma değeri.

Çoğu güç anahtarı alternatif akım kullanımı için derecelendirilmiştir. AC akımı her döngüde iki kez sıfırdan geçtiğinden, anahtarlar, ark olmadan doğrudan akımlardan çok daha yüksek alternatif akımları başarıyla kesebilir. 10-A ac akım derecesine sahip bir anahtar, bir amper veya ikiden fazla de kapatmak için kullanılan kontaklara kavis verebilir ve zarar verebilir.

Anahtarlar normalde *kutup sayısı (kontrol* edilen devreler) *ve atmalar veya pozisyonlar (devre* yolu seçimleri) ile belirlenir. En basit anahtar, Şekil **2.9A'de gösterildiği gibi tek kutuplu, tek atışlı (SPST) bir anahtar olan açma-kapama anahtarıdır. Kapalı** konum, akımı başka bir devreye yönlendirmez. The

Bir sonraki adım, mevcut yolu başka bir yola değiştirmek olacaktır. Bu, Şekil 2.9B'de gösterildiği gibi tek kutuplu, çift atışlı (SPDT) bir anahtar olacaktır. Kapalı bir pozisyon eklemek, Şekil 2.9C'de gösterildiği gibi tek kutuplu, çift atışlı, merkez kapalı (ONO FF-ON) bir anahtar verecektir.

Bu tür birkaç anahtar, aynı mekanik aktivatör tarafından çift kutuplu, üç kutuplu veya daha fazla, ayrı kontrol yolları sağlamak için aynı anda etkinleştirilebilir veya harekete geçirilebilir. Anahtarlar çeşitli şekillerde etkinleştirilebilir. En yaygın yöntemler leverortoggle, buton ve döner - anahtarlardır. Bunların örnekleri showninFigure2.9D. Çoğu anahtar ayarlandıktan sonra yerinde kalır, ancak bazıları yay yüklüdür, bu nedenle yalnızca içinde kalırlar



Şekil 2.9 - Çeşitli anahtar türlerinin şematik diyagramları. A bir SPST, B bir SPDT ve C bir merkez kapalı konuma sahip bir SPDT anahtarıdır. Fotoğraf (D), çeşitli anahtar stillerinin örneklerini gösterir. % -inch-ruled grafik kağıt arka planı boyut karşılaştırması sağlar.

Orada tutulurken istenen pozisyon. Bunlara *anlık* anahtarlar denir.

Döner/gofret anahtarları çok karmaşık anahtarlama modelleri sağlayabilir. Her bir gofrete birkaç kutup (ayrı devreler) dahil edilebilir. Birçok gofret aynı şaft üzerinde istiflenebilir. Sadece birçok farklı devre aynı anda kontrol edilmekle kalmaz, aynı zamanda farklı gofretler üzerindeki farklı kutupları/pozisyonları birbirine bağlayarak, yüksek derecede devre anahtarlama mantığı geliştirilebilir. Bu tür anahtarlar, döndürüldüklerinde farklı yollar seçebilir ve ayrıca, bileşenlerin veya yolların sayısını bağlamak için ardışık kontakları birlikte "kısaltabilir".

Döner anahtarlar, bir diğerini yapmadan önce bir kontağı kırmak *(break-before-make) veya* arklamayı ortadan kaldırmak veya belirli mantık işlevlerini yerine getirmek için birincisini (make-before-break) kesmeden önce iki kontağı kısa tutmak için de tasarlanabilir. İki tip anahtar genellikle değiştirilemez ve devre yapımı veya onarımı sırasında birbirinin yerine uygun olmayan şekilde ikame edilirse hasara neden olabilir. Bir fazla veya fleamarket satıcısından döner anahtarlar satın alırken, anahtarın tipinin doğru olduğundan emin olun.

Microswitchler, makine bileşenlerinin çalışması, bir kapının açılması veya kapanması veya başka bir mekanik hareketle çalıştırılacak şekilde tasarlanmıştır. Bir insan tarafından kullanılacak bir kulp veya düğme tipi aktüatörün yerine, mikroswitchler bir muhafaza veya makinenin parçası olarak harekete geçirilmek için daha uygun kollara veya düğmelere sahiptir.

Belirli bir görev için bir anahtar seçerken, işlev, voltaj ve akım değerleri, kullanım kolaylığı, kullanılabilirlik ve maliyet dikkate alınmalıdır. Bir anahtar sık sık çalıştırılacaksa, daha kaliteli bir anahtar genellikle uzun vadede daha az maliyetlidir. Sinyal gürültüsü veya temas korozyonu potansiyel bir sorundur (genellikle düşük akımlı sinyal uygulamalarında), altın kaplama kontaklar elde etmek en iyisidir. Altın oksitlenmez veya aşınmaz, bu nedenle çok düşük sinyal seviyelerinde özellikle önemli olabilecek daha kesin temas sağlar. - plama, yüksek akım layanmayacaktır.

2.5.2 Sigortalar ve Devre Kesiciler

Devre kablolarını veya ekipmanlarını korumak için sigortalar kendini imha eder. Eriyen veya *patlayan sigorta elemanı,* genellikle bir tür kartuşa monte edilmiş, dikkatlice şekillendirilmiş yumuşak bir metal parçasıdır. Eleman, belirli bir miktarda akımı güvenli bir şekilde taşımak ve nominal değerin üzerinde belirli bir yüzde olan mevcut bir değerde eritmek için tasarlanmıştır.

En önemli sigorta derecesi, üflemeden belirsiz bir süre boyunca güvenle taşıyacağı ... erime akımı türüne bağlıdır

Malzemenin, elemanın şekli ve kartuşun ve tutucunun ısı dağılım kabiliyeti, diğer faktörlerin yanı sıra.

Bir sonraki en önemlisi, zamanlama - özellikleri veya sigorta elemanının belirli bir akım aşırı yüklemesi altında ne kadar hızlı üflendiğidir. Bazı sigortalar *(yavaş darbe)* kısa bir süre için aşırı yük taşımak üzere tasarlanmıştır. Tipik olarak, ilk başlatıldığında büyük bir inrush akımına sahip olan motor başlatma ve güç kaynağı devrelerinde kullanılırlar. Diğer sigortalar, hassas aletleri ve katı hal devrelerini korumak için çok hızlı bir şekilde üflemek üzere tasarlanmıştır.

Bir sigortanın hem voltajda bir değeri hem de ac veya de devrelerde kullanılması beklenip beklenmediği bir voltaj derecesi vardır. Voltaj derecesi, açık bir sigortanın ark olmadan dayanabileceği voltaj miktarıdır. Asla değiştirdiğinden daha yüksek bir akım derecesine sahip bir sigortayı değiştirmemeniz gerekirken, daha yüksek voltaj derecesine sahip bir sigorta kullanabilirsiniz.

Şekil 2.10A, AC ile çalışan radyo ve test ekipmanlarında karşılaşılması muhtemel tipik kartuş tarzı silindirik sigortaları göstermektedir. Şekil 2.l0A'in alt yarısında gösterilen otomotiv tarzı sigortalar, amatör istasyonların düşük voltajlı güç kablolarında yaygın olarak kullanılmaktadır. Bunlara "bıçak" sigortaları denir. Araç seviyesindeki gerilimler için derecelendirilmiş otomotiv



(A)



(B)

Şekil 2.10 - Bu fotoğraflar çeşitli sigorta stillerinin örneklerini göstermektedir. Kartuş tipi sigortalar (A, üst) kullanabilir
Cam veya seramik yapı. Orta sigorta yavaş darbe tipidir. Otomotiv bıçak tipi sigortalar (A, alt) düşük voltajlı kullanım için yaygındır. Ac kablolama için tipik bir ev devre kesici B'de gösterilir.

Devre kesiciler sigortalarla aynı işlevi yerine getirir - bir devreyi açar ve aşırı yük oluştuğunda akım akışını keserler. Bir erime elemanının İnstead, devre kesiciler aşırı akım mevcut olduğunda bir anahtar açmak için yaylı manyetik mekanizmalar kullanır. Aşırı yük düzeltildikten sonra, devre kesici sıfırlanabilir. Devre kesiciler genellikle amatörler tarafından ev ac kablolamasında (Şekil 2.l0B'de tipik bir ac devre kesici gösterilir) ve de güç kaynaklarında kullanılır.

Bir yedek sigorta veya devre kesici, aynı akım derecesine ve yerini aldığı sigorta ile aynı özelliklere sahip olmalıdır. Asla bir sigortayı daha büyük bir akım derecesiyle değiştirmeyin. Ekipmanda dahili bir sorun olduğunda daha büyük akımların akmasına izin vererek kablolama veya devre elemanlarında kalıcı hasara (belki de yangına) neden olabilirsiniz. (Sigortalar ve devre kesiciler hakkında ek tartışmalar **Güvenlik bölümünde verilmiştir.)**

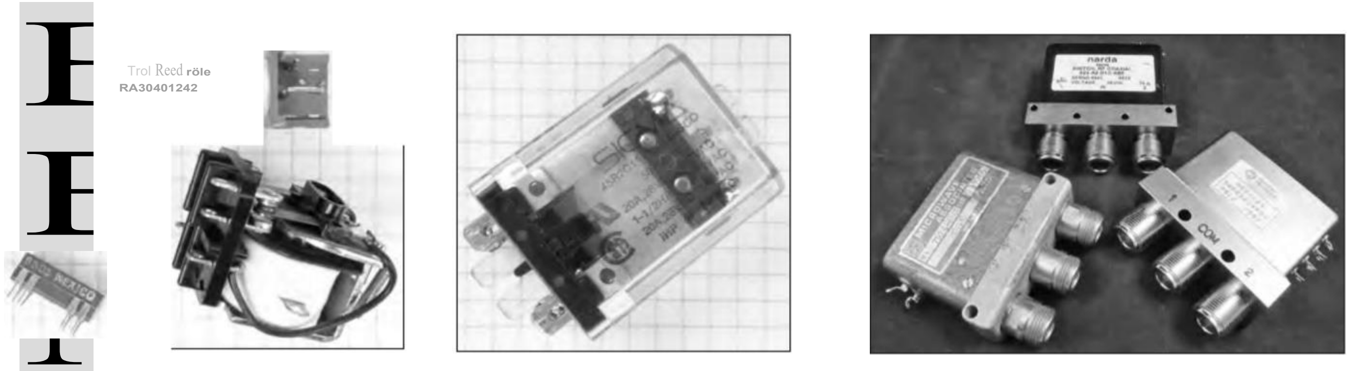
Sigortalar üfleme ve devre kesiciler çeşitli nedenlerle açılır. Bunun en belirgin nedeni, devrede bir problemin gelişmesi ve çok fazla akımın akmasına neden olmasıdır. Bu durumda, devre probleminin düzeltilmesi gerekir. Bir sigorta, mevcut derecesinin yakınında açılıp kapanmaktan başarısız olabilir. Tekrarlanan termal stres metal yorgunluğuna ve sonunda sigortanın patlamasına neden olur. Bir sigorta, anlık bir güç dalgalanması nedeniyle veya hatta birkaç kez açılıp kapanan büyük bir inrush akımına sahip ekipmanı hızla çevirerek de patlayabilir. Bu durumlarda sadece sigortayı aynı tip ve değerle değiştirmek gerekir .

Panel montajlı sigorta tutucuları, uç terminale bağlı bir ac güç devresinin sıcak kablosuyla (bir ac güç kablosunun siyah teli) kablolanmalı ve halka terminali, şasi içindeki güç anahtarına veya devreye bağlanmalıdır. Bu, sigorta tutucusundan çıkarılırken voltajı sigortadan çıkarır. Bu aynı zamanda hat bağlantısını sigorta tutucunun uzak ucunda, kolayca erişilemeyen yerlerde bulur.

2.5.3 Röleler ve Solenoidler

Röleler bir elektrik sinyali tarafından kontrol edilen anahtarlardır. *Elektromekanik röleler, bir* elektromanyetik *bobin ve bobinde* akan akım tarafından enerjilendirildiğinde bobinin manyetik alanı tarafından çekilen hareketli bir armatürden oluşur. Armatürün hareketi anahtar kontaklarını birlikte veya ayrı olarak iter. Birçok kontak seti aynı armatüre bağlanabilir ve birçok devrenin tek bir sinyalle kontrol edilmesini sağlar. Bu şekilde, bobine enerji veren sinyal voltajı, büyük voltajları ve/veya akımları taşıyan devreleri kontrol edebilir.

Rölelerin enerjili ve enerjisiz iki konumu veya durumu vardır. *Normalde kapalı* (NC) olarak adlandırılan kontak setleri, röle enerjisiz olduğunda kapatılır ve enerjilendiğinde açılır. *Normalde açık* (NO) iletişim setleri



(A) (B) (C)

Şekil 2.11 - Bu fotoğraflar, çeşitli stil ve röle boyutlarının örneklerini göstermektedir. Fotoğraf A, büyük bir kamış rölesini ve entegre bir devre büyüklüğündeki bir pakette küçük bir kamış rölesini gösterir. Kontaklar ve bobin açık çerçeve rölesinde açıkça görülebilir. Fotoğraf B, plastik bir kasanın içindeki bir röleyi gösterir. Fotoğraf A ve B için arka plan ızgarası, boyut karşılaştırması sağlamak için ¼ inçtir. Fotoğraf C, VHF ve daha yüksek frekanslarda RF anahtarlama için kullanılan N tipi konektörlere sahip üç fazla SPDT koaksiyel rölesini gösterir.

röle enerjilendiğinde kapanır.

Anahtarlar gibi, röle kontakları da arıza voltajı, kesme ve akım taşıma değerlerine sahiptir. Bunlar, rölenin bobinine enerji vermek için voltaj ve akım gereksinimleriyle aynı değildir. Röle kontakları (ve yuvaları) ac, de veya RF sinyalleri için tasarlanabilir. Amatör ekipmanlarda kullanılan röleler için en yaygın kontrol voltajları 12 V de veya 120 V ac'dir. 6, 24 ve 28 V de ile röleler ve 24 V ac bobinleri de yaygındır. **Şekil 2.11,** amatör ekipmanlarda bulunan bazı tipik röleleri göstermektedir.

De bobinleri olan röleler, enerji verildiğinde bobinde enerji depolar. Bobine voltaj çıkarıldığında, depolanan enerji, röle sürücü devresine zarar verebilecek büyük bir voltaj geçişi oluşturur. Bobinin depolanmış enerjisini yönetme teknikleri, **Devreler ve Bileşenler bölümünde "Transistörü Anahtar Olarak Kullanma"** bölümünde sunulmuştur.

Bir rölenin *çekme voltajı,* bobinin armatürün hareket etmesine ve rölenin durumunu değiştirmesine neden olacağı garanti edilen minimum voltajdır. *Tutma voltajı* minimumdur Rölenin, röle etkinleştirildikten sonra armatürü enerji verilen konumda tutması garanti edilen voltaj. Bir rölenin çekme voltajı, bobinin manyetik histerezisi nedeniyle tutma voltajından daha yüksektir (bu *bölümde daha sonra manyetik malzemeler üzerinde seethe bölümü). Akım algılama röleleri, bobine* - uygulanan voltaja bakılmaksızın, bobinden geçen akım belirli bir değeri aştığında devreye girer. Kontrol sinyali voltaj yerine akım olduğunda kullanılırlar.

Mandallı rölelerin iki bobini vardır; Her biri armatürü, diğer bobin enerjilenene kadar kaldığı farklı bir konuma taşır. Bu röleler genellikle taşınabilir ve düşük güçlü ekipmanlarda kullanılır, böylece kontak - konfigürasyonu röleye sürekli güç sağlamaya gerek kalmadan korunabilir.

Reed rölelerinde armatür yok. Kontaklar, bir bobin ile çevrili bir cam veya plastik tüp içinde manyetik şeritlere veya "sazlara" bağlanır. Bobine akım uygulandığında sazlar birlikte veya ayrı hareket eder, kontakları açar veya kapatır. Reed röleleri çok açılıp kapanabilir Hızlı ve genellikle iletim-alma anahtarlama devrelerinde kullanılır.

Katı hal röleleri (SSR), mekanik kontaklar yerine transistörler ve manyetik bobinler yerine elektronik devreler kullanır. Güç ve kontrol devrelerinde elektromekanik röleler için yedek olarak tasarlanırlar ve düşük seviyeli ac veya de devrelerinde kullanılmazlar.

Koaksiyel röleler, RF sinyallerini işlemek için tasarlanmış bir armatüre ve kontaklara sahiptir. Koaksiyel rölelerdeki sinyal yolu, RF sistemlerinde kullanım için belirli bir karakteristik empedansı korur. RF devreleri için koaksiyel konektörler kullanılır. Koaksiyel röleler tipik olarak anten sistemi konfigürasyonlarını kontrol etmek veya bir alıcı-vericiyi doğrusal bir amplifikatör ile bir anten arasında değiştirmek için kullanılır.

Bir *solenoid* bir röleye çok benzer, ancak hareketli armatür harekete geçiren anahtar kontakları yerine, solenoid bazı mekanik cihazları harekete geçirmek için bir kolu veya çubuğu hareket ettirir. Solenoidler radyo ekipmanlarında yaygın olarak kullanılmaz, ancak ilgili sistemlerde veya cihazlarda karşılaşılabilir .

2.6 Kapasitans ve Kapasitörler

Elektrostatik bir *alanda bir elektrik yükü oluşturmak ve tutmak mümkündür. Bu* fenomene *kapasitans denir* ve kapasitans sergileyen cihazlara *kapasitörler denir.* (Eski makaleler ve metinler eski *kondenser terimini kullanır.) **Şekil 2.12,*** kapasitörler için şematik sembolleri göstermektedir: Tek bir kapasitans değerine sahip sabit bir kapasitör (Şekil 2.12A) ve bir dizi değer üzerinde ayarlanabilir değişken kapasitörler (Şekil 2.12B). Eğer kapasitör *polarize bir tipteyse,* bu da gerilimlerin belirli bir polarite ile uygulanması gerektiği anlamına gelir, semboldeki düz çizgi en pozitif voltaja bağlanırken, eğri hat daha negatif voltaja gider. Netlik için, polarize bir kondansatör sembolünün pozitif terminali genellikle bir + sembolü ile işaretlenir. *Polarize olmayan* kondansatörler için sembol iki düz çizgi olabilir veya + sembolü atlanabilir. Şüphe olduğunda, danışman kondansatör özellikleri veya devreler parça listesi .

2.6.1 Elektrostatik Alanlar ve Enerji

Bir *elektrostatik alan, iki* zıt elektrik yükü veya farklı miktarda yük içeren bölgeler gibi iki nokta arasında bir voltaj olduğunda oluşturulur. Alan, alandaki elektrik yüklerinin (elektron veya iyon gibi) alanın yönünde bir kuvvet hissetmesine neden olur. Yükler hareket etmekte serbest değilse, bir yalıtkanda olduğu gibi, alanın enerjisini *potansiyel enerji olarak depolarlar,* tıpkı bir yüzey tarafından yerinde tutulan bir ağırlık yerçekimi enerjisini depolar. Yükler hareket etmekte serbestse, alanın depolanan enerjisi *kinetik enerjiye dönüştürülür.* Tıpkı ağırlığın bir yerçekimi alanına düşmesi için serbest bırakılması gibi hareket .

Alan, elektrik yükü tarafından hissedilen kuvvetin yönünü gösteren kuvvet çizgileriyle temsil edilir. Her elektrik yükü bir elektrik alanı ile çevrilidir. Alanın kuvvet çizgileri yükle başlar ve yükten uzaya doğru uzanır. Kuvvet çizgileri başka bir yükle (proton ve elektron arasındaki kuvvet çizgileri gibi) sonlanabilir veya sonsuza kadar uzayabilir.

Elektrostatik alanın gücü *metre başına volt (Vim) olarak ölçülür.* Daha güçlü alanlar, hareketli yüklerin daha güçlü bir şekilde hızlanmasına neden olur (tıpkı daha güçlü yerçekimi ağırlıkların daha hızlı düşmesine neden olur) ve sabit yüklerde daha fazla enerji depolar. V/m'deki alan ne kadar güçlü olursa, alandaki elektrik yükü o kadar fazla kuvvet hissedecektir. Elektrik alanın gücü, kaynağından, elektrik yükünden uzaklığın karesi ile azalır.

2.6.2 Kapasitör

İki düz metal plakanın birbirine yakın yerleştirildiğini (ancak dokunmadığını) ve **Şekil 2.13A'de gösterildiği gibi bir anahtar aracılığıyla bir aküye bağlandığını varsayalım.** Anahtar kapatıldığı anda, elektronlar üst plakadan pilin pozitif terminaline çekilirken, aynı miktar negatif pil terminalinden itilir ve alt plakaya itilir. Bu yük dengesizliği plakalar arasında bir voltaj oluşturur. Sonunda, plakalar arasındaki voltajı pil voltajı ile aynı yapmak için yeterli elektron bir plakaya ve diğerinden dışarı hareket eder. Bu noktada, arasındaki voltaj Plakalar elektronların daha fazla hareketine karşı çıkar ve daha fazla akım akışı gerçekleşmez .

Plakalar bu şekilde şarj edildikten sonra anahtar açılırsa, üst plaka elektron eksikliği ve alt plaka fazlalığı ile bırakılır. İki plaka arasında akım yolu olmadığından, voltajın kaynağı olan aküye artık bağlı olmamalarına rağmen şarjlı kalırlar. Şekil 2.13B, ayrılmış yükler plakalar arasında bir elektrostatik alan oluşturur. Elektrostatik alan, elektronların plakalardan veya plakalardan akmasına neden olarak pil tarafından harcanan enerjiyi içerir. Bu iki plaka bir *kapasitör, bir* elektrik alanında elektrik enerjisi depolama özelliğine sahip bir cihaz, *kapasitans adı verilen bir özellik oluşturur.*

Kapasitör plakalarında tutulan elektrik yükü miktarı, uygulanan voltaj ve kapasitörün kapasitansı ile orantılıdır:

$$Q = CV$$

nerede

Q = coulomb cinsinden yük,

C = faradlarda kapasitans (F), ve

V = Volt cinsinden elektrik potansiyeli. (Bu ve aşağıdaki denklemde V yerine Eis sembolü de yaygın olarak kullanılır.)

Bir kapasitörde depolanan enerji de bir Voltaj ve kapasitans fonksiyonu:

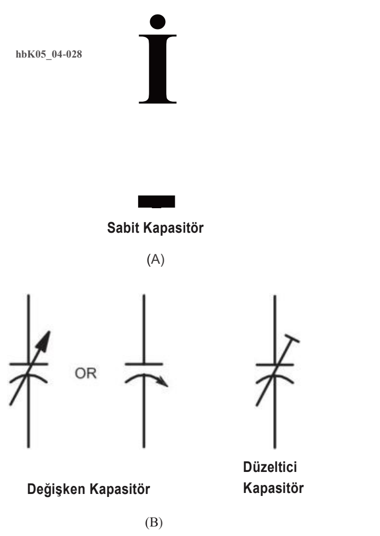
$$U - \frac{VC}{2}$$

Burada U = joule (J) veya watt-saniye cinsinden enerji.

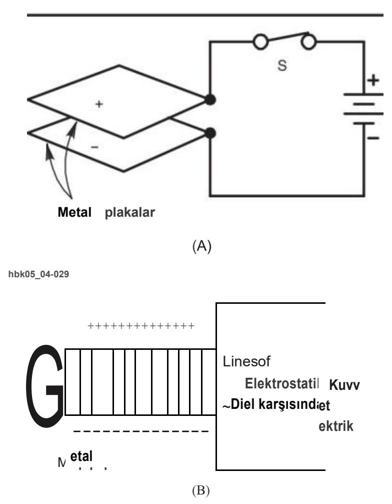
Bir tel aynı anda iki plakaya dokunursa (kısa devre yapar), plakalar arasındaki voltaj, alt plakadaki fazla elektronların telden üst plakaya akmasına ve elektriksel tarafsızlığı geri kazanmasına neden olur. Plakalar daha sonra boşaltılır.

Şekil 2.14, devredeki voltajı ve akımı gösterir, ilk olarak, kondansatörü şarj etmek için anahtar kapatılır ve ikincisi, kondansatörü boşaltmak için kısa devre anahtarı kapatılır. Şarj ve deşarj dönemlerinin çok kısa olduğunu, ancak sıfır olmadıklarını unutmayın. Bu sonlu şarj ve deşarj süresi kontrol edilebilir ve zamanlama devrelerinin oluşturulmasında yararlı olacaktır.

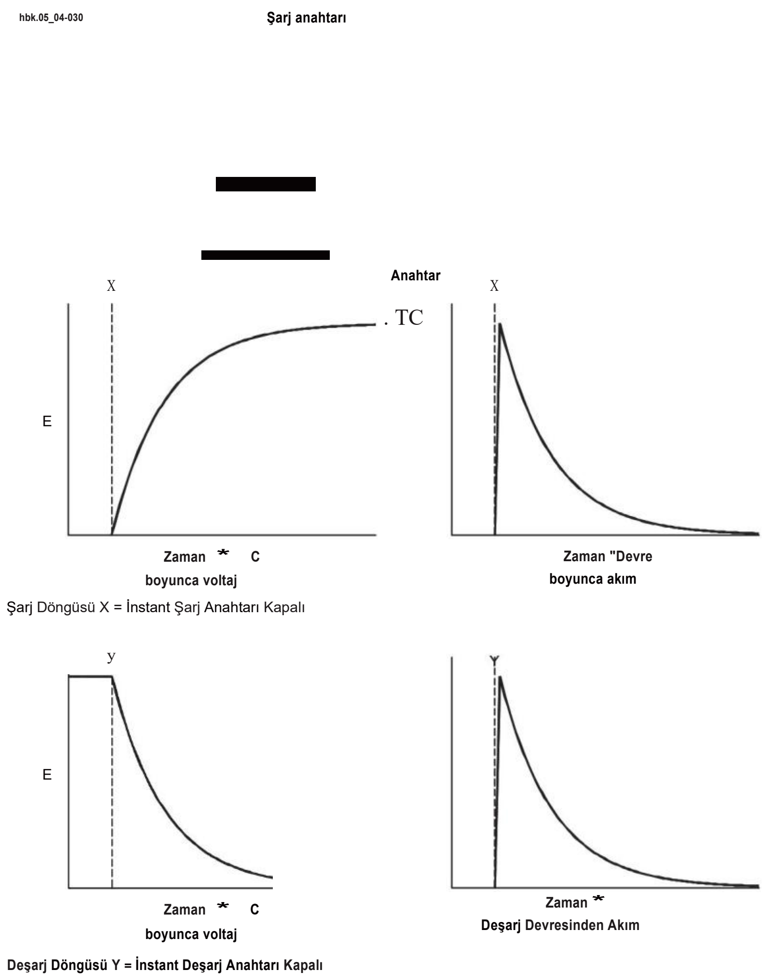
Elektronların hareket ettiği süre boyunca - yani, kondansatör şarj edilirken veya boşaltılırken - devre görünüşe göre kondansatör plakaları arasındaki boşluk tarafından kırılmış olsa bile devrede bir akım akar. Akım sadece şarj ve deşarj sırasında akar ve bu süre genellikle çok kısadır. Sürekli akış yok



Şekil 2.12 - Sabit bir kapasitör için şematik sembol A'da gösterilmektedir. Değişken bir kapasitör için semboller B'de gösterilmektedir .



Şekil 2.13 - A'daki temel şarj düzenini ve B'deki elektrostatik alan nedeniyle şarjın tutulmasını gösteren basit bir kapasitör.



Şekil 2.14 - Bir kondansatörün şarj ve deşarjı sırasında akım akışı. Şarj grafikleri, şarj anahtarının kapalı ve deşarj anahtarının açık olduğunu varsayar. Deşarj grafikleri tam tersini varsayar.

Bir kapasitör aracılığıyla doğru akım.

De bir kondansatörden geçemese de, alternatif akım geçebilir. Aynı zamanda, bir plaka alternatif akımın pozitif dolaşımı ile pozitif olarak şarj edilir, diğer plaka aynı oranda negatif olarak şarj edilir. (Geleneksel akımın, elektronların gerçek akışına eşit ve zıt olan pozitif yük akışı olarak gösterildiğini unutmayın.) Ters işlem, döngünün ikinci yarısında gerçekleşir, çünkü uygulanan voltajın değişen polaritesi, yük akışının da yön değiştirmesine neden olur. AC voltajının neden olduğu kapasitörün içine ve dışına sürekli akış, aşağıda açıklandığı gibi voltaj ve akım akışı arasında bir faz farkı olmasına rağmen, bir AC akımı olarak görünür.

KAPASİTENİN ÜNİTELERİ

Kapasitans temel birimi, bir elektrostatik alanda elektrik enerjisi depolamak için yeteneği, *farad olduğunu.* Bu ünite genellikle pratik radyo devreleri için çok büyüktür, ancak ca-

Birkaç farad değerindeki pacitors, küçük piller yerine veya otomotiv elektroniği için bir güç kaynağı filtresi olarak kullanılır. **Radyo** ve elektronik devrelerde karşılaşılan kapasitans genellikle **mikrofaradlarda** (µF olarak kısaltılır), nanofaradlarda (nF olarak kısaltılır) veya pikofaradlarda (pF) ölçülür. Mikrofarad bir faradın milyonda biridir (10 6 F), nanofarad bir mikrofaradın binde biridir (10 F) ve pikofarad bir mikrofaradın milyonda biridir (10-F[12]). Eski makaleler ve metinler, pikofarad yerine eski mikromikrofarad (mmF veya µµF) terimini kullanır.

CAPACITOR CONSTRUCTION

İdealleştirilmiş bir kapasitör, bir yalıtkan veya *dielektrik* tabaka, ideal olarak bir vakum ile ayrılmış bir çift paralel metal plakadır. Bir - vakum dielektrik kapasitörün kapasitansı şu şekilde verilir:

c.A520
d

nerede

C = kapasitans, faradlarda

A = plakaların alanı, cm cinsinden?

d = plakaların cm cinsinden aralığı

&, = yalıtım malzemesinin dielektrik sabiti

& o = boş alanın geçirgenliği, 8.85 x 10[1- F/cm4] .

Böyle bir paralel plakalı kapasitörün gerçek kapasitansı, plakaların kenarlarının hemen dışında bulunan elektrik alanın neden olduğu son etkiden dolayı biraz daha yüksektir.

Plaka alanı ne kadar büyükse ve plakalar arasındaki boşluk ne kadar küçükse, belirli bir voltaj için depolanabilecek enerji miktarı o kadar büyük olur ve kapasitans o kadar büyük olur. Kondansatör plakalarının daha genel adı *elektrotlardır. Bununla birlikte, amatör* literatür genellikle bir kondansatörün elektrotlarını plaka olarak ifade eder ve bu metindeki kural budur.

Kapasitans miktarı ayrıca plakalar arasında yalıtım malzemesi olarak kullanılan malzemeye de bağlıdır; Kapasitans, yalıtkan olarak hava veya vakum ile en küçüktür. Hava için diğer yalıtım malzemelerinin değiştirilmesi, kapasitansı büyük ölçüde artırabilir.

Plakalar arasındaki bir vakum veya havadan başka bir malzeme ile kapasitansın, aynı kapasitörün hava yalıtımlı kapasitansına oranı, söz konusu yalıtım malzemesinin dielektrik sabiti (& veya K) olarak adlandırılır. Kondansatörlerde dielektrik olarak yaygın olarak kullanılan bir dizi malzemenin dielektrik sabitleri **Tablo 2.2'de verilmiştir.** Örneğin, bir kapasitördeki hava için polistiren ikame edilirse, kapasitans 2.6 kat daha büyük olacaktır.

Pratik olarak, kapasitörler genellikle ikiden fazla plakaya sahiptir, alternatif plakalar **Şekil 2.15'te gösterildiği gibi iki set oluşturmak için paralel olarak bağlanır.** Bu uygulama, - küçük bir alanda oldukça büyük bir kapasitans elde etmeyi mümkün kılar, çünkü daha küçük bireysel alanın birkaç plakası, aynı toplam alanın tek bir büyük plakasının eşdeğerini oluşturmak için istiflenebilir. Ayrıca, yığının uçlarındaki ikisi hariç tüm plakalar, her iki taraftaki diğer grubun plakalarına maruz kalır ve bu nedenle kapasitansı arttırmada iki kat daha etkilidir.

Bu fiziksel özelliklerden kapasitansı hesaplamak için formül:

C _ 0.2248 K A (-D
d

nerede

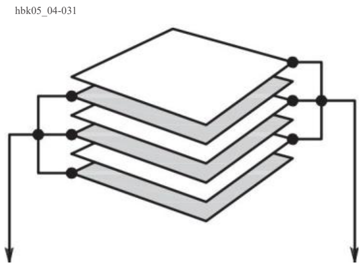
C = pF cinsinden kapasitans,

K = plakalar arasındaki malzemenin dielektrik sabiti,

A = bir plakanın bir tarafının inç kare cinsinden alanı ,

d = plaka yüzeylerinin inç cinsinden ayrılması ve

n = plaka sayısı.



Şekil **2.15** - Çok plakalı bir kondansatör. **Alternatif plakalar birbirine bağlanır ve yük depolamak için mevcut toplam alanı arttırır.**

Eğer alan (A) santimetre kare ve ayırma (d) santimetre ise, o zaman kapasitans formülü olur

c 00885K A (- b
d

Bir gruptaki plakalar diğerindeki plakalarla aynı alana sahip değilse, daha küçük plakaların alanını kullanın.

Örnek: Dielektrik hava ise, her biri 1.50 inç kare alana sahip, 0.00500 inç mesafeyle ayrılmış iki bakır plakanın kapasitesi nedir?

c 02248K A (5- b d

c 02249911s00-1
0.00500
C = 67.4 pF

Dielektrik mineral yağ ise kapasitans nedir? (Uygun dielektrik sabiti için Tablo 2.2'ye bakınız.)

c 02248822381.900-1
0.00500

C = 150.3 pF

2.6.3 Seri ve Paralel Kapasitörler

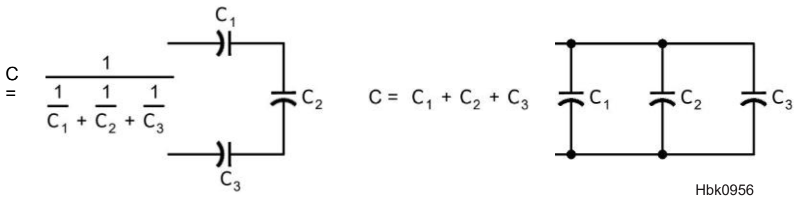
Bir dizi kapasitör paralel olarak bağlandığında, **Şekil 2.16'nın sağ tarafında olduğu gibi,** grubun toplam kapasitansı, bireysel kapasitelerin toplamına eşittir:
Cima C1 + C2 + C3 + C4... + C,

İki veya daha fazla kapasitör seri olarak bağlandığında, Şekil 2.16'nın sol tarafında olduğu gibi, toplam kapasitans gruptaki en küçük kapasitörden daha azdır. Kural

Tablo 2.2
Ortak Kondansatör Dielektrik Malzemelerinin Göreceli Dielektrik Sabitleri

Malzeme	*Dielektrik Sabiti (k)*	*(Organik veya (I) norganic*
Vakum	1 (tanım gereği)	BEN
Hava	1.0006	BEN
Yakut mika	6.5 -8.7	BEN
Cam (çakmaktaşı)	10	BEN
Baryum titanat (sınıf İ)	5- 450	BEN
Baryum titanat (sınıf 11)	200 - 12000	BEN
Kraft kağıdı	- 2.6	O
Mineral yağ	= 2.23	O
Hint yağı	= 4.7	O
Halowax	5.2	0
Klorlu difenil	"' 5.3	0
Poliisobütilen	= 2.2	O
Politetrafloroetilen	"'2.1	0
Polietilen tereftalat	= 3	0
Polistiren	= 2.6	O
Polikarbonat	"' 3.1	0
Alüminyum oksit	"' 8.4	BEN
Tantal pentoksit	"'28	BEN
Niyobyum oksit	= 40	BEN
Titanyum dioksit	"' 80	BEN

(Charles A. Harper, *Elektronik için Bileşenler El Kitabı,* p8-7'den uyarlanmıştır.)



Şekil 2.16 - **Seri ve paralel kapasitörler.**

Seri bağlı kapasitörler bir dizi kapasitans bulmak için paralel bağlı dirençler bir dizi direnç bulmak için aynıdır.

1
Clair j
- + - + - +... + Ci C2 C3
C "

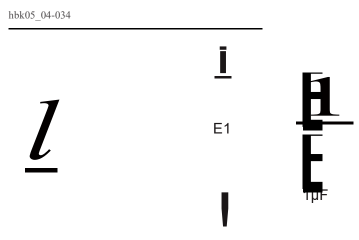
Seri olarak sadece iki kondansatör için, formül olur:

ClxC2
Ct , C1 +
C2

Boyunca aynı birimler kullanılmalıdır; Yani, tüm kapasitanslar µF, nF veya pF vb. cinsinden ifade edilmelidir. Farklı birimler aynı denklemde birleştirilemez.

Kapasitörler genellikle bir ünitede mevcut olandan daha büyük bir toplam kapasitans elde etmek için paralel olarak bağlanır. Paralel olarak bağlanan kapasitörlerin voltaj derecesi, herhangi bir kapasitörün en düşük voltaj derecesidir.

Kapasitörler seri olarak bağlandığında, uygulanan voltaj Kirchhoff'un Voltaj Yasasına göre aralarında bölünür. Durum çok ne zaman resis aynıdır -



Şekil 2.17 - Seri olarak bağlanmış kondansatörlerin bir örneği. Metin, E1'den E3'e kadar voltaj düşüşlerinin nasıl bulunacağını gösterir.

Tors seri halinde ve her birinde bir voltaj düşüşü var. Her seri bağlı kondansatör arasında görünen voltaj, tüm grubun kapasitansı ile karşılaştırıldığında, kapasitansı ile ters orantılıdır. (Bu ideal kapasitörler varsayar.)

Örnek: Sırasıyla 1, 2 ve 4 µF kapasitanslarına sahip üç kapasitör, **Şekil 2.17'de olduğu gibi seri olarak bağlanır.** Tüm seri boyunca voltaj 2000 V. Toplam kapasitans nedir? (Bu bir hesap olduğuna göre...

29.

Bir tekniği göstermek için teorik değerleri kullanarak, hesaplamalar için önemli rakamların kurallarına uymayacağız.)

Cuotal 1 1 1 + +
Cl C2 C3

1 1 1
-lμF 2μF 4μF +

= 1 -i, 4 μF = 0.5714μF

4μF

Her bir kapasitör arasındaki voltaj, söz - konusu kapasitörün kapasitansına bölünen toplam kapasitans ile orantılıdır. Cl boyunca voltaj:

E1 0•5714 1E,2000 V = 1143 V 1
μF

Benzer şekilde, C2 ve C3 arasındaki voltajlar şunlardır:

E2 0.5714 μE "2000 V = 571 V
2μF

ve

E3_ 70.5μFx 14 2000 V = 286 V 4μF

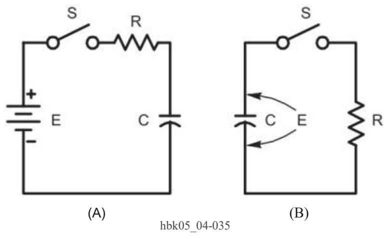
Bu üç voltajın toplamı 2000 V, uygulanan voltaja eşittir.

Kapasitörler, grubun herhangi bir kapasitörün dayanabileceğinden daha büyük bir voltaja dayanmasını sağlamak için seri olarak bağlanabilir. Takas, toplam kapasitansta bir azalmadır. Önceki örnekte gösterildiği gibi, uygulanan voltaj, tüm kapasitelerin tam olarak aynı olduğu durumlar dışında kapasitörler arasında eşit olarak bölünmez. Gruptaki herhangi bir kapasitörün voltaj derecesinin aşılmadığından emin olmak için dikkatli olun. Daha yüksek bir voltaja dayanmak için seri olarak kondansatörler kullanıyorsanız, Güç **Kaynakları** bölümünde açıklandığı gibi her kondansatöre bir "eşitleyici direnç"

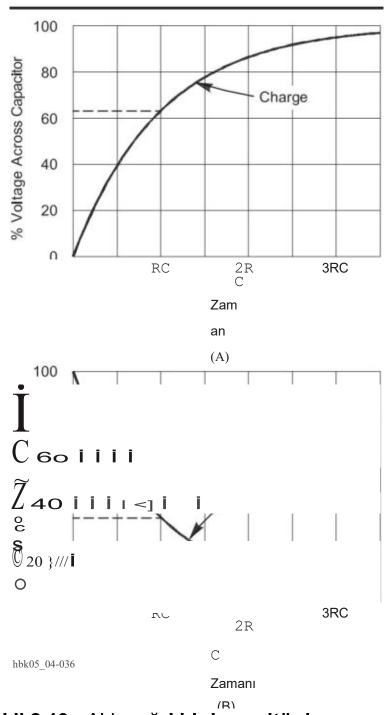
2.6.4 RC Zaman Sabiti

Lou Ernst, WA2GKH tarafından hazırlanan bir Excel elektronik tablosu, şarj ve deşarj süresi sabitlerini göstermektedir. Dosya adı Kapasitör TC Cale_Version _2.1r.xls'dir ve bu kitabın web sitesinin www.
arrl.org/arrl-handbook-reference. Ek Bilgi, Dosyalar ve Bağlantılar bölümünde mevcuttur.

Bir de voltaj kaynağını doğrudan bir kapasitörün terminallerine bağlamak, kapasitörü neredeyse anında tam kaynak voltajına şarj eder. Devreye eklenen herhangi bir direnç (Şekil **2.18A'de R olarak) akımı sınırlar** ve volt için gereken süreyi uzatır.



Şekil 2.18 - Bir RC devresi. Seri direnci, S anahtarı kapalı olduğunda (A) şarj etme ve boşaltma (B) işlemini geciktirir.



Şekil 2.19 - A'da, **eğri bir kapasitör boyunca voltajın bir dirençle şarj edildiğinde zamanla nasıl yükseldiğini gösterir. B'deki eğri, aynı direnç boyunca boşalırken voltajın bir kapasitör boyunca nasıl azaldığını gösterir. Pratik amaçlar için, bir kondansatör beş RC süresinden sonra şarj veya deşarj olarak kabul edilebilir.**

Kapasitör plakaları arasındaki yaş kaynak voltaj değerine kadar birikir. Bu şarj süresi boyunca, kaynaktan kondansatöre akan akım yavaş yavaş başlangıç değerinden düşer. Kapasitörün elektrik alanında depolanan artan voltaj, sabit kaynak voltajına artan muhalefet sunar.

Şarj edilirken, kapasitör terminalleri arasındaki voltaj zamanın üstel bir fonksiyonudur ve şu şekilde verilir:

$$V(t) = E\left(1 - e^{-\frac{t}{RC}}\right)$$

nerede

V (t) = t zamanında kapasitör voltajı ,
E = volt cinsinden güç kaynağı potansiyeli,
t = şarjın başlatılmasından sonra saniye cinsinden zaman -
ing akım,
e = doğal logaritmik taban = 2.718, **R** = ohm cinsinden devre direnci ve

(Üstel denklemleri, e ve diğer matematiksel konuları açıklayan referanslar, bu kitabın indirilebilir ek bilgilerindeki "Radyo Matematiği" makalesinde bulunur.)

T = RC'ye izin vererek, yukarıdaki denklem:

V (RC) = E (1 -e ') = 0.632 E

Faradlardaki ohm sürelerindeki C cinsinden R çarpımı, devrenin zaman sabiti (RC zaman sabiti olarak da adlandırılır) olarak adlandırılır ve kapasitörü uygulanan voltajın %63,2'sine şarj etmek için gereken saniye cinsinden süredir. (Küçük harfli Yunan harfi tau, t, genellikle elektronik devrelerde zaman sabitini temsil etmek için kullanılır.) İki zaman sabitinden sonra (t = 2t) kondansatör, bir kerede kondansatör voltajı ile uygulanan voltaj arasındaki farkın %63.2'sini, toplam %86.5'lik bir yük için şarj eder. Üç zaman sabitinden sonra, kondansatör uygulanan voltajın %95'ine ulaşır ve Şekil **2.19A eğrisinde gösterildiği gibi devam eder.** Beş zaman sabitinden sonra, uygulanan voltajın %99, 24'üne ulaşan bir kapasitör tam yüklü kabul edilir. Teorik olarak, şarj işlemi asla gerçekten bitmez, ancak sonunda şarj akımı ölçülemez derecede küçük bir değere düşer ve voltaj etkili bir şekilde sabittir.

Yüklü bir kondansatör, bir direnç vasıtasıyla boşaltılırsa, Şekil 2.18B'de olduğu gibi, aynı zaman sabiti kondansatör voltajının bozulması için de geçerlidir. Kondansatör terminalleri arasında uygulanan doğrudan bir kısa devre, kondansatörü neredeyse anında boşaltır. Direnç, R, akımı sınırlar, böylece bir direnç boyunca deşarj olan bir kondansatör, bir şarj kondansatörü ile aynı zaman sabit özelliklerini (yukarıdaki gibi hesaplanır) sergiler. Kapasitör boşalırken zamanın bir fonksiyonu olarak voltaj şu şekilde verilir:

»-[]_

Burada t = deşarj başlatıldıktan sonra saniye cinsinden zaman ve Eis deşarj başlamadan önce tam yüklü kapasitör voltajı.

Yine, t = RC'ye izin vererek, bir deşarj kondansatörünün zaman sabiti, kapasitör boyunca voltajda yaklaşık %63.2'lik bir azalmayı temsil eder. Beş zaman sabitinden sonra, kapasitör tamamen boşalmış olarak

RC Timesaver

Zaman sabitlerini hesaplarken, R'nin Mn birimlerinde ve C'nin µF birimlerinde olması durumunda, RxC'nin sonucunun saniyeler içinde olacağını hatırlamak kullanışlıdır. Bir denklem olarak ifade edilir: MO x µF = saniye

Voltaj, tam şarj voltajının %1'inden daha azına düştüğünden. Şekil 2.19B, zaman sabitleri açısından deşarj kondansatör voltajının bir grafiğidir.

Zaman sabiti hesaplamalarının radyo çalışmalarında birçok kullanımı vardır. Aşağıdaki örneklerin tümü pratik devre uygulamalarından türetilmiştir.

Örnek 1: Yüksek voltajlı bir güç kaynağındaki bir 100-µF kondansatör, 100-kQ bir direnç tarafından susturulur. Kapasitörün tamamen boşaldığı düşünülmeden önce minimum süre nedir? Tam deşarj yaklaşık beş RC periyodu olduğundan,

t = 5 x RC = 5x 100 x 1039 x

Dikkat: Kondansatörün boşalması için neredeyse bir dakika beklemek, bu yüksek voltajlı devrede güvenli görünse de, *asla* sadece kondansatör boşaltma dirençlerine (genellikle *bleeder dirençleri olarak adlandırılır) güvenmez.* Herhangi bir devre bileşenine dokunmadan önce güç kaynağının çıkarıldığından ve kapasitörlerin tamamen boşaldığından emin olun. (Bleeder dirençleri hakkında daha fazla bilgi için Güç Kaynakları bölümüne bakın.)

Örnek 2: Tıklama olmadan düzgün CW anahtarlaması, dalga formunun hem yükselen hem de düşen kenarlarının yaklaşık 5 ms (0.005 s) almasını gerektirir. Anahtarlı bir gerilim hattındaki bir RC gecikme devresi, yükseliş ve düşme süresini ayarlamak için kullanılırsa, R ve C'nin hangi değerleri kullanılmalıdır? Tam şarj ve deşarj 5 RC periyodu gerektirdiğinden,

5

5 5

Direnç ve kondansatörün herhangi bir kombinasyonu, değerleri birlikte çarpıldığında 0.001'e eşit olur. Tipik bir kapasitör 0.05 µF olabilir. Bu durumda, gerekli direnç şöyle olacaktır:

R 0.001
0.05 x 10- "p

= 0.02 x 10 ° ©2 = 20000 © 2 = 20 k ©

Pratik olarak, bir inşaatçı hesaplanan - değeri başlangıç noktası olarak kullanır. Son değer, bir osiloskop üzerindeki dalga formunu izleyerek seçilecektir.

Örnek 3: Popüler 555 zamanlayıcı İC, tetik girişi besleme voltajının 0.667'sine ulaştığında çıkış pimini etkinleştirir. 4.5 saniyelik bir zamanlama süresi için hangi kapasitör ve direnç değeri gerekli olacaktır?

İlk önce zaman sabiti, RC için şarj denklemini çözeceğiz. Eşik volt-

Yaş, besleme voltajının 0.667 katıdır, bu nedenle bu değeri V (t) için kullanırız.

--sf- *]

0.667 E = E [t -, -. ~ l

e RC = l- **0.667**

İn [, - **R** ~] = **İn (0.333)**

+ - 1.1o
RC

4.5 s zamanlama periyodu üretecek bir kapasitör ve direnç kombinasyonu bulmak istiyoruz, bu yüzden bu değeri t ile değiştiriyoruz.

5RC $5 4.1s
1.10

10 µF değerini seçersek, forR'yi çözebiliriz.

R = - * * ", = o.41x10 0 = 410 k0 10x10
" F

%1 tolerans direnci ve kapasitör iyi sonuçlar verecektir. Devreyi 4,5 saniyelik bir süreye ayarlamak için değişken bir direnç ve doğru bir zaman ölçme yöntemi de kullanabilirsiniz.

2. 7 İnductance ve İnductors

Malzemelerin manyetizmasının ve manyetik özelliklerinin tam bir tedavisi Edward Purcell tarafından Elektrik ve Manyetizma'da bulunabilir (bkz. **Bu bölüm,** intrüktans, indüktörler ve ilgili materyallerin tartışılmasıyla sınırlıdır.

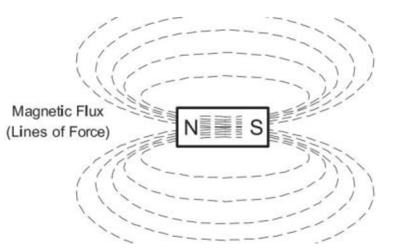
Elektrik enerjisini depolamanın ikinci bir yolu *manyetik alandır.* Bu fenomene *indüktans denir ve* indüktans sergileyen cihazlara *indüktörler denir. İnduktans,* bazı temel manyetik özelliklerden türetilmiştir.

2.7.1 Manyetik Alanlar ve Manyetik Enerji Depolama

Bir elektrik alanı bir elektrik yükünü çevrelerken, manyetik alanlar *mıknatısları çevreler.* Muhtemelen metalik çubuk, disk veya at nalı şeklindeki mıknatıslara aşinasınız. **Şekil 2.20 bir** çubuk mıknatısı gösterir, ancak bir atom kadar küçük madde parçacıkları da mıknatıs olabilir.

Şekil 2.20 ayrıca manyetik denilen kuvvet çizgileri ile çevrili mıknatısı gösterir

bbk05_04-039



Şekil 2.20 - Kalıcı bir mıknatısın manyetik alanı ve kutupları. Manyetik alanın yönü kuzeyden güney kutbuna doğrudur.

*akı, manyetik alanı temsil eder. (*Daha doğrusu*, alan* değişmediğinden manyetostatik bir alan.) Bir elektrik alanınınkine benzer şekilde, manyetik kuvvet çizgileri *(veya akı çizgileri), bir* mıknatısın alanda bir kuvvet hissedeceği yönü gösterir.

Pozitif ve negatif elektrik yükleriyle karşılaştırılabilir "manyetik yük" yoktur. Tüm

Mıknatıslar ve manyetik alanlar, *kutuplar olarak temsil edilen bir polariteye sahiptir* ve her mıknatıs - atomlardan çubuk mıknatıslara - hem *kuzey hem de güney kutbuna sahiptir.* Manyetizmanın kaynağının büyüklüğü hiçbir fark yaratmaz. Bir mıknatısın kuzey kutbu, Dünya'nın kuzey manyetik kutbuna çekilen olarak tanımlanır. (Kafa karıştırıcı bir şekilde, bu tanım, Dünya'nın Kuzey Manyetik Kutbu'nun manyetik olarak bir güney kutbu olduğu anlamına gelir!) Geleneksel akım gibi, manyetik kuvvet çizgilerinin yönü, ilk bilim adamları tarafından, mıknatısın kuzey kutbundan güney kutbuna işaret ettiği için keyfi olarak atandı.

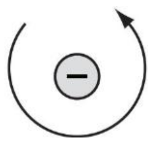
Bir elektrik alanı *açıktır -* yani, kuvvet çizgileri elektrik yükü üzerinde bir uca sahiptir ve sonsuza kadar uzanabilir. Bir manyetik alan kapalıdır, *çünkü* tüm manyetik kuvvet çizgileri bir mıknatısın kuzey ve güney kutuplarından geçen bir döngü oluşturur.

Manyetik alanlar iki tür malzeme etrafında bulunur; *kalıcı mıknatıslar* ve *- elektromıknatıslar. Kalıcı* mıknatıslar *ferromanyetik ve ferrimanyetik malzemelerden oluşur*

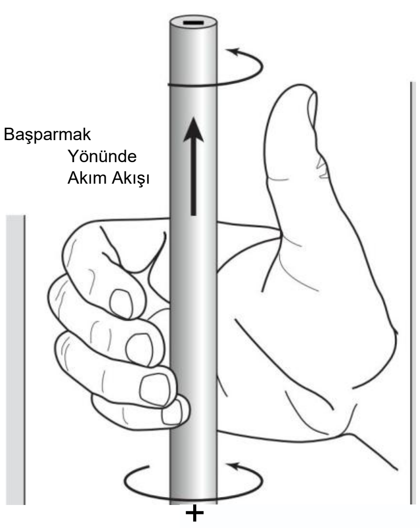
Atomları bir manyetik alan oluşturacak şekilde hizalanabilir veya hizalanabilir. Ferro veya ferrimanyetik malzemeler mıknatıslara güçlü bir şekilde çekilir. Manyetik alanın uygulanmasıyla mıknatıslanabilirler, yani manyetik hale getirilebilirler. Lodestone, manyetit ve ferritler ferrimanyetik malzemelerin örnekleridir. İron, nikel, kobalt, Alnico alaşımları ve diğer malzemeler ferromanyetiktir. *Yüksek retentiviteye sahip manyetik malzemeler* kalıcı mıknatıslar oluşturur, çünkü manyetik özelliklerini korurlar

Sağ el kuralı

Bir akımın etrafındaki manyetik alanın hangi yönde İşaret etmek mi? Neyse ki, *sağ el kuralı adı verilen basit bir yöntem var.* Sağ elinizi yumruk haline getirin, ardından aşağıdaki şekilde olduğu gibi baş parmağınızı uzatın. Baş parmağınız geleneksel akım akışının yönünü gösteriyorsa, parmaklarınız manyetik alanla aynı yönde kıvrılır. (Elektronik akımla uğraşıyorsanız, bunun yerine sol elinizi kullanın!)



(A)
Sayfadan Çıkan Akım ile Tel Manyetik Alan Saat Yönünün Tersine Sarar



(B)
Eğri Parmaklar Boyunca Manyetik Alanın "Sağ El Kuralı" Yönü

Şekil 2.A2 - **Akım akış yönünden manyetik alan yönünü belirlemek için sağ el kuralını kullanın.**

Uzun süreler boyunca. Yumuşak demir gibi diğer malzemeler, manyetik özelliklerini hızla kaybeden geçici mıknatıslar üretir.

Paramanyetik maddeler bir mıknatısa çok zayıf bir şekilde çekilir ve platin, alüminyum ve oksijen gibi malzemeleri içerir. Bakır, karbon ve su gibi diyamanyetik maddeler bir mıknatıs tarafından zayıf bir şekilde itilir.

İkinci tip mıknatıs, içinden akan bir akıma sahip bir elektrik iletkenidir. **Şekil 2.21'de gösterildiği gibi, hareketli** elektronlar, akımın hareketine dik düzlemlerde yatan telin etrafındaki dairesel kuvvet çizgileri olarak gösterilen kapalı bir manyetik alan ile çevrilidir. Doğru akım taşıyan bir telin yanına yerleştirilen bir pusulanın manyetik iğnesi, kutupları telin etrafındaki manyetik alan tarafından oluşturulan kuvvetlere cevap verdiği için saptırılacaktır.

Eğer tel **Şekil 2.22'de gösterildiği gibi asolenoide sarılırsa,** manyetik alan büyük ölçüde yoğunlaşır. Bu, bobindeki her ardışık tumdan gelen manyetik alanların bir araya gelmesiyle oluşur, çünkü her tumdaki akım aynı yönde akar.

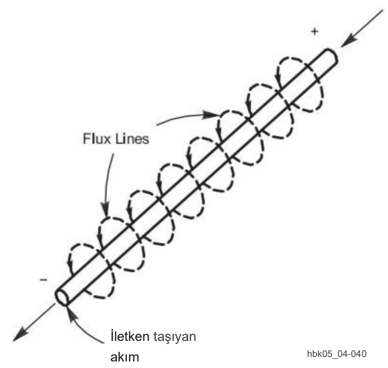
Ortaya çıkan elektromıknatısın, prensipte kutuplar ve kuvvet veya akı çizgileri de dahil olmak üzere kalıcı bir mıknatısınkilerle aynı manyetik özelliklere sahip olduğunu unutmayın. Manyetik alanın gücü birkaç faktöre bağlıdır: bobinin dönüş sayısı ve şekli, bobini çevreleyen malzemelerin manyetik özellikleri (hem iç hem de dış), bobinin uzunluğu ve akımın genliği.

Manyetik alanlar ve elektrik akımı özel bir iki yönlü bağlantıya sahiptir: Bir iletkende bir elektrik akımına (hareketli yükler) neden olan voltaj bir manyetik alan üretecek ve hareketli bir manyetik alan bir iletkende akım üreten bir elektrik alanı (voltaj) yaratacaktır. Bu, motor ve jeneratörlerin arkasındaki prensiptir, mekanik enerjiyi elektrik enerjisine dönüştürür **ve bunun tersi de geçerlidir. Tablo 2.3** benzerlikleri göstermektedir: manyetik - nicelikler ve devreler elektriksel niceliklerde ve devrelerde analoglara sahiptir. Bu göstermektedir ki

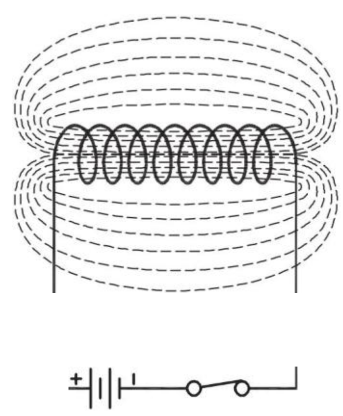
Elektrik ve manyetizma arasındaki derin ilişki, aynı madalyonun iki yüzü.

MAGNETİC AKISI

Manyetik akı, webin Sİ biriminde (İnternational System of Units) ölçülür,



Şekil 2.21 - **Elektrik akımı taşıyan bir iletkenin etrafındaki manyetik alan. Sağ elinizin baş parmağı geleneksel akım yönünde (artı eksi) işaret ediyorsa, parmaklarınız tel etrafındaki manyetik alan yönünde kıvrılır.**



Şekil 2.22 - **Akı çizgilerini ve genel manyetik alanını gösteren bir indüktörün kesiti.**

Tablo 2.3

Manyetik miktarlar

değeri	*Sembo l*	*MKS*	cgs
Manyetik akı	çizgiler	Weber, Wb = V-s	Maxwell, Mx = 10- ® Wb
Manyetik akı yoğunluğu	i	Tesla, T = Wb/m?	Gauss, G = Mx/cm? T = 10.000 G
Magnetomotive kuvvet	B	Amp dönüşü =	Gilbert, Gb = 0.79577 A
manyetik alan gücü	[T]	A	Oersted, Oe = Gb/cm = 79.58 Alm

Manyetik devre analojileri

Elektrik devresi	*Manyetik devre*
Voltaj düşüşü V	Hİ manyetovoltaj düşüşü
Voltaj kaynağı V	nl manyetomotif kuvvet
Mevcut İ	psi = BA manyetik akı

Not - Shen ve Kong tarafından tanımlanan manyetik devre analojileri, Uygulamalı Elektromanyetizma

Volt-saniyedir (Wb = *V-s). Santimetre-gram-saniye (cgs) metrik sistem* birimlerinde, manyetik akı maksimum kuyularda ölçülür (1 Mx = 10-8 Wb). Volt-saniye, önceki paragrafta açıklanan ilişkiden dolayı kullanılır: **1 voltluk** elektromotor kuvvet, döngü boyunca manyetik akının saniyede 1 weber hızında değiştiği bir tel döngüsünde yaratılacaktır. Akım ve manyetik alanlar arasındaki ilişki hareket ve değişimden biridir.

Akı yoğunluğu olarak bilinen manyetik alan yoğunluğu, bir mıknatıs veya akım olan kaynaktan uzaklığın karesi ile azalır. Akı yoğunluğu *(B), gauss* (G)'de temsil edilir; burada bir gauss, alanın yönüne dik olarak ölçülen alanın santimetre karesi başına bir kuvvet çizgisine (1 Mx) eşdeğerdir (G = Mx/cm?). Dünya'nın yüzeydeki manyetik alanı yaklaşık bir gauss'tur. Gauss bir cgs *birimidir*. İn Sİ birimleri, akı yoğunluğu metre kare başına bir weber olan tesla (T) ile temsil edilir (T = Wb/m? ve 1 T = 10.000 G).

Magnetomotive Kuvvet ve Alan Gücü

Bir akı veya toplam manyetik alan üreten manyetizan veya manyetomotif kuvvet ('.3), yaldızlı (Gb) olarak ölçülür. Manyetomotif kuvvet, manyetik alanı üretmesi bakımından elektromotor kuvvete benzer. Manyetomotif kuvvetin Sİ birimi amper-tum'dur, kısaltması A'dır, tıpkı amper gibi. (1 Gb = 0,79577 A)

10NI
›
4mt

nerede

Yaldızlarda manyetomotif mukavemet, N = bobindeki alan yaratan dönüş sayısı,
Bobindeki amperlerde İ = de akımı ve 1t = 3.1416.

Oerstedlerde *(Oe)* ölçülen manyetik alan kuvveti (H), herhangi bir manyetomotif kuvvet (yaldızlarla ölçülen) tarafından üretilen şu şekilde verilir:

H-S_10NI
(*47€*

nerede

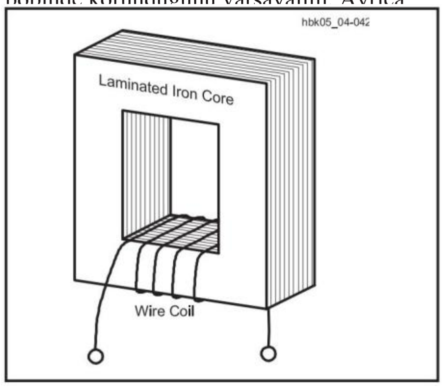
H = oerstedlerde manyetik alan kuvveti ve (= ortalama manyetik yol uzunluğu - santimetre cinsinden).

Ortalama manyetik yol uzunluğu, manyetik akı çizgilerinin ortalama uzunluğudur. Eğer indüktör bir sonraki bölümde gösterildiği gibi kapalı bir çekirdeğe sarılırsa, *l* yaklaşık olarak çekirdeğin iç ve dış çevrelerinin ortalamasıdır. Manyetik alan kuvvetinin Sİ birimi metre başına amper-tum'dur. (1 Oe = 79.58 Alm)

2.7.2 Manyetik Çekirdek Özellikleri PERMEABILITY

Kuvvet çizgilerinin en yoğun olduğu bir elektromıknatısın bobini içindeki malzemenin doğası, bobin tarafından kurulan manyetik alan üzerinde en büyük etkiye sahiptir. Tüm temel malzemeler hava ile karşılaştırılır. Bir hava çekirdeği tarafından üretilen akı yoğunluğuna kıyasla belirli bir malzeme tarafından üretilen offlux yoğunluğu oranı, malzemenin geçirgenliğidir (µ). Hava ve manyetik olmayan malzemeler bir geçirgenliğe sahiptir.

Şekil 2.23'teki bobinin, 2 inç kare kesit alanına sahip bir demir çekirdeğe sarıldığını varsayalım. Bobin boyunca belirli bir akım gönderildiğinde, çekirdekte 80.000 kuvvet çizgisi olduğu bulunur. Alan 2 inç kare olduğundan, manyetik akı yoğunluğu inç kare başına 40.000 çizgidir. Şimdi demir çekirdeğin çıkarıldığını ve aynı akımın bobinde korunduğunu varsayalım. Ayrıca



Şekil 2.23 - Bir lamine demir çekirdeğin etrafına sarılmış bir tel bobin.

Demir çekirdeği olmayan akı yoğunluğunun inç kare başına 50 satır olduğunu varsayalım. Bu akı yoğunluklarının, demir çekirdeğin havaya oranı 40.000/50 veya 800'dür. Bu oran çekirdeğin geçirgenliğidir.

106 kadar yüksek geçirgenlikler elde edilmiştir. Manyetik çekirdeklerde kullanılan en yaygın üç malzeme türü şunlardır:

A) ince çelik laminasyon yığınları (güç ve ses uygulamaları için, aşağıdaki eddy akımları tartışmasına bakın);

B) çeşitli ferrit bileşikleri (çubuklar, toroidler, boncuklar ve diğer birçok form şeklinde çekirdekler için); ve

C) toz demir (RF indüktörleri için sümüklü böcek, toroid ve diğer formlar şeklinde).

Silikon-çelik powertransformer çekirdeklerinin geçirgenliği yüksek kaliteli ünitelerde 5000'e yaklaşır. **RF** ayarlı devrelerde kullanılan toz demir çekirdeklerin geçirgenliği 3 ila 35 arasında değişirken, nikel-çinko ve manganez-çinko ferritleri 20 ila 15.000 arasındadır. Tüm malzemeler havadan daha yüksek geçirgenliğe sahip değildir. Pirincin geçirgenliği birden azdır. Bir bobine yerleştirilen bir pirinç çekirdek, bir hava çekirdeğine kıyasla manyetik alanı azaltacaktır.

Tablo 2.4, bazı yaygın manyetik malzemeleri, bileşimlerini ve geçirgenliklerini listeler. Çekirdek malzemeler genellikle frekansa duyarlıdır, amaçlanan kullanımın frekans bandının dışında aşırı kayıplar gösterir. (Ferrit malzemeler, **RF Teknikleri bölümünün daha sonraki bir bölümünde ayrı ayrı tartışılmaktadır.**)

Hava ile karşılaştırıldığında bir malzemede bir manyetik alanın kurulabileceği kolaylığın bir ölçüsü olarak, geçirgenlik (µ) kabaca elektrik iletkenliğine karşılık gelir. Daha yüksek geçirgenlik, malzemede bir manyetik alan oluşturmanın
a gelir.

Tablo 2.4
Bazı Yüksek Geçirgenlikli Malzemelerin Özellikleri

Malzeme	*Yaklaşık yüzde kompozisyon*					*Maksimum Geçirgenlik*
	Fe	Ni	Co	Mo	Diğer	
İron	99.91					5000
Saflaştırılmış İron	99.95					180,000
%4 silikon-demir	96				4Si	7000
45 Permalloy	54.7	45			0.3 Mn	25,000
Hipernik	50	50				70,000
78 Permalloy	21.2	78.5			0.3 Mn	100,000
4-79 Permalloy	16.7	79			0.3 Mn	100,000
Supermalloy	15.7	79		5	0.3 Mn	800,000
Permendur	49.7		50		0.3 Mn	5000
2V Permendur	49		49		2V	4500
Hiperco	64		34		2 Cr	10,000
2-81 Permalloy *	17	81		2		130
Karbonil demir *	99.9					132
Ferroxcube İll * *	(MnFe-O, + ZnFe, O ,)			1500		

Not: * (yalıtımlı toz) ve * * (sinterlenmiş toz) hariç, levha formundaki tüm malzemeler.
(Referans: L. Ridenour, ed., *Mühendis için Modern Fizik, p* 119.)

B U = H

nerede

B, gauss'taki akı yoğunluğudur ve
Oerstedlerdeki manyetik alan gücü.

GÖNÜLSÜZLÜK

Belirli bir manyetik alan kuvveti üretmek için bir kuvvetin (manyetomotif kuvvet) gerekli olması, üstesinden gelinmesi gereken bir miktar muhalefet olduğu anlamına gelir. Bir manyetik alanın yaratılmasına karşı bu muhalefete *isteksizlik denir*. Relüktans (Yi) geçirgenlikle ters orantılıdır ve kabaca bir elektrik devresindeki dirence karşılık gelir. Elektriksel direnç analojisini biraz daha ileri taşıyarak, Ohm Yasasının manyetik eşdeğeri, isteksizlik, manyetomotif kuvvet ve akı yoğunluğu ile ilgilidir: Y? =/B. İki ilgili özellik vardır. İsteksizlik geçirgenliğin karşılığıdır *ve geçirgenlik* isteksizliğin karşılığıdır.

HYSTERESIS

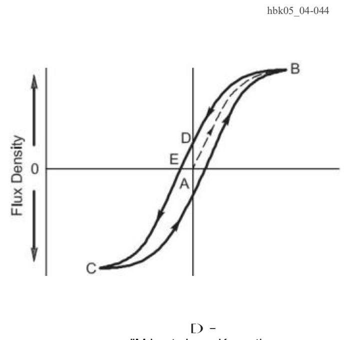
Manyetik çekirdek malzemelerdeki retentivite, atomların uygulanan bir mıknatıslama kuvvetinden hizalamalarını korumalarından kaynaklanır. Hedef kalıcı bir mıknatıs oluşturmaksa retentivite arzu edilir. Bununla birlikte, bir elektronik devrede, retentivitenin neden olduğu değişiklikler, çekirdek malzemenin özelliklerinin, mıknatıslama kuvvetinin nasıl uygulandığının geçmişine bağlı olmasına neden olur.

Şekil 2.24, değişen mıknatıslama kuvveti (H) ile akı yoğunluğunun *(B) değişimini göstermektedir*. Başlangıç noktası A'dan, çekirdekte akı olmadan, akı maksimum mıknatıslama kuvvetinde B noktasına ulaşır. Kuvvet azaldıkça, akı da azalır, ancak D noktasındaki kuvvetle aynı anda sıfıra ulaşmaz. Kuvvet ters yönde devam ettikçe, akı yoğunluğunu C noktasına getirir. Kuvvet sıfıra indikçe, akı bir kez daha geride kalır. Bunun nedeni, çekirdekteki bazı atomların, dış mıknatıslama kuvveti kaldırıldıktan sonra bile hizalarını korumasıdır. Bu, uygulanan mıknatıslama kuvveti olmadan bile mevcut olan artık akı yaratır. Bu *histerezisin özelliğidir.*

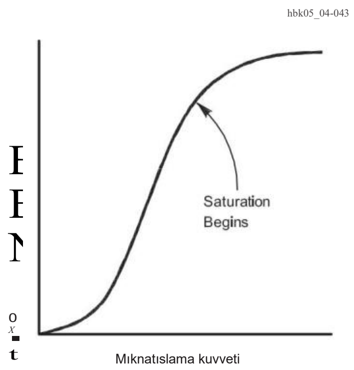
Etki altında, çekirdek malzeme tarafından tutulan artık manyetizmayı tersine çevirmek veya üstesinden gelmek için zorlayıcı bir güç gereklidir. **Eğer bir** devre büyük bir ac akımı taşıyorsa (yani doygunluğa eşit veya daha büyükse), Şekil 2.24'te gösterilen yol her döngü ve her seferinde geri dönüş kuvveti ile izlenecektir. Sonuç, çekirdek malzemede ısı olarak görünen manyetik devrede bir güç kaybıdır. Hava çekirdekleri histerezis etkilerine ve kayıplarına

SATURATION

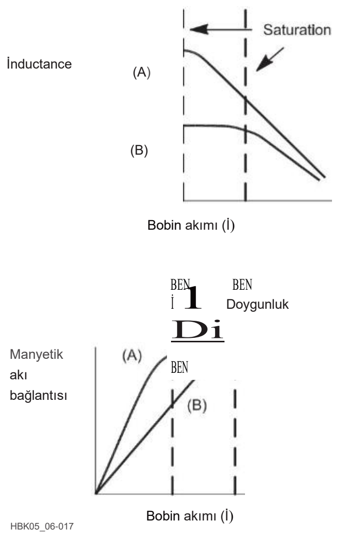
Diğer elektriksel parametrelerden bağımsız olan elektriksel iletkenliğin aksine,



Şekil 2.24 - Manyetik çekirdek **için tipik bir histerezis eğrisi, artık akının üstesinden gelmek için gereken ek enerjiyi gösterir.**



Şekil 2.25 - Doygunluğun **başladığı noktayı gösteren manyetik çekirdek için tipik bir geçirgenlik eğrisi.**



Şekil 2.26 - **Bobin akımına karşı çizilen manyetik akı bağlantısı ve indüktansı**
(A) tipik bir demir çekirdekli indüktör için. Olarak
Akı bağlantısı Bobindeki No doygunlaşır, indüktans azalmaya başlar çünkü indüktans = akı bağlantısı/akımı. B işaretli eğriler, çekirdeğe bir hava boşluğu ekleme etkisini gösterir. Currenthandling yeteneği arttı, ancak azaltılmış indüktans pahasına.

Manyetik bir malzemenin geçirgenliği akı yoğunluğuna göre değişir. Düşük akı yoğunluklarında (veya bir hava çekirdeği ile), bobin boyunca akımı arttırmak akıda orantılı bir artışa neden olacaktır. Bunun nedeni, bobinden geçen akımın, demirin (veya diğer malzemenin) atomlarını, birçok küçük pusula iğnesi gibi sıraya sokmasıdır. Atomik hizalamadan kaynaklanan manyetik alan, çekirdeği olmayan akım tarafından üretilenden çok daha büyüktür. Daha fazla atom hizalandıkça, manyetik akı yoğunluğu da artar.

Çok yüksek akı yoğunluklarında, akımı belirli bir noktanın ötesinde arttırmak, akıda kayda değer bir değişikliğe neden olmayabilir, çünkü tüm atomlar hizalanır. Bu noktada, çekirdeğin *doymuş olduğu söylenir.* Doygunluk, geçirgenlikte hızlı bir azalmaya neden olur, çünkü akı çizgilerinin bir hava çekirdeği kullanılarak aynı akımla elde edilenlere oranını azaltır. **Şekil 2.25 doygunluk** bölgesini gösteren tipik bir geçirgenlik eğrisi gösterir. Doygunluk noktası, farklı manyetik malzemelerin yapısına göre değişir. Hava ve diğer manyetik olmayan maddeler doymaz.

SATURATION 'UN ETKİSİ

İndüktörleri kullanmak için önemli bir kavram, bobin akımı doygunluğun altında kaldığı sürece, bobinin indüktansının esasen - sabit olmasıdır. **Şekil 2.26, doymuş ve doymuş** olmayan tipik bir demir çekirdekli indüktör için manyetik akı bağlantısı (y) ve indüktans (L) ile akım (İ) grafiklerini göstermektedir. Bu miktarlar denklem ile ilişkilidir

W = Nd = Lİ

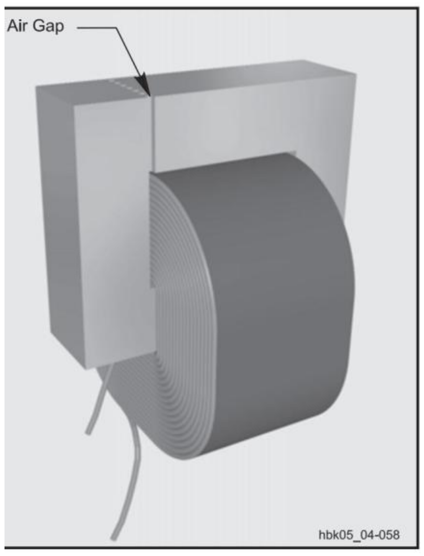
nerede

\İf = akı bağlantısı N =
dönüş sayısı, =
weberlerdeki akı
L = henrylerde indüktans ve İ =
amperlerde akım.

Alt grafikte, eğrinin herhangi bir noktasından (0,0) noktasına çizilen bir çizgi, bu akımda etkili indüktansı, L = N < j >/İ gösterecektir. Bu sonuçlar üst grafikte çizilmiştir .

Doygunluğun altında, indüktansın sabit olduğunu unutmayın, çünkü hem *y hem de ben* sabit bir oranda artıyoruz. Doygunluk akımına ulaşıldığında, indüktans azalır, çünkü\İf artık artmaz (akımın kendisinin sağladığı küçük ek manyetik alan hariç).

Doygunluk akım seviyesini arttırmanın yaygın bir yöntemi, çekirdekteki küçük bir hava boşluğunu kesmektir (bkz. **Şekil 2,27).** Bu boşluk, akı çizgilerini kısa bir mesafe boyunca havada dolaşmaya zorlar ve çekirdeğin geçirgenliğini azaltır. Çekirdeğin doygunluk akısı bağlantısı değişmediğinden, bu yöntem



**Şekil 2.27 - Bir manyetik çekirdekli indüktörün tipik yapısı. Hava boşluğu, pahasına çekirdek doygunluğunu büyük ölçüde azaltır
endüktansı azaltmak. Çekirdek tabakalar arasındaki yalıtkan laminasyonlar da girdap akımlarını en aza indirmeye yardımcı olur.**

Doygunluk elde etmek için daha yüksek bir akım gerektirerek çalışır. Ödenen fiyat, doygunluğun altında azaltılmış bir indüktansdır. Şekil 2.26B'deki eğriler, bu indüktöre eklenen bir hava boşluğunun sonucunu gösterir.

Manyetik çekirdekler için üreticinin veri sayfaları genellikle doygunluk akı yoğunluğunu belirtir. Gauss'taki doygunluk akı yoğunluğu (d), ac ve de akımları için aşağıdaki denklemlerden hesaplanabilir:

3.49V
9P % e PNA

NİAL
9Pa , TjOA

nerede

V = RMS ac voltajı
f = frekans, MHz N =
dönüş sayısı
A = manyetik yolun inç kare cinsinden eşdeğer alanı (veri sayfasından) İ = de akım, amper cinsinden ve
Ai = endüktans indeksi (ayrıca veri sayfasından).

EDDY CURRENT

Manyetik çekirdek malzemesi genellikle - iletken olduğundan, bir indüktördeki bir ac akımı tarafından üretilen değişen manyetik alan da çekirdekte bir voltaj indükler. Bu voltaj, çekirdekte bir akımın akmasına neden olur. Bu *girdap akımı (sudaki* girdap akımlarına benzer şekilde kapalı bir yolda hareket ettiği için adlandırılır) yararlı bir amaca hizmet etmez ve enerjinin çekirdeğin direncinden ısı olarak dağılmasına neden olur.

Eddy akımları demir çekirdekli indüktörlerde özel bir sorundur. *Laminasyon adı verilen ince manyetik malzeme şeritlerinden yapılmış çekirdekler,* girdap akımlarını azaltmak için kullanılır. (Ayrıca **Devreler ve Bileşenler bölümünde Pratik İnduktörler** bölümüne bakınız .)

2.7.3 İnductance ve Doğru Akım

Bir elektrik devresinde, çalışması manyetik alanların içine ve dışına enerji transferine dayanan herhangi bir elemana, kısaca açıklanacak nedenlerden dolayı indüktör denir. **Şekil 2.28,** birkaç temsili indüktörün şematik diyagram sembollerini ve fotoğraflarını göstermektedir. Fotoğraf, bir hava çekirdeği indüktörünü, manyetik olmayan bir çekirdeğe sahip bir sümüklü böcek ayarlı (değişken çekirdekli) indüktörü ve manyetik (demir) çekirdekli bir indüktörü göstermektedir. İnduktorlar, yapıları nedeniyle genellikle bobin olarak adlandırılır .

Yukarıda açıklandığı gibi, akım herhangi bir iletkenden aktığında - düz bir tel bile olsa - bir manyetik alan yaratılır. Enerjinin manyetik alana transferi, voltajın kaynağı tarafından gerçekleştirilen işi temsil eder. İş yapmak için güç gereklidir ve güç voltajla çarpılan akıma eşit olduğundan, sahada enerji depolanırken indüktör boyunca bir voltaj düşüşü olmalıdır. Bu voltaj düşüşü, iletkendeki direncin neden olduğu herhangi bir voltaj düşüşünün haricinde, manyetik alan son değerine kadar inşa edilirken iletkende yaratılan karşıt bir voltajın sonucudur. Alan sabit hale geldiğinde, *indüklenen voltaj veya geri voltaj kaybolur*, çünkü daha fazla enerji depolanmaz. Geri voltaj, artan kapasitör voltajından bir kapasitördeki akım akışına olan muhalefete benzer.

İndüklenen voltaj, kaynağın voltajına karşı koyar ve voltaj uygulandığında akımın hızla yükselmesini önler. **Şekil 2.29A,** bir indüktörün veya manyetik devrenin enerjilendirilmesi durumunu, girintili voltajın göreceli genliklerini ve akımdaki gecikmeli artışı tam değerine göstermektedir.

İndüklenen voltajın genliği, akımın değişim hızı (ve sonuç olarak, manyetik alanın değişim hızı) ve indüktörün kendisi ile ilişkili bir sabit olan *indüktans (L) ile orantılıdır. (Kendi kendine indüktans* bazen kullanılır, aşağıda açıklandığı gibi karşılıklı indüktansı ayırt eder.) İndüktansın temel birimi *henry'dir* (kısaltılmış H).

v = - 1el
At

nerede

V voltlarda indüklenen voltaj, L henrielerde indüktansdır ve
Aİ/At, akımın saniyede amper cinsinden değişim oranıdır.

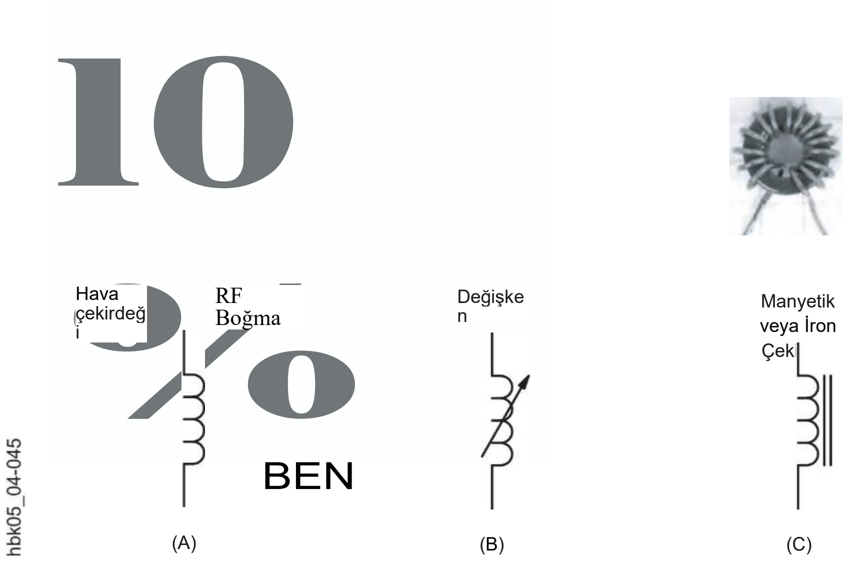
1 H'lik bir indüktans, indükleyici akım saniyede bir amper oranında değiştiğinde bir voltluk indüklenmiş bir voltaj üretir. Eksi işareti (-), indüklenen voltajın akımdaki değişime karşı bir polariteye sahip olduğunu gösterir.

Bir indüktörün manyetik alanında depolanan enerji aşağıdaki formülle verilir:

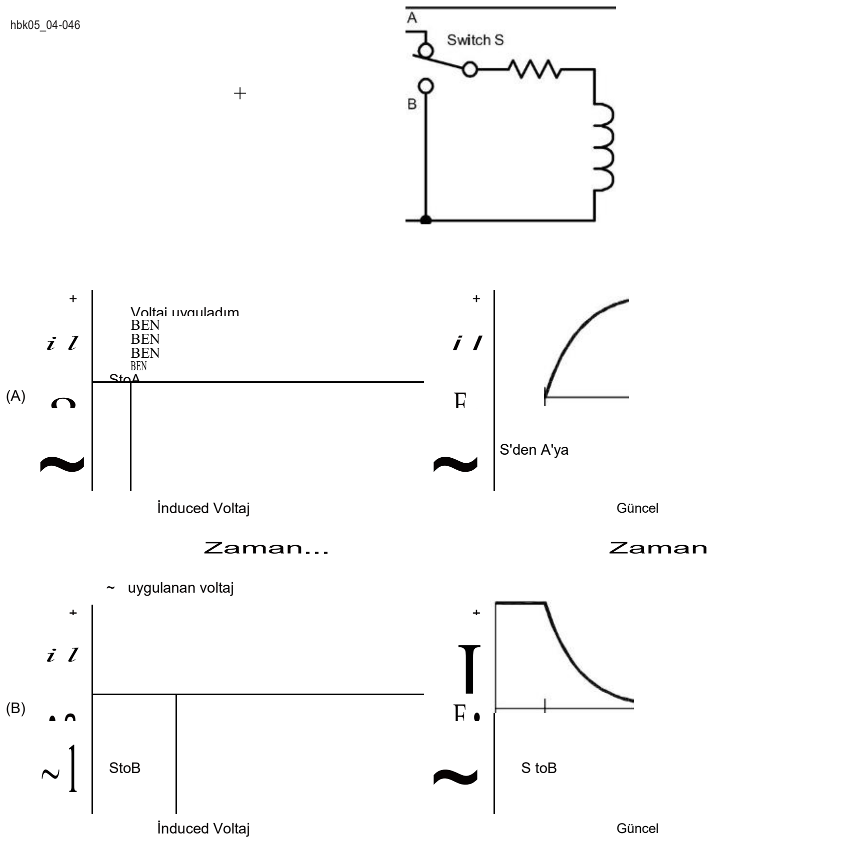
U- 1L
2

nerede

U = joule cinsinden enerji,
İ = amperlerde akım ve
L = henrylerde indüktans.



Şekil 2.28 - Temsili indüktörler için fotoğraflar ve şematik semboller. A, bir hava çekirdeği indüktörü ve bir pasta yaralı RF boğucu; B, manyetik olmayan bir sümüklü böcek ve C ile değişken bir indüktör, toroidal manyetik çekirdekli bir indüktör. % -inch ile yönetilen grafik kağıdı arka planı bir boyut karşılaştırması sağlar .



Şekil 2.29 - **İndüklenen voltajın oluşumunu ve A'da bir indüktöre voltaj uygulandığında akımın yükselişini ve bobin B'de kısa devre yaparken akımın bozulmasını gösteren İnduktif devre.**

Değişim Oranı

A sembolü değişimi temsil eder Aşağıdaki değişkende, böylece Al "akımdaki değişimi've *At"* zamandaki değişimi "temsil eder. Zaman birimi başına bir değişim oranı genellikle bu şekilde ifade edilir. Değişimin ölçüldüğü zaman miktarı çok küçük olduğunda, *d harfi* sonsuz küçük değişiklikleri belirtmek için hem pay hem de paydada A'nın yerini alır. Bu gösterim türevde kullanılır-Tion ve elektrik devrelerinin davranışını tanımlayan fonksiyonların sunumu.



Şekil 2.30 - **Karşılıklı indüktans: S kapatıldığında, akım 1 numaralı bobinden akar ve 2 numaralı bobinin dönüşlerinde bir voltaj indükleyen bir manyetik alan oluşturur.**

HBK05_04-047

Bu formül, kapasitörler için energystorage formülüne karşılık gelir: enerji depolama, akımın karesinin bir fonksiyonudur. İnduktans, belirli bir miktarda akım için bir indüktörün manyetik alanında depolanan enerji miktarı ile orantılıdır. Manyetik alan kuvveti, H, indüktörün sargısındaki dönüş sayısı ile orantılıdır, N, (daha önce verilen manyetik alan kuvveti denklemine bakınız) ve belirli bir akım miktarı için, çekirdek için µ değerine. Böylece, indüktans hem N hem de µ ile doğru orantılıdır.

İndüklenen voltajın polaritesi her zaman - devre akımındaki herhangi bir değişikliğe karşı çıkacak şekildedir. (Bu nedenle "geri" terimi, bu nedenle arka voltaj veya arka EMF'de olduğu gibi kullanılır.) Bu, devredeki akım arttığında, manyetik alanda enerji depolayarak indüklenen voltaja karşı çalışma yapıldığı anlamına gelir. Aynı şekilde, devredeki akım azalma eğilimindeyse, alanın depolanan enerjisi devreye geri döner ve voltaj kaynağı tarafından sağlanan enerjiye katkıda bulunur. Enerjinin depolanması ve serbest bırakılmasının net etkisi, indüktörlerin, kapasitörlerin voltajdaki değişikliklere karşı çıktığı gibi akımdaki değişikliklere karşı çıkmasıdır. Bu fenomen, uygulanan voltaj azalmasına veya tamamen çıkarılmasına rağmen akımı akmaya devam etme eğilimindedir. Şekil 2.29B kararnameleri göstermektedir - Kaynak voltajı devreden çıkarıldıktan sonra indüklenen voltajın neden olduğu akımın devam eden akışı.

İnduktans, indüktörün fiziksel konfigürasyonuna bağlıdır. Tüm iletkenler, hatta düz teller bile indüktansa sahiptir. Bir - iletkeni sarmak onun indüktansını arttırır. Etki, her dönüşün büyüyen (veya küçülen) manyetik alanı, genişlemelerinde (veya büzülmelerinde) bobinin diğer dönüşlerini kesen ve diğer her tumda bir voltaj indükleyen manyetik kuvvet çizgileri üretir. (Değişen bir manyetik alan ile bir iletkende yarattığı voltaj arasındaki iki yönlü ilişkiyi hatırlayın.) Manyetik *akı bağlantısı (y) olarak adlandırılan etkinin karşılıklılığı,* sarmal iletkenin manyetik enerjiyi depolama yeteneğini çoğaltır.

Çok dönüşlü bir bobin, her iki bobin de fiziksel olarak benzerse, birkaç dönüşten birinden daha fazla indüktansa sahip olacaktır. Ayrıca, bir manyetik çekirdeğin etrafına bir indüktör yerleştirilirse, devre akımı çekirdeğin doyduğu noktanın altındaysa, indüktansı o çekirdeğin geçirgenliği ile orantılı olarak artacaktır.

Radyo çalışmasının çeşitli yönleri ile indüktörler, bir nanohenri (nH) ile milihenri (mH) arasında yaklaşık 20 H'ye kadar değişen değerler alabilir.

2.7.4 Karşılıklı İnduktans ve Manyetik Kuplaj

İki indüktör, **Şekil 2.30'da gösterildiği gibi eksenleri hizalanmış olarak düzenlendiğinde,** indüktör 1'den akan akım, indüktör 2'yi kesen bir manyetik alan oluşturur. Sonuç olarak, indüktör 1'in alan kuvveti **değiştiğinde indüktör 2'de bir voltaj indüklenecektir**. Bu indüklenen voltaj, kendinden indüksiyonun voltajına benzer, ancak ilkinde akan akım nedeniyle ikinci indüktörde göründüğü için, karşılıklı bir etkidir ve iki indüktör arasındaki karşılıklı indüktansın sonucudur.

Bir bobin tarafından kurulan tüm akı, diğer bobinin tüm dönüşlerini kestiğinde, karşılıklı indüktans mümkün olan maksimum değere sahiptir. Bir bobin tarafından kurulan akının sadece küçük bir kısmı diğerinin dönüşlerini keserse, karşılıklı indüktans nispeten küçüktür. Karşılıklı indüktansa sahip iki indüktörün *birleştirildiği söylenir.*

Gerçek karşılıklı indüktansın teorik olarak verilen iki indüktör ile elde edilebilecek mümkün olan maksimum değere oranına,

İndüktörler. İt, yüzde olarak veya 0 ile 1 arasında bir değer olarak ifade edilir. Neredeyse mümkün olan maksimum karşılıklı indüktansa (katsayı = 1 veya %100) sahip olan İnduktörlerin yakın veya sıkı bir şekilde birleştiği söylenir. Eğer karşılıklı indüktans nispeten küçükse, indüktörlerin gevşek bir şekilde birleştirildiği söylenir. Bağlanma derecesi, indüktörler arasındaki fiziksel boşluğa ve birbirlerine göre nasıl yerleştirildiklerine bağlıdır. Maksimum eşleşme, ortak veya paralel bir eksene sahip olduklarında ve mümkün olduğunca birbirine yakın olduklarında (örneğin, diğerinin üzerinde bir yara) bulunur. Kuplaj, indüktörler birbirinden uzak olduğunda veya eksenleri dik açılarda olacak şekilde yerleştirildiğinde en azdır .

Mümkün olan maksimum bağlantı katsayısı, iki indüktör kapalı bir demir çekirdek üzerine sarıldığında yakından yaklaşılır. Hava çekirdeği indüktörleri ile katsayı, bir indüktör diğerinin üzerine sarılırsa 0.6 veya 0.7 kadar yüksek olabilir, ancak iki indüktör ayrılırsa çok daha az olacaktır. Her ne kadar birlik eşleşmesi Şekil 2.30 tarafından önerilse de, bu tür bir bağlanma ancak indüktörler kapalı bir manyetik çekirdek üzerinde sarıldığında mümkündür.

İndüktörler arasındaki bağlantı, her biri için ayrı kapalı manyetik çekirdekler kullanılarak en aza indirilebilir. Bir indüktörün manyetik alanı neredeyse tamamen kapalı bir çekirdekte bulunduğundan, Şekil 2.28C'deki toroidal indüktör gibi ayrı kapalı çekirdeklere sahip iki indüktör, kuplaj olmadan hemen hemen her göreceli yönde birbirine yakın yerleştirilebilir.

İSTENMEYEN COUPLİNG

Kısa bir düz tel uzunluğunun indüktansı küçüktür, ancak ihmal edilebilir olmayabilir. (İn serbest alan, yuvarlak tel I µHe mertebesinde bir indüktansa sahiptir, ancak bu tel çapından ve toplam devrenin fiziksel konfigürasyonundan etkilenir.) Kayda değer voltaj, ac taşıyan birkaç inç telde bile, 100 MHz veya daha yüksek bir frekansta manyetik alanları değiştirerek indüklenebilir. Çok daha düşük frekanslarda veya de'de, aynı telin indüktansı göz ardı edilebilir, çünkü indüklenen voltaj çok küçük olacaktır.

Hem doğal hem de insan yapımı, iletkenlerde gerilimleri indüklemek için yeterince güçlü veya hızla değişen manyetik alanlar yaratan birçok fenomen vardır. Birçoğu kısa ama yoğun enerji darbeleri yaratır. *Geçici* veya "sivri". Bu geçişlerden gelen manyetik alanlar, elektronik ekipmanın içine ve dışına giden telleri ve tamamen içindeki telleri keserek, karşılıklı kuplajlama ile istenmeyen voltajları indükler.

Yıldırım, manyetik olarak bağlanmış geçişlerin güçlü bir doğal kaynağıdır. Güçlü geçişler, yakındaki devrelerde veya kablolarda akımdaki ani değişikliklerle de üretilebilir. Yüksek hızlı dijital sinyaller ve darbeler de bitişik iletkenlerde gerilimleri indükleyebilir.

2.7.5 Seri ve Paralel Olarak İnduktanslar

İki veya daha fazla indüktör seri olarak bağlandığında (Şekil **2.31'in sol tarafı),** toplam indüktans, indüktörlerin aralarında bağlantı olmayacak şekilde yeterince ayrılması şartıyla, bireysel indüktansların toplamına eşittir (seethe önceki bölüm):

LmLl + L2 + L3... + L "

İfindüktörler paralel olarak bağlanır (Şekil 2.31'in sağ tarafı), yine karşılıklı bağlanma olmadığını varsayarsak, toplam indüktans şu şekilde verilir:

'–iii - + + + + "." [[
Ll L2 13 L "

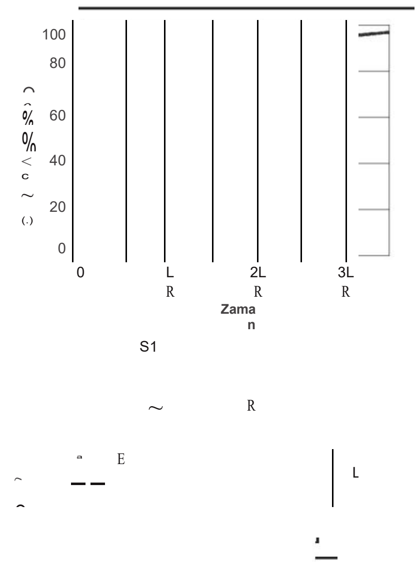
Paralel olarak sadece iki indüktör için formül şöyle olur:

L _
Toplam - Ll + L2

Bu nedenle, indüktansları seri ve paralel olarak birleştirmek için kurallar, indüktörler arasında bir bağlantı olmadığı varsayılarak dirençlerle aynıdır. İndüktörler arasında bağlantı olduğunda, yukarıda verilen formüller doğru sonuçlar vermeyecektir.

2.7.6 RL Zaman Sabiti

Kondansatörlerde olduğu gibi, indüktör akımının zaman bağımlılığı önemli bir özelliktir. Bir RC devresine benzer bir durum, direnç ve indüktans seri olarak bağlandığında ortaya çıkar. **Şekil 2.32**, önce R'nin sıfır olduğu durumu ele alalım. **S 1'in kapatılması** devre boyunca bir akım gönderir. Akımın olmamasından sonlu bir değere anlık geçiş,



Şekil 2.32 - Enerjilendirilen bir RL devresinin zaman sabiti.

Bununla birlikte, küçük, akımda hızlı bir değişimi temsil eder ve L'de bir karşıt voltaj indüklenir. Karşıt voltajın değeri neredeyse uygulanan voltaja eşittir, bu nedenle ortaya çıkan ilk akım çok küçüktür.

Karşıt voltaj, indüktör akımındaki değişimle oluşturulur ve akım artmaya devam etmezse varlığı sona erer. Devrede direnç olmadan, akım sonsuza dek artar, her zaman kendinden kaynaklı karşıt voltajı uygulanan voltajın hemen altında tutacak kadar hızlı büyür.

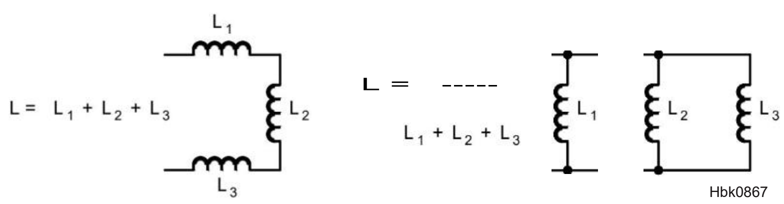
Devredeki direnç akımı sınırladığında, L'de indüklenen karşıt voltaj sadece E ile R boyunca düşüş arasındaki farka eşit olmalıdır, çünkü bu aslında L'ye uygulanan voltajdır. Bu fark, Ohm Yasası ile İ = E/R ile sınırlı olan akım son değerine yaklaştıkça küçülür. Teorik olarak, karşıt voltaj asla tamamen kaybolmaz ve bu nedenle akım asla Ohm Yasası sınırına ulaşmaz. Pratik terimlerle, fark, bir direnç aracılığıyla uygulanan bir voltaja şarj olan kapasitörler için yukarıda açıklandığı gibi, sonunda önemsiz hale gelir.

Şekil 2.32'deki anahtar kapatıldıktan sonra herhangi bir zamanda indüktör akımı, aşağıdakilerden bulunabilir:

E --tR:
= i/' -e
[

nerede

İ (t) = t zamanındaki amperlerde akım ,
E = volt cinsinden güç kaynağı potansiyeli,
t = uygulamadan sonra saniye cinsinden zaman
Voltaj,
E = doğal logaritmik baz = 2.718, **R =** ohm cinsinden devre direnci ve L = henrys cinsinden indüktans .



Şekil 2.31 - Seri ve paralel olarak inductörler.

(Üstel denklemleri, e ve diğer matematiksel konuları açıklayan referanslar, bu kitabın indirilebilir ek bilgilerindeki "Radyo Matematiği" makalesinde bulunur.) Bu denklemdeki E/R terimi, İ'nin de değerini veya t çok büyük olduğunda İ (t)'nin değerini temsil eder; Bu, İ'nin *kararlı durum değeridir*. İf t = L/R, yukarıdaki denklem olur :

Va/Ry = fa-e ') = 0.632 E
R R

Akımın maksimum değerin %63,2'sini oluşturması için gereken saniye cinsinden süreye *zaman sabiti* (ayrıca *RL zaman sabiti) denir* ve L'nin henrys ve R'nin ohm cinsinden olduğu L/R'ye eşittir. (Zaman sabitleri yukarıdaki RC devreleri bölümünde de tartışılmaktadır.) Bu sabite eşit her zaman aralığından sonra, akım E/R'nin son değerine %63.2 daha yakın bir artış gösterir. Bu davranış Şekil 2.32'de gösterilmiştir. Kondansatörlerde olduğu gibi, beş zaman sabitinden sonra akımın maksimum değerine ulaştığı kabul edilir. Kondansatörlerde olduğu gibi, zaman sabitini temsil etmek için küçük Yunan tau ('t) kullanırız.

Örnek: Bir devre, 10 n'lik bir dirençle seri olarak 5.0 mH'lik bir indüktöre sahipse, güç uygulandıktan sonra devredeki akımın tam değere ulaşması ne kadar sürer? Maksimum akım elde etmek yaklaşık beş zaman sabiti aldığından,

5L 5x5.0x10 * H
t = - = ------
R 100

= 2.5x10 * saniye = 2.5 ms

Endüktans 5.0 H'ye yükseltilirse, gerekli sürenin 1000 ila 2.5 saniye arasında bir faktör arttığını unutmayın. Devre direnci değişmediğinden, bu örnekte son akım her iki durum için de aynıdır. İncreasing indüktansı, tam akıma ulaşmak için gereken süreyi arttırır.

Sıfır direnç, devrenin tam akım elde etmesini engelleyecektir. Tüm pratik indüktörlerin telde bir miktar direnci vardır İndüktörü oluşturuyor.

Bir indüktör, Şekil 2.32'nin basit devresinde boşaltılamaz, çünkü manyetik alan sona erer veya akım durur durmaz "çöker". S l'in açılması, bir kapasitörün yüklü kalacağı şekilde yüklü indüktörden ayrılmaz. Bir kapasitördeki enerji depolaması, ayrılan yüklerin yerinde kalmasına bağlıdır. Bir indüktördeki enerji depolaması, akım olarak hareket etmeye devam eden yüklere bağlıdır.

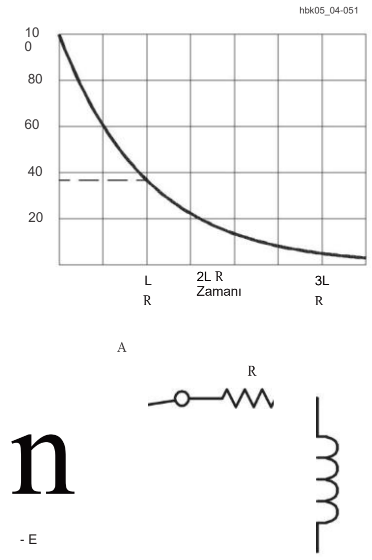
İndüktörün manyetik alanında depolanan enerji, Sl açıldığında devreye anında geri dönmeye çalışır. İndüktördeki hızla değişen (çöken) alan, indüktör boyunca çok büyük bir voltajın indüklenmesine neden olur. Akımdaki değişim şimdi ters yönde olduğundan, indüklenen voltaj da polariteyi tersine çevirir. Bu indüklenen voltaj (endüktif *kick-back olarak adlandırılır) genellikle* orijinal uygulanan voltajdan çok daha büyüktür, çünkü indüklenen voltaj - alanın değişim hızı ile orantılıdır.

Anahtarın böyle bir devrede açılmasının ortak sonucu, anahtarın açıldığı anda anahtar kontaklarında bir kıvılcım veya ark oluşmasıdır. İndüktans büyük ve devredeki akım yüksek olduğunda, çok kısa sürede büyük miktarda enerji açığa çıkar. Bu koşullar altında anahtar kontaklarının serseri veya erimesi için alışılmadık bir durum değildir.

Açılan anahtardaki kıvılcım veya ark, enerjiyi yıkıcı olmayan bir şekilde emmek için kontaklar boyunca seri olarak uygun bir kapasitör ve direnç bağlanarak azaltılabilir veya bastırılabilir. Böyle bir RC kombinasyonuna *snubber ağı denir. Bir* anahtarın akım derecesi, endüktif bir devrede kullanılıyorsa önemli ölçüde azaltılabilir.

Röleler ve solenoidler gibi indüktörlere bağlı ve kontrol eden transistör anahtarları da yüksek geri tepme voltajlarından korunma gerektirir. Çoğu durumda, röle bobini boyunca bağlanmış küçük bir güç diyotu, böylece indüktör enerjilendiğinde akım vermez (kick-back *diyot olarak adlandırılır)* transistörü koruyacaktır.

Eğer uyarma kırılmadan kaldırılırsa -



Şekil 2.33 - Bir zaman sabiti RL devresinin enerjisi kesiliyor. Bu Sadece teorik bir modeldir, çünkü mekanik bir anahtar durumu anında değiştiremez.

Devrede, **Şekil 2.33'te gösterildiği gibi,** akım aşağıdaki formüle göre bozulacaktır:

$$I(t) = \frac{E}{R}\left(e^{-\frac{tR}{L}}\right)$$

Burada t = kaynak voltajının çıkarılmasından saniyeler sonra zaman.

Bir zaman sabitinden sonra akım, kararlı durum değerinin %63,2'si kadar bozulacaktır. (İt, kararlı durum değerinin %36,8'ine düşecektir.) Şekil 2.33'teki grafik, akım bozunumu dalga formunun bir kapasitörün voltaj deşarjı dalga formuyla aynı olduğunu göstermektedir. Bununla birlikte, şarj ve deşarj terimlerini endüktif bir devreye uygulama konusunda dikkatli olun. Bu terimler bir elektrik alanındaki enerji depolamasını ifade eder. Bir indüktör enerjiyi manyetik bir alanda depolar ve sürece atıfta bulunmanın olağan yöntemi *enerji verir* ve *enerji giderir (her* zaman takip edilmemesine rağmen).

2.8 Yarı iletken cihazlar

2.8.1 Yarı İletkenlere üretim

Bir iletken, bir metal gibi, her atomun dış veya değerlik elektronlarının bir kısmı atomlar arasında hareket etmekte özgürdür. Bu *serbest elektronlar* elektrik akımının bileşenleridir. İyi bir iletken olarak, bu serbest elektronların konsantrasyonu 1022 elektron/cm mertebesinde çok yüksektir. Bir yalıtkan olarak, neredeyse tüm elektronlar atomları tarafından sıkıca tutulur ve serbest elektronların konsantrasyonu çok küçüktür - 10 elektron/cm ° mertebesinde .

İletkenler ve yalıtkanlar olarak kabul edilen malzeme sınıfları arasında, iletkenliği metallerden çok daha zayıf ve yalıtkanlardan çok daha iyi olan yarı iletken malzemeler olarak adlandırılan bir elemanlar sınıfı bulunur. (İn elektronik, "yarı iletken", aşağıda açıklandığı gibi kimyasal olarak manipüle edilmiş yarı iletken elemanlardan yapılmış bir cihaz anlamına gelir ve yararlı uygulamalar yaratan ilginç özelliklere yol açar.)

Yarı iletken atomlar (silikon, Si, en yaygın kullanılanıdır) değerlik elektronlarını, bitişik atomları bir arada tutan kimyasal bir bağda paylaşır ve malzemeye fiziksel özelliklerini veren üç boyutlu bir kafes oluşturur. Saf yarı iletken malzemenin bir kafesi (bir tür atom veya molekül), kafes yapısının ve yöneliminin malzeme boyunca korunduğu bir kristal oluşturabilir. *Monokristal veya'tek* kristal ", elektronik yarı iletken cihazlarda kullanılan malzeme türüdür. *Polikristalin malzeme,* kendi bireysel kafes yönelimlerine sahip birçok küçük kristalden oluşur.

Saf yarı iletken malzemenin kristalleri *içsel* yarı iletkenler olarak adlandırılır. Enerji, genellikle ısı şeklinde, bir yarı iletken kristal kafese eklendiğinde, bazı elektronlar bağlarından kurtulur ve kafes boyunca serbestçe hareket eder. Bir elektronu kaybeden bağ daha sonra dengesiz hale gelir ve elektronun geldiği boşluk bir *delik olarak adlandırılır. Bu* malzemelerde serbest elektron sayısı delik sayısına eşittir.

Bitişik bağlardan gelen elektronlar, delikleri doldurmak için konumlarını terk edebilir, böylece eski konumlarında bir delik bırakabilir. Elektronun hareket etmesinin bir sonucu olarak, iki zıt hareketin meydana geldiği söylenebilir: negatif yüklü elektronlar bir yönde bağdan bağa hareket eder ve pozitif yüklü delikler bağdan bağa ters yönde hareket eder. Bu hareketlerin her ikisi de elektrik akımı biçimlerini temsil eder, ancak bu bir iletkendeki akımdan çok farklıdır. Bir iletken, akan serbest elektronlara sahipken Kristal kafesin bağlarından bağımsız olarak, saf bir yarı iletkendeki akım, bağdan bağa hareket etmek üzere sınırlandırılır.

Elektronların veya deliklerin oluşumunu arttırmak ve böylece iletkenliği geliştirmek için içsel yarı iletkenlere (doping adı verilen bir işlemle) eklenebilir. Bu malzemeler dışsal *yarı iletkenlerdir*. Ek elektronlar ve delikler hareket edebildiğinden, hareketleri akımdır ve *bunlara taşıyıcı denir.* Malzemede baskın olan taşıyıcı tipine *çoğunluk taşıyıcı denir. İN-tipi* malzeme çoğunluk taşıyıcıları elektronlardır ve P-tipi malzemede deliklerdir.

Eklenebilecek iki tür safsızlık vardır: beş değerlik elektronu olan bir donör safsızlığı, kristal yapıya serbest elektronlar bağışlar; Buna *N-tipi safsızlık denir, forthenegativechargeofthemajority* taşıyıcıları. Donör safsızlıklarının bazı örnekleri antimon (Sb), fosfor (P) ve arseniktir (As). N tipi dışsal yarı iletkenler, içsel yarı iletkenlerden daha fazla elektrona ve daha az deliğe sahiptir. Üç değerlik elektronuna sahip alıcı safsızlıklar, kafesten serbest elektronları kabul eder ve genel yapıya delikler ekler. Bunlara çoğunluk taşıyıcıların pozitif yükü için P tipi safsızlıklar denir; Bazı örnekler bor (B), galyum (Ga) ve indiyumdur (İn).

N-tipi ve P-tipi malzemenin, içsel malzemeden farklı sayıda delik ve serbest elektrona sahip olmasına rağmen, hala elektriksel olarak nötr olduklarını belirtmek önemlidir. Bir elektron bir atomdan ayrıldığında, kristal kafeste yerinde kalan pozitif yüklü atom, dolaşımdaki serbest elektronu elektriksel olarak dengeler. Benzer şekilde, bir elektron kazanan bir atom, bıraktığı pozitif yüklü atomu dengeleyen negatif bir yük alır. Hiçbir zaman malzeme pozitif veya negatif net bir elektrik yükü elde etmez.

Bileşik yarı iletken malzeme, eşit miktarda N tipi ve P tipi safsız malzemelerin birleştirilmesiyle oluşturulabilir. Bunun bazı örnekleri arasında galyum-arsenit (GaAs), galyum-fosfat (GaP) ve indiyum-fosfit (İnP) bulunur. Bir N tipi bileşik yarı iletken yapmak için, karışımda biraz daha yüksek miktarda N tipi malzeme kullanılır. AP tipi bileşik yarı iletken, karışımda biraz daha fazla P tipi malzemeye sahiptir.

İmpurities, difüzyon yoluyla içsel yarı iletkenlere sokulur, aynı fiziksel işlem, birkaç odadan pişirme kokusunu almanızı sağlar. (Moleküller hava yoluyla katılardan çok daha hızlı yayılır.) Difüzyon oranları sıcaklıkla orantılıdır, bu nedenle yarı iletkenler zamandan tasarruf etmek için yüksek sıcaklıkta safsızlıklarla katkılanır. Bir kez katkılı yarı iletken malzeme Soğutulur, safsızlıkların yayılma hızı o kadar düşüktür ki, uzun yıllar boyunca esasen hareketsizdirler. N ve P tipi malzemelerden yapılmış bir elektronik cihaz, aşırı akım gibi yüksek bir sıcaklığa yükseltilirse, safsızlıklar tekrar göç edebilir ve cihazın iç yapısı tahrip olabilir. Yarı iletken cihazlar için maksimum çalışma sıcaklığı, ilave safsızlık difüzyonunu sınırlamak için yeterince düşük bir seviyede belirtilir.

Bir dışsal yarı iletkenin iletkenliği, yük yoğunluğuna bağlıdır (başka bir deyişle, N-tipi serbest elektronların konsantrasyonu ve P-tipi, yarı iletken malzemedeki delikler). Yarı iletkendeki enerji arttıkça, yük yoğunluğu da artar. Bu, tüm yarı iletken cihazların nasıl çalıştığının temelidir: en büyük fark, enerji seviyesinin arttırılma şeklidir. Varyasyonlar şunları içerir: İletkenliğin bir tel aracılığıyla cihaza akım enjekte edilerek değiştirildiği transistör; Cihazdaki ısı seviyesinin iletkenliği tarafından tespit edildiği termistör ve yarı iletken malzeme tarafından emilen ışık enerjisinin iletkenliği arttırdığı foto iletken.

2.8.2 PN Yarı İletken Kavşağı

Bir parça N tipi yarı iletken malzeme, bir parça P tipi yarı iletken malzemeye yerleştirilirse, birleştikleri yere *PN kavşağı denir.* Bağlantı, diyot ve transistör geliştirmeyi mümkün kılan özelliklere sahiptir. Bağlantının hareketi en iyi şekilde bir doğrultucu olarak çalışan bir diyot tarafından tanımlanır.

Başlangıçta, iki tip yarı iletken malzeme temas ettiğinde, her bir malzeme türü yalnızca çoğunluk taşıyıcılarına sahip olacaktır: P tipi sadece deliklere sahip olacak ve N tipi sadece serbest elektronlara sahip olacaktır. P tipi malzemedeki pozitif yüklerin (deliklerin) varlığı, bağlantı noktasının hemen karşısındaki N tipi malzemeden serbest elektronları çeker. N tipi malzemede bunun tersi geçerlidir.

Bu atraksiyonlar, çoğunluk taşıyıcılarının bir kısmının kavşak boyunca difüzyonuna yol açar, bu da çoğunluk taşıyıcılarını hemen diğer tarafta birleştirir ve nötralize eder (rekombinasyon adı verilen bir süreç). Kavşaktan uzaklık arttıkça, çekim hızla taşıyıcıların hareket etmesine neden olmayacak kadar küçük hale gelir. Kavşağa yakın bölge *daha sonra* taşıyıcılardan tükenir ve bu nedenle *tükenme bölgesi (ayrıca spacecharge bölgesi veya geçiş bölgesi) olarak adlandırılır.* The

Tükenme bölgesinin genişliği, of0.5 µm mertebesinde çok küçüktür.

Eğer N-tipi malzeme (katot) P-tipi malzemeden (anot) daha negatif bir voltajda yerleştirilirse, akım kavşaktan geçecektir, çünkü elektronlar düşük potansiyelden daha yüksek potansiyele çekilir ve delikler karşı yönde çekilir. Bu *ileri önyargı,* çoğunluk taşıyıcılarını, rekombinasyonun zıt tip çoğunluk taşıyıcısı ile gerçekleştiği kavşağa doğru zorlar. Voltaj kaynağı, N tipi malzemeye elektronların yerini alır ve elektronları P tipi malzemeden çıkarır, böylece çoğunluk taşıyıcıları sürekli olarak yenilenir. Böylece, net etki, yarı iletken boyunca, PN kavşağı boyunca akan bir ileri akımdır. Bir diyot iletken akımın ileri direnci tipik olarak çok düşüktür ve ileri akım miktarına göre değişir.

Polarite tersine çevrildiğinde, majoritikarriyerler kavşaktan uzaklaşır, ona doğru değil. *Bu* durumda, ters kaçak akım olarak adlandırılan PN kavşağı boyunca çok az akım akar. Sadece tek yönlü akım akışına izin vermek, bir yarı iletken diyotun doğrultucu olarak hareket etmesine izin veren şeydir.

2.8.3 Kavşak Yarı İletkenleri

Bir PN bağlantısının prensiplerini kullanarak çalışan yarı iletken cihazlara, *bağlantı yarı iletkenleri denir.* Bu cihazların bir veya birkaç bağlantısı olabilir. Bağlantı yarı iletkenlerinin özellikleri, kullanılan malzemelerin özellikleri ve kavşakların boyutu ve şekli ile sıkı bir şekilde kontrol edilebilir.

YARİİLETKEN DİODES

Diyotlar genellikle silikondan ve bazen de germanyumdan yapılır. Benzer şekilde hareket etmelerine rağmen, biraz farklı özelliklere sahiptirler. Bağlantı *eşiği voltajı veya bağlantı bariyeri voltajı,* akımın cihazdan geçmeye başladığı ileri önyargı voltajıdır (V). Bu voltaj iki tür diyot için farklıdır. **Şekil 2.34'ün diyot yanıt eğrisinde,** VF, eğrinin pozitif kısmının x ekseninden keskin bir şekilde yükselmeye başladığı voltaja karşılık gelir. Çoğu silikon diyotun bağlantı eşik voltajı yaklaşık 0'dır. 7 V, germanyum diyotlar için voltaj tipik olarak 0.3 V iken Ters kaçak akımı silikon diyotlar için germanyum diyotlardan çok daha düşüktür.

Bir yarı iletken diyot bağlantısı için karakteristik eğri, Temel *Diyot Denklemi olarak adlandırılan aşağıdaki denklem (biraz basitleştirilmiş) tarafından verilir,* çünkü tüm yarı iletken PN kavşaklarının davranışını açıklar.

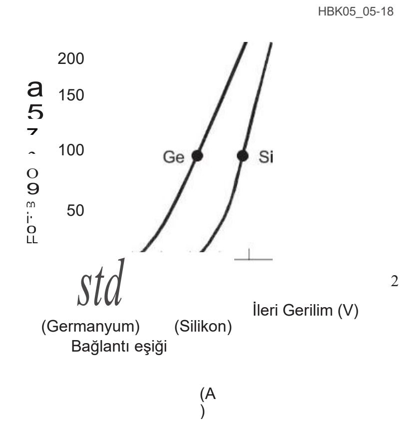
$$I = I_S \left(e^{\frac{V}{\eta V_t}} - 1 \right)$$

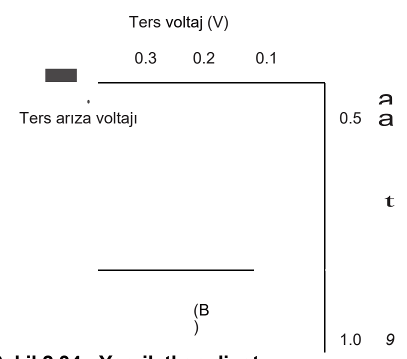
nerede

İ = diyot akımı V
= diyot voltajı
İ = ters önyargı doygunluk akımı
V, = kT/q, voltajın termal eşdeğeri (yaklaşık 25 m Vat oda sıcaklığı)η =
emisyon katsayısı.

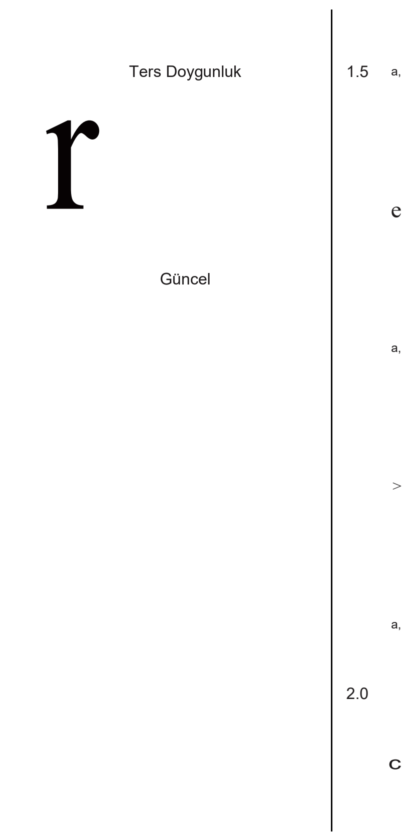
İ değeri, yarı iletken malzemenin türüne göre değişir, silikon [12]için kullanılan 10 değeri ile. n ayrıca malzeme türü ve üretim yöntemi ile 1 ila 2 arasında değişir. (n, normal akım değerlerinde silikon için 1'e yakındır, yüksek akımlarda 2'ye yükselir.) Bu eğri **Şekil 2.35B'de gösterilmiştir.**

Şekil arasındaki bariz farklar





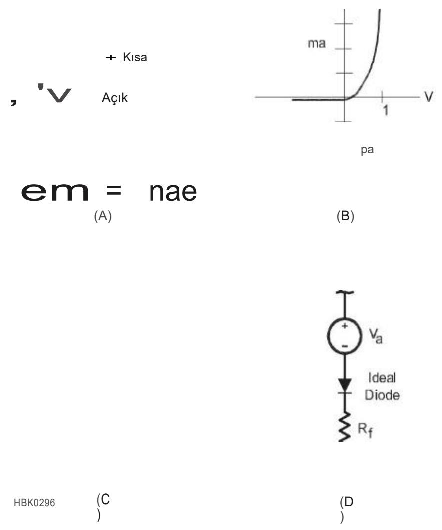
Şekil 2.34 - Yarı iletken diyot (PN kavşağı) karakteristik eğrisi. (A) Germanyum (Ge) ve Silikon (Si) cihazlar için ileri yönlü (katottan daha yüksek anot voltajı) yanıt. Her eğri, bağlantı eşik voltajında X ekseninden ayrılır. Her eğrinin eğimi onun ileri direncidir. **(B)** Tersine çevrilmiş **yanıt. Çok küçük ters akım, ters doygunluk akımına (İ) ulaşana kadar artar. Ters akım, ters voltaj ters arıza voltajına ulaştığında aniden ve büyük ölçüde artar, VR:**



2.35AandBarethatthesemiconductordiode sonlu bir *açma voltajına sahiptir* - iletmeye başlamadan önce küçük ama sıfır olmayan bir ileri önyargı voltajı gerektirir. Ayrıca, bir kez iletken, diyot gerilimi gerçek bir kısa devre aksine, artan akım ile çok yavaş artmaya devam ediyor. Son olarak, uygulanan voltaj negatif olduğunda, ters akım tam olarak sıfır değil, çok küçüktür (mikroamperler). Ters akım akışı, ters önyargı voltajı ile çok az değişen bir seviyeye hızla ulaşır. Bu *reversebias doygunluk akımı,* İ.

Yanlılık (de) devre hesaplamaları için, diyot için yararlı bir model bu iki etkiyi hesaba katar, Şekil 2.35C'deki yapay İ-V eğrisi ile gösterilir. Bu model ihmal edilebilir ters önyargı akımını ihmal eder İs·

Eşdeğer bir devreye dönüştürüldüğünde, Şekil 2.35C'deki model, Şekil 2.35D'deki devreyi verir. İdeal voltaj kaynağı V "tum-on voltajı ve R'yi temsil eder, diyot akımı arttıkça diyot voltajındaki küçük artışın neden olduğu etkili direnci temsil eder. Tum-on voltajı malzemeye bağlıdır: Germanyum diyotlar için yaklaşık 0.3 V ve 0. Silikon için 7. Ris tipik olarak 10 9 sırasına göre, ancak spesifik bileşene göre değişebilir. Rr genellikle devredeki diğer dirençlere kıyasla tamamen ihmal edilebilir. Bu çok yaygın basitleştirme, diyot modeli için sadece saf bir voltaj düşüşü bırakır.



Şekil 2.35 - Anahtarları (diyotlar) düzeltmek için devre modelleri. A: İ-V eğrisi İdeal doğrultucu. B: Tipik bir yarı iletken diyotun İ-V eğrisi, ters yönde tipik küçük sızıntı akımını gösterir. İleri ve geri akım için farklı ölçeklere dikkat edin. C, devre dışı hesaplamalar için basitleştirilmiş bir diyot İ-V eğrisini gösterir (B'den çok daha büyük bir ölçekte). D, C için eşdeğer bir devredir.

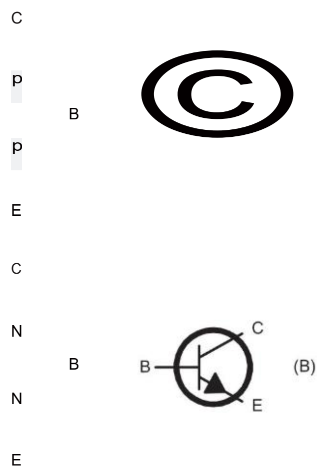
BİPOLAR TRANSİSTOR

İki PN bağlantısı yan yana yerleştirildiğinde bir bipolar transistör oluşur. İf N tipi malzeme P tipi malzeme ile çevrilidir, sonuç bir PNP transistördür. Alternatif olarak, eğer P-tipi malzeme N-tipi malzemenin iki katmanının ortasındaysa, NPN transistörü oluşur **(Şekil 2.36).**

Fiziksel olarak, transistörü bir NPN transistörü için anotlarına (pozitif terminal) bağlı iki diyot veya bir PNP transistörü için katotlarına (negatif terminal) bağlı iki diyot gibi arka arkaya iki PN bağlantısı olarak düşünebiliriz. Bağlantı noktası transistörün tabanıdır. (Aslında bir transistörü bu şekilde yapamazsınız - bu sadece illüstrasyon için bir gösterimdir.)

Bir transistör, baseemitter bağlantısı ileri yönlü ve base-collector ters yönlü olduğunda iletir. Bu koşullar altında, yayıcı bölge, ana bölgeye çoğunluk taşıyıcıları yayar, burada azınlık taşıyıcıları haline gelirler, çünkü yayıcı ve temel bölgelerin malzemeleri zıt kutupluluğa sahiptir. Tabandaki fazla azınlık taşıyıcıları daha sonra çok ince taban boyunca taban toplayıcı kavşağına çekilir, burada toplanır ve bir kez daha temel terminale akmadan önce çoğunluk taşıyıcıları olarak kabul edilir.

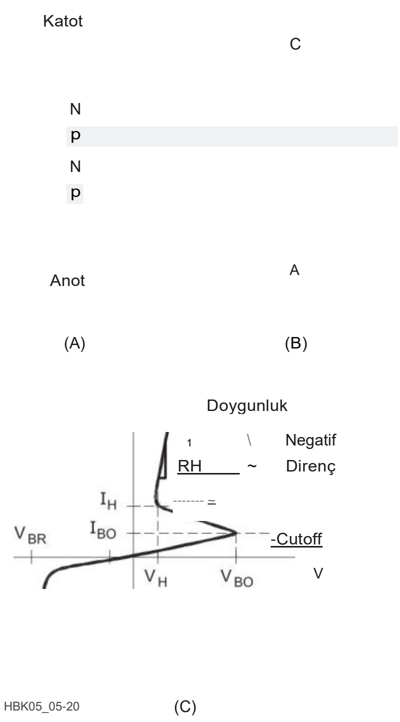
Emitörden toplayıcıya çoğunluk taşıyıcılarının akışı uygulama tarafından değiştirilebilir



Şekil 2.36 - Bipolar transistörler.
(A) İki P tipi yarı iletken tabakası arasına sıkıştırılmış bir N tipi yarı iletken tabakası bir **PNP cihazı yapar**.
Şematik sembolün üç ucu vardır: toplayıcı (C), taban (B) ve yayıcı (E),
Ok doğru işaret ediyor
Üs. (B) İki kat N tipi yarı iletken arasına sıkıştırılmış bir P tipi yarı iletken tabakası bir **NPN** cihazı yapar.
Şematik sembolün üç ucu vardır: toplayıcı (C), taban (B) ve yayıcı (E), ok tabandan uzağa işaret eder.

Taban terminaline bir önyargı akımı. Eğer önyargı akımı, çoğunluk taşıyıcılarının baz malzemeye enjekte edilmesine neden olursa (birN-tipi baz oroutofaP-tipi baz içine akan elektronlar), yayıcı-toplayıcı akımı artar. Bu şekilde, bir transistör küçük bir taban akımının çok daha büyük bir toplayıcı akımını kontrol etmesine izin verir.

Bir yarı iletken diyotta olduğu gibi, ileri taraflı baz-yayıcı bağlantısı, yayıcı akımı artmadan önce aşılması gereken bir eşik voltajına (Vyr) sahiptir. Bazeemitter akımı artmaya devam ettikçe, bazeemitter akımında daha fazla artışın kollektör akımında ek bir değişikliğe neden olmadığı noktaya ulaşılır. Doygunluğun koşulu budur. *Tersine*, taban yayıcı akımı, toplayıcı akımın akmayı bıraktığı noktaya indirildiğinde, bu *kesme durumudur.*



Şekil 2.37 - PNPN diyot. (A) P tipi ve N tipi yarı iletkenin alternatif katmanları. (B) Katot (C) ve anot (A) uçlu şematik sembol. (C) İ-V eğrisi. Reversebiased yanıt normal PN bağlantı diyotlarıyla aynıdır. İleri taraflı tepki histerezis anahtarı gibi davranır. **Önyargı voltajı ulaşana kadar direnç çok yüksektir**
Vgo (merkez kavşağın kırıldığı yer üzerinde) ve kesme akımını aşıyor, Igo:
Cihaz, V voltajına kadar önyargı voltajı azaldıkça akım arttığında negatif bir direnç sergiler,
ve İ doygunluk akımı ulaşılır. Bundan sonra, direnç çok düşüktür, küçük voltaj artışları için akımda büyük artışlar olur.

THYRISTORS

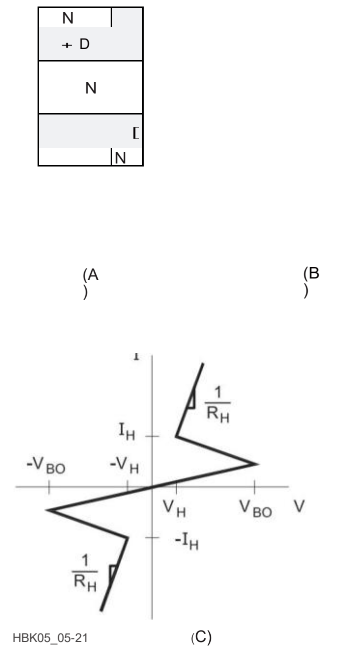
Tristörler, dört veya daha fazla alternatif P ve N tipi yarı iletken malzeme katmanından yapılmış yarı iletkenlerdir. Dört katmanlı bir tiristör olarak, anot katottan daha yüksek bir potansiyele sahip olduğunda, birinci ve üçüncü kavşaklar ileri yanlı ve merkez kavşak ters yanlıdır. Bu durumda, çok az akım var, tıpkı ters taraflı diyotta olduğu gibi. Farklı tipteki tristörler, akımı iletmek için ve akım akışını kesmek için nasıl devam ettikleri konusunda farklı yollara sahiptir.

PNPN Diyot

En basit tiristör, üç bağlantıya sahip bir PNPN (genellikle pinpin gibi telaffuz edilir) diyottur (bkz. **Şekil 2,37).** İleri önyargı voltajı arttıkça, cihazın içinden geçen akım, *kırılma (veya ateşleme) voltajına,* Vgo'ya ulaşılana ve akımın akışı aniden artana kadar yavaşça artar. PNPN diyotu genellikle Vgo'nun altında ve üstünde kapalı olan bir anahtar olarak kabul edilir.

Bilateral Diyot Anahtarı (Diyak)

İkiye benzer bir yarı iletken cihaz



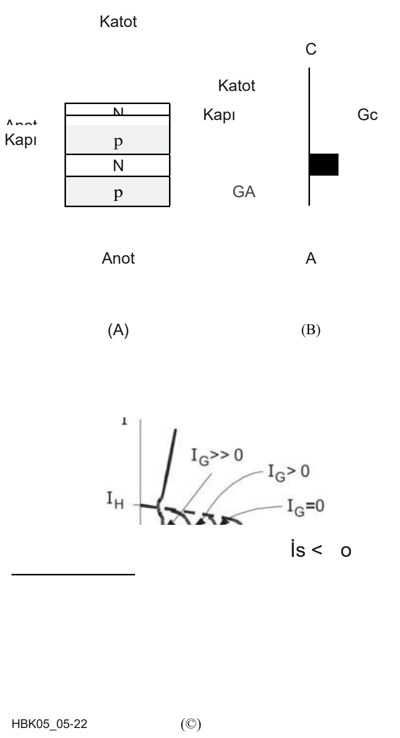
Şekil 2.38 - Bilateral switch. (A) P tipi ve N tipi yarı iletkenin alternatif katmanları. (B) Şematik sembol. (C) 1-V eğrisi. Eğrinin sağ tarafı PNPN diyot yanıtıyla aynıdır
Şekil 2.37'de. Cihaz hem ileri hem de geri önyargı için aynı şekilde yanıt verir, böylece eğrinin sol tarafı sağ tarafla simetriktir.

Zıt yönlere bakan ve paralel olarak bağlanan PNPN diyotları *bilateral diyot anahtarı veya diyaktır. Bu* cihaz, hem pozitif hem de negatif önyargı voltajları için PNPN diyotunun karakteristik eğrisine sahiptir. İts yapı, şematik sembol ve karakteristik eğri **Şekil 2.38'de gösterilmiştir.**

Silikon Kontrollü Doğrultucu (SCR)

P-tipi ve N-tipi yarı iletkenin dört alternatif katmanına sahip başka bir cihaz silikon *kontrollü doğrultucudur (SCR).* (Bazı kaynaklar SCR'den tiristör olarak da bahseder.) Dış iki katmanın bağlantılarına ek olarak, iç iki katman için iki terminal daha çıkarılabilir. Katot yakınındaki P-tipi malzemeye bağlantı *katot kapısı olarak adlandırılır* ve anot yakınındaki N-tipi malzeme *anot kapısı olarak adlandırılır. Neredeyse tüm* ticari olarak temin edilebilen SCR'lerde, sadece katot kapısı bağlanmıştır **(Şekil 2.39).**

PNPN diyot anahtarı gibi, SCR voltaj belirli bir seviyeyi aştığında aniden iletmeye başlamak için kullanılır. Kapı terminalini uygun şekilde biasing ederek, kırılma voltajı ayarlanabilir.



Şek
iletkenin alternatif katmanları.
Bu, iç katmanlara bağlı kapı terminalleri olan bir PNPN diyotuna benzer. (B) Anot **(A), katot (C), anot kapısı (G) ve katot kapısı (G) ile şematik sembol. Birçok cihaz G olmadan yapılır ". (C) Çeşitli kapı akımları için farklı tepkilere sahip İ-V eğrisi.** I
= 0, PNPN diyotuna benzer bir tepkiye sahiptir.

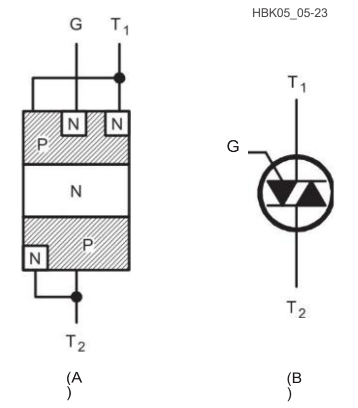
Triac

Çalışması iki yönlü bir SCR'ye benzeyen beş katmanlı bir yarı iletken *triyaktır* **(Şekil 2.40). Bu** aynı zamanda bir önyargı kontrol kapısı ile çift yönlü diyot anahtarına benzer. Triyak kapı terminali hem pozitif hem de negatif kırılma voltajlarını kontrol edebilir ve cihazlar her iki voltaj polaritesini de geçebilir.

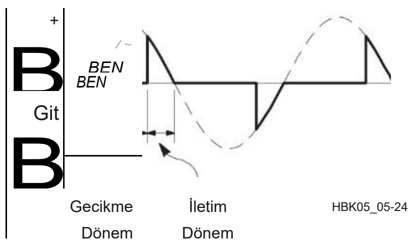
Tristör Uygulamaları

SCR oldukça verimlidir ve güç kontrol uygulamalarında kullanılır. 100 A'dan büyük akımları ve 1000 V'dan büyük voltaj diferansiyellerini işleyebilen SCR'ler mevcuttur, ancak 50 mA'dan daha az kapı akımları ile değiştirilebilir. Yüksek akım taşıma kabiliyetleri nedeniyle, SCR'ler güç kaynağı devrelerinde "crowbars'olarak kullanılır, çıkışı toprağa kısaltmak ve aşırı gerilim koşulu olduğunda bir sigortayı patlatmak için kullanılır.

SCR'ler ve triaklar genellikle kontrol etmek için kullanılır



Şekil 2.40 -Triyak. (A) P tipi ve N tipi yarı iletkenin alternatif katmanları. Bu, diğerinin katotuna bağlı birinin anotu ve birbirine bağlı katot kapıları ile zıt yönlere bakan iki SCR cihazı gibi davranır. (B) Şematik sembol.



Şekil 2.41 - Sinüs dalgasında triyak işlemi. Kesikli çizgi orijinal sinüs dalgasıdır ve katı çizgi triyak boyunca uzanan kısımdır. Göreceli gecikme ve iletim periyodu süreleri, kapı akımının miktarı veya zamanlaması ile kontrol edilir, I. Bir SCR'nin tepkisi, pozitif voltajlar için (X ekseninin üstünde) ve negatif voltajlar için iletim olmadan aynıdır.

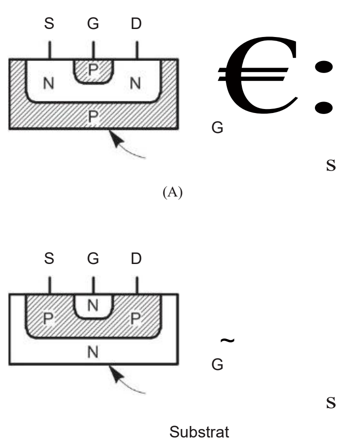
Ac güç kaynakları. Belirli bir RMS değerine sahip bir sinüs dalgası, RMS voltajını azaltmak için çevrim sırasında önceden ayarlanmış noktalarda açılıp kapatılabilir. İletim zirve sonrasına kadar geciktiğinde (Şekil **2.41'de gösterildiği gibi)** tepe-tepe gerilimi azalır. İf iletimi zirveden önce başlar, RMS voltajı azalır, ancak tepe-tepe değeri aynı kalır. Bu yöntem, hafif dimmerleri ve 240 V ac ila 120 V ac dönüştürücüleri çalıştırmak için kullanılır. Bu cihazlar açıldığında oluşturulan keskin anahtarlama geçişleri, yaygın RF parazit kaynaklarıdır. (Tristörlerden gelen parazitlerle ilgili bilgi için RF İnterference bölümüne bakın.)

2.8.4 Alan Etkili Transistörler (FET)

Alan etkili transistör (FET) iki nokta arasındaki akımı kontrol eder, ancak bipolar transistörden farklı olarak yapar. FET, bir elektrik alanın tek bir yarı iletken malzeme türü aracılığıyla elektron akışı üzerindeki etkileriyle çalışır. Bu nedenle FET bazen *tek kutuplu transistör olarak adlandırılır*. Diyotlar, transistörler, fotoelektrik cihazlar, sıcaklığa duyarlı cihazlar vb. Sağlamak için birçok konfigürasyonda düzenlenebilen bipolar yarı iletkenlerden farklı olarak, alan etkisi tekniği genellikle sadece transistör yapmak için kullanılır, ancak FET'ler sabit akım kaynakları olarak kullanılmak üzere özel amaçlı diyotlar olarak da mevcuttur.

FET cihazları katkılı yarı iletken malzemenin bir substratı üzerine inşa edilmiştir. Kanal substrat içinde oluşur ve zıt polariteye sahiptir (aP-kanal FET N-tipi substrata sahiptir). Çoğu FET silikon ile inşa edilmiştir.

FET içinde, akım bir *kanalda* **Şekil 2.42'de gösterildiği gibi hareket eder.** Kanal yapıldı



Şekil 2.42 - Terminaller etiketli JFET cihazları: kaynak (S), kapı (G) ve drenaj (D). (A) P tipi alt tabaka ve şemaya gömülü N tipi kanalın resmi sembol. (B) Gömülü P kanalı
N tipi alt tabaka ve şematik sembol.

N tipi veya P tipi yarı iletken malzemeden; Bir FET, bir N kanalı veya P kanalı aygıtı olarak belirtilir. *Akım, kaynak terminalinden (çoğunluk* taşıyıcılarının enjekte edildiği) *drenaj* terminaline (çoğunluk taşıyıcılarının çıkarıldığı) akar. Bir *kapı* terminali, kanaldaki akımı kontrol eden bir elektrik alanı üretir.

N-kanal cihazları, drenaj potansiyeli, elektronların (çoğunluk taşıyıcıları) kanalda akması için kaynaktan (Vps > 0) daha yüksek olmalıdır. İn P-kanal cihazları, deliklerin akışı Vps < 0 gerektirir. Kanaldaki akımı kontrol eden elektrik alanın polaritesi, kanalın çoğunluk taşıyıcıları tarafından belirlenir, normalde P-kanal FET'leri için pozitif ve N-kanal FET'leri için negatif .

FET teknolojisinin varyasyonları, elektrik alanını üretmenin farklı yollarına dayanmaktadır. Bununla birlikte, bunların hepsinde, kapıdaki elektronlar, kanal etrafında bir elektrik alanı oluşturmak için yalnızca yükleri için kullanılır. Geçitten minimum elektron akışı var. Bu, giriş devreleri için FET'leri kullanan cihazlarda çok yüksek bir giriş direncine yol açar. Kapı ve diğer FET terminalleri arasında oldukça fazla kapasitans olabilir, ancak giriş empedansının yüksek frekanslarda oldukça düşük olmasına neden olur.

Bir FET'den geçen akım sadece tek bir tür yarı iletken malzemeden geçmek zorundadır. Malzemenin tipine ve FET'in yapısına bağlı olarak, FET iletken olduğunda (rps @ oNy) drenaj kaynağı direnci, birkaç yüz ohm'dan bir ohm'dan çok daha düşük olabilir. FET'lerle yapılan cihazların çıkış empedansı genellikle oldukça düşüktür. Transistörü kesmeye yakın çalıştırmak için bir kapı önyargı voltajı eklenirse, devre çıkış empedansı çok daha yüksek olabilir .

Daha yüksek bir kazanç elde etmek içinGeniş ürün, diğer malzemeler kullanılmıştır. Galyum-arsenit (GaAs*) elektron hareketliliği* ve *sürüklenme hızına sahiptir* (her ikisi de elektronların kristal kafes boyunca ne kadar kolay hareket edebildiğinin ölçüleridir) standart katkılı silikondan çok daha yüksektir. GaAsFET cihazlarıyla tasarlanan amplifikatörler, silikon FET'lerle yapılanlardan çok daha yüksek frekanslarda ve VHF ve UHF'de daha düşük bir gürültü faktörü ile çalışır (silikon FET'ler son yıllarda önemli ölçüde iyileşmiş olsa da).

JFET

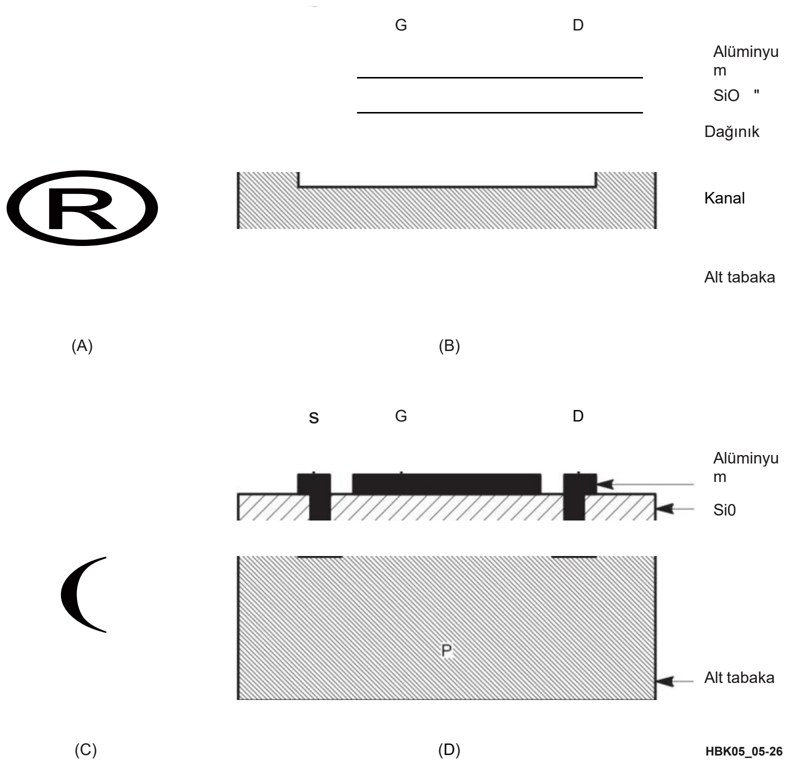
İki temel FET tipinden biri olan *bağlantı FET (JFET) kapı* malzemesi, kanal malzemesine zıt polarite yarı iletkeninden yapılmıştır (fora P-kanal FETkapı, N tipi yarı iletken malzemeden yapılmıştır). Kapı-kanal bağlantısı, kanalla doğrudan temas halinde olan kapı malzemesi ile bir diyotun PN bağlantısına benzer. JFET'ler Kavşak ters taraflı olarak kullanılır, çünkü geçitteki herhangi bir akım istenmez. Bağlantının ters önyargısı, kanalı "sıkıştıran'bir elektrik alanı oluşturur. Elektrik alanının büyüklüğü ters önyargı voltajı ile orantılı olduğundan, kanaldaki akım daha yüksek ters kapı önyargı voltajları için azaltılır. Kanaldaki akım elektrik alanı tarafından tamamen durdurulduğunda, buna *pinch-off denir* ve bipolar transistördeki kesmeye benzer. Bir JFET'teki kanal, kapı ve kaynak voltajları eşit olduğunda maksimum iletkenliğindedir ($V_{GS} = 0$).

Bir JFET'teki kapı-kanal bağlantısı iki kutuplu bir bağlantı diyotuna benzediğinden, bu bağlantı asla ileri yönlü olmamalıdır; Aksi takdirde büyük akımlar geçitten ve kanaldan geçecektir. Bir N-kanal JFET için, kapı her zaman kaynaktan daha düşük bir potansiyelde olmalıdır ($V_{GS} < 0$). Yasaklanan koşul $V_{GS} > 0$ içindir. P kanallı JFET'ler için bu koşullar tersine çevrilir (normal çalışmada Vas > 0 ve yasaklı koşul $V_{GS} < 0$ içindir).

MOSFET

Kapı ile kanal arasına bir yalıtım tabakası yerleştirilmesi, daha geniş bir kontrol (kapı) gerilimi aralığı sağlar ve kapı akımını daha da azaltır (ve böylece cihaz giriş direncini arttırır). İzolatör tipik olarak bir oksitten (silikon dioksit, SiO5 gibi) yapılır. Bu tür bir cihaz metal oksit yarı iletken *FET (MOSFET) veya* yalıtımlı kapı *FET (IGFET) olarak adlandırılır.*

Substrat genellikle kaynağa dahili olarak bağlanır. Yalıtımlı kapı alt tabakadan kanalın karşı tarafındadır **(bakınız Şekil 2.43).** Kapı terminalindeki önyargı voltajı, substratın çoğunluk taşıyıcılarını kanal ile PN bağlantısı boyunca çeker veya iter. Bu, V GS polariteyi değiştirirken sırasıyla kanalı daraltır (tüketir) veya genişletir (geliştirir). Örneğin, N-kanal enhancansementmode - MOSFET'te, alt tabakaya ve kaynağa ($V_{GS} >$ 0) göre pozitif kapı voltajları kanaldan alt tabakaya delikler iterek kanalı genişletir ve

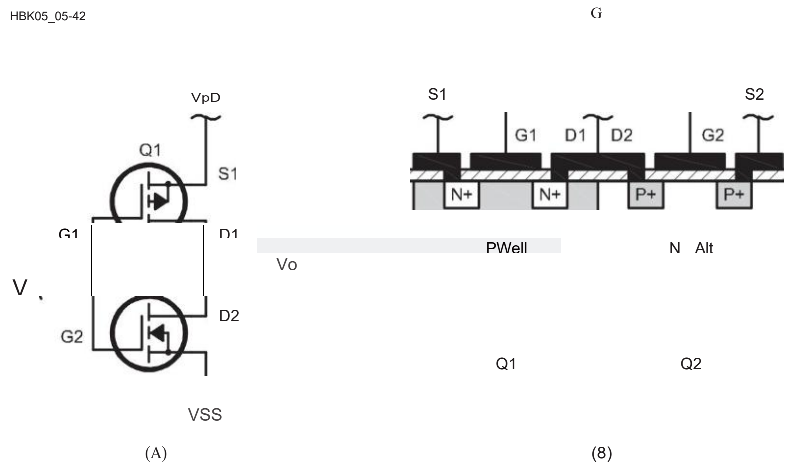


Şekil 2.43 - Terminaller etiketli MOSFET cihazları: kaynak (S), kapı (G) ve drenaj (D). N kanallı cihazlar resmedilmiştir. P-kanal cihazları, şematik sembollerde okları ters çevirir ve katmanların her biri için ters tip yarı iletken malzeme içerir. (A) N-kanal tükenme modu cihaz şematik sembolü ve (B) P-tipi alt tabakanın resimsel, dağınık N-tipi kanal, SiO, yalıtım tabakası ve alüminyum kapı bölgesi ve kaynak ve drenaj bağlantıları. Substrat kaynağa içten bağlıdır. Negatif bir geçit potansiyeli kanalı daraltır. (C) N-kanal geliştirme modu cihaz şematik ve P-tipi substrat, N-tipi kaynak ve (D) resimsel Drenaj kuyuları, SiO, yalıtım tabakası ve alüminyum kapı bölgesi ve kaynak ve drenaj bağlantıları. Pozitif geçit potansiyeli, P-taşıyıcılarını alt tabakadaki kanal bölgesinden uzaklaştırarak iki N-tipi kuyu arasında bir kanal oluşturur.

azalan kanal direnci. Tersine, V GS < 0, deliklerin alt tabakadan çekilmesine, kanalın daralmasına ve kanal direncinin artmasına neden olur. Bir kez daha, bu örnekte tartışılan kutuplar P kanalı cihazları için tersine çevrilir. N-kanal MOSFET'in ortak kısaltması *NMOS* ve aP-kanal *MOSFET, PMOS'dur* .

Kapının yanındaki yalıtım tabakası nedeniyle, aMOSFET'in giriş direnci genellikle 10 Q'dan 1(2bir milyon megohm) daha büyüktür. MOSFET'ler hem JFET gibi kanalı tüketebildiğinden hem de geliştirebildiğinden, MOSFET cihazlarının yapısı, sessiz durumdaki kanal boyutuna göre farklılık gösterir, V GS = 0.

Bir *tükenme modu* cihazı (aynı zamanda *normal olarak açık MOSFET olarak da adlandırılır),* bir ters önyargı uygulandıkça küçülen sessiz durumda bir kanala sahiptir; Bu aygıt hiçbir önyargı uygulanmadan akım iletir (bkz Şekil 2.43A ve B). Bir *geliştirme modu* cihazı (normal olarak kapalı MOSFET olarak da adlandırılır) bir kanal olmadan inşa edilir ve V GS = 0; Artan ön yargı, akımı ileten geçici bir kanal oluşturur (bkz Şekil 2.43C ve D).



Şekil 2.44 - Tamamlayıcı metal oksit yarı iletken (CMOS). (A) CMOS cihazı bir çift geliştirme modu MOS transistöründen yapılmıştır. Üst bir P kanalı cihazıdır ve alt bir N kanalı cihazıdır. Bir transistör önyargılı olduğunda, diğeri taraflı kapalı; Bu nedenle, Vpp'den toprağa minimum akım vardır. (B) Bir CMOS çiftinin entegre devre olarak birleştirilmesi.

Tamamlayıcı Metal Oksit Yarı İletkenler (CMOS)

Bir devredeki güç dağılımı, tamamlayıcılarda (CMOS) MOSFET cihazları kullanılarak çok küçük seviyelere (birkaç nanowatt mertebesinde) indirgenebilir. Her amplifikatör, Şekil **2.44'te olduğu gibi MOSFET cihazlarının bir seri devresinden yapılmıştır. Giriş** sinyali için kapılar birbirine bağlı, drenajlar gibi

Çıkış sinyali için. Doygunluk ve kesme, cihazlardan sadece biri iletir. Hiçbir yük altında devre tarafından çekilen akım, her iki cihazın OFF kaçak akımına eşittir ve çift boyunca voltaj düşüşü V DD'ye eşittir, bu nedenle devre tarafından kullanılan kararlı durum gücü her zaman Vpp x İp'ye eşittir.(KAPALI) Güç sadece anahtarlama işlemi sırasında tüketilir, bu nedenle AC sinyalleri için güç tüketimi frekansla orantılıdır.

CMOS devresi ile inşa edilebilir

Ayrık bileşenler, ancak ekstra parça sayısı ve tamamlayıcı bileşenlerin eşleştirilmesi ihtiyacı, alışılmadık bir tasarım tekniği haline getirmiştir. Düşük güç tüketimi ve üretim kolaylığı, CMOS'u tüm İC teknolojilerinin en yaygın olanı haline getirmiştir. CMOS en çok dijital entegre devrelerde kullanılmasına rağmen, düşük güç tüketimi, analog İC'lerin yanı sıra dijital İC'lerin üreticileri tarafından da kullanılmıştır.

2.9 Kaynaklar ve Bibliyografya

BOOKS AND ARTİCLES Alexander ve Sadiku, *Elektrik Devrelerinin Temelleri (McGraw-Hill*) Banzhaf, W., WBIANE, *Temel Elektroniği Anlama, 2nd* ed (ARRL) Glover, T., *Pocket Ref* (Sequoia Publishing) Horowitz Hill, *Elektronik Sanatı (Cambridge* University Press)

Kaplan, S., *Wiley Elektrik ve Elektronik Sözlüğü* (Wiley Press)

Orr, W., *Radyo El Kitabı* (Newnes)

Purcell, E., *Elektrik ve Manyetizma,* 3rd ed (Cambridge University Press, 2013) W. Silver, N0AX, "Deney # 117 - Yasaları Döşeme", *QST,* Ekim 2012, pp 60-61

W. Silver, N0AX, "Experiment # 118- The Laws at Work", *QST,* Kasım 2012, pp 70-71

W. Gümüş, N0AX, "Deney # 138 -E vs V", *QST,* Temmuz 2014, pp 59-60

Terman, F., *Radyo Mühendisinin El Kitabı (McGraw-Hill*)

WEBSITES

Rohde & Schwarz, "dB veya dB değil ? Desibeller hakkında bilmek istediğiniz ama sormaya korktuğunuz her şey..., "Uygulama Notu 1MA98, **www.rohdeschwarz.us/en/applications/db-or-notdb-application-note_S6280-15534.html**

İçerik

Bölüm 3 -
İndirilebilir Ek İçerik

Makaleler

- Dijital Elektronik Temelleri Dale Botkin, N0XAS
- Radyoda Eller: Maxwell Denklemleri - Grad, Div ve Curl, Ward Silver, N0AX
- Eller Radyoda: Maxwell Denklemleri - Dalga Ortaya Çıkıyor, Ward Silver, N0AX
- Eller Radyoda: Ward Tarafından Kazanç Bant Genişliği Ürününün Etkileri Gümüş, N0AX
- Gözyaşsız Maxwell, Paul Shuch, N6TX
- Desibel İkilemini Çözmek - Ward Silver, N0AX tarafından genişletildi

*Ayrıca **Elektrik Temelleri** bölümü İndirilebilir İçerik ile şu makalelere bakın:*

- Radyo matematik
- Radyo Matematik Formülleri ve Notları

Araçlar ve Veriler

- Frekans Yanıt Tablosu

Bölüm 3

Radyo temelleri

Radyo, alternatif akım dalga formlarının ve bunların nasıl ölçüldüğünün anlaşılmasıyla başlar. Bu bölüm ayrıca, reaktansı ve empedansı tanımlayan kondansatörler ve indüktörler gibi enerji depolama bileşenlerinde ac voltaj ve akım arasındaki ilişkiyi inceler. Daha sonra kalite faktörü (Q) ve rezonans devrelerinin özelliklerini keşfedebiliriz.

Radyoda elektronik devrelerle çalışma kavram ve tekniklerini açıklamak için analog sistem kavramları tanıtılmaktadır. Son olarak, istasyonlar arasında bilgi taşıyan elektromanyetik dalgaları tartışıyoruz.

Bir önceki bölümde olduğu gibi, ek - matematik kaynakları bu kitabın indirilebilir ek bilgi "Radyo Matematik" makalesinde mevcuttur.

3.1 AC Dalga formları

Bir *dalga formu,* ac ve de voltaj ve akım kombinasyonları da dahil olmak üzere, zamanla ölçülen voltaj veya akım tarafından ulaşılan genliklerin modelidir. Örneğin**, Şekil 3.1,** frekans ve kombinasyonlarına oldukça yakın iki ac dalga formunu göstermektedir. **Şekil 3.2, ortaya** çıkan birleşik dalga formuyla birlikte, hem frekans hem de dalga boyunda farklı olan iki ac dalga formunu göstermektedir.

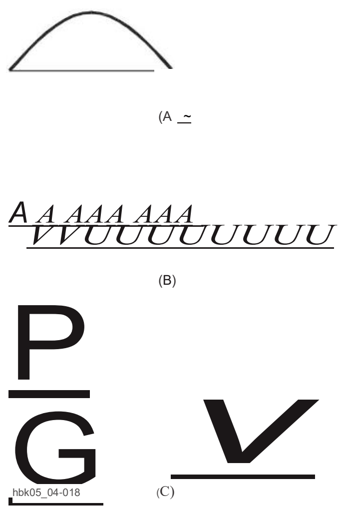
3.1.1 Sinüs Dalgaları ve Dönme

Sinüs dalgası sadece en temel ac dalga formu değil - tek bir frekansta enerji - aynı zamanda dönüşü de tanımlar. Sinüs dalgasının döngüsel doğası, analog veya dijital olsun, radyo teknolojisinin çoğunun merkezindedir. Sinüs dalgasını ve yakından ilişkili kosinüs dalgasını iyi kavramak, radyoyu oluşturan teknikleri anlamanın anahtarıdır. (Sinüs ve kosinüs fonksiyonlarının yanı sıra vektörler ve fazörler, bu kitabın indirilebilir ek bilgilerindeki "Radyo Matematiği" makalesinde tartışılmıştır.)

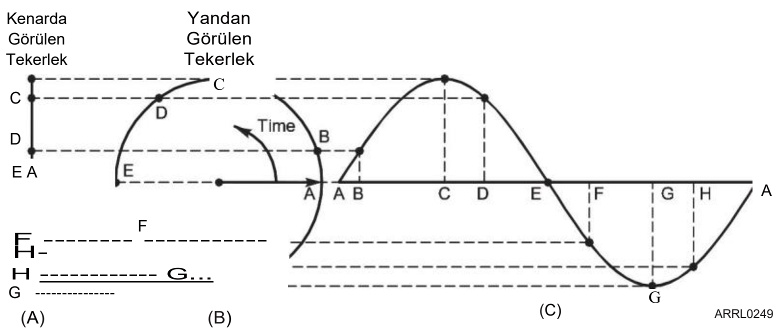
Şekil 3.3 ilişkiyi göstermektedir. Tekerleğin çevresi (jant) boyunca herhangi bir noktada görünür bir noktaya sahip dönen bir tekerleği imagine edin. Tekerleği sabit bir hızda döndürürseniz ve tekerleği Şekil 3.3A'de olduğu gibi kenardan izlerseniz, nokta sadece yukarı ve aşağı hareket edecektir. İf



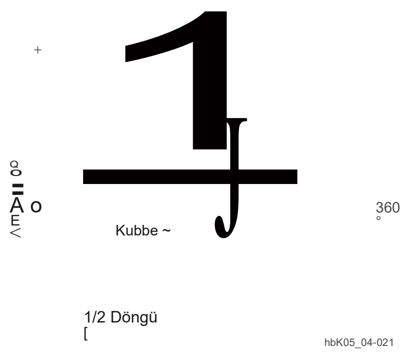
Şekil 3.1 - Benzer frekansların (f1 = 1.5 f2) iki ac dalga formu, bir bileşik oluşturmak için bir araya getirilmiş genliklerle el salla. İki dalganın pozitif zirvelerinin, f1 ve f2 arasındaki fark olan bir frekansta yüksek kompozit zirveler oluşturmak için birleştiği noktalara dikkat edin. Beat nota frekansı 1.5f - f = 0.5f ve Çizimde görülebilir.



Şekil 3.2 - Geniş ölçüde farklı frekanslara ve genliklere sahip iki ac dalga formu, bir dalganın diğerinin üzerine binmiş gibi göründüğü bir bileşik dalga oluşturur.



Şekil 3.3 - Bu diyagram sinüs dalgası ve dairesel dönme arasındaki ilişkiyi göstermektedir. Daire üzerindeki çeşitli noktaların sinüs dalgasındaki değerlere nasıl karşılık geldiğini görebilirsiniz.



Şekil 3.4 - Bir ac döngüsü, zaman veya faz ölçüsü olarak kullanılan 360 dereceye bölünmüştür.

C noktasındaki yüksekliği + 1 ve G noktasındaki yüksekliği -1 olarak belirleriz, daha sonra tekerlek 360 ° boyunca dönerken bir değerler tablosu yaparız, yükseklik değerleri tam olarak sinüs fonksiyonunun *(sin) değerlerine karşılık gelir.* Tekerlek A konumunda 0 ° olduğunda, sin (0 °) = 0; C konumunda 90 ° olduğunda, günah (90 °) = 1 ve bunun gibi tüm yol boyunca .

Şimdi tekerleğe yandan bakın, Şekil 3.3B'deki gibi. Noktanın dairesel yolunun etrafındaki yüksekliğini yatay eksendeki derecelere göre çizmek, Şekil 3.3C'deki gibi bir sinüs dalgası izleyecektir. Tekerleğin her dönüşü sinüs dalgasının bir döngüsüne karşılık gelir. Sinüs dalgasının genliği (A), derece cinsinden (0) tekerleğin açısal konumunun sinüsüne eşittir:

A = günah (8)

Şekil 3.4, bir sinüs dalgasının her döngüsünün açısal konumu ölçmek için 360 °'ye nasıl bölündüğünü göstermektedir .

3.1.2 Frekans, Periyot ve Harmonikler

Sürekli dönen bir jeneratörle, alternatif akım veya voltaj zamanla birçok eşit döngüden geçecektir. Bu, tekrarlanan özdeş döngülerden oluşan periyodik bir dalga formudur. Herhangi bir döngüdeki rastgele bir nokta, periyodik bir dalga formunda bir konum belirteci olarak kullanılabilir. Bu tartışma için, dalga formunun pozitif zirvesi çalışacaktır.

belirsiz bir işaret olarak. Akımın (veya voltajın) herhangi bir saniyede bu pozitif zirveye ulaştığı saniyede kaç kez, dalga formunun frekansı olarak adlandırılır. Başka bir deyişle, frekans, akım (veya voltaj) döngülerinin meydana gelme hızını ifade eder. Frekans birimi *saniyede döngü veya hertz -kırılmış* Hz'dir (radyo dalgalarının varlığını gösteren 19. yüzyıl fizikçisi Heinrich Hertz'den sonra).

Eğer sinüs dalgası sabit bir frekansa sahipse, her tam döngü aynı miktarda zaman alır, *periyot, T,* **Şekil 3.5'te olduğu gibi. Sinyalin** periyodu frekansının tersidir:

Frekans (f) **içinde Hz =** $\frac{1}{\text{Saniye cinsinden periyot (T)}}$

ve

Saniye cinsinden periyot (T) = $\frac{1}{\text{Frekans (f) içinde Hz}}$

Örnek: 60 Hz ac akımın periyodu nedir?

T = $\frac{1}{f} = \frac{1}{60\text{Hz}}$ = 0.01666 s = 16.6 ms

Zamanın herhangi bir noktasındaki sinüs dalgasının A genliğini hesaplamak için, t, zamanı açıya dönüştürebilmemiz gerekir, 8:

$\theta = 360 \cdot \frac{t}{T}$

Sinüs dalga denklemi şimdi:

A- "[~ 6o3] -'a [so"} -]

günah (360xfxt)

HARMONICS

Bir harmonik, temel bir frekansta bir sinyalin tam sayı katı (2, 3, 4 vb.) olan bir frekansa sahip bir sinyaldir. Şekil 3.5 harmoniklerin basit bir örneğini göstermektedir. Temelin frekansının iki katındaki harmonik *ikinci harmonik,* üç katındaki temel frekans *üçüncü harmonik* olarak adlandırılır. "İlk harmonik'diye bir şey yoktur. Örneğin, karmaşık bir dalga formu 10, 20 ve 30 kHz frekanslı sinüs dalgalarından oluşuyorsa, 10 kHz esastır ve diğer ikisi harmoniktir. Harmoniklerin frekansındaki sinyallerin temel ile uyumlu olduğu söylenir.

3.1.3 Faz

Şimdi açısal konum ve zaman arasındaki bağlantıyı kuralım. Zaman saniyenin bir bölümünde ölçülebilir olmasına rağmen, her döngüyü 360 °'ye bölünmüş tam bir zaman birimi olarak ele almak daha uygundur. Sinüzoidal dalgada faz için geleneksel başlangıç noktası -

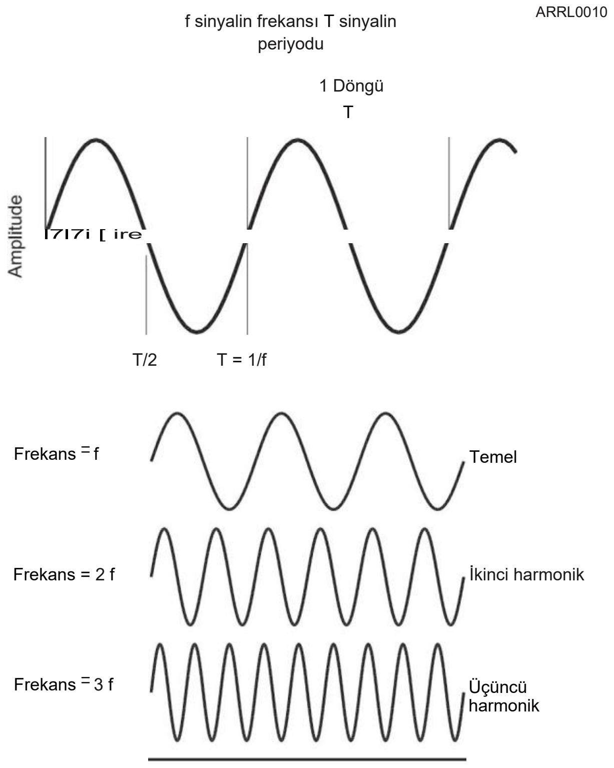
Derece, Radyan ve Açısal Frekans

Çoğu elektronik ve radyo matematiği dereceleri faz ölçüsü olarak kullanırken, bazen radyanlarla karşılaşırsınız. Radyanlar, belirli denklem ve hesaplama türlerinde matematiksel olarak daha uygun oldukları için kullanılır. Bir daire içinde 360 ° olduğu gibi 2n radyan vardır, yani bir radyan = 360/2 # = 57.3 °. Bu kitapta, aksi özellikle belirtilmedikçe, kongre faz veya açı tüm hesaplamalarda derece kullanmak olacaktır .

Mühendislik ders kitapları ve diğer elektronik referanslar, genellikle açısal frekansı temsil etmek için kullanılan ro sembolüyle karşılaşacaksınız. Sinüs dalga denklemi şöyle yazılabilir :

A = sin (2 ω ft) = sin (ω t)

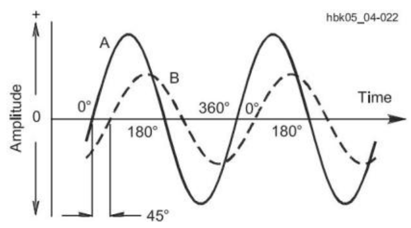
burada = 2nf. Açısal frekansın kullanımı birçok mühendislik hesaplamasında daha basittir. Radyan, açısal frekans (o) kullanıldığında açısal konum için kullanılır .



Şekil 3.5 - Bir sinyalin frekansı ve periyodu karşılıklıdır. Daha yüksek bir frekans daha kısa bir süre anlamına gelir ve bunun tersi de geçerlidir. Harmonikler, temel bir frekansın tam sayı katları olan frekanslara sahip sinyallerdir.

Faz karşı Polarite

Polarite ve faz arasında ayrım yapmak önemlidir. Polarite, pozitif ve negatif voltaj veya akım için atanan kurallar veya yönlerdir. Faz zamanın bir fonksiyonudur
veya bir dalga formunda pozisyon. İki sinyalin zıt kutuplara sahip olması oldukça mümkündür, ancak yine de örneğin fazdadır. Çok fazlı bir ac güç sistemi olan "faz", yardımcı program tarafından üretilen farklı voltaj dalga formlarından birini ifade eder.



Şekil 3.6 - **Aynı frekanstaki iki dalga döngülerine biraz farklı zamanlarda başladığında, zaman farkı veya faz farkı derece olarak ölçülür. Bu çizimde, B dalgası, A dalgasından 45 ° daha geç başlar ve A'nın 45 ° gerisinde kalır .**

Form, Şekil 3.4'te gösterildiği gibi pozitif yarım döngünün başladığı sıfır noktasıdır.

AC döngüsünü bu şekilde işlemenin avantajı, birçok hesaplama ve ölçümün, frekanstan bağımsız bir şekilde alınabilmesi ve kaydedilebilmesidir. Pozitif tepe voltajı veya akımı, döngüye 90 °'de gerçekleşir. Başlangıç noktasına göre, 90 ° ac'nin o noktadaki fazıdır. Faz, *derece veya radyan cinsinden ifade edilen bir ac döngüsü içindeki konumdur. Bu nedenle*, bir ac voltajının veya akımın tam bir açıklaması üç özelliğe atıfta bulunur: frekans, genlik ve faz .

Her faz derecesi aynı miktarı temsil ederZaman. Örneğin, asinewavewith saniyede dört döngü bir frekans bir dönem T = 0.25 saniye vardır ve faz her derece T/360 = 0.25/360 = 0.00069 saniye eşdeğerdir.

Faz ilişkileri, aynı frekansta iki ac voltajın veya akımın karşılaştırılmasına da izin verir. Frekans ile iki sinyalin sıfır noktası aynı anda gerçekleşirse, sinyaller arasında sıfır faz farkı vardır ve *bunların fazda olduğu söylenir.*

Şekil 3.6, sabit faz farkı olan iki dalga formunu göstermektedir. B, A zaten yaptıktan sonra sıfır noktasını pozitif yönde geçtiğinden, bir *faz farkı vardır*.

İki dalga arasında ence. Örneğin, B, A'yı 45 ° geride bırakır veya A, B'yi 45 ° geride bırakır. İfa A ve B aynı devrede meydana gelir, kompozit dalga formları da her birine göre bir ara faz açısında bir sinüs dalgası olacaktır. Aynı frekanstaki herhangi bir numberof sinüs dalgasının eklenmesi her zaman bu frekansta bir sinüs dalgasıyla sonuçlanır. Şekil 3.1'de olduğu gibi farklı frekanslarda sinüs dalgaları eklemek, iki sinüs dalgası arasındaki fark olan bir vuruş frekansına sahip karmaşık bir dalga formu oluşturur .

Şekil 3.6, aynı ac devresinde ölçülen bir voltaj ve akım için eşit olarak uygulanabilir. A veya B voltajı temsil edebilir; Yani, bazı durumlarda voltaj cur-

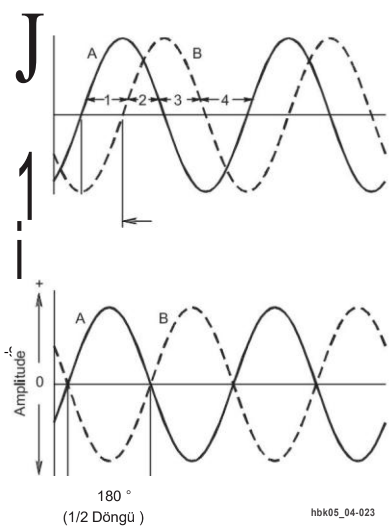
Kira ve diğerlerinde voltaj akımı geciktirir.

Şekil 3.7'de iki önemli özel durum görülmektedir. Kısım A, hat B, hat A'nın 90 ° gerisinde kalır. İts döngüsü, A döngüsünden tam olarak bir çeyrek döngü sonra başlar. Bir dalga sıfırdan geçerken, diğeri sadece maksimum değerine ulaşır. Bu örnekte, iki sinüs dalgasının *dörtgende olduğu söylenir. İf* dalga formu Bis a sinüs dalgası, dalga formu A bir *kosinüs dalgadır, leadingwaveformB'ye* 90 °. Kuadratür sinyalleri, **Modülasyon** bölümünde açıklandığı gibi İ/Q modülasyonunun temelini oluşturur. (İ ve Q, İn-Phase ve Quadrature anlamına gelir .)

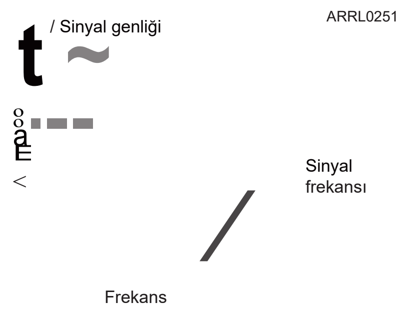
Kısım B, A ve B hatları 180 ° *faz dışıdır,* bazen *anti-faz olarak adlandırılır.* İn bu

Vektörler ve Fazörler

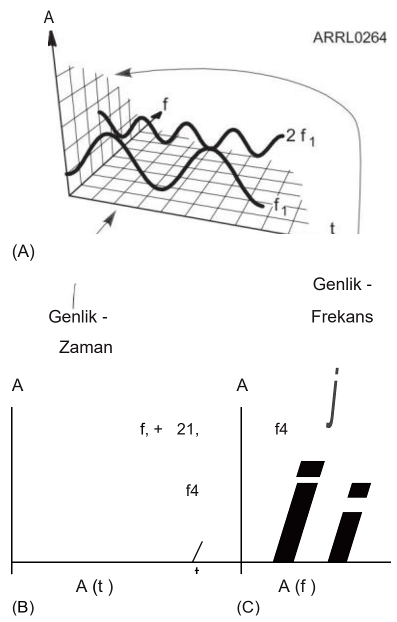
Şekil 3.3B, tekerleğin merkezinden A noktasına çizilen ok, hem genliği (uzunluğu) hem de yönü (açısal konumu) olan bir vektördür. Vektörün genliği uzunluğuna eşittir, sinüs değerleri tablosunu oluştururken keyfi olarak 1 olacağına karar verdik. Vektör tam olarak yatay eksen boyunca işaret ettiğinden, yönü 0 °'dir. Böylece, vektör "0 °'lik bir açıda 1" veya "0 °'lik bir faz ile 1'olarak tanımlanır:" Radyoda yaygın olarak kullanılan fazor gösterimini, bu
10 ° *olarak yazılmıştır.* Tekerleğin dönüşü ve sinüs dalgasının tekrarlanan döngüleri, sinüs dalgasının frekansında dönen (bir saatin eli gibi dönen) bir vektör ile de tanımlanabilir. Vektörler ve fazerler hakkında daha fazla bilgiyi ARRL'nin "Radyo Matematiği" makalesinde bu kitap için indirilebilir ek bilgilerde bulabilirsiniz .



Şekil 3.7 - İki önemli özel faz farkı durumu: Üst çizimde, A ve B arasındaki faz farkı 90 ° dir; Alt çizimde faz farkı 180 °'dir .



Şekil 3.8 - Bir frekans alanı veya spektrum grafiği, bir sinüs dalgasını tek bir dikey çizgi olarak gösterir. Yatay eksen frekansı, dikey eksen genliği temsil eder. Sinüs dalgasını temsil eden çizginin yüksekliği genliğini gösterir.



Şekil 3.9 -Bu diyagram nasıl gösterir Karmaşık bir dalga formu görüntülenebilir Zaman ya da frekans bölgesinde. Bölüm A, genlik, zaman ve frekansın üç boyutlu bir görüntüsüdür. B'de, bu bilgi bir osiloskopta olduğu gibi zaman alanında gösterilir. C'de, sinyalin frekans etki alanı bilgisi

Durum, hangisinin öncülük ettiği veya geciktiği önemli değildir. A doğrusu negatif iken, B doğrusu her zaman pozitiftir ve bunun tersi de geçerlidir. İki dalga formu aynı devrede iki voltaj veya iki akımdan oluşuyorsa ve aynı genliğe sahiplerse, birbirlerini tamamen iptal edeceklerdir.

3.1.4 Zaman ve Frekans Alanı

Bölümdeki bu noktaya kadar, tartışmalarımız ve resimlerimiz, sinyalin bazı özelliklerinin (genellikle genlik) zamanla ilişkili olarak sunulduğu zaman alanındadır. Bir grafikte bu, yatay eksenin zamanı temsil ettiği anlamına gelir. Sağdaki olaylar daha sonra gerçekleşir; Soldaki olaylar daha önce gerçekleşir. Saf sinüzoidler (sinüs dalgaları) için bu, sinyali tanımlamak için yeterlidir.

Birden fazla sinüs dalgasına sahip karmaşık bir sinyal için, zaman alanı gerekli frekans ve zaman bilgisini tanımlamak için yetersizdir. Frekans *alanı,* **Şekil 3.8'de gösterildiği gibi bu sinyallerin özelliklerini göstermek için daha iyidir.** Bir sinüs dalgası sinyali dikey bir çizgi olarak gösterilir, çizginin yüksekliği sinyalin genliğini gösterir. Sinüs dalgası sinyalinin tek bir frekansı işgal ettiğini unutmayın.

Zaman ve frekans alanları arasındaki ilişkiyi daha iyi anlamak için, **Şekil 3.9'a bakınız. Şekil** 3.9A, üç boyutlu koordinatlar zamanı gösterir (çizgi sağ alta doğru eğimliyken); Frekans (sağ üst tarafa doğru eğimli çizgi gibi); ve genlik (dikey eksen olarak).

Gösterilen iki frekans harmonik olarak ilişkilidir (f} ve 2f}). Zaman alanı, tüm frekans bileşenlerinin birbirine eklendiği Şekil 3.9B'de temsil edilir. İki frekans bir osiloskopun girişine uygulanırsa, birlikte eklenen sinyallerin genliklerini temsil eden kalın çizgiyi görürüz. Frekans alanı, zaman alanında bulunmayan bilgileri içerir ve bunun tersi de geçerlidir.

Şekil 3.9C'de gösterilen ekran, bir spektrum analizörünün karmaşık bir dalga formunun görüntüsünün tipik bir örneğidir. (Spektrum analizörü **Test Ekipmanları ve - Ölçümler bölümünde açıklanmıştır**.) Şekil olarak, sinyal ayrı ayrı frekans bileşenlerine ayrılır ve her bir sinyal bileşeninin genliğinden oluşan bir ölçüm yapılır. Bir sinyalin genliği, dikey ölçekte voltajı veya gücü olarak temsil edilebilir. Frekans alanını kullanarak sinyalin bileşimi hakkında daha fazla bilgi verdiğini görebilirsiniz.

3.1.5 Karmaşık Dalga Formları

Birden fazla sinüs dalgasından oluşan sinyallere *karmaşık dalga formu denir.* Karmaşık bir dalga formunun basit bir örneği, arama yaparken telefonlar tarafından kullanılan sinyal dalga formudur. Bu dalga formu iki farklı sinüs dalga tonundan oluşur, bu nedenle bu sinyal sistemi için "çift tonlu çok frekanslı" veya DTMF adı verilir. Bir dahaki sefere dikkatlice dinleyin ve farklı frekansların iki tonunu duyacaksınız.

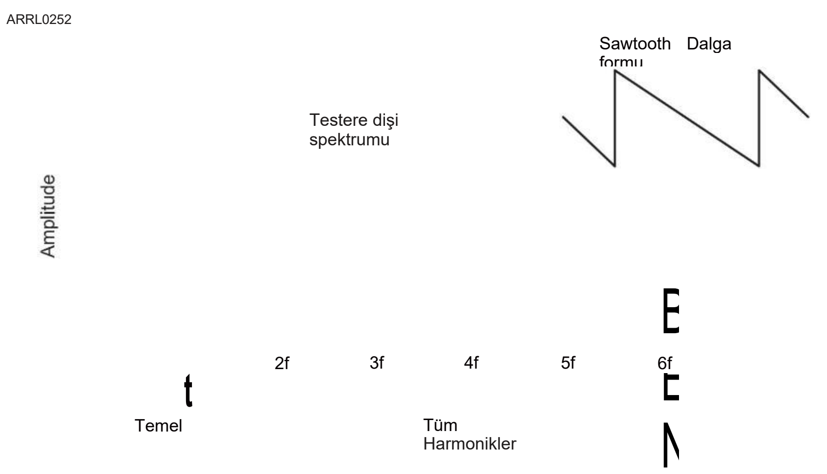
Sinüs dalgasından ve harmoniklerinden oluşan bazı iyi bilinen ve yaygın karmaşık dalga formları vardır. Bunlara *düzenli* dalga formları denir, çünkü tüm sinüs dalgalarının harmonik ilişkisi, tek bir genel frekans ve periyoda sahip bir dalga formuyla sonuçlanır. Armonik olarak ilişkili olmayan sinüs dalgalarından oluşan bir dalga formu,

İnsan konuşması olarak, *düzensiz bir* dalga şeklidir. Düzenli veya düzensiz olsun, karmaşık bir dalga formunu oluşturan sinüs dalgalarına *bileşenleri denir. (Karmaşık* sinyallerin tek tek bileşenleri açısından analizi **DSP ve SDR Temelleri** bölümünde ele alınmıştır.) Lou Ernst, WA2GKH tarafından dalga formlarını denemek ve karşılaştırmak için bir elektronik tablo aracı, bu kitabın referans web sitesinde Ek Bilgi ve Dosyalar bölümünde bulunmaktadır.

Karmaşık AC sinyallerinin temel bir sinyal ve bir dizi harmonik içermesi yaygındır. Her birinin temel ve göreceli genliği ile birleştirilen harmonikler, aşağıdaki iki bölümde göreceğiniz gibi dalga formunun son şeklini belirler. Bir sinyali oluşturan tüm bileşenlerin kümesine sinyalin *spektrumu denir.* (Birden fazla spektrum *spektrumdur.)*

SAWTOOTH DALGALAR

Şekil 3.10'da gösterildiği gibi bir testere dişi dalga formu, *düşme süresine (dalganın* minimum değere ulaşması için geçen süre) kıyasla önemli ölçüde daha hızlı bir yükselme süresine (dalganın maksimum değere ulaşması için geçen süre) sahiptir. Bir testere dişi dalga, temel frekansında ve tüm harmoniklerinde bir sinüs dalgasından oluşur. Testere dişinin spektrumu Şekil 3 .10'da gösterilmiştir. *Rampa* dalga formu testere dişine benzer, ancak yavaşça yükselir (rampa)

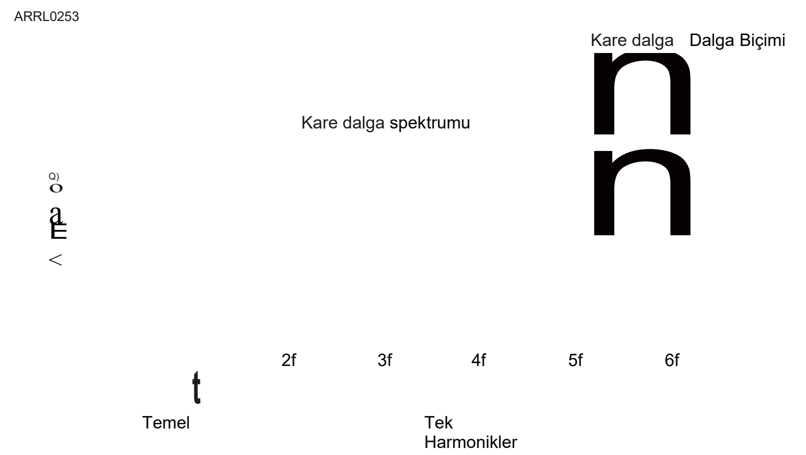


Şekil 3.10 - Testere dişi dalga formu, temel frekanstaki sinüs dalgalarından ve tüm harmoniklerinden oluşur. Armoniklerin genliği, frekansları arttıkça azalır.

Hızlı bir düşüş var, testere dişinin tam tersi. Hem testere dişi hem de rampa dalga formları zamanlama devrelerinde yararlıdır.

KARE DALGALAR

Bir kare dalga, iki voltaj seviyesi arasında aniden ileri geri değişen ve **Şekil 3.11'de olduğu gibi her seviyede eşit zaman kalan dalgadır. (Dalga** her seviyede eşit olmayan bir zaman geçirirse, *dikdörtgen dalga olarak bilinir.) Bir* kare dalga, temeldeki sinüs dalgalarından ve Şekil 3.11'de gösterildiği gibi tüm garip harmonik frekanslardan oluşur.

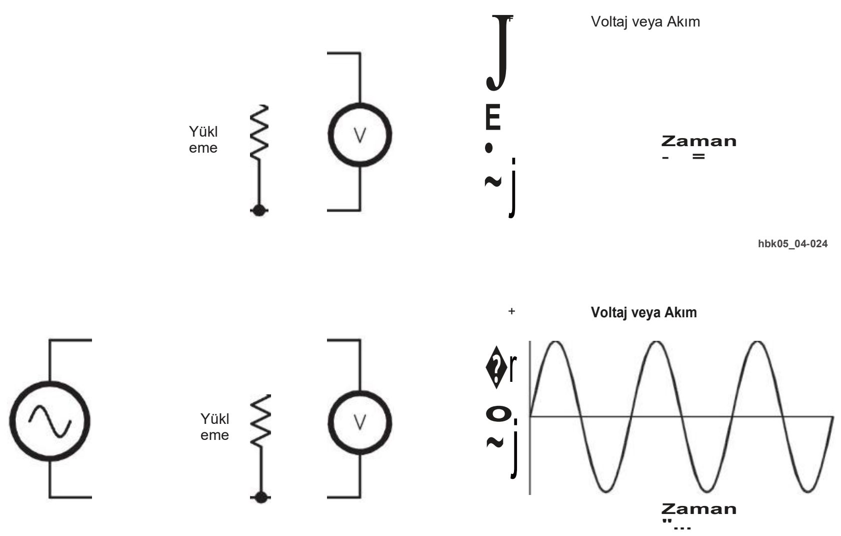


Şekil 3.11 - Kare dalga, temel frekanstaki sinüs dalgalarından ve sadece tek harmoniklerden oluşur. Armoniklerin genliği, frekansları arttıkça azalır.

3.2 AC Gerilim, Akım ve Güç Ölçümü

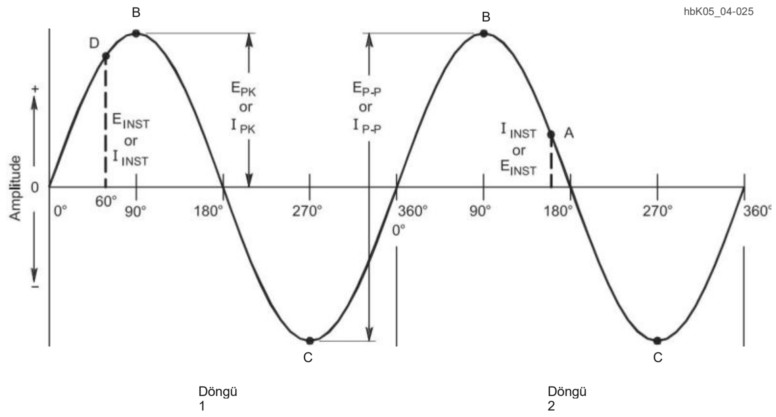
Bir de devresindeki voltajı veya akımı ölçmek, **Şekil 3.12A'in** gösterdiği gibi basittir. Akım sadece bir yönde aktığından, voltaj ve akım direnç değerleri değişene kadar sabit değerlere sahiptir.

Şekil 3. L 2B, ac devrelerinde voltaj ve akımları ölçerken karşılaşılan şaşırtıcı bir problemi göstermektedir - akım ve voltaj sürekli olarak yön ve değer değiştirir. Hangi değerler anlamlıdır? Ölçümler nasıl yapılır? Aslında, ac devrelerinde sinüs-dalga voltajını ve akımını ölçmenin birkaç yöntemi vardır ve her yöntem dalga formu hakkında farklı bilgiler sağlar. Aşağıdaki bölümlerin, aksi belirtilmedikçe dalga formunun bir sinüs dalgası olduğunu varsaydığını unutmayın.



3.2.1 İnstantanöz Değerler

Şimdiye kadar, en yaygın dalga formu ilişkisi -
Herhangi bir frekansta ac ile ated sinüs **dalgasıdır. Şekil 3.12 - De (A) ve ac devrelerinde (B) gerilim ve akım ölçümleri.**



Şekil 3.13 - Anlık, tepe ve tepe-tepe ac gerilim ve akım değerlerini göstermek için bir sinüs dalgasının iki döngüsü.

Aksi belirtilmedikçe, ac voltaj veya akım ölçümlerinin sinüzoidal bir dalga formunda olduğunu varsaymak güvenlidir**. Şekil 3.13, bazı** keyfi frekans ve genliklerin bir voltajını veya akımını temsil eden bir sinüs dalgasını göstermektedir. Anlık voltaj (veya akım), bir andaki değerdir. Bir dizi anlık değer zamana karşı çizilirse, ortaya çıkan grafik dalga formunu gösterecektir.

Şekil 3.13'ün sinüs dalgasında, dalga formunun herhangi bir noktadaki anlık değeri üç faktörün bir fonksiyonudur: Eğri boyunca voltajın (veya akımın) maksimum değeri (B noktası, Ea), dalganın frekansı, f ve önceki pozitif giden sıfır geçişten geçen süre, t, saniye veya saniyenin kesirleri. Böylece,

EE E "ax sin (fo)

Tüm sinüs hesaplamalarının derece cinsinden yapıldığını varsayarsak. ("Derece, Radyan ve Açısal Frekans" kenar çubuğuna bakınız. İf sinüs hesaplaması radyanlarda yapılır, denklemde ft için 2rft yerine geçer.)

Îfthe noktasının fazı bilinir - dalga formu boyunca pozisyon - o noktadaki anlık voltaj doğrudan şu şekilde hesaplanabilir:

Ee Eax sin 0

Burada 0, döngünün başlangıcından itibaren faz farkı derecelerinin sayısıdır.

Örnek: Maksimum voltaj değeri 120 V ve D noktasının fazı 60.0 ° ise, Şekil 3.13'teki D noktasındaki voltajın anlık değeri nedir ?

Ee 120 V x sin 60 ° = 120 x 0.866 = 104 V

3.2.2 Tepe ve Tepe-Tepe Değerleri

Bir ac dalga formunun anlık değerlerinin en önemlisi, her pozitif ve negatif yarım döngüde ulaşılan maksimum veya tepe değerleridir. Şekil 3.13, C Bandı noktaları pozitif ve negatif zirveleri temsil eder. Tepe değerleri ("pk" veya "p" alt simgesiyle gösterilir), bir devredeki voltaj veya akımın bileşen arızası tehlikesi olmadan aşmaması gereken bileşen değerleri açısından özellikle önemlidir.

Bir ac devresindeki tepe gücü, tepe voltajının ve tepe akımının ürünüdür veya

P "= E'e * İ" g

Şekil 3.13'teki B noktasından C noktasına kadar olan açıklık,

Sinüs dalgası. *Tepe-tepe* değeri ("P-P" veya "pk-pk" alt simgesiyle gösterilir) olarak belirlenen bu açıklık, dalga formunun tepe değerinin iki katına eşittir. Böylece, tepe-tepe voltajı :

Epp = 2 Yumurta

3.2.3 RMS Değerleri

Voltaj ve akımın kök ortalama karesi veya RMS değerleri elektronikte karşılaşılan en yaygın değerlerdir. Bazen *etkili* değerler olarak adlandırılan, bir ac voltajının veya akımın RMS değeri, bir direncin ac dalga formuyla aynı ortalama güç miktarını dağıtmasına neden olacak bir de voltajın veya akımın değeridir. Bu ölçüm, elektrifikasyonun ilk günlerinde hem ac hem de de güç hizmet gücünün kullanıldığı zamanlarda yaygın olarak kullanılmaya başlandı. Bugün bile, bir elektrik prizinden temin edilebilen ac hattı voltajının değerleri RMS değerleri olarak verilmektedir. Aksi belirtilmedikçe, çoğu elektronik literatürde bulunan etiketlenmemiş ac voltaj ve akım değerleri normalde RMS değerleridir.

Voltaj ve akımın RMS değerleri, isimlerini tepe voltajı ve akıma göre değerlerini elde etmek için kullanılan matematiksel yöntemden alır. Bu prosedür, sinüzoidal veya değil, her türlü periyodik dalga formu için RMS değerini sağlar. Tek bir ac döngüsü boyunca voltaj veya akımın tüm anlık değerlerinin bireysel değerlerini kareleyerek başlayın. Bu karelerin ortalamasını (ortalamasını) alın (bu, dalga formunun bir integralini hesaplayarak yapılır) ve sonra bu ortalamanın karekökünü bulun.

SNE DALGA RMS DEĞERLER

Bu bölüm sadece söz konusu dalga formu sinüs dalgası olduğunda geçerlidir. Bu bölümdeki basit formüller ve dönüşüm faktörleri genellikle kare veya üçgen dalgalar gibi sinüzoidal olmayan dalga formları için geçerli değildir ("Sinüzoidal Olmayan Dalga Formlarının Ölçülmesi" kenar çubuğuna bakınız). Aşağıdaki formüller *yalnızca dalga formu bir* sinüs dalgası ve devre doğrusal ise doğrudur - *yani* voltajı yükseltmek veya düşürmek akımı yükseltir veya düşürür

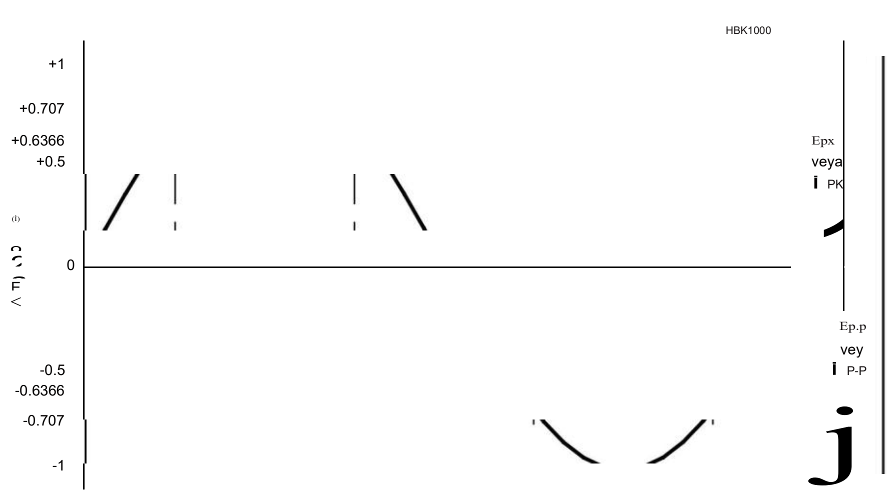
Nonsinusoidal Dalga Formlarının Ölçülmesi

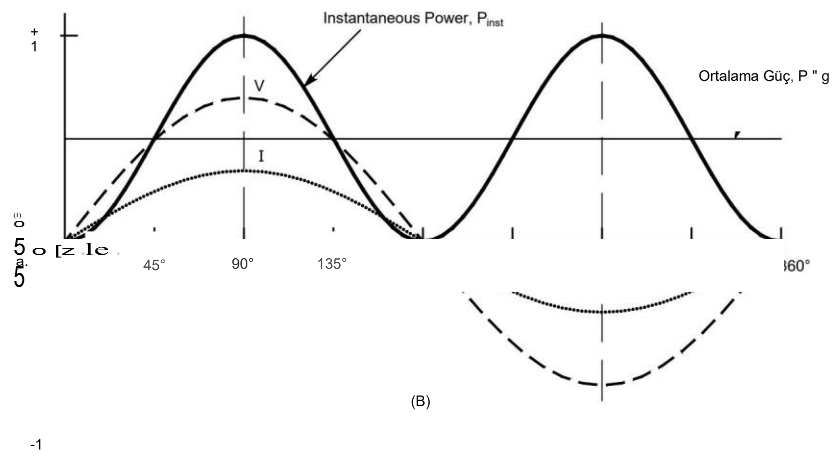
Ac dalga formlarının ölçümlerinin yapılması **Test Ekipmanları ve Ölçümler** bölümünde daha ayrıntılı olarak ele alınmıştır. Bununla birlikte, bu, RMS'nin ve değerlerin ölçülen dalga formunun doğasına bağımlılığını güçlendirmek için tartışmada iyi bir noktadır.

Analog metreler ve RMS değerlerini gösteren diğer enstrümantasyon türleri sadece sinüs dalgaları için kalibre edilebilir, bunlar en yaygın ac dalga formu türüdür. Sinüs dalgaları dışındaki dalga formlarını doğru bir şekilde ölçmek için bu enstrümantasyonu kullanmak
- Konuşma, aralıklı sinüs dalgaları (CW gibi)

Bir verici), kare dalgalar, üçgen dalgaları veya gürültü - *kalibrasyon faktörlerinin kullanılmasını gerektirir* veya ölçüm geçerli olmayabilir.

RMS'nin kalibre edilmiş, güvenilir ölçümlerini yapmak veya bu dalga formlarının değeri *gerçek RMS* aletlerinin kullanılmasını gerektirir. Bu cihazlar bilinen bir de değerine dengeleyici bir yaklaşım kullanabilir veya mikroişlemci tabanlıysa, dalga formunda tam kök-ortalama-kare hesaplamasını gerçekleştirebilir. Doğru bir RMS değeri önemliyse, test cihazlarınızın özelliklerini bildiğinizden emin olun.





Şekil 3.14 - (A) için ac gerilim ve akımın RMS, ortalama, tepe ve tepe-topeak değerleri arasındaki ilişkiler Sinüs dalgası. Sayısal sabitler sinüzoidal olmayan dalga formları için farklıdır.
(B) Anlık gücün değeri, anlık gerilim ve akımın ürünüdür. Ortalama güç, voltaj ve akımın RMS değerlerinin ürünüdür.

orantılı olarak. Eğer bu koşullar doğruysa, aşağıdaki dönüşüm faktörleri hesaplanmıştır ve herhangi bir ek matematik olmadan kullanılabilir.

Bir sinüs dalgasının bir de dalga formuna eşdeğer ısı üretmesi için gereken tepe ac gücü, de gücünün iki katıdır. Bu nedenle, karşılık gelen bir de gücüne eşdeğer ortalama ac gücü, pik ac gücünün yarısıdır.

5 - ppk

Bir sinüs dalgasının RMS voltajı ve ortalama ac gücüne ulaşmak için gereken akım değerleri, dönüşüm faktörleri tarafından tepe değerleri ile ilişkilidir:

$$E_{RMS} = \frac{E}{2} = \frac{E}{1.414} = E x 0.707$$

$$I_{RMS} = \frac{I_K}{1.414} = I_K x 0.707 \sqrt{2}$$

RMS voltajları ve akımları, çoğu volt ve ammetre tarafından görüntülenen şeydir.

Eğer RMS voltajı tepe voltajı bölü 2 ise, tepe voltajı 2 ile çarpılan RMS voltajı olmalıdır veya

Örneğin EgMs X 1.414

! "İgMs x 1.414

Örnek: RMS voltajı 120 V ise, normal ev ac çıkışındaki tepe voltajı ve tepe-tepe voltajı nedir?

Fe = 120 V x 1.414 = 170 V

Epp 2 x 170 V = 340 V

Bir sinüs dalgasının zaman etki alanında, voltaj ve akımın anlık değerleri, **Şekil 3.14A'de gösterilen döngü boyunca 45 °, 135 °, 225 ° ve 315 ° noktalarındaki RMS değerlerine karşılık gelir**. (45 °'nin sinüsü yaklaşık 0.707'dir.) Voltaj veya akımın anlık değeri, döngünün yarısı için RMS değerinden daha büyük ve döngünün yarısı için RMS değerinden daha azdır .

Devre özellikleri en yaygın olarak yalnızca RMS voltajını ve akım değerlerini listeleyeceğinden, bu ilişkiler en yüksek voltajları veya akımları bulmada önemlidir.

Tablo 3.1
Sinüzoidal AC Gerilim veya Akım için Dönüşüm Faktörleri

Gelen	*To*	*Çarpın*
Peak	Tepeden	2
Tepeden Tepeye	Peak	0.5
Peak	RMS	1/2 veya 0.707
RMS	Peak	2 veya 1.414
Tepeden Tepeye	RMS	1/(2 2) 0r 0.35355
RMS	Tepeden Tepeye	2 2 veya 2.828
Peak	Ortalama	2 /π veya 0.6366
Ortalama	Peak	π/2 veya 1.5708
RMS	Ortalama	(2 x .fi.)/π veya 0.90
Ortalama	RMS	r/(22) 0r 1.11

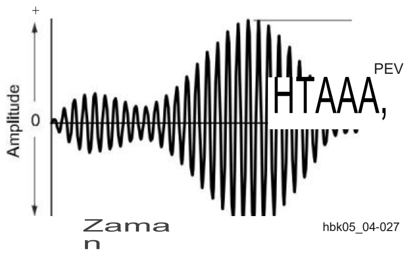
Not: Bu dönüşüm faktörleri sadece sürekli saf sinüs dalgaları için geçerlidir.

Sinüs ve Kare Dalga Ölçüm Tanımları

Kare dalgalar çok yaygın dalga formları olduğundan, aşağıdaki tablo iki tür dalga formu için tanımlar sağlar. Bunlar, bir true-RMS cihazı kullanılmadıkça iki ölçüm arasındaki dönüşüm faktörleri değildir.

Sinüs ve Kare Dalgalar için AC Ölçümleri

	Sinüs *Dalgası 2*	*Kare Dalga* 2
Tepeden Tepeye Zirve	x Tepe	x Tepe
RMS	0.5 x Zirveden Zirveye 0.707 x Tepe	0.5 x Zirveden Zirveye Zirve
Peak	1.414 x RMS	RMS
Ortalama	0 (tam döngü) 0.637 x Tepe (yarım çevrim)	0 (tam döngü) 0.5 x Tepe (yarım döngü)



Şekil 3.15 - Bir kompozit dalga formu için tepe zarf gerilimi (PEV).

Stres bileşenleri.

Örnek: Bir sinüzoidal dalga formu sinyalinin RMS voltajı 300 V ac ise, bir kapasitör boyunca tepe voltajı nedir?

EX = 300 V x 1.414 = 424 V

Kondansatör bu yüksek voltaja ve bir güvenlik marjına dayanabilmelidir. (Kapasitör, sürekli tersine dönen polarite ve AC akım akışı nedeniyle AC kullanımı için de derecelendirilmelidir.) Ac'yi de'ye dönüştüren ve kapasitif giriş filtreleri kullanan güç kaynaklarında, çıkış voltajı RMS değeri yerine ac voltajının tepe değerine yaklaşacaktır. (Bu uygulamadaki bileşenlerin belirtilmesi hakkında daha fazla bilgi için Güç Kaynakları bölümüne bakın.)

3.2.4 AC Dalga Formlarının Ortalama Değerleri

Bazı devreler, bir ac dalga formunun ortalama voltajına veya akımına (güç değil) yanıt verir. Bu devreler arasında analog elektrodinamik sayaç hareketleri ve ac'yi de'ye dönüştüren ve her ikisi de bir tam dalga doğrultucunun titreşimli de çıkışı ile çalışan ağır endüktif ("boğucu") giriş filtreleri kullanan güç kaynakları bulunmaktadır. Her ac yarım döngüsünün ortalama değeri, bu yarım döngüdeki tüm anlık değerlerin ortalamasıdır. (Th

Sinüs dalgasının veya herhangi bir simetrik ac dalga formunun tüm döngü boyunca ortalama değeri sıfırdır!) Gerilim ve akımın tepe değerleri ile ilgili olarak, bir sinüs dalgasının her yarım döngüsü için ortalama değerler, tepe değerinin 2/rc (veya 0.6366) katıdır .

E " = 0.6366 E,

g ! = 0.6366

1 1

Kolaylık sağlamak için Table3.1, tüm ortak ac değerleri arasındaki ilişkileri özetler. Tüm bu ilişkiler lineer devrelerdeki sinüs dalgalarına uygulanır.

3.2.5 AC Dalga Formlarının Ortalama Gücü

Anlık güç, Şekil'de gösterildiği gibi bir ac dalga formunun Pio **3.14B voltaj ve** akımın anlık değerlerine eşittir ve birlikte çarpılır:

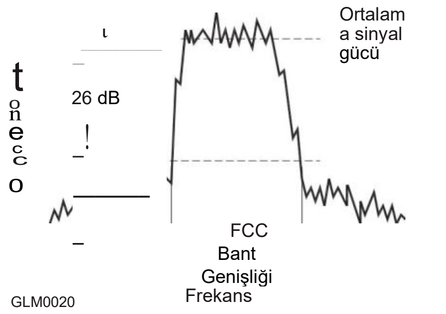
Pe = En ¥ Inst

Anlık güç dalga formunun frekansının voltaj ve akımın frekansının iki katı olduğunu unutmayın.

Ortalama güç, R "", AC sinyallerinin gücünü ölçmek için kullanılır. İt, voltaj ve akımın RMS değerlerinin çarpılmasıyla belirlenir. RMS değerleri tüm döngü boyunca hesaplanır, bu nedenle ortalama güç yalnızca tüm döngü için geçerlidir :

Pg ERM'ler X IRM'ler

Bu denklem, voltaj ve akımın gösterildiği gibi faz içinde olduğunu varsayar. Eğer reaktans varsa, gerilim ve akım arasında bir faz kayması olacaktır - bu bölümün ilerleyen bölümlerinde "Reaktif Güç ve Güç Faktörü" bölümüne bakın. Anlık güç dalga formu için bir RMS değeri hesaplanabilse de, ortalama güce eşit değildir ve herhangi bir fiziksel önemi yoktur.



Şekil 3.16 - FCC bant genişliğini "iletilen sinyalin ortalama (ortalama) gücünün en azından zayıflatıldığı bir frekans bandının genişliği'olarak tanımlar. Ortalama gücün 26 dB altında ". (FCC § 97.3 (a) (8))

3.2.6 Karmaşık Dalga Formları ve Tepe Zarf Değerleri

Daha önce Şekil 3 .10 ve 3 .11'de gösterildiği gibi karmaşık dalga formları sinüs dalgalarından farklıdır. Konuşma sinyalleri için, tepe voltajı örneğin bir döngüden diğerine önemli ölçüde değişebilir. Bu nedenle, özellikle iletilen konuşma veya veri dalga formları ile voltaj ve gücün doğru ölçümü için diğer genlik ölçümleri gereklidir.

Bir SSB dalga formu (konuşma veya veri), birleştirildiği ses frekansı ac dalga formunun birçok katı frekansa sahip bir RF ac dalga formu içerir. Bu nedenle, ortaya çıkan *bileşik* dalga formu, **Şekil 3.15 tarafından gösterildiği gibi RF dalga formunun üzerine bindirilmiş bir genlik zarfı olarak görünür.** Bunun gibi karmaşık bir dalga formu için, *tepe zarf voltajı* (PEV), dalga formunun herhangi bir yerindeki voltajın maksimum veya tepe değeridir.

Pik zarf voltajı, *pik zarf gücünün (PEP) hesaplanmasında kullanılır.* Federal İletişim Komisyonu (FCC), en yüksek zarf gücü açısından amatör vericiler için maksimum güç seviyelerini belirler. *PEP,* normal çalışma koşullarında alınan modülasyon zarfının tepesindeki bir RF döngüsü sırasında verici tarafından anten iletim hattına verilen ortalama güçtür. Yani, PEV'in meydana geldiği RF döngüsü için ortalama güç.

PEP'in hesaplanması döngünün ortalama gücünü gerektirdiğinden ve modüle edilmiş RF dalga formunun bir sinüs dalgasından sapması çok küçük olduğundan, sinüs dalgaları için dönüşüm faktörlerinin kullanılmasıyla ortaya çıkan hata önemsizdir. Bir RMS değeri elde etmek için PEV'i 0.707 ile çarpın. Ardından, yük direncine bölünmüş voltajın karesini kullanarak PEP'i hesaplayın.

PEP _ QPEV x0.707)²
R

Örnek: 100 V'luk bir PEV ile bir vericinin çıkışının 50 ohm'luk bir yüke PEP'i nedir?

PEP (100 x0.7071 °
R
(9 ⁷"" Toow 50

COMPOSİTE DALGA FORMLARI VE BANDWIDTH

Kompozit sinyaller, karmaşık bir sinyal oluşturmak için bir araya gelen bireysel sinyallerin gruplarıdır. Kompozit sinyaller genellikle bir dizi frekansı kapsayan bileşenlere sahiptir. Bir *sinyalin bant genişliğinin genel tanımı,* sinyalin genliğinin tepe değerinin 3 dB altına düştüğü iki nokta arasındaki frekans farkıdır. Bazı çok basit ve çok karmaşık sinyaller için bu Yararlı bir tanım olmayabilir.

FCC, § 97.3 (a) (8) bölümünde daha spesifik bir bant genişliği tanımına sahiptir: *"Bant genişliği.* İletilen sinyalin ortalama [ortalama] gücünün, bant içindeki ortalama gücün en az 26 dB altında zayıflatıldığı bir frekans bandının genişliği. " **Şekil 3.16** bu ölçümün nasıl yapıldığını göstermektedir. Bu tanım, FCC kurallarını karşılayıp karşılamadığını belirlemek için bir sinyalin işgal edilmiş bant genişliğini değerlendirirken kullanılır .

3.3 Etkili Yayılan Güç

Toplam istasyon performansını değerlendirirken, anten kazancı da dahil olmak üzere tüm sistemin etkilerini hesaba katmak önemlidir. Bu, değişikliklerin istasyondaki etkilerini değerlendirmenizi sağlar. İletim performansı genellikle *etkili yayılan güç (ERP) olarak hesaplanır.* ERP bir referans anten sistemine göre hesaplanır - genellikle bir dipol, ancak bazen bir izotropik anten - ve "Antenim basit bir dipol olsaydı, istasyonum ne kadar güç yayar?" Etkili izotropik yayılan güç (EIRP), referans olarak bir izotropik anten kullanıldığında ortaya çıkar. Anten referansı belirtilmemişse, bir dipol referans anteni varsayalım.

ERP, tekrarlayıcı sistemlerinin tasarlanmasında ve koordine edilmesinde özellikle yararlıdır. Antenden yayılan etkili güç, tekrarlayıcının kapsama alanını oluşturmaya yardımcı olur. Ek olarak, tekrarlayıcı antenin çevredeki binalara ve dağlara kıyasla yüksekliği (ortalama *arazinin üzerindeki yükseklik* veya *HAAT)* tekrarlayıcı kapsamı üzerinde büyük bir etkiye sahiptir. Genel olarak, belirli bir kapsama alanı için, daha büyük bir anten HAAT ile, daha az etkili yayılan güç (ERP) gereklidir. Bir frekans koordinatörü, aynı frekansları kullanan istasyonlar arasındaki paraziti azaltmaya yardımcı olmak için bir tekrarlayıcı için maksimum bir ERP bile belirtebilir.

ERP hesaplamaları *verici güç çıkışı (TPO) ile başlar. (Harici* bir güç amplifikatörü kullanılıyorsa, bunun son güç amplifikasyon aşamasının çıkışı olduğu varsayılır.) Daha sonra anten, iletim hattı ve tüm iletim hattı bileşenleri de dahil olmak üzere tüm anten sisteminin sistem kazancı, tüm istasyonun çıkış gücünü hesaplamak için TPO'ya uygulanır.

Sistem Kazancı = İletim Hattı Kaybı - İletim Bileşenleri Kaybı + Anten Kazancı

Besleme hattında her zaman bir miktar güç kaybolur ve genellikle başka cihazlar vardır Bir filtre veya empedans eşleşen bir ağ gibi sıraya sokuldu. Bir tekrarlayıcı sistemi durumunda, genellikle bir dupleksleyici vardır, böylece verici ve alıcı, intermodülasyon girişimi olasılığını azaltmak için aynı anteni ve belki de bir sirkülatörü kullanabilir. Bu cihazlar da sisteme bazı kayıplar getiriyor. Anten sistemi daha sonra genellikle sisteme bir miktar kazanç döndürür. (Anten kazancı hakkında bilgi için Antenler bölümüne ve besleme hattı kaybı hakkında bilgi için İletim Hatları bölümüne bakın.)

ERP = TPO x Sistem Kazancı

Sistem kazançları ve kayıpları genellikle - desibel cinsinden ifade edildiğinden, basitçe negatif değerler olarak yazılan kayıplarla birlikte eklenebilirler. Sistem kazancı daha sonra ERP'yi hesaplamak için dB'den doğrusal bir değere dönüştürülmelidir.

ERP = TPO x log-İ (Sistem ı ~ ain (dB))

Ayrıca, ERP için nihai sonuç elde edilene ve daha sonra tekrar watt'a dönüştürülene kadar tamamen dBm ve dB'de çalışmak yaygındır. (dBm,'bir mW'ye göre desibelleri "temsil eder, böylece 0 dBm = İ mW, 30 dBm = 1 W vb.)

ERP (dBm) = TPO (dBm) + Sistem Kazancı (dB)

50 W verici kullanan bir tekrarlayıcı istasyonumuz ve 4 dB kayıp içeren bir besleme hattımız olduğunu varsayalım. Hatta 2 dB kayıp sergileyen bir dupleksleyici ve Başka bir 1 dB loss ekler. Bu tekrarlayıcı, 6 dBd'lik bir kazancı olan bir anten kullanır. Toplam sistem kazancımız şöyle görünüyor:

Sistem kazancı = 4 dB + -2 dB + -1 dB + 6 dBd = -1 dB

Bunun, TPO'dan yayılan güce kadar sistem için toplam 1 dB'lik bir kayıp olduğunu unutmayın. 50 W TPO üzerindeki etki şunlarla sonuçlanır:

er- so wag (9299 "599)

- 50 x log '(-0.1) = 50 x0.79 = 39.7 W Bu, 1 dB sistem kaybıyla verici çıkış gücünden biraz daha az ERP'ye sahip olacağımız beklentisiyle tutarlıdır .

Başka bir örnek olarak, 100 W çıkış sinyalini 1 dB kaybı olan bir besleme hattına besleyen bir vericimiz olduğunu varsayalım. Besleme hattı, 6 dBd'lik bir kazancı olan bir antene bağlanır. Antenden yayılan etkili güç nedir? Toplam sistem kazancını (veya kaybını) hesaplamak için verilen desibel değerlerini ekliyoruz:

Sistem kazancı = - 1 dB + 6 dBd = 5 dB

ve

ERP = 100 W x log - İ (sistem lg; in (dB))

= 100 x log '(0.5) = 100 x3.16 = 316 W

Toplam sistemin pozitif kazancı vardır, bu yüzden ERP için TPO'dan daha büyük bir değer beklemeliydik. Kazanç anteninin, sinyalin daha fazlasını istenen yönde yoğunlaştırdığını ve istenmeyen yönlerde daha az sinyal olduğunu unutmayın. Yani anten mevcut toplam gücü gerçekten arttırmıyor. İf yönlü antenler kullanılır, ERP yön ile değişecektir.

Örnek: 150 W verici güç çıkışı, 2 dB besleme hattı kaybı, 2.2 dB dupleksleyici kaybı ve 7 dBd anten kazancı olan bir tekrarlayıcı istasyonunun etkili yayılan gücü nedir?

Desibel

Desibel (dB), Kazanç bölümünde, daha sonra bu bölümde tartışılmıştır. İt ayrıca indirilebilir ek bilgilerde "Decibel Dilemma Untangling" maddesinde yer almaktadır.

Sistem kazancı = -2 dB - 2.2 dB + 7 dBd = 2.8 dB

ERP = 150 W x log-1 (sistem lg; in (dB) J =

150 xlog '(0.28) = 150 x1.9 = 285 W Örnek:

200 W transa sahip bir tekrarlayıcı

istasyonunun etkili yayılan gücü nedir?
Mitter güç çıkışı, 4 dB besleme hattı kaybı, 3.2 dB dupleksleyici kaybı, 0.8 dB sirkülatör kaybı ve

10 dBd anten kazancı?

Sistem kazancı = 4 3.2 - 0.8 + 10 = 2 dB

ERP = 200 W x log -1 (sistem lg; in (dB) J

= 200 x log '(0.2) = 200 x1.58 = 317 W 200 W translı bir tekrarlayıcı istasyonunun etkili izotropik yayılan gücü nedir ?

Mitter güç çıkışı, 2 dB besleme hattı kaybı, 2.8 dB dupleksleyici kaybı, 1.2 dB sirkülatör kaybı ve 7 dBi anten kazancı ?

Sistem kazancı = -2 - 2.8 - 1.2 + 7 = 1 dB

ERP = 200 W x log-1 (sistem lg; in (dB) J

= 100 x log '(0.1) = 200 x1.26 = 252 W

3.4 AC kapasitörler ve İnduktörler

Hem kapasitörler hem de indüktörler sırasıyla elektrik veya manyetik enerji depolayabilir. Onlara bir AC sinyali uygulandığında, enerjinin depolanması ve serbest bırakılması, akım ve voltaj dalga formları arasında bir faz kaymasına neden olur. Faz kayması frekansa göre değişir ve kondansatörlerin ve indüktörlerin dirençlerden farklı davranmasını sağlar. Ayrıca frekansa duyarlı ayarlı devreler, filtreler, empedans eşleştirme devreleri ve daha fazlasını oluşturmak için etkileşime girerler.

3.4.1 Kapasitansta Alternatif Akım

Bir de devresindeki bir kondansatör, kısa şarj ve deşarj süreleri dışında açık bir devre olarak görünürken, bir ac devresindeki aynı kondansatör hem akıma hem de akıma karşı gelecektir. Bununla birlikte, bir AC devresindeki bir kapasitör, bir direnç gibi elektrik enerjisini işlemez. Enerjiyi ısıya dönüştürmek ve dağıtmak için, kondansatörler, uygulanan voltaj kondansatörden daha büyük olduğunda elektrik enerjisini depolar ve tersi doğru olduğunda devreye geri döndürür.

Şekil 3.17 Maksimum değeri 100 V olan bir sinüs dalgası ac voltajı bir kondansatöre uygulanır. Dönem OA içinde, uygulanan voltaj Oto 3 8'den artar, kapasitörde enerji depolar; Bu sürenin sonunda kapasitör bu voltaja şarj edilir. İn aralığı AB voltaj 71'e yükselir; Yani, ek bir 33 V. Bu aralık boyunca, AB aralığı boyunca voltaj yükselmesi daha küçük olduğundan, OA'dan daha küçük bir miktar yük eklenmiştir. Sonuç olarak, AB aralığı boyunca ortalama akım OA'dan daha küçüktür. Üçüncü aralıkta, BC, voltaj 71'den 92'ye yükselir, 21 V'luk bir artış Bu, AB sırasındaki voltaj artışından daha azdır, bu nedenle eklenen yük miktarı daha azdır; Başka bir deyişle, aralık BC sırasında ortalama akım hala daha küçüktür. İn dördüncü aralık, CD, voltaj sadece 8 V artar; Eklenen yük, önceki aralıklardan daha küçüktür ve bu nedenle akım da daha küçüktür.

İlk çeyrek döngüsünü çok sayıda bu aralığa bölerek, kondansatörü şarj eden akımın, uygulanan voltajın yaptığı gibi bir sinüs dalgası şekline sahip olduğu gösterilebilir. Akım, döngünün başlangıcında en büyüktür ve voltajın maksimum değerinde sıfır olur, bu nedenle voltaj ve akım arasında 90 °'lik bir faz farkı vardır. İlk çeyrek döngüsü sırasında akım cir- içinden orijinal (pozitif) yönde akıyor .

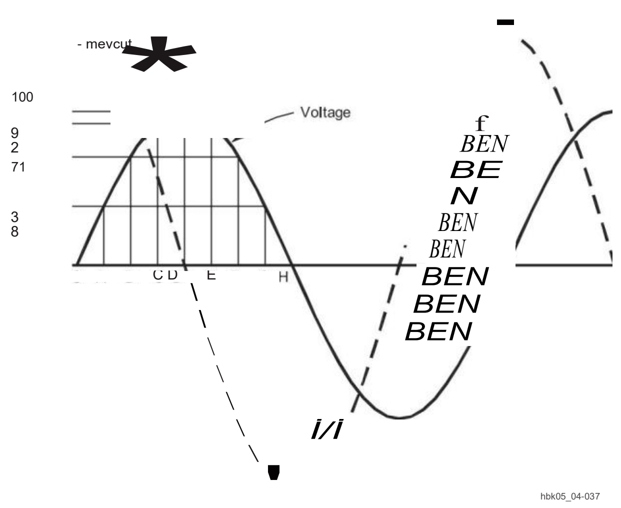
Kapasitif Reaktans Timesaver

Frekans ve kapasitans için temel birimler (hertz ve farads)
Radyo devrelerinde pratik kullanım için çok hantaldır. İf kapasitans mikrofaradlarda (µF) belirtilir ve Frekans megahertz (MHz) cinsinden, ancak reaktans ohm (O2) cinsinden hesaplanır.

Kondansatör şarj edildiğinden, Şekil 3 .17'deki kesikli çizgi ile gösterildiği gibi suit. Artan kapasitör voltajı, kapasitörde enerji depolandığını gösterir.

İkinci çeyrek döngüsünde - yani, D'den H'ye kadar olan sürede - kapasitöre uygulanan voltaj azalır. Bu süre zarfında kondansatör şarj kaybeder ve depolanan enerjiyi devreye döndürür. Aynı mantığı uygulayarak, akımın DE aralığında küçük olduğu ve sonraki her aralıkta artmaya devam ettiği açıktır. Bununla birlikte, akım uygulanan voltaja karşı akıyor, çünkü kapasitör devreye enerji geri dönüyor (devreye deşarj oluyor). Böylece akım bu çeyrek döngü boyunca negatif yönde akar.

Üçüncü ve dördüncü çeyrek döngüleri, uygulanan voltajın polaritesi tersine dönmüş olmasına rağmen, sırasıyla birinci ve ikinci olayları tekrarlar ve böylece akım karşılık gelir. Başka bir deyişle, alternatif bir akım, kapasitansın alternatif şarj edilmesi ve boşaltılması nedeniyle devrede akar. Şekil 3.17'de gösterildiği gibi,



Şekil 3.17 - Bir kondansatöre alternatif bir akım uygulandığında gerilim ve akım faz ilişkileri.

Akım, voltajdan 90 ° önce döngüsünü başlatır, bu nedenle bir kondansatördeki akım *uygulanan* voltajı 90 °'ye çıkarır. "İCE" kelimesini bir anımsatıcı olarak hatırlamak yararlı olabilir, çünkü bir kapasitördeki (C) akım (İ) voltajdan (E) önce gelir. (İndüktörler bölümündeki "ELI the İCE man" kenar çubuğuna bakın.) Bu ifadeyi, bir kapasitördeki voltajın akımı 90 ° geciktirdiğini söylemek için de çevirebiliriz.

3.4.2 Kapasitif Reaktans ve Duyarlılık

Bir kondansatöre yerleştirilebilecek elektrik yükünün miktarı, uygulanan voltaj ve kapasitans ile orantılıdır. Uygulanan voltaj ac ise, bu yük miktarı her döngüde bir kez devrede ileri geri hareket eder. Bu nedenle, yükün hareket hızı (akım) voltaj, kapasitans ve frekans ile orantılıdır. Başka bir şekilde ifade edildiğinde, kapasitör akımı, uygulanan voltaj ve frekans için kapasitans ile orantılıdır.

Kapasitans ve frekansın etkileri birlikte düşünüldüğünde, Ohm Yasasındaki direnç rolüne benzer şekilde, bir kapasitördeki voltaj ve akımı ilişkilendiren reaktans adı verilen bir miktar oluştururlar. Reaktans bir kapasitör tarafından oluşturulduğundan, *buna kapasitif reaktans denir.* Reaktans birimleri, direnç durumunda olduğu gibi ohm'dur. Reaktans birimleri ohm olmasına rağmen, reaktansta dağılmış bir güç yoktur. - Döngünün bir kısmı boyunca kondansatörde depolanan enerji basitçe bir sonraki devrede devreye döndürülür.

Kapasitif reaktansın büyüklüğünü hesaplamak için formül:

X ____ ı
__ cpnfc

nerede:

Xe = kapasitif reaktansın büyüklüğü Ohmlarda,
f = hertz'de frekans,
C = faradlarda kapasitans
π = 3.1416

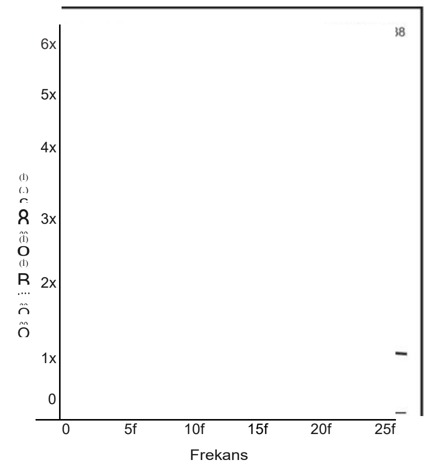
Konvansiyonel olarak, kapasitif reaktansa negatif bir değer atanırken, endüktif reaktansa (aşağıda tartışılmıştır) pozitif bir değer atanır.

Not: Birçok referans ve metinde, açısal frekans co = 2nf kullanılır ve denklem şöyle okunur :

$$Xc = \frac{1}{@ C}$$

Örnek: 470 pF (0.000470 µF) kapasitörün 7.15 MHz frekansındaki reaksiyonu nedir?

X ____ ı __
cpnfC



Şekil 3.18 - Sabit bir kapasitans değeri için reaktansın frekansla genel ilişkisini gösteren bir grafik.

2 π x 7.15 MHz x 0.000470 µF

– !9-47.40 0.0211

Örnek: Aynı kapasitörün reaktansı, 470 pF (0.000470 µF), 14.29 MHz frekansında nedir?

X __ ı __
c2nfC

2 π x 14.3 MHz x 0.000470 µF

$$= \frac{1\,\Omega}{0.0422} = 23.7\,\Omega$$

Bir kondansatördeki akım, kondansatör voltajının değişim hızı ile doğrudan ilgilidir. Bir sinüs dalgasındaki maksimum voltaj değişim hızı, tepe voltajı sabit kalsa bile, frekans ile doğrudan artar. Bu nedenle, kondansatördeki maksimum akım da doğrudan frekans ile artmalıdır. Voltaj sabitlenirse, akımdaki bir artış reaktansdaki bir azalmaya eşdeğer olduğundan, herhangi bir kapasitörün reaktansı frekans arttıkça orantılı olarak azalır. **Şekil 3.18,** artan frekansa göre keyfi değerli bir kapasitörün reaktansındaki azalmayı göstermektedir. Grafiğin uygulanmasındaki tek sınırlama, düşük frekanslı kullanımları veya yüksek frekanslı uygulamaları tercih edebilecek kapasitörün fiziksel yapısıdır.

CAPACİTİVE DUYARLILIĞI

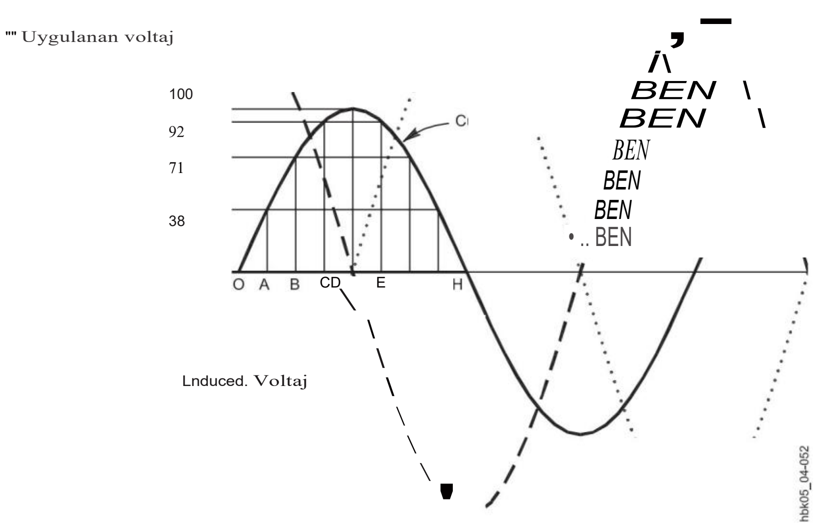
İletkenlik bazen bir direncin akım iletme yeteneğini ifade etmenin en kullanışlı yolu olduğu gibi, aynı şey kondansatörler ve ac akımı için de geçerlidir. Bu yeteneğe *duyarlılık denir (kısaltılmışB*). Duyarlılık birimleri, iletkenlik ve admittance ile aynı olan siemens (S)'dir.

Bir kondansatördeki duyarlılık *kapasitif duyarlılıktır,* kısaltılmış Be. Direnç kaybı olmayan ideal bir kapasitör olarak, duyarlılık basitçe reaktansın negatif karşılıkıdır.

$$B_C = -\frac{1}{X_C}$$

nerede

Xc kapasitif reaktans, B ise kapasitif duyarlılıktır.



Şekil 3.19 - Bir indüktansa alternatif bir akım uygulandığında voltaj ve akım arasındaki faz ilişkileri.

3.4.3 İnüktörlerde Alternatif Akım

Bir kapasitördeki akım ve voltaj arasında faz farkına neden olanlara benzer nedenlerden dolayı, alternatif bir voltaj, dirençsiz ideal bir indüktansa uygulandığında, akım uygulanan voltajla faz dışında 90 °'dir. Bununla birlikte, bir indüktör durumunda, *akım,* kondansatör akım-voltaj ilişkisinin tersi olan Şekil 3.19'da gösterildiği gibi voltajın 90 ° gerisinde kalır. (Burada yine, bir indüktör boyunca voltajın akımı 90 ° yönlendirdiğini söyleyebiliriz.) Şekil 3.19'u yorumlamak, bir indüktördeki akım gecikmesinin nedeninin indüktörde indüklenen karşıt voltaj olduğunu ve karşıt voltajın genliğinin indüktör akımının değişim hızıyla orantılı olduğunu anlamakla başlar .

İn zaman dilimi OA, uygulanan voltaj pozitif maksimumda olduğunda, akımın değişim hızı da en yüksek, %38'lik bir değişimdir. Bu, karşıt voltajın da maksimum olduğu ve en az akımın akmasına izin verdiği anlamına gelir. AB segmentinde, uygulanan voltajdaki düşüşün bir sonucu olarak, akım sadece %33 oranında daha küçük bir karşıt voltaj indükleyerek değişir. Süreç BC ve CD zaman segmentlerinde devam eder, ikincisi uygulanan ve indüklenen karşıt voltaj sıfıra yaklaşırken akımda sadece %8'lik bir artış üretir.

İn segmenti DE, uygulanan voltaj polariteyi değiştirir, akımın azalmaya başlamasına neden olur, depolanan enerjiyi devreye indüktörün manyetik alanından geri döndürür. Mevcut değişim hızı artık negatif (azalan) olduğundan, indüklenen karşıt voltaj da polariteyi değiştirir. Akım akışı hala orijinal yöndedir (pozitif), ancak indüktörde daha az enerji depolandığından azalmaktadır.

Uygulanan voltaj negatif olarak artmaya devam ettikçe, akım hala doğru olsa da

ELI İCE Adamı

İndüktörler ve kapasitörler ile voltaj ve akım arasındaki faz ilişkilerini hatırlamakta zorluk çekiyorsanız, **"ELI** the İCE man" ifadesini düşünmeyi yararlı bulabilirsiniz. Bu
Bir indüktör üzerindeki voltajın akımı içinden geçirdiğini size hatırlatacaktır, çünkü **E,** soldan sağa doğru okurken, aralarında bir L ile I'den önce gelir. (L harfi indüktansı temsil eder.) Benzer şekilde, aralarında bir C ile E'den önce (leads) geliyorum.

Tive - değeri düşmeye devam eder, - uygulanan voltaj negatif maksimuma ulaştığında sıfıra ulaşır. Bir zamanlar indüktörde depolanan enerji şimdi tamamen devreye geri döndü. Negatif yarı döngü daha sonra pozitif yarı döngü olarak devam eder.

Daha önce tartışılan kapasitif devreye benzer şekilde, döngüyü çok sayıda aralığa bölerek, fazda bir fark olmasına rağmen, akım ve voltajın hem sinüs dalgaları olduğu gösterilebilir.

Şekil 3.19 ile Şekil 3.17'yi karşılaştırın. Saf bir kapasitif devrede, akım voltajı 90 ° yönlendirirken, saf bir endüktif devrede, akım voltajı 90 ° geciktirir. Bu fenomenler, indüktörleri ve kapasitörleri birleştiren devrelerde özellikle önemlidir. Her iki tip devrede voltaj ve akım arasındaki faz farkının, enerjinin bir kapasitör boyunca voltaj olarak ve bir indüktörde akım olarak depolanması ve serbest bırakılmasının bir sonucu olduğunu unutmayın .

3.4.4 İnduktif Reaktans ve Duyarlılık

Bir indüktörde oluşturulabilecek akım miktarı, uygulanan voltaj ile orantılıdır, ancak indüklenen karşıt voltaj nedeniyle indüktans ile ters orantılıdır. Uygulanan voltaj ac ise, akımın değişim hızı doğrudan frekansa göre değişir ve bu değişim oranı aynı zamanda indüklenen veya ters voltajın genliğini de belirler. Bu nedenle, akımın akışına muhalefet, frekansa orantılı olarak artar. Başka bir deyişle, indüktör akımı, uygulanan voltaj ve frekans için indüktans ile ters orantılıdır.

İnduktans ve frekansın birleşik etkisine, - kapasitif reaktans gibi - ohm cinsinden ifade edilen endüktif reaktans denir. Kapasitif reaktansta olduğu gibi, endüktif reaktansta hiçbir güç dağıtılmaz. Döngünün bir kısmı sırasında indüktörde depolanan enerji bir sonraki kısımda devreye geri döner.

Endüktif reaktansın büyüklüğünü hesaplamak için formül:

XL = 2nfL

nerede

Xi = endüktif reaktansın büyüklüğü Ohmlarda,
f = hertz'de frekans,
L = henrylerde indüktans ve 7 = 3.1416 .
(İf @ = 2 nf, sonra XL = @ L)

Örnek: 120 Hz frekansında 8.0 H endüktansı olan bir indüktörün reaktansı nedir?

İnduktif Reaktans Timesaver

Kapasitif reaktansın hesaplanmasına benzer şekilde, eğer indüktans _ microhenrys **(μH) cinsinden belirtilmişse** ve frekans megahertz (MHz) cinsinden ise, reaktans Ohm cinsinden hesaplanır (© 2). Aynı şey mH ve kHz kombinasyonu için de geçerlidir .

XL = 2nfL

= 6.2832 x 120 Hz x 8.0 H =

6030 ©

Örnek: 15.0 mikrohenry indüktörünün 14.0MHz frekansındaki reaktansı nedir?

XL = 2nfL

= 6.2832 x 14.0 MHz x 15.0 μH =

1320 O

İndüktörü yapmak için kullanılan telin direncinin reaktans üzerinde hiçbir etkisi yoktur, ancak indüktörle seri olarak bağlanmış ayrı bir direnç görevi görür.

Örnek: Aynı indüktörün 7.0 MHz frekansındaki reaktansı nedir?

XL = 2nfL

= 6.2832 x 7.0 MHz x 15.0 μH

= 660 © 2

İndüktörlerde frekans ve reaktans arasındaki doğrudan ilişki, kapasitörler durumunda reaktans ve frekans arasındaki ters ilişki ile birleştiğinde, rezonant devrelerin oluşturulmasında temel öneme sahip olacaktır.

İNDUCTİVE DUYARLILIĞI

Bir indüktörün bir devredeki ac akışını sınırlama yeteneğinin bir ölçüsü olarak, endüktif reaktans, karşılık gelen bir duyarlılığa sahip olma kapasitif reaktansına veya bir devrede ac akımını geçme yeteneğine benzer. Dirençli kayıpları olmayan ideal bir indüktör - yani ısı olarak kaybedilen enerji yoktur - duyarlılık basitçe reaktansın negatif karşılığıdır.

$$B_L = -\frac{1}{X_L}$$

nerede

X = endüktif reaktans ve B = endüktif duyarlılık.

Hem indüktörler hem de kapasitörler için duyarlılık birimi *siemens, kısaltılmış S'dir*.

3.4.5 Sözlük - AC Teorisi ve Reaktansı

Frekans (j) - Bir ac voltajının veya akımın değişim hızı, saniyede devir veya hertz (Hz) olarak ölçülür.
Temel - En düşük frekans
Frekansları tam sayı ilişkisi olan bir dizi sinüs dalgası.
Harmonik - Frekansı temel bir frekansın tam sayı katı olan bir sinüs dalgası.
İnstantaneous value - belirli bir anda bir dalga formunun değeri.
Tepe (voltaj veya akım) - Herhangi bir döngü sırasında bir ac voltajın veya akımın elde ettiği sıfıra göre maksimum değer.
Tepe-tepe (voltaj veya akım) - Bir ac voltajının veya akımın tepe negatif değerinden tepe pozitif değerine, normalde tepe voltajının veya akımın değerinin iki katı olan toplam salınımının değeri.
Dönem (T) - Saniye (ler) cinsinden ölçülen bir ac voltajının veya akım döngüsünün süresi.
Güç (P) - Watt (W) cinsinden ölçülen elektrik enerjisi kullanım oranı.
Reaktans (X) - Bir elektrik alanında depolanarak alternatif akıma muhalefet (bir kapasitör ile) veya bir manyetik alanda (bir indüktör ile), ohm cinsinden ölçülür (& 2).
RMS (voltaj veya akım) - Kelimenin tam anlamıyla, "kök ortalama kare", karekök
Bir dalga formunun bir döngüsü için anlık değerlerin karelerinin ortalaması. Dalga formu ile aynı ısıtma etkisini üretecek bir de voltaj veya akım. Bir sinüs dalgası için, RMS değeri ac voltaj veya akımın tepe değerinin 0.707 katına eşittir.
Zaman sabiti **(t)** – Gereken süre
Bir RC devresindeki voltaj veya bir RL devresindeki akımın sıfırdan maksimum değerinin yaklaşık %63.2'sine yükselmesi veya maksimum değerinin %63.2'sinden sıfıra düşmesi.

3.5 Reaktans ile Çalışma

3.5.1 Ohm'un Reaktans Yasası

Sadece kapasitans veya endüktans (veya her ikisi) içeren AC devreleri reaktansa sahiptir. Bu tür devrelerdeki voltajın akımla faz dışında 90 ° olmasına rağmen, devre reaksiyonu ac akımının akışına dirence karşılık gelen bir şekilde karşı çıkar. Yani, bir kapasitör veya indüktörde, reaktans ac voltajının ac akımına oranına eşittir ve voltaj, akım ve reaktans ile ilgili denklemler Ohm Yasasının tanıdık şeklini alır:

E = İX İ

= E/X X

= E/İ

nerede
E = Voltlarda RMS ac voltajı,
İ = amperlerde RMS ac akımı ve
X = ohm cinsinden endüktif veya kapasitif reaktans.

Örnek: Kapasitörden geçen akım 200 mA ise, 7 ,15 MHz'de 50 pF'lik bir kapasitör boyunca voltaj nedir?

Kapasitörün reaktansı hem frekans hem de kapasitansın bir fonksiyonu olduğundan, önce reaktansı hesaplayın:

X = BEN
cpnfC

2x3.1416x7.15 x10 ° Hz x 200 x10 'p 10 _*

9_110
8980
Sonra, kullanın :

E = İxXc = 0.050 A x 111 9 = 5.6 V

Örnek: 420 Vis uygulandığında 120 Hz'de bir 8.0-H indüktörden geçen akım nedir?

XL = 2nfL

= 2 x 3.1416 x 120 Hz x 8.0 H

= 6030 ©

İ = E/X = 420/6030 = 69,6 mA

Şekil 3.20, kapasitörlerin reaktanslarını 1 pF ila 100 µF arasında ve indüktörlerin reaktanslarını 0.1 µH ila 10 H arasında, 100 Hz ile 100 MHz arasındaki frekanslar için göstermektedir. Yaklaşık reaktans değerleri grafikten okunabilir veya enterpolasyonlanabilir. Bununla birlikte, formüller daha kesin değerler üretecektir. (Grafik, bir indüktör ve kondansatörün eşit reaktanslara sahip olduğu frekansı bulmak için de kullanılabilir, aşağıdaki "Rezonansta ve Rezonansa Yakın" bölümünde açıklandığı gibi rezonans oluşturur.)

Hem endüktif hem de kapasitif reaktans ac akımının akışına karşı olmasına rağmen, iki tip reaktans farklıdır. Kapasitif reaktans ile - akım voltajı 90 °'ye kadar yönlendirirken, endüktif reaktans ile akım voltajı 90 °'ye kadar geciktirir. İki reaktans tipinin grafiğini çizme kuralı **Şekil 3.21'de görünür. Bu** grafikte, endüktif reaktans + 90 ° dikey çizgi boyunca çizilirken, kapasitif reaktans -90 ° dikey çizgi boyunca çizilir. İndüktif reaktansa pozitif bir değer ve kapasitif reaktansa negatif bir değer atamanın bu kuralı, bu bölümde başka bir yerde açıklandığı gibi empedans ile çalışmak için kullanılan matematikten kaynaklanır .

3.5.2 Seri ve Paralel Tepkimeler

Bir devre, seri veya paralel olarak aynı tipte iki reaktans içeriyorsa, ortaya çıkan reaktans, seri ve paralel dirençlerle aynı kurallar uygulanarak belirlenebilir. Seri reaktansı formülle verilir

Xt Xİ + X2 + X3... + X "

Örnek: İki etkileşimsiz indüksiyon seri halindedir. Her biri 4.0 µH değerine sahiptir ve çalışma frekansı 3.8 MHz'dir. Ortaya çıkan reaktans nedir?
Her indüktörün reaktansı:

XL = 2nfL

= 2x 3.1416 x 3.8 x 106 Hz x 4 x 10 6 H

= 96 £2

Xμtat X1 + X2 = 96 9 + 96 02 = 192 © 2

İlk önce indüktansları ekleyerek toplam reaktansı da hesaplayabiliriz:

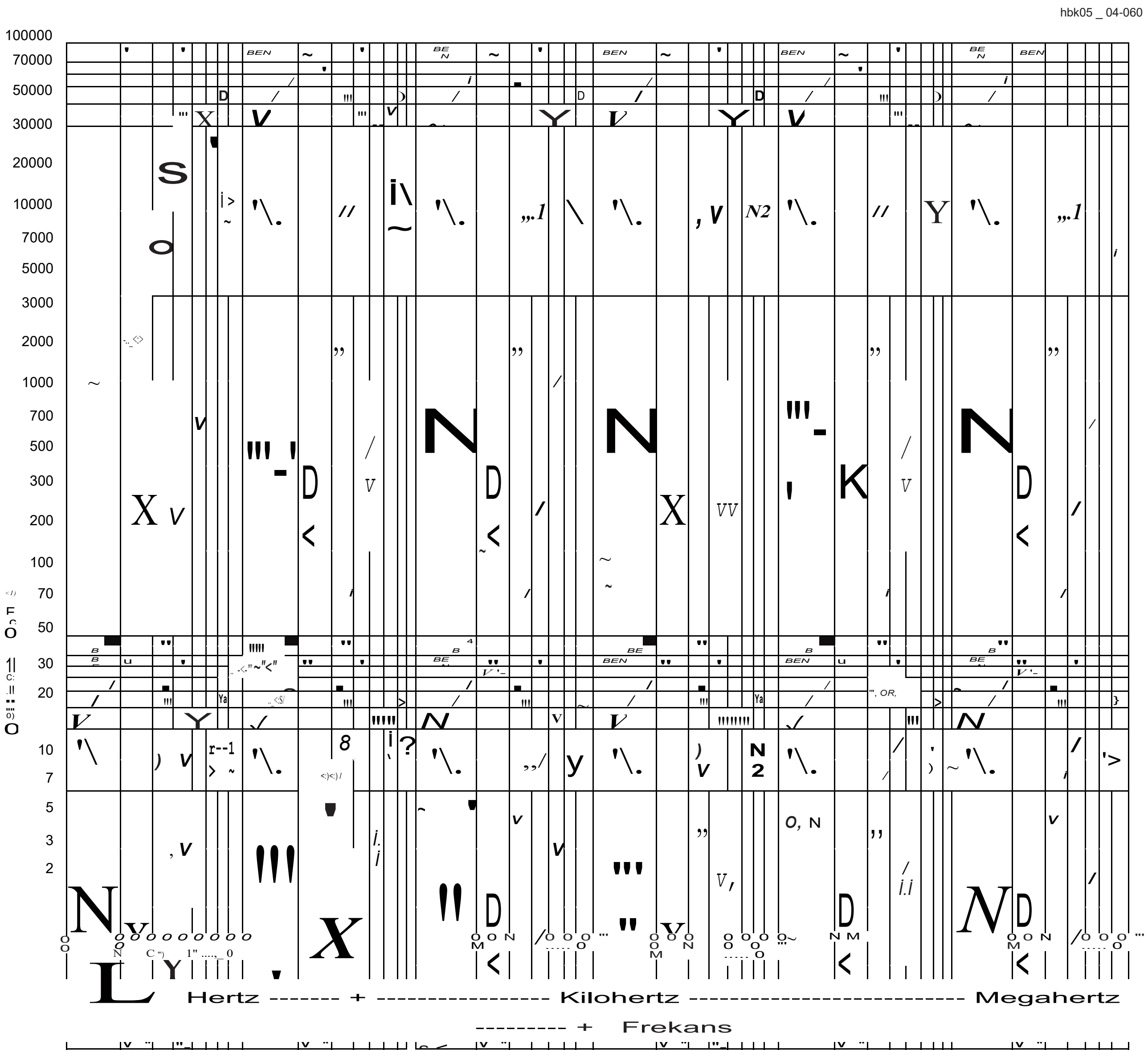
Lota Lİ + L2 = 4.0 µH + 4.0 µH = 8.0 µH

X @ i 2nfL

= 2x 3.1416 x 3.8 x 106 Hz x 8.0 x 10 6 H

= 191 ©2

(Son hanenin bire bir farklılık göstermesi, problemdeki ölçülen değerlerin sınırlı hassasiyetinden kaynaklanan hesaplamanın belirsizliğini ve farklılıkları göstermektedir.



Şekil 3.20 - **İnductive ve kapasitif reaktans vs frekans. Ağır çizgiler 10'un katlarını, ara çizgiler 5'in katlarını temsil eder. Örneğin, 10 µH ile 100 µH arasındaki ışık çizgisi 50 µH'ı temsil eder; 0.1 µF ve 1 µF arasındaki ışık çizgisi 0.5 µF'yi temsil eder, vb. Diğer değerler grafikten tahmin edilebilir. Örneğin, 10 Hat 60 Hz'in reaktansı, 10 Hat 600 Hz'in reaktansını alarak ve frekanstaki 10 kat azalma için 10'a bölerek bulunabilir. (Terman, *Radyo Mühendisinin El Kitabı.* Referanslara bakın.)**

Hesaplanan değerlerin yuvarlanmasından kaynaklanır. Bu aynı zamanda önemli rakamlar için kurallara uymanın neden önemli olduğunu da göstermektedir.)

Örnek: İki etkileşimsiz kondansatör seri halindedir. Biri 10.0 pF, diğeri 20.0 pF değerine sahiptir. 28.0 MHz'de çalışan bir devrede ortaya çıkan reaktans nedir?

$$X_{C1} = \frac{1}{2 \pi f C}$$

$$= \frac{1}{2 \times 3.1416 \times 28.0 \times 10^6 \text{ Hz} \times 10.0 \times 10^{-12} \text{ F}} = \frac{10^6}{1760}$$

9568 0

$$X_{C2} = \frac{1}{2 \pi f C}$$

$$= \frac{1}{2 \times 3.1416 \times 28.0 \times 10^6 \text{ Hz} \times 20.0 \times 10^{-12} \text{ F}} = \frac{10^6 \Omega}{3520} = 284 \Omega$$

$$X_{total} = X_{C1} + X_{C2} = 568 \Omega + 284 \Omega = 852 \Omega$$

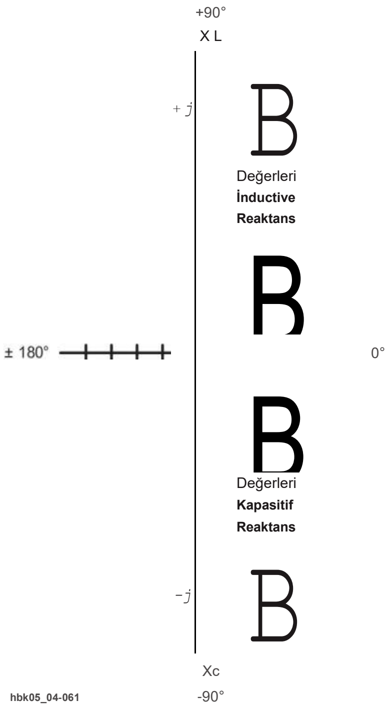
Alternatif olarak, seri kapasitörler ilk birleştirerek, toplam kapasitans 6.67×10^{-12} F veya 6.67 pF. Sonra :

$$X = \frac{1}{2 \pi f C_{total}}$$

$$= \frac{1}{2 \times 3.1416 \times 28.0 \times 10^6 \text{ Hz} \times 6.67 \times 10^{-12} \text{ F}} = \frac{10^6 \Omega}{1170} = 855 \Omega$$

(Ölçülen değerlerin belirsizliği ve hesaplamalardaki değerlerin yuvarlanması içinde, bu, ilk yöntemle elde ettiğimiz 852 Q ile aynı sonuçtur.)

Bu örnek bize şunu hatırlatıyor:



Şekil 3.21 - Endüktif reaktans için yukarı veya "artı" yönünü ve kapasitif reaktans için aşağı veya "eksi" yönünü kullanarak bir grafiğin dikey ekseninde reaktansları çizmenin geleneksel yöntemi. Yatay eksen daha sonraki örneklerde direnç için kullanılacaktır.

Seri kapasitans diğer seri direnç ve endüktans tarafından kullanılan şekilde hesaplanmaz, ancak *seri kapasitif reaktans* basit toplama formülünü takip eder.

Paralel olarak aynı tipteki reaktanslar için genel formül:

2a-ii - + - + - +... + Xİ X2
X3 X "

veya tam olarak paralel iki reaktans için

X.. ,_ XÌx X2
Toplam - Xl + X2

Örnek: Kapasitörleri son örnekte (10.0 pF ve 20.0 pF) 28.0 MHz devresinde paralel olarak yerleştirin. Ortaya çıkan reaktans nedir?

X.. ,_ XÌx X2
Toplam - **Xl** +
X2

5689x284 92 189 9
568 Q + 284

Alternatif olarak, paralel iki kondansatör kapasitanslarını ekleyerek birleştirilebilir.

Cott = C + C = 10.0 pF + 20.0 pF = 30 pF

X ___ I _
c2nfC

2x3.1416x28.0 x10 "Hz x30 x10 'p 10_° 9"

1s9 0
5280

Örnek: Yukarıdaki seri indüktörleri (her biri 4.0 µH) paralel **olarak bir** 3.8-MHz devresine yerleştirin. Ortaya çıkan reaktans nedir?

X.. .-Xu * XL
Toplam Y + X
LÌ L2

= 96 9x969 _48 02 96
02 + 960

Tabii ki, paralel olarak eşit reaktansların (veya dirençlerin) bir sayısı (N), bunlardan birinin N'ye bölünmesi veya:

X 960 3 "-5 = 480

Tüm bu hesaplamalar sadece aynı tipteki reaktanslar için geçerlidir; Yani, hepsi kapasitif veya tümevarımsal. Reaktans türlerini karıştırmak farklı bir yaklaşım gerektirir.

UNLIKE REAKTANSLARI İN SERİES

Reaktanslardan farklı olarak - yani endüktif ve kapasitif reaktans kombinasyonlarını - seri olarak birleştirirken, voltaj-akım faz ilişkilerini farklı reaktans türleri için farklı olduğunu dikkate almak gerekir. **Şekil 3.22,** her iki reaktans tipine sahip bir seri devreyi göstermektedir. Reaktanslar seri olduğundan, akım her ikisinde de aynı olmalıdır. Bununla birlikte, her devre elemanı boyunca voltaj fazda farklılık gösterir. Gerilim EL akımı 90 ° yönlendirir ve gerilim Ee akımı 90 ° geciktirir. Bu nedenle, Er ve Ee zıt kutuplara sahiptir ve birbirlerini iptal ederler.

Tamamen veya kısmen. **Şekil** 3.22'deki E hattı, elde edilen voltaja yaklaşır, bu da Ei ve Ec arasındaki farktır.

Sabit bir akım için reaktans voltajla doğru orantılı olduğundan, net reaktans hala bireysel reaktansların toplamıdır. Endüktif reaktans pozitif ve kapasitif reaktans negatif olarak kabul edildiğinden, ortaya çıkan reaktans pozitif (endüktif) oregatif (kapasitif) veya hatta sıfır (reaktans yok) olabilir.

Xu = X] - Xe

Reaktanslar için mutlak değerlerin kullanılması ve formülün içine pozitif ve negatif duygusunun inşa edilmesi, jambon tarafından tercih edilen yöntemdir ve bu bölümdeki kalan tüm formüllerde kullanılacaktır. Bununla birlikte, reaktans içeren formülleri kullanmadan önce, mutlak değerlerin kullanılacağını varsaymadan önce bu kurala uyulup uyulmadığını belirleyin.

Örnek: Şekil 3.22'yi görsel bir yardımcı olarak kullanarak, Xe = 20.0 © ve X} = 80.0 © 2 olsun. Ortaya çıkan reaktans nedir ?

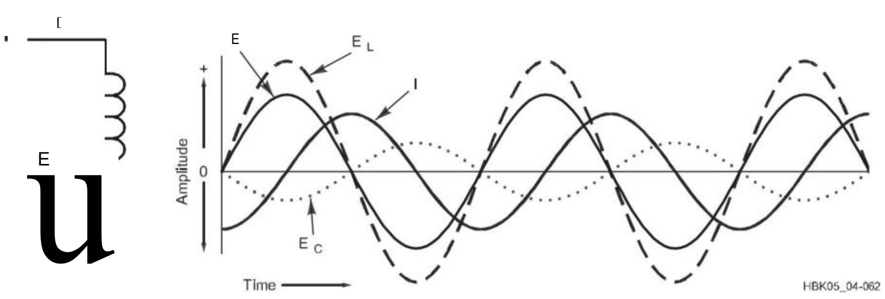
Xt XL - Xe

= 80.0 ©2-20.0 92= +60.0 ©

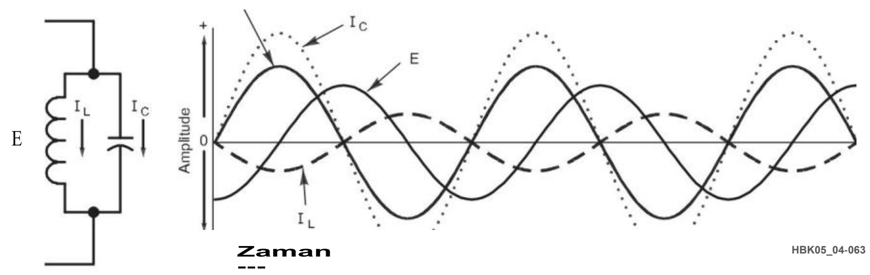
Sonuç pozitif bir değer olduğundan, toplam reaktans endüktif olur. Sonuç negatif bir sayı olsaydı, toplam reaktans kapasitif olurdu.

Reaktans tipleri bir seri devrede karıştırıldığında, ortaya çıkan reaktans her zaman iki reaktansın büyüklerinden daha küçüktür. Aynı şekilde, reaktansların seri kombinasyonu boyunca ortaya çıkan voltaj her zaman bireysel reaktanslar boyunca iki voltajdan daha küçüktür.

İkiden fazla devre elemanına sahip karışık reaktans tiplerinin her seri devresi, tüm reaktansları bir endüktif ve bir kapasitif reaktans halinde birleştirerek bu basit devreye indirgenebilir. Eğer devrede birden fazla kondansatör veya genel seri dizgesinde birden fazla indüktör varsa, önce formu kullanın-



Şekil 3.22 - Temsili voltaj ve akım ilişkileri ile birlikte hem endüktif hem de kapasitif bileşenleri içeren bir seri devre.



Şekil 3.23 - Temsili voltaj ve akım ilişkileri ile birlikte hem endüktif hem de kapasitif bileşenleri içeren paralel bir devre.

las tek başına toplam seri indüktansı ve tek başına toplam seri kapasitansı (veya ilgili reaktansları) belirlemek için daha önce verildi. Daha sonra elde edilen tek kapasitif reaktansı ve bu bölümde gösterildiği gibi tek endüktif reaktansı birleştirin.

UNLIKE TEPKİLERİ İN PARALEL

Karışık tipteki paralel reaktansların durumu **Şekil 3.23'te görünür.** Elemanlar paralel olduğundan, voltaj her iki reaktif bileşen için de ortaktır. Kapasitörden geçen akım, le, voltajı 90 °'ye kadar yönlendirir ve indüktörden geçen akım, IL, voltajı 90 ° geciktirir. Bu durumda, 180 ° faz dışı olan ve böylece tamamen veya kısmen birbirlerini iptal eden akımlardır. Toplam akım, Şekil 3.23'teki İ doğrusu ile gösterildiği gibi, bireysel akımlar arasındaki farktır .

Reaktans, voltajın akıma oranı olduğundan, devredeki toplam reaktans:

X ___ E _
toplam j L- + BEN C

Çizimde, le İL'den daha büyüktür ve ortaya çıkan diferansiyel akım İ fazını korur. Bu nedenle, genel reaktans, Xtal: bu durumda kapasitiftir. Devrenin toplam reaktansı, bireysel reaktansların daha büyük olanından daha küçük olacaktır, çünkü toplam akım iki ayrı akımın daha büyük olanından daha küçüktür.

İn paralel devreler, reaktans ve akım sabit bir voltaj için birbirleriyle ters orantılıdır ve pozitif ve negatif işaretleri taşıyan paralel iki reaktans için denklem kullanılabilir:

_ XL x (-Xc) _-XL xXe

Xtotal Om X -Xe XL-Xe

Karışık reaktanslar için seri formülünde olduğu gibi, reaktanslar için mutlak değerler kullanma geleneğini takip edin, çünkü formüldeki eksi işaretleri kapasitif reaktansın negatif olduğunu açıklar. Eğer çözüm negatif bir sayı verirse, ortaya çıkan reaktans kapasitif olur ve eğer çözüm pozitif ise, o zaman

Reaktans endüktif.

Örnek: Şekil 3.23'ü görsel yardımcı olarak kullanarak, 40.0 © 2 endüktif reaktansı ile paralel olarak 10.0 © kapasitif reaktansı yerleştirin. Ortaya çıkan reaktans nedir?

X. -XL * 3c
Toplam - X X
L • C

-40.0 9x10.0 9
40.0 © 2-10.0 ©
2

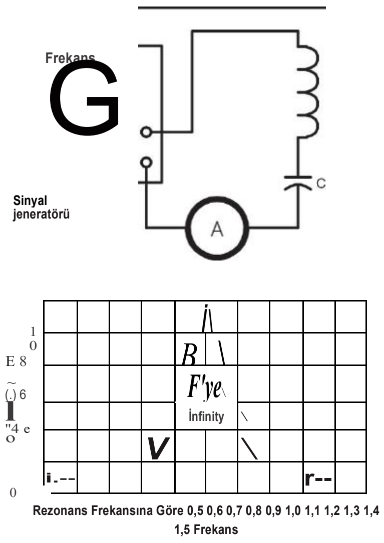
Reaktans, negatif çözüm ile gösterildiği gibi kapasitiftir. Dahası, paralel dirençler gibi, sonuçta ortaya çıkan reaktans her zaman iki bireysel reaktansın büyüklüğünden daha küçüktür.

Seri reaktanslarda olduğu gibi, paralel bir devrenin her bacağı birden fazla reaktans içeriyorsa, önce her bacağı tek bir reaktansa basitleştirin. Eğer reaktanslar her bacakta aynı tipteyse, aynı tipteki reaktanslar için seri reaktans formülleri uygulanacaktır. Eğer reaktanslar farklı tipteyse, bacağı tek bir değere ve reaktans tipine basitleştirmek için karışık seri reaktanslar için yukarıda gösterilen formülleri kullanın.

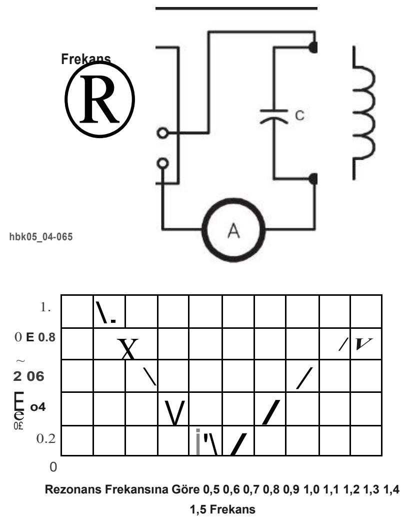
3.5.3 Rezonansta ve Rezonansa Yakın Reaksiyonlar

İki farklı reaktansın değerlerinin eşit olduğu herhangi bir seri veya paralel devrenin *rezonant olduğu söylenir. Herhangi bir* indüktans veya kapasitans için, istenen herhangi bir frekans için bir rezonant devre üretmek için karşı reaktans tipinin bir değerini bulmak teorik olarak mümkündür.

Şekil 3.22'de gösterildiği gibi bir seri devre rezonans olduğunda, Ee ve EL voltajları eşittir ve iptal edilir; Onların toplamı sıfır. Bu bir *seri rezonans devresi*. Devrenin reaktansı bu voltajların toplamıyla orantılı olduğundan, net reaktans da sıfıra gider. Teorik olarak, **Şekil 3.24'te gösterildiği gibi akım** infi- haline gelebilir.



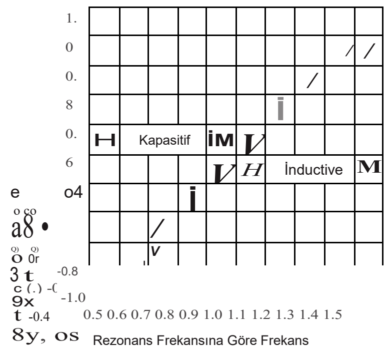
Şekil 3.24 - Frekans yaklaşırken ve rezonanstan ayrılırken endüktif ve kapasitif reaktanslar içeren bir seri devrede sabit voltajlı bağıl jeneratör akımı.



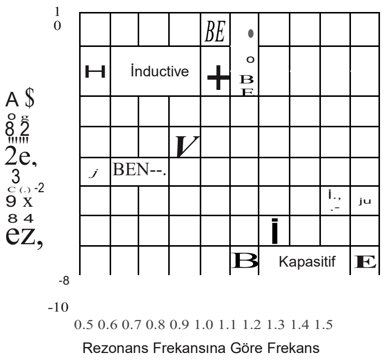
Şekil 3.25 - Frekans yaklaşırken ve rezonanstan ayrılırken endüktif ve kapasitif reaktanslar içeren paralel bir devrede sabit voltajlı göreceli jeneratör akımı. (Paralel indüktör ve kondansatör aracılığıyla dolaşan akım rezonansta maksimumdur.)

Nite. Aslında, sadece bu tür gerçek bir devrede var olacak bileşenlerdeki ve diğer dirençlerdeki kayıplarla sınırlıdır. İşlem frekansı rezonanstan biraz uzaklaştıkça ve reaktanslar artık tamamen iptal edilmediğinden, net reaktans figürde gösterildiği gibi tırmanır. Benzer şekilde, rezonanstan uzakta, akım net reaktans tarafından belirlenen bir seviyeye düşer.

Şekil 3.23'teki tipte bir paralel rezonans devresinde, mevcut IL ve le eşittir ve sıfıra iptal edilir. Reaktans akımla ters orantılı olduğundan, akım sıfıra yaklaştıkça reaktans sonsuz olur. Seri devrelerde olduğu gibi, devredeki bileşen kayıpları ve diğer dirençler - akımın sıfıra ulaşmasını engeller**. Şekil 3.25** yakın ve rezonans fora tamamen reaktif paralelkenar devresi teorik akım eğrisini gösterir. Her iki şekilde de Şekil 3 .24



Şekil 3.26 - **Frekans rezonansı geçerken seri rezonans devresinde kapasitiften endüktif reaktansa geçiş.**



Şekil 3.27 - **Frekans rezonansı geçerken paralel rezonans devresinde endüktif reaksiyondan kapasitif reaktansa geçiş.**

Ve Şekil 3.25, akımın rezonans değerinden ayrılması, rezonans frekansının üstünde ve altında simetriktir, ancak tam olarak değildir.

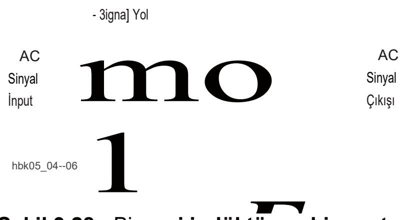
Örnek: 7.00, 7.10 ve 7.20 MHz'de bir 56.04-pF kondansatör ve bir 8.967-µH indüktörden oluşan bir seri L-C devresinin reaktansı nedir? Bu bölümde daha önceki formülleri kullanarak, bir değerler tablosu hesaplıyoruz:

Frekans X} (©) *(MHz)*	*Xe (©)*	*X (©)*	
7.000	394.4	405.7	-ll.3
7.100	400.0	400.0	0
7.200	405.7	394.4	l l.3

Egzersiz, frekans rezonansın üstünde ve altında hareket ederken reaktansın hızla yükselme şeklini gösterir. Bir seri rezonans devresinde, rezonansın altındaki frekanslardaki reaktansın kapasitif olduğunu ve rezonansın üstünde endüktif olduğunu unutmayın. **Şekil 3.26** bu gerçeği grafiksel olarak göstermektedir. Reaktansın rezonansta sonsuz hale geldiği bir paralel rezonans devresinde, ters koşul vardır: rezonansın üstünde, reaktans kapasitif ve rezonansın altında, **Şekil 3.27'de gösterildiği gibi endüktiftir.** Tabii ki, bu bölümdeki tüm grafikler ve hesaplamalar teoriktir ve tamamen reaktif bir devre olduğunu varsayar. Gerçek devreler asla tamamen reaktif değildir; Performanslarını önemli ölçüde değiştiren bir miktar direnç içerirler. Gerçek rezonans devreleri bu bölümde daha sonra tartışılacaktır.

3.5.4 Reaktans ve Karmaşık Dalga Formları

Bu bölümde gösterilen tüm formüller ve ilişkiler, düzenli sinüs dalgaları şeklinde alternatif akım için geçerlidir. Karmaşık dalga şekilleri reaktif durumu önemli ölçüde karmaşıklaştırır. Karmaşık veya noninusoidal bir dalga, bazı temel frekansların sinüs dalgası ve genlikleri orijinal dalga şekline bağlı olan bir dizi harmonik frekans olarak ele alınabilir. Böyle bir karmaşık dalga - veya sinüs dalgalarının toplanması - bir reaktif devreye uygulandığında, devre boyunca akım, uygulanan voltajla aynı dalga şekline sahip olmayacaktır. Fark, bir indüktörün reaktansı ve ca-



Şekil 3.28 - Bir **seri indüktör ve bir şant kapasitörü ile bir sinyal yolu. Devre, bir ac sinyaline ve harmoniklerine farklı reaktanslar sunar.**

Uygulanan frekansta kısmen pacitordepend.

Karmaşık dalganın ikinci harmonik bileşeni için, indüktörün reaktansı iki katıdır ve kapasitörün reaktansı, temel frekansta kendi değerlerinin yarısıdır. Üçüncü bir harmonik bileşen, üçlü endüktif reaktanslar ve temel frekanstakilerin üçte biri olan kapasitif reaktanslar üretir. Bu nedenle, genel devre reaktansı her harmonik bileşen için farklıdır.

Reaktif bir devrenin karmaşık bir dalga şeklinin çeşitli bileşenlerine frekans duyarlılığı hem zorluklar hem de fırsatlar yaratır. Bir yandan, çok değişken ve konuşma gibi karmaşık dalga formlarının varlığında devre reaktansını hesaplamak en iyi ihtimalle zordur. Öte yandan, reaktif bileşenlerin ve devrelerin frekans duyarlılığı, filtreleme için, yani farklı - frekanslardaki sinyalleri ayırmak veya farklı şekilde hareket etmek için temel oluşturur. Örneğin, bir bobinin bir sinyalin seri yolunda olduğunu ve Şekil **3.28'de gösterildiği gibi bir kapasitörün sinyal hattından toprağa bağlandığını varsayalım.** Bobinin sinyalin ikinci harmoniğine reaktansı, temel frekansta iki kat daha fazla olacak ve harmonik akımın akışına daha etkili bir şekilde karşı çıkacaktır. Aynı şekilde, kondansatörün harmoniğe reaktansı, harmoniğin sinyal hattından toprağa doğru daha kolay bir akım yoluna izin vererek, temelin yarısı olacaktır. Sonuç, harmoniği temel sinyalden daha fazla zayıflatan düşük geçişli bir filtredir. (Filtre teorisi ve yapımı hakkında ayrıntılı bilgi için Analog ve Dijital Filtreleme bölümüne bakın.)

3.6 İmpedance

Bir devre hem direnç hem de reaktans içerdiğinde, akıma birleşik muhalefet *empedans olarak adlandırılır.* Z harfi ile sembolize edilen empedans, direnç veya reaktansdan daha genel bir terimdir. Sıklıkla, terim sadece direnç veya reaktans içeren devreler için bile kullanılır. Bununla birlikte, "dirençli empedans'gibi nitelikler bazen bir devrenin sadece dirence sahip olduğunu belirtmek için eklenir.

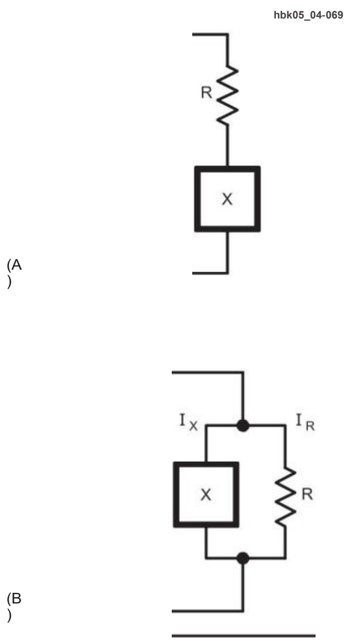
Bir empedansı içeren reaktans ve direnç, **Şekil 3.29'da gösterildiği gibi seri veya paralel olarak bağlanabilir. Bu** devrelerde, reaktans endüktif veya kapasitif olabileceğini belirtmek için bir kutu olarak gösterilir. A'daki seri devrede, akım her iki elementte de aynıdır, (genellikle) direnç ve reaktans boyunca farklı voltajlar görülür. B'deki paralel devrede, her iki elemana da aynı voltaj uygulanır, ancak farklı akımlar

İki dal.

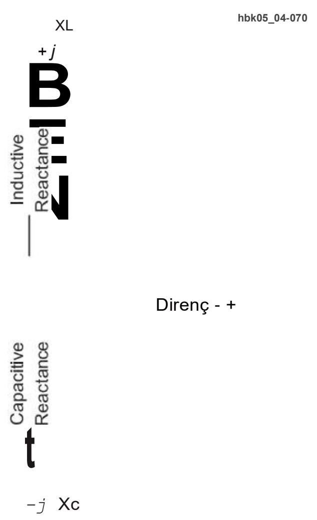
Bir direnç olduğunda, akım uygulanan voltajla fazdadır, bir reaktansta ise voltajla faz dışında 90 °'dir. Bu nedenle, bir bütün olarak devredeki akım ve voltaj arasındaki faz ilişkisi, göreceli direnç ve reaktans miktarlarına bağlı olarak sıfır ile 90 ° arasında bir şey olabilir .

Önceki bölümdeki Şekil 3.21'de gösterildiği gibi, reaktans, faz farkını kaydetmek için dikey eksende grafiklendirilir.

Gerilim ve akım arasında ence. **Şekil 3.30** grafiğe direnç ekler. Gerilim akımla birlikte fazda olduğundan, ölçeğin pozitif veya sağ tarafı kullanılarak direnç yatay eksende kaydedilir.



Şekil 3.29 - Direnç ve reaktans içeren seri ve paralel devreler.



Şekil 3.30 - Geleneksel yöntem
Bir grafik üzerindeki grafik çizme empedanslarının, reaktans için dikey ekseni kullanarak (endüktif reaktans için yukarı veya "artı" yönü ve aşağı veya "eksi" yönü
kapasitif reaktans için) ve direnç için yatay ekseni kullanarak.

3.6.1 Seri Devrelerde R ve X'ten Z Hesaplanması

İpedans, direnç ve reaktansın karmaşık birleşimidir. Direnç ve reaktans (endüktif veya kapasitif) arasında 90 °'lik bir faz farkı olduğundan, iki değeri basitçe eklemek, bir - devrede gerçekte olanlara karşılık gelmez ve doğru sonucu vermez. Bu nedenle, "Z = R + X'gibi ifadeler yanlıştır, çünkü doğrudan eklenen direnç ve reaktans gösterirler. Doğru ifade, karmaşık matematiğin kullanılması gerektiğini gösteren "Z = R + jX'dir. Saf matematikte'i "hayali bir sayıyı gösterir. Elektronikte akımı temsil ettiğinden, aynı matematiksel operatör için "j" harfini kullanıyoruz, ancak elektronikte temsil ettiği şey hakkında hayali bir şey yok. (Hayali sayıları, dikdörtgen koordinatları, kutupsal koordinatları ve bunlarla nasıl çalışılacağını açıklamaya yönelik referanslar, bu kitabın - indirilebilir ek bilgisindeki "Radyo Matematik" makalesinde verilmiştir.) Direnç ve reaktans ile ilgili olarak, *j harfi* normalde dikey eksendeki bu şekillere, yatay eksenle faz dışında 90 ° olarak atanır. J'nin varlığı, empedansın bir vektör olduğu ve dirençten empedansın hesaplanması ve reaktansın *vektör toplamını içerdiği anlamına gelir* .

Daha önce belirtildiği gibi, bir vektör hız gibi hem büyüklüğü hem de yönü olan bir değerdir; "10 metre/saniye kuzeyde". İmpedance ayrıca aşağıda açıklandığı gibi gerilim ve akım arasındaki faz farklılıklarından türetilen bir "yön'e sahiptir. İn vektör toplama, iki değerin bir faz farkı ile birleştirilmesinin sonucu, iki değerin basit cebirsel toplamından farklı bir miktardır. Sonuç iki vektör arasında bir faz farkı ara olacaktır.

İMPEDANCE 'IN DIKDÖRTGEN FORMU

Empedanslar için bu form, Z = *R ± X,* dikdörtgen koordinatlar kullanılarak bir grafik üzerinde çizilebildiğinden, bu - *dikdörtgen empedans şeklidir*. Bir eksenin - gerçel sayıyı ve diğer eksenin hayali sayıları temsil ettiği dikdörtgen koordinat sistemine *karmaşık düzlem denir* ve hem gerçek (R) hem de hayali (X) bileşenlere sahip empedansa *karmaşık empedans denir.* Aksi özellikle belirtilmedikçe, "empedans'ın" karmaşık empedans "anlamına geldiğini ve hem Rand hem de X'in mevcut olabileceğini varsayalım .

Şekil 3.31'i düşünün, bir endüktif reaktans ve bir dirençten oluşan bir seri devre. Verildiği gibi, endüktif reaktans 100 © ve direnç 50 ©'dir. *Dikdörtgen koordinatları kullanarak,* empedans olur

Z = R +/X

nerede
Z = ohm cinsinden empedans,
R = ohm cinsinden direnç ve ×
= ohm cinsinden reaktans.

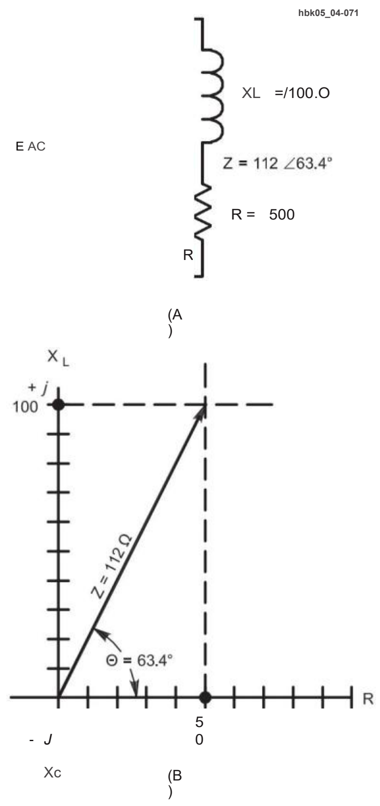
Şimdiki örnekte Z = *50*

+ 100 02

Bu nokta, kesikli çizgilerin geçtiği grafikte çizilen okun ucunda bulunur.

IPPEDANS VE FAZ AÇISININ KUTUPSAL FORMU

Şekil 3.31'deki grafiğin gösterdiği gibi, Rand X'in birleştirilmesinden kaynaklanan empedans, kenarları direnç ve reaktans olan bir dik üçgeni tamamlayan bir çizgi ile de temsil edilebilir. Çizginin sonundaki nokta - karmaşık empedans - eksenlerin geçtiği grafiğin kökeninden ne kadar uzakta olduğu ile tanımlanabilir. (değişken etrafındaki dikey çubuklarla gösterilen empedansın büyüklüğü, |Z|) ve 0 °'yi temsil eden yatay eksenli çizgi ile yapılan açı (empedansın *faz açısı,* 0).



Şekil 3.31 - 100 © endüktif reaktans ve 50 92 direncinden oluşan bir seri devre. B'de, grafik direnç, reaktans ve empedansı çizer.

Bu empedansın kutupsal formudur ve formda yazılır.

z =\Z\2o

Bazen radyan olarak 0 verilebilir. Bu el kitabındaki kural, aksi belirtilmedikçe derece kullanmaktır.

Dik üçgenin hipotenüsünün uzunluğu, empedansın büyüklüğünü temsil eder ve hipotenüsün karesinin iki tarafın karelerinin toplamına eşit olduğu bir dik üçgenin hipotenüsünü hesaplamak için formül kullanılarak hesaplanabilir:

$$|Z| = \sqrt{R^2 + X^2}$$

İn bu örnek:

zl = {csoor "aoo cy

- {2soon + toooo veya

- {rsooor = 1120

50 n direncin 100 © endüktif reaktans ile birleştirilmesinden kaynaklanan empedansın büyüklüğü 112'dir. Trigonometriden, faz açısının teğeti, açının (X) karşısındaki tarafın (R) açısına bitişik olan tarafa bölünmesidir veya

X tan (-R

nerede

X = reaktans ve R = direnç.

Ters tanjant veya arctan alarak açıyı bulun:

$$0\text{-arctan} \frac{X}{R}$$

Hesap makineleri bazen ters teğet tuşunu'tan!'olarak etiketler, hesap makinenizin doğru açısal birimleri, derece veya radyan kullanacak şekilde ayarlandığından emin olun.

Şekil 3.31'de gösterilen örnekte,

100 ©
0 = arctan-- = arctan 2.0 = 63.4 ° *50 92*

Az önce hesaplanan bilgileri kullanarak, kutupsal formdaki karmaşık empedans:

Z = 1120 463.4 °

Bu, sözlü olarak "63 nokta 4 derecelik bir açıyla 112 ohm'olarak ifade edilir.

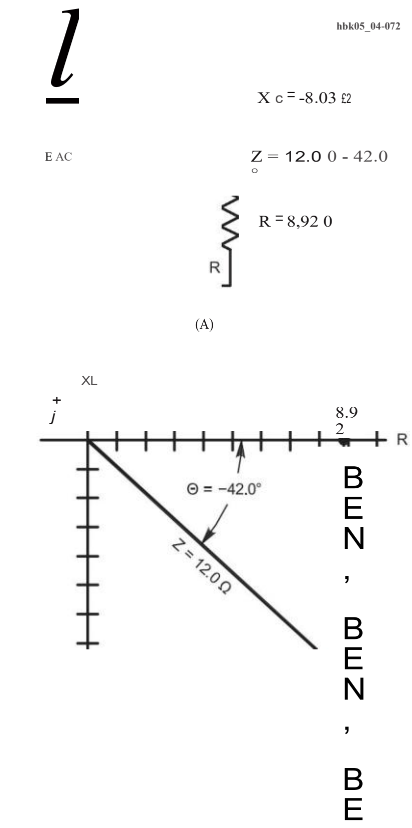
KUTUPTAN DIKDÖRTGENE CONVERSION

R ± *jX* ve [Z] O ifadelerinin her ikisi de aynı bilgiyi sağlar, ancak iki farklı biçimde. Az önce verilen prosedür dikdörtgen koordinatlardan kutupsal koordinatlara dönüşmeye izin veriyor. Ters işlem de önemlidir. **Şekil 3.32,** kapasitif bir reaktans ve bir dirençten oluşan bir empedansı göstermektedir. Kapasitif reaktans negatif bir değer olarak göründüğünden, empedans negatif bir faz açısında olacaktır, bu durumda, 12.0 n - 42.0 ° veya z = 112.0 n | *4 -42.0 ° faz açısında olacaktır .*

Empedansın dikdörtgen koordinatlardan X ve R değerleri ile bir üçgen oluşturduğunu unutmayın. Reaktans ekseni, 0 açısının karşısındaki kenarı oluşturur.

. 0 yan zıt X
s111- hipotenüs [Z]

Reaktans için bu denklemi çözerken, elimizde:



Şekil 3.32 - Kapasitif reaktans ve dirençten oluşan bir seri devre: empedans -42 derecelik 0 faz açısında 12.0 Q olarak verilir. B'de, grafik direnç, reaktans ve empedansı çizer.

xe (B)

X =] Z] x sin 0 (ohm)

Aynı şekilde, direnç açıya bitişik tarafı oluşturur.

. 0 yan zıt X
s11] -_ hipotenüs [Z]

Direniş için çözüm, biz var:

R =] Z] x cos 0 (ohm)

Sonra bizim örneğimizden:

X = 12.0 © * sin (-42 °)
= 12.0 n x -0.669 = -8.03 ©

R = 12,0 92 x cos (-42 °)
= 12.0 n x 0.743 = 8.92 0

X negatif bir değer olduğundan, kapasitif reaktansı gösteren Şekil 3.32'de gösterildiği gibi alt dikey eksende çizilir. Dikdörtgen -biçimli, Z = 8.92 02 *-78.03* ©2 .

Empedans ve karmaşık devrelerle ilgili hesaplamalar yaparken, dikdörtgen koordinatlar, formüller değerlerin eklenmesini veya çıkarılmasını gerektirdiğinde en kullanışlıdır. Polar gösterim en çok karmaşık sayıları çarpmak ve bölmek için kullanılır. (Karmaşık sayıların matematiği ile ilgili referanslar için bu kitabın indirilebilir ek materyalindeki "Radyo Matematiği" makalesine bakın.)

Bu bölümde şimdiye kadar gösterilen tüm örnekler, devre empedansına katkıda bulunan bir reaktans değeri varsaymaktadır. -Reaktans, frekansın bir fonksiyonudur ve birçok empedans hesaplaması, bir kapasitans veya indüktans değeri ve bir çalışma frekansı ile başlayabilir. Bu değerlerin İn terimleri, [Z], reaktansın endüktif veya kapasitif olmasına bağlı olarak iki şekilde hesaplanabilir:

İ-RF + bir arpacık

-be + a) 2nfC

Örnek: Şekil 3.31 gibi 100 © 2 dirençli bir devrenin ve 7.00 MHz frekansında çalışan bir 7.00-μH indüktörün empedansı nedir? Endüktif reaktans için uygun denklemi kullanarak ,

$|Z| = \sqrt{R^2 + (2 \pi f L)^2}$

-c00 veya + (# x101o ® us7of

nv

- {io000 r + (sos oy

- {roooo 949o0 olarak

- (1o4900 0? - 323.9 0

308 n, 7.00-µH bobinin 7.00 MHz'deki endüktif reaktansının değeri olduğundan, faz açısı hesaplaması önceki örnekte verildiği gibi ilerler:

= arctan -2992) (-arctan -
R JOO.On

= arctan (3.08) = 72.0 °

Reaktans endüktif olduğundan, faz açısı pozitiftir.

3.6.2 Paralel Devrelerde R ve X'ten Z'nin Hesaplanması

Reaktans ve direnç içeren paralel bir devrede, **Şekil 3.33'te gösterildiği gibi, R** ve X değerlerinden elde edilen sonuç empedansının hesaplanması, seri devrelerde olduğu gibi doğrudan kombinasyonla ilerlemez. Paralel devreler için genel formül:

z] = RX
e5

Burada formül mutlak (imzasız) reaktans değerini kullanır. Paralel devre için faz açısı şu şekilde verilir:

o- "(C)

0 işareti hem serilerde hem de paralel devrelerde aynı anlama gelir: Paralel reaktans kapasitif ise, 0 negatif bir açıdır ve paralel reaktans endüktif ise, 0 pozitif bir açıdır.

Örnek: Reaktansı 30.0 9 olan bir indüktör, 40.0 n'lik bir dirençle paraleldir. Elde edilen empedans ve faz açısı nedir?

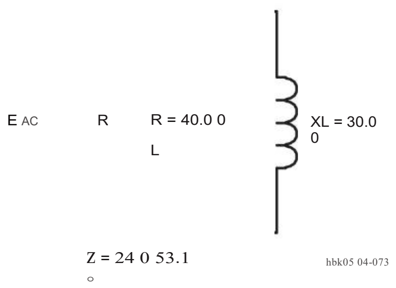
$|Z| = \frac{RX}{\sqrt{R^2 + X^2}}$ 30.0 92 x 40.0 ©

Co.or + @

o.0or?

1200 n² 1200 n²

{ooo "moo sooo



Şekil 3.33 - 30.0 © endüktif reaktans içeren bir paralel devre **ve 40.0** © 2 direnç. **Hiçbir grafik verilmez, çünkü paralel empedanslar grafiksel olarak seri empedansların basit bir şekilde manipüle edilemez .**

1200 92° 2 240 0
so.on

RJ (40.0nJ
(
(-arctan - arctan ---
X 30.00

0 = arctan (1.33) = 53.1 °

İn polar form,

Z = 24.0L '.53. l °n .

Paralel reaktans endüktif olduğundan, elde edilen açı pozitiftir.

Örnek: Reaktansı 16.0 9 olan bir kapasitör, 12.0 £2'lik bir dirençle paraleldir. Elde edilen empedans ve faz açısı nedir? (Hesaplamalarda kullanıldığında kapasitif reaktansın negatif olduğunu unutmayın.)

z] = RX -16.00x12,00
ie is fesooy7a2toy

-1920 1920°

{soc = 1a4a ["oar

-2192n20.o
n -9,60n

RJ (12.0n J
(
0 = arctan - arctan
X -16.0n

0 = arctan (-0.750) = - 36.9 °

Paralel reaktans kapasitif ve reaktans negatif olduğundan, elde edilen faz açısı negatiftir.

3.6.3 Kabul

İmpedance ayrıca bir tersine sahiptir: - siemens (S) cinsinden ölçülen admittance (Y). Böylece,

Y = 1/Z

Direnç, reaktans ve empedans akımla ters orantılı olduğundan (Z = E/İ), iletkenlik, duyarlılık ve kabul akımla doğru orantılıdır. Yani,

Y = İ/E

Admitans, tıpkı empedans gibi dikdörtgen ve kutupsal formlarda ifade edilebilir,

Y = G + jB =] Y] ZO

Admitans için faz açısı, empedans için olduğu gibi zıt işaret sözleşmesine sahiptir; Eğer duyarlılık bileşeni endüktif ise, faz açısı negatiftir ve eğer duyarlılık bileşeni kapasitif ise, faz açısı pozitiftir.

Kabul için kullanışlı bir kullanım, paralel devre empedans hesaplamalarını basitleştirmektir. Seri kombinasyonlarına benzer şekilde, reaktans ve direncin paralel bir kombinasyonunun kabulü, duyarlılık ve iletkenliğin vektör toplamıdır**. Diğer** bir deyişle, paralel devreler için:

$|Y| = \sqrt{G^2 + B^2}$

nerede

Yl = semenlerdeki admitansın büyüklüğü,
G = iletkenlik veya l/R siemens ve B = duyarlılık veya -1/X siemens.

40.0 © 2 dirençle paralel olarak 30.0 9 reaktanslı bir indüktör için önceki örneği tekrarlamak. Elde edilen empedansı ve faz açısını admittance kullanarak hesaplayınız .

İndüktörün duyarlılığı -1/30.0 n = -0.0333 S ve direncin iletkenliği 1/40.0 © 2 = 0.0250 s'dir.

vı = [(-0.0333 Sy + (0.0250 sy)

= [0.00173 s- - 0.0417 S

İletkenlik ve duyarlılık açısından girişin faz açısı:

o- [{)

-0.0333 SJ
() - arctan/-/- arctan (-1.33) = -53. 0 l
(0.0250 S

İn polar form, Y =

0.0417-53.1 °
Tekrar empedansa dönüştürme:

|Zl-_!_ 1-24.0 £2
Yl 0.0417 S

Empedansın faz açısı, girişin faz açısının negatifidir, yani:

Z = -ZY = Z53.1 °

ve polar formda

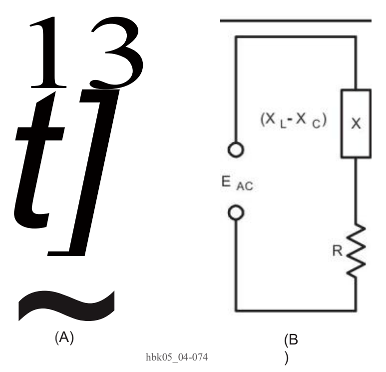
Z = 24.0253.1 ° © 2

Direnç, empedans ve admitans arasındaki dönüşüm, karmaşık devrelerle çalışmada ve antenlerin ve iletim hatlarının empedans eşleşmesinde çok yararlıdır. Bu işlemleri gerçekleştirebilecek birçok çevrimiçi hesap makinesi vardır ve birçok programlanabilir hesap makinesi ve matematiksel bilgisayar yazılımı paketi bu işlevleri yerleşik olarak içerir. Bununla birlikte, ne zaman ve nasıl kullanılacağını bilmek, burada gösterilen temel stratejilerin biraz anlaşılmasını gerektirir.

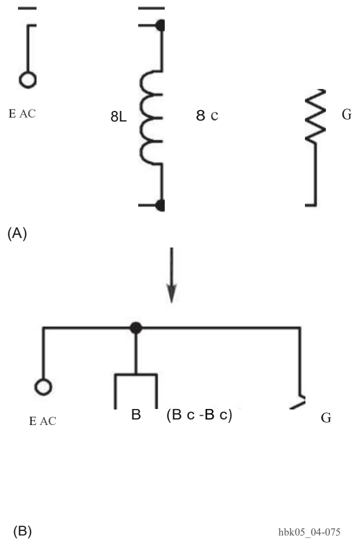
3.6.4 İkiden Fazla Seri veya Paralel Elementler

Bir devre seri olarak birkaç direnç veya birkaç reaktans içerdiğinde, empedansı hesaplamaya çalışmadan önce devreyi basitleştirin. Seri olarak dirençler, tıpkı tamamen dirençli bir devrede olduğu gibi eklenir. Aynı türden seri reaktanslar - yani, tümü kapasitif veya tümü endüktif - aynı zamanda tamamen reaktif bir devrede olduğu gibi ekler. Amaç, empedans hesaplamasında kullanılabilecek tek bir direnç değeri ve tek bir reaktans değeri üretmektir .

Şekil 3.34, bir devrenin seri dirençle - birlikte seri olarak iki farklı reaktif eleman içerdiği daha zor bir durumu göstermektedir. Seri kombinasyonu



Şekil 3.34 - Karışık kapasitif ve endüktif reaktansları içeren bir seri empedans, reaktansları cebirsel olarak birleştirerek tek bir reaktans artı dirence indirgenebilir.



Şekil 3.35 - Karışık kapasitif ve endüktif reaktansları içeren bir paralel empedans Bölümde daha önce gösterilen formülleri kullanarak tek bir reaktans artı direnç. A'da gösterildiği gibi reaktansları duyarlılıklara dönüştürerek, B'de gösterildiği gibi, duyarlılıkları cebirsel olarak tek bir duyarlılıkta birleştirebilirsiniz.

Of Xe ve XL, bölümde tamamen reaktif bileşenlerle ilgili olarak tartışılan aynı kombinasyon kurallarını kullanarak tek bir değere indirgenir. Şekil 3.34B gösterdiği gibi, ortaya çıkan reaktans iki seri reaktans arasındaki farktır.

Çoklu dirençlere veya aynı tipte çoklu reaktanslara sahip paralel devreler için, dirençli ve reaktif bileşenleri tek elemanlara indirgemek için paralel kombinasyon kurallarını kullanın. Farklı tiplerde iki veya daha fazla reaktif bileşen aynı devrede göründüğünde, saf reaktanslar için daha önce gösterilen formüller kullanılarak birleştirilebilirler. Bununla birlikte, Şekil 3.35'in önerdiği gibi, duyarlılıklar olarak da birleştirilebilirler. Farklı türlerin paralel duyarlılıkları, farklı işaretlerine dikkat ederek ekler. Elde edilen tek duyarlılık daha sonra ters son devre empedansı olan genel devre kabulüne ulaşmak için iletkenlikle birleştirilebilir.

3.6.5 Eşdeğer Seri ve Paralel Devreler

Şekil 3.29'da gösterilen iki devre, aynı frekansta belirli bir voltaj uygulandığında aynı akım akıyorsa ve voltaj ile akım arasındaki faz açısı her iki durumda da aynıysa eşdeğerdir. Aslında, herhangi bir seri devreyi eşdeğer bir paralel devreye dönüştürmek mümkündür ve bunun tersi de geçerlidir.

Bir seri RX devresi, formüller aracılığıyla paralel eşdeğerine dönüştürülebilir:

R R/+x/

p-
Rs
X

R/+x/

p-
Xs

Burada P ve S alt simgeleri sırasıyla paralellik ve seri eşdeğeri değerlerini temsil eder. Eğer paralel değerler biliniyorsa, eşdeğer seri devre şunlardan bulunabilir:

R. • Be 2
Xg
skk p + x p

ve

_ R/Xp S

R ° + X, °

Örnek: Şekil 3.29'daki seri devrenin -50.0 © seri reaktansı (kapasitif reaktansı gösterir) ve 50.0 Q direnci olsun. Eşdeğer paralel devrenin değerleri nelerdir?

R, 250002 ° + 2500 ;00(5000 92° 2 100 0
O so.on Oğul

Xμ Re ° + Xe ° _ (5000f + 6-5000f
Xs -50.00

2500 O + 2500 0 5000 n2 -lOOn
°- so.on -son

100 9 direncine paralel olarak 100 © 2 kapasitif reaktansı seri devreye eşdeğer devredir .

3.6.6 Ohm'un İmpedance Yasası

Ohm Yasası, empedans içeren devrelere, sadece direnç veya reaktansa sahip devreler için olduğu kadar kolay uygulanır. Formüller şunlardır:

E = IZ İ

= E/Z Z

= E/İ

nerede
E = voltlarda voltaj,
İ = amper cinsinden akım
ve Z = ohm cinsinden empedans.

Z'nin artık dirençli ve reaktif bileşenlerden oluşan karmaşık bir sayı olduğu anlaşılmalıdır. İfZ karmaşıktır, o zaman E ve İ de bir büyüklük ve faz açısı ile. Karmaşık matematiğin kuralları daha sonra uygulanır ve değişkenler Z, E ve İ olarak kalın yazı tipinde yazılır veya karmaşık olduklarını belirtmek için üstlerine bir ok eklenir, örneğin,

E = IZ

Sadece empedans, voltaj ve akımların büyüklüğü önemliyse, o zaman üç değişkenin büyüklükleri, faz açısına bakılmaksızın tanıdık şekillerde birleştirilebilir. Bu durumda E ve İ, RMS değerleri (veya pik, peakto-peak veya ortalama gibi başka bir kararlı durum değeri) olarak kabul edilir. **Şekil 3.36** 75.0 © 2 direnç ve 100 Qin serisi bir reaktans oluşan basit bir devre gösterir. Daha önce verilen seri empedans formülünden, empedans

$$Z = \sqrt{R^2 + X_L{}^2} = \sqrt{(75.0\ \Omega)^2 + (100\ \Omega)^2}$$

= J 5630 n^2 + 10000 n^2

-is6oo o? = 1250

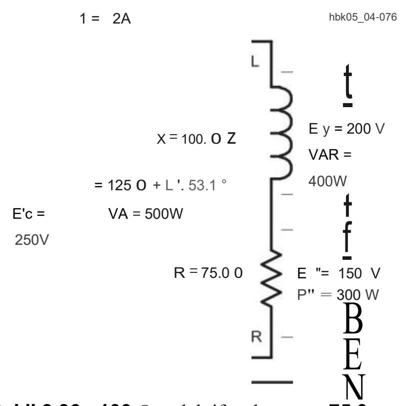
Uygulanan voltaj 250 V ise

1-E_250V"2.0A
Z 1250

Bu akım hem direnç hem de reaktans boyunca akar, bu nedenle voltaj düşer:

Ep = İR = 2.0 A x 75.0 © = 150 V ExL

= İ X = 2.0 A x 100 02 = 200 V



Şekil 3.36 - 100 © endüktif reaktans **ve 75.0 n direncinden oluşan bir seri devre. Ayrıca uygulanan voltaj, devre elemanları boyunca voltaj düşer ve akımdır.**

AC Bileşen Özeti

	Direnç	*Kondansatör*	*İnductor*
Temel birim	ohm (2 €)	farad (F)	Henry (H)
Yaygın olarak kullanılan		Mikrofaradlar (μF) Picofarads (pF)	Milihenrys (mH) Mikrohenrys (μH)
Zaman sabiti	(hiçbir şey)	RC	L/R
Voltaj-Akım Fazı	İn fazı	Akım kabloları voltaj Voltaj gecikmeli akım	Voltaj uçları current Geçerli Voltaj
Direnç veya Reaktans	Direnç	Xc = 1/2 + f0	XL = 21fl
Artan değişim Frekans	Hayır	Reaktans azalır	Reaktans artışlar
Q devre	Tanımlanmamış	Xc/R	XL/R

Sadece RMS değerleriyle çalışmanın bir problemini ortadan kaldırmak, bu iki damlanın basit aritmetik toplamı, 350 V, uygulanan voltajdan daha büyüktür, çünkü iki voltaj faz dışında 90 °'dir. Aşama dikkate alındığında ,

E-so vy + coo vy

– [22so0v? 4oo0o v?

– / 62so0 v? 2so v

3.6.7 Reaktif Güç ve Güç Faktörü

Bir ac döngüsünün bir parçası sırasında bir kapasitör üzerine yerleştirilen yük, bir döngünün bir sonraki kısmı sırasında devreye geri döndürülür. Aynı şekilde, bir indüktörün manyetik alanında depolanan enerji, ac döngüsünde daha sonra devreye geri döner. Reaktif bir devre basitçe çevrilir ve enerjiyi reaktif bileşenlerin içine ve dışına geri dönüştürür. Eğer tamamen reaktif bir devre gerçekte mümkün olsaydı, hiç enerji tüketmezdi.

Reaktif devreler, enerji dolaşımı garip görünen fenomenleri açıklar. Örneğin, kapasitans ve indüktansı olan bir seri devrede, bileşenler arasındaki voltajlar besleme voltajını aşabilir. Bu durum var olabilir, çünkü enerji indüktör tarafından depolanırken, kondansatör daha önce yüklenmiş durumundan devreye enerji döndürür ve bunun tersi de geçerlidir. Endüktif ve kapasitif dallara sahip paralel bir devrede, bileşenler arasında dolaşan akım, kaynaktan çekilen akımı aşabilir. Yine, - fenomen indüktörün çöken manyetik alanının kondansatöre akım vermesi ve deşarj kondansatörünün indüktöre akım sağlaması nedeniyle oluşur.

Reaktans, **Şekil'de gösterildiği gibi voltaj ve akım arasında bir faz farkı oluşturur** **3.37,** voltajın gerisinde kalan akımı yaklaşık 60 ° gösterir. İnstantaneous güç hala anlık gerilim ve akımın ürünü olarak hesaplanır, ancak voltaj pozitif ve akım negatif olduğunda veya tersi olduğunda döngünün bir kısmı için negatif olduğuna dikkat edin. Bu, tüm döngü boyunca dirençte dağılan ortalama gücün, voltaj ve akımın fazda olduğundan daha düşük olmasına neden olur. İf akım ve voltaj, tamamen reaktif bir devrede olduğu gibi faz dışında 90 °'dir, ortalama güç sıfıra indirgenir. Dolayısıyla, reaktif devreler ac voltaj ve akım için ölçülebilir bir RMS değeri gösterse de, Şekil 3.14B'in tamamen dirençli devresi için olduğu gibi değerleri birlikte çarpamayız .

Tamamen reaktif bir devrede dolaşan dağılmamış enerji ile dirençli bir devrede dağılmış veya gerçek güç arasında ayrım yapmak için, *reaktif güç birimi volt-amper reaktif* veya *VAR olarak adlandırılır.* Watt terimi kullanılmaz ve bazen reaktif güç "wattsız" güç olarak adlandırılır. VAR'ın radyo devrelerinde sınırlı kullanımı vardır. VAR'ı hesaplamak için direnç gücüne benzer formüller kullanılır:

VAR = İ x E

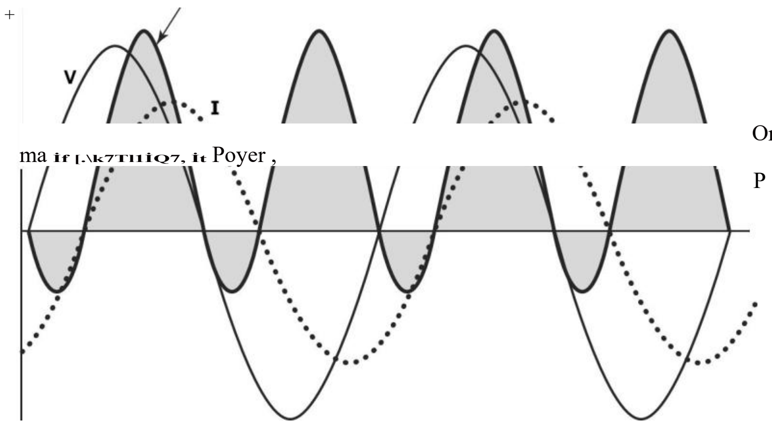
VAR = İ2 x

VAR = E ?/ X
X

Burada E ve İ, voltaj ve akımın RMS değerleridir.

Gerçek veya dağılmış güç watt olarak ölçülür. *Görünür güç,* bir empedans yoluyla voltaj ve akımın ürünüdür. Görünür gücü gerçek güçten ayırt etmek için, görünür güç *volt-amper (VA) cinsinden ölçülür.*

Şekil 3.36'nın devresinde, 250 V'luk bir uygulanan voltaj, 2.00 A'lık bir akım ile sonuçlanır ve bu da 250 V x 2.00 A = 500 W'luk bir görünür güç verir. Direnişin dağıttığı gerçek güç şudur :



Şekil 3.37 - İnstantaneous güç anlık voltaj ve akımın ürünüdür, ancak voltaj veya akımın göreceli fazına bağlı olarak pozitif veya negatif olabilir. Bu, tüm döngü boyunca hesaplanan ortalama gücü azaltır.

E = I2 R = (2.0 A)^2 x 75.0 V = 300 W

Ve reaktif güç:

VAR = İ? X X = (2.O A)? X 100 © 2 = 400 VA

Gerçek gücün görünür güce oranına devrenin *güç faktörü (PF) denir.*

PF _ {consumedR

! görünür Z

Güç faktörü sıklıkla yüzde olarak ifade edilir. Tamamen dirençli bir devrenin güç faktörü %100 veya **1** iken, saf bir reaktansın güç faktörü sıfırdır. Şekil 3.36 örneğinde güç faktörü 300 *Wİ* 500 W = 0.600 veya %60 olacaktır.

Görünür gücün, devrenin güç faktörü bilinmediği sürece gerçekte dağılan güçle doğrudan bir ilişkisi yoktur.

P = Görünür Güç x Güç Faktörü

Güç faktörünün eşdeğer bir tanımı:

PF = cos (

Burada O, devre empedansının faz açısıdır.

Örnekteki faz açısı şunlara eşit olduğundan:

XJ (100n)

(= arctan - arctan --- R 75. O £2

0 = arctan (1.33) = 53.1 °

ve güç faktörü:

PF = cos 53.1 ° = 0.600

önceki hesaplamanın doğruladığı gibi.

Güç faktörü her zaman pozitif bir sayı olarak oluşturulduğundan, voltajın akıma göre fazını tanımlamak için değer "öncü" veya "gecikme" kelimeleriyle takip edilmelidir. Sayısal güç faktörünün belirlenmesi her zaman yeterli değildir. Örneğin, birçok dc-ac güç invertörü, - bir işaretin büyük bir net reaktansına sahip, ancak karşı işaretin sadece küçük bir reaktansına sahip olan yükleri güvenle çalıştırabilir. Bu nedenle, bu örnekteki güç faktörünün son hesaplaması "0.600, önde'olarak bildirilecektir .

3.7 Bileşenlerin Kalite Faktörü (Q)

Kapasitörler ve indüktörler gibi enerji depolayan bileşenler, *kalite faktörü* veya *Qfactor,* kısaltılmış Q açısından karşılaştırılabilir. *Q kavramı* 1914'te ortaya çıkmıştır. (Daha sonra *K olarak adlandırıldı)* ve ilk olarak 1923'te Kenneth S. Johnson'ın ABD patenti 1.628.983'teki indüktörler için bir "liyakat rakamı'olarak reaktansın direnç oranını temsil etmek için kullandığı baskıda ortaya çıktı. Bir reaktif devre elemanının seri veya

] o-As Re

R, Xμ

Seriye bağlı reaktans ve [b] serisi kayıp direnci için (indüktör gibi)

Q = kalite faktörü (birim yok),

X = bileşenin seri reaktansı **(ohm cinsinden) ve**

[c]

R = bileşendeki enerji kayıplarıyla ilişkili tüm seri dirençlerin toplamı **(ohm cinsinden**).

[D

] Paralel bağlı bir reaktans ve paralel kayıp direnci için (bir kapasitör gibi)

Q = kalite faktörü (birim yok),

Xp = bileşenin paralel bağlı reaktansı (ohm cinsinden) ve

Rp = bileşendeki enerji kayıplarıyla ilişkili toplam paralel direnç (ohm cinsinden).

Q için tam olarak eşdeğer birkaç formül **Tablo 3.2'de görülebilir. Tablo** 3.2, denklem - [a] en doğal olarak bir indüktörün Q'sunu temsil ederken, denklem [b] bir ca-

Tablo 3.2
Q ve Kullanımlarını İfade Etmek İçin Eşdeğer Formüller

[a	Q = Seri Reaktans / Serisi Direnci	Johnson'ın seri devreler için kullanılan indüktörler için Q'nun tarihsel tanımı
	Q = Paralel Direnç / Paralel Reaktans	Q'nun paralel eşdeğer devre tanımı, kapasitörler için kullanışlıdır.
	Q = 2n x Depolanmış enerji / Bir döngüde kaybedilen enerji	Temel enerji tanımı, antenler, reaktif bileşenler ve mekanik sistemler için kullanışlıdır.
	Bir GEFrequen cy f -f Bant Genişliği	Basit rezonans devreleri için bant genişliği formülü. İmpedance Z = R + *jX* ve fu, R = X'in olduğu üst frekanstır ve f _, R = -X ve f– f -3 dB bant genişliğini temsil eder .

Pacitor. Her iki gösterim de enerji depolamasını indüktör ve kapasitörlerdeki enerji kayıplarına bağlayan [c] denklemine eşdeğerdir. Bir seri devre gösteriminde, seri direncin enerji kaybı ile orantılı olduğunu ve seri reaktansının depolanan enerji ile orantılı olduğunu unutmayın. Bununla birlikte, paralel bir devrede, direncin karşılıklı değeri kayıp enerji ile orantılıdır ve reaktansın karşılıklı değeri depolanan enerji ile orantılıdır. Farklı devre özelliklerine uygulanan teorik bir Q tartışması için Referanslar bölümünde Ohira tarafından referans verilen makaleye bakın.

Ayarlanmış bir devrenin Q'su, direncin reaktansın büyüklüğüne eşit olduğu üst ve alt frekansları ölçerek ve [d] denklemini uygulayarak bulunabilir. Geometrik ortalama frekans

1-66

Ve yüksek Q devreleri için merkez frekansı ile değiştirilebilir. Bu bölümde daha sonra Şekil 3.42'deki ayarlanmış devreler gibi birkaç reaktif bileşene sahip olan İn devreleri, devre Q, bireyin paralel kombinasyonudur.

Q faktörleri. Örneğin:

-ke

Qe QL

Burada Qe kondansatör Q (bazen bir üretici tarafından belirtilir) ve indüktör Q Qµ'dir.

Kapasitörlerin Q'su normalde yüksektir. Kaliteli seramik kapasitörler ve mika - kapasitörler 1200 veya daha fazla Q değerlerine sahip olabilir. Mikrodalga kapasitörleri zayıf Q değerlerine sahip olabilir - 10 GHz'de 10 veya daha az ve daha yüksek frekanslarda X düşük olacaktır. Kapasitörler, kapasitif reaktans boyunca paralel bir kayıp direnci olarak modellenen ağırlıklı olarak dielektrik kayıplara tabidir. Kondansatörler ayrıca iletken uçları ve kondansatör plakaları ile ilişkili bir seri kayıp direncine sahiptir, ancak bu kayıp genellikle görmezden gelecek kadar küçüktür.

İnduktörler, tel direnci (cilt etkisi dahil) ve çekirdek kayıpları gibi çeşitli elektrik enerjisi kayıplarına maruz kalırlar. Tüm elektrik iletkenleri, elektrik enerjisinin ısı olarak kaybolduğu dirençlere sahiptir. Tel iletkenler ek ac kayıplarına maruz kalır, çünkü alternatif akım cilt nedeniyle iletken yüzeyinde akma eğilimindedir.

RF Teknikleri bölümünde tartışılan etki. İndüktörün çekirdeği demir, ferrit veya pirinç ise, çekirdek ek enerji kayıpları yaratacaktır. Endüktörler için çekirdek kayıplarının, indüktöre paralel olarak bir direnç olarak modellendiğini unutmayın (kapasitör dielektrik kayıplarına benzer). Bu kayıpların spesifik detayları, her bir çekirdek malzeme türü ile bağlantılı olarak tartışılmaktadır.

Tüm çekirdek kayıplarının toplamı, direnç sembolü tarafından temsil edilen ayrı bir bileşen olmamasına rağmen, indüktör ile eşdeğer bir seri bağlı direnç gösterilerek gösterilebilir (Devreler ve Bileşenler bölümünde Pratik İnduktörler bölümüne bakınız). Doğal enerji kayıplarının bir sonucu olarak, indüktörQ nadiren her iki bileşenin birlikte çalıştığı bir devrede kondansatör Q'ya yaklaşır. Birçok devre elde edilebilecek en yüksek Q indüktörünü gerektirse de, diğer devreler belirli bir Q, hatta çok düşük bir Q isteyebilir.

Q, Rezonans Devreleri ile ilgili aşağıdaki bölümde de tartışılmaktadır. Bu devreler için Q, devre bant genişliği ve seçicilik ile yakından ilgilidir. Ek olarak, devre Q, bir yükün bağlı olup olmadığına bağlıdır.

3.8 Rezonans devreleri

Hem bir indüktör hem de bir kapasitör içeren bir devre - ve dolayısıyla hem endüktif hem de kapasitif reaktans - genellikle *ayarlanmış bir devre* veya bir *rezonant devre olarak adlandırılır.* Böyle bir devre için, endüktif ve kapasitif reaktansların aynı olduğu belirli bir frekans vardır, yani X = X. Çoğu amaç için, bu devrenin rezonans frekansıdır. Rezonans frekansında - veya rezonansta, kısaca:

1 X1 = 2nfL = Xc = - 2nfC

F'yi çözerek, herhangi bir kombinasyonun rezonans frekansını bulabiliriz.induktör ve kondansatör formülünden:

f = 1 / 2+ LG

nerede

f = hertz (Hz) cinsinden frekans,
L = henrylerde indüktans (H),
C = faradlarda kapasitans (F) ve 7t
= 3.1416 .

Çoğu yüksek frekanslı (HF) radyo çalışması için, daha küçük indüktans ve kapasitans birimleri ve daha büyük frekans birimleri daha uygundur. Temel formül şöyle olur:

f-- 10 / 2+ LC

nerede

f = megahertz cinsinden frekans (MHz),
L = mikrohenrilerde indüktans (µH),
C = pikofaradlarda kapasitans (pF) ve 7
= 3.1416 .

Örnek: 5.0 µH indüktör ve 35 pF kapasitör içeren bir devrenin rezonans frekansı nedir?

t- 10° / 2t/LC 62832 10 / 5.0535

10°
= = 12 MHz 83

Genel HF çalışması için frekans ve bir bileşen (kapasitör veya indüktör) bilindiğinde eşleşen bileşeni (indüktör veya kondansatör) bulmak için aşağıdaki formülü kullanın:

r- i / 4LC

Burada f, L ve C temel birimlerdir. MHz, µH ve pF açısından HF çalışması için, temel ilişki bu kullanışlı formüllere göre yeniden düzenlenir:

$$L = \frac{25,330}{f^2\ C}$$

$$C = \frac{25,330}{f^2\ L}$$

nerede

MHz'de f = frekans ,
L = µH cinsinden
indüktans ve C = pF
cinsinden kapasitans

Çoğu radyo çalışması için, bu formüller, bileşen toleranslarının sınırları dahilinde frekans ve bileşen değerlerinin hesaplanmasına izin verecektir.

Örnek: İndüktör 2.00 µH ise, 21.1 MHz'de bir rezonant devre oluşturmak için hangi kapasitans değeri gereklidir?

C = 25,330 / fL = 25,330 / (21.1k2.0)

_25.339 / 890 "28.5 bF p

Şekil 3.20, yaklaşık bir cevap kabul edilebilirse de kullanılabilir. Yatay eksenden, istenen rezonans frekansına en yakın dikey çizgiyi bulun. Bu dikey çizgi üzerinde kesişen her köşegen çifti, bu frekansta rezonansa girecek olan indüktans ve kapasitansın bir kombinasyonunu temsil eder. Örneğin, istenen frekans 10 MHz ise, 5 µH ve 50 pF'yi temsil eden köşegen çifti bu frekansa oldukça yakındır. Verilen köşegenler arasındaki İnterpolating daha fazla çözünürlük sağlayacaktır - hatların üç kümesinin de logaritmik olarak aralıklı olduğunu unutmayın.

Rezonant devreler, rezonans fre-'ye ek olarak diğer önemli özelliklere sahiptir.

Bununla birlikte, quency. Bunlar arasında empedans, seri rezonans devrelerindeki bileşenler arasında voltaj düşüşü, paralel devrelerde dolaşımdaki akım ve bant genişliği bulunur. Bu özellikler, ayarlanmış bir devrenin seçiciliği ve önemli miktarda güç kullanan devreler için bileşen değerleri gibi faktörleri belirler. Ayarlanmış devre rezonans frekansının temel tayini devredeki herhangi bir direnci göz ardı etse de, bu direnç devrenin diğer özelliklerinde hayati bir rol oynayacaktır.

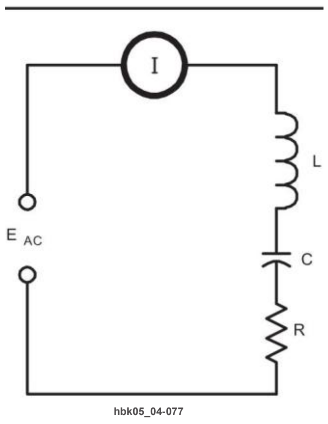
3.8.1 Seri-Rezonans Devreleri

Şekil 3.38, seri *rezonans devresinin temel şematik diyagramını sunmaktadır.* Radyo devrelerinin şematik diyagramlarının çoğu sadece indüktörü ve kapasitörü gösterse de, bu tür devrelerde direnç her zaman mevcuttur. En belirgin direnç, HF'deki indüktördeki seri direnç kayıpları ile ilişkilidir. Kondansatördeki baskın kayıplar paralel bir direnç olarak modellenebilir (gösterilmez), ancak bu kayıplar HF'de göz ardı edilebilecek kadar düşüktür. Devrede gösterilen akım ölçer, seri devrelerde aynı akımın tüm elemanlar boyunca aktığını hatırlatır.

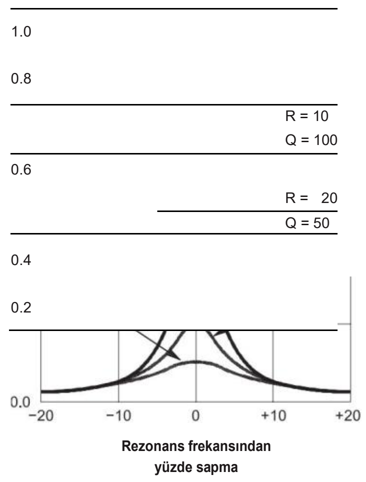
Rezonansta, kondansatörün reaktansı - indüktörün reaktansını iptal eder. Voltaj ve akım birbirleriyle fazdadır ve devrenin empedansı - yalnızca direnç tarafından belirlenir. Rezonanstaki devre boyunca ve rezonansa yakın frekanslar için gerçek akım aşağıdaki formülle belirlenir:

I=~ = ---.=====E=====

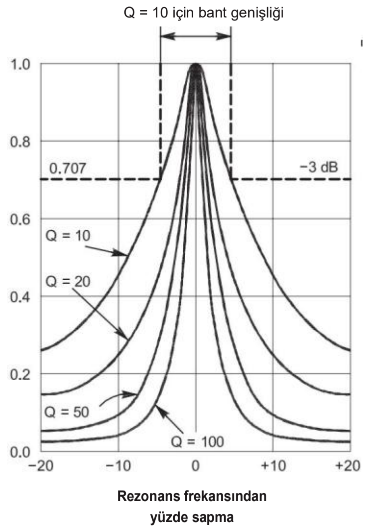
Z R2 + [2 πfL ----1-] 2 (2nfC



Şekil 3.38 - L, C ve R içeren bir seri devre, C'nin reaktansı L'nin reaktansına eşit olduğunda uygulanan frekansta rezonanstır.



Şekil 3.39A - Seri direnç ve Q çeşitli değerleri ile seriesresonant devrelerde göreceli akım. (1.0 keyfi maksimum değeri temsil eder Rezonansta akım.) Tüm eğriler için rezonansta reaktans 1000 ©'dir. Akımın, rezonans frekansından %10'dan daha uzak frekanslarda devredeki dirençten pek etkilenmediğini unutmayın.



Şekil 3.39B - Farklı Q değerlerine sahip seri rezonans devrelerinde göreceli akım. Rezonansta akım
Her bir Q değeri için akımdaki azalma değişim oranını göstermek amacıyla tüm eğriler için aynı seviyeye normalleştirilir. Yarı güç noktalarının göreceli bant genişliğini gösterdiği gösterilmiştir
Her eğri için yanıtın. Bant genişliği Qµ 0f 10 olan bir devre için belirtilmiştir.

Burada tüm değerler temel birimlerdedir.

Rezonansta, formüldeki reaktif faktör sıfırdır (karekök sembolü altındaki köşeli parantez ifadesi). Bununla birlikte, frekans, bileşen değerlerini değiştirmeden rezonans frekansının üzerine veya altına kaydırıldıkça, reaktif faktör önemli hale gelir ve akımın değeri rezonanstan daha küçük olur. Rezonanstan uzak frekanslarda, reaktif bileşenler baskın hale gelir ve direnç artık mevcut genliği önemli ölçüde etkilemez.

Frekans değiştikçe akımın kaydedilmesiyle oluşturulan tam eğri, reaktansın dirence oranına bağlıdır. Bobinin veya kondansatörün reaktansı, dirençle aynı büyüklük sırasına sahip olduğunda, frekans, rezonanstan uzakta her iki yönde de hareket ettirildiği için akım oldukça yavaş azalır. Böyle bir eğrinin *geniş olduğu söylenir.* Tersine, reaktans dirençten oldukça büyük olduğunda, frekans rezonanstan uzaklaştıkça akım hızla azalır ve devrenin *keskin olduğu söylenir.* Keskin bir devre rezonans frekansına rezonansa oldukça yakın frekanslardan çok daha kolay yanıt verecektir; Geniş bir devre, rezonans frekansı etrafında merkezlenmiş bir grup veya frekans bandına neredeyse eşit derecede iyi yanıt verecektir.

Her iki rezonans eğrisi de yararlıdır.
Keskin bir devre iyi seçicilik verir - güçlü tepki verme yeteneği (akım açısından) genlik) istenen bir frekansta ve başkalarına karşı ayrımcılık yapmak. Geniş bir devre, aparatın tek bir frekansta değil, frekans bandının üzerinde aynı yanıtı vermesi gerektiğinde kullanılır.

Şekil 3.39A, frekans rezonanstan saptıkça akımdaki azalmayı gösteren bir eğri ailesi sunar. Her durumda, endüktif ve kapasitif reaktansların 1000 © 2 olduğu varsayılır. Grafikte göreceli bir değer olarak gösterilen maksimum akım en düşük dirençle, en düşük tepe akımı ise en yüksek dirençle gerçekleşir. Aynı derecede önemli olarak, akımın maksimum değerinden düşme oranı da reaktansın dirence oranı ile değişir. İt, oran yüksek olduğunda en hızlı ve oran düşük olduğunda en yavaş azalır .

UNLOADED Q

Bu bölümün başlarında [a] ofTable 3 .2 denkleminde belirtildiği gibi, Q, depolanan enerjinin (Tablo 3.2'deki [c] denklemi) 2n katını temsil eden seri reaktansın seri direncine veya tüketilen enerjiye oranıdır. Her iki oran terimi de ohm cinsinden ölçüldüğünden, Q'nun birimi yoktur ve *kalite faktörü (ve* daha az sıklıkla, *liyakat veya* çarpan *faktörü) olarak bilinir.* Bobinin seri dirençli kayıpları genellikle HF serisi rezonans devrelerindeki enerji tüketimine hakimdir, bu nedenle indüktör Q büyük ölçüde rezonans devresini belirler.

Q'nun bu değeri, devrenin güç aktarabileceği herhangi bir harici yükten bağımsız olduğundan, devrenin boşaltılmış Q veya Oμ olarak adlandırılır.

Örnek: Seri kayıp direnci 5 n olan ve her biri 500 © reaktansı olan endüktif ve kapasitif bileşenlere sahip bir seri rezonans devresinin boşaltılmış Q değeri nedir? Her biri 50 n'lik reaktansla mı?

Q _ Xl _ 500 Ω _ 1 00
UR 50

Q, ". 252 _ 50.01o
vR yani

Tablo 3.3

Rezonans Devrelerinin Seçiciliği

Yaklaşık yüzde Rezonansta akım! veya rezonansta[2] empedans	*Bant genişliği (yarım güç veya -3 dB arasında Yanıt eğrisindeki noktalar)*	Seri *devre akım faz açısı (derece)*
95	f	18.5
90	f/3Q	26.5
70.7	F/2Q	45
44.7	f/Q	63.5
24.2	2f/Q	76
12.4	4f/Q	83
	8f/Q	

[1]Paralel rezonans devresi 2For seri rezonans devresi için

BANDWIDTH

Şekil 3.39B, bir seri rezonans devresi için akımı frekansla ilişkilendiren eğri ailesini çizmenin alternatif bir yoludur. Her eğrinin tepe akımının aynı olduğu varsayılarak, Qu'nun çeşitli değerleri için akımın değişim oranı ve buna bağlı direnç reaktans oranları daha kolay karşılaştırılır. Eğrilerden, düşük Qu devrelerinin, daha yüksek Qu olan devrelerden daha büyük bir frekans bant genişliği boyunca akım geçirdiği açıktır. Ayarlanmış devreleri karşılaştırmak amacıyla, bant genişliği genellikle mevcut genliğin 0'a düştüğü iki frekans arasındaki frekans olarak tanımlanır. 707 (veya √2/2) maksimum değerin katıdır. Direnç tarafından tüketilen güç, R, akımın karesi ile orantılı olduğundan, bu noktalardaki güç, R'nin hesaplamalar için sabit olduğu varsayılarak, rezonansta maksimum gücün yarısıdır. Yarım güç veya -3 dB noktaları Şekil 3.39B'de işaretlenmiştir.

10 veya daha büyük Q değerleri için, Şekil 3.39B'de gösterilen eğriler yaklaşık olarak simetriktir. Bu varsayıma göre, bant genişliği (BW), Tablo 3 .2'deki [d] denklemini tersine çevirerek ve geometrik ortalama -3 dB frekansına f:

Bw ___!
QL

BW ve ücret aynı birimlerde, yani Hz, kHz veya MHz'de.

Örnek: 14 MHz'de 100 Qe ile çalışan seri rezonans devresinin 3 dB bant genişliği nedir?

BW _ ' _ 14MHZ _ 0.14 MHz = 140 kHz
Qo 100

Qi, f ve BW arasındaki ilişki, indüktör kayıplarının ölçülmesi zor olduğunda devre Q değerini belirlemek için bir araç sağlar. Seri rezonans devresini inşa ederek ve frekans rezonansın üstünde ve altında değiştikçe akımı ölçerek, yarı güç noktaları kararlı olun. Sonra: f

Q0 , Bw

Örnek: -3dB bant genişliği 375 kHz ise, 3.75 MHz'de çalışan bir seri rezonans devresinin Qμ değeri nedir?

Qn = _ '_ 3.75MHZ " TO.o
U BW 0.375 MHz

İndüktörün kayıp direnci kondansatörden çok daha büyükse (normal durum), BW yaklaşık R/L'dir. Bir seri rezonans devresinin Q'su da belirtilebilir

$$Q_U = \frac{f_0}{BW} = \frac{1}{R}\sqrt{\frac{L}{C}}$$

Q ve **hyperphysics.phyastr.gsu.edu/hbase/electric/serres.html bant genişliği arasındaki ilişki,** kavramı anlamada yardımcı olur**. Tablo 3.3, hem** f hem de Qi biliniyorsa, çeşitli bant genişlikleri için maksimum akım ve faz açısını tahmin etmek için bazı basit formüller sağlar.

BİLEŞENLER ARASINDA VOLTAJ DÜŞÜŞÜ

Bobin boyunca ve bir seri rezonans devresindeki kapasitör boyunca voltaj düşüşü, belirli bir akım için bileşenin reaktansı ile orantılıdır (E = İ X'den beri). Bu voltajlar, yüksek Q devresi için uygulanan voltajın birçok katı olabilir. Aslında, rezonansta, voltaj düşüşü:

$$E_X = Q_U E_{AC}$$

nerede

Ex = reaktif com- boyunca voltaj Ponent,
Qc = boşaltılan devre Q ve
EAc = Şekil 3.38'de uygulanan voltaj.

(Voltajın in- boyunca düştüğünü

unutmayın.

Duktor, direnç ve reaktans boyunca gerilimlerin vektör toplamıdır; Ancak, 10'dan büyük Q için, kullanılarak oluşturulan hata

Bu normalde önemli değildir.) Ex'in hesaplanan değeri RMS voltajı olduğundan, tepe voltajı 1.414 faktörü ile daha yüksek olacaktır. Anten kuplörleri ve önemli miktarda güç kullanan diğer highQ devreleri, devreye kaynak voltajı bileşen değerlerinin içinde olmasına rağmen, Ex'in yüksek değerlerinden ark yaşayabilir.

KAPASİTÖR KAYIPLARI

Kapasitör enerji kayıpları, yaklaşık 30 MHz'e kadar olan indüktör kayıplarına kıyasla önemsiz olma eğiliminde olsa da, kayıplar VHF aralığındaki devre Q'yu etkileyebilir. Esas olarak kondansatör - plakaları için yalıtım desteğini oluşturan katı dielektrikte sızıntı direnci, kondansatör plakalarına paralel olarak bir direnç olarak görünür. Bir seri direnç oluştururken, kapasitör sızıntısı genellikle kapasitif - reaktans ile paralel bir direnç oluşturur. Bir kapasitörün sızıntı direnci bir seri rezonans devresinin Q'sunu etkileyecek kadar önemliyse, paralel direnç (Rp) indüktörün direncine eklenmeden önce eşdeğer bir seri direncine (R) dönüştürülebilir.

-İ 2 R, -s ¢
Rp Rpx (2nfCy

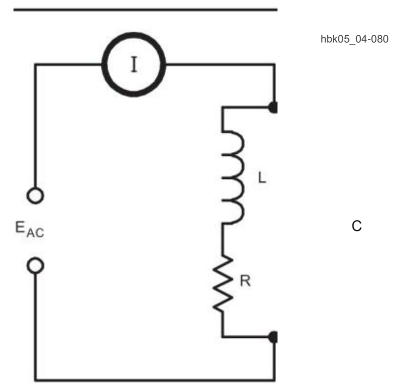
Örnek: Bir 10.0 pF kapasitör, 50.0 MHz'de 10.000 9 sızıntı direncine sahiptir. Eşdeğer seri direnç nedir?

$$Rs = \frac{1}{Rp \times (2 \pi f C)^2}$$

1.0 x10 * x (6.283 x 50.0 x10 s10.0 x10!
y?

1.0 x10 * k9.87x10 1 =
= 10.1 & 0.0987

Bu kondansatörün kullanılabileceği bir seri rezonans devresi için empedansı, akımı ve bant genişliğini hesaplarken, birimin seri eş değer direnci



Şekil 3.40 - Tipik bir paralel rezonans devresi, devrenin endüktif bacağı ile seri olarak gösterilen dirençle. 10'luk bir Q'nun altında, rezonans tanımları
Daha yüksek Q seviyelerinde birleşen üç ayrı frekansa yol açar. Metne bakın.

Bobinin kayıp direnci. İndüktör kayıpları, iletkenlerde cilt etkisi nedeniyle frekans ile artma eğiliminde olduğundan ve kondansatör dielektrik kayıpları da frekans ile artma eğiliminde olduğundan, kondansatör ve indüktördeki kombine kayıplar, devre Q'yu ciddi şekilde azaltabilir.

3.8.2 Paralel Rezonans Devreleri

Seri rezonans devreleri yaygın olmasına rağmen, radyo çalışmalarında kullanılan rezonans devrelerinin büyük çoğunluğu paralel rezonans *devreleridir*. ***Şekil 3.40*** tipik bir HF paralel rezonans devresini temsil eder. Seri rezonans devrelerinde olduğu gibi, indüktör rezistif kayıpların ana kaynağıdır (yani, kapasitör boyunca paralel kayıp direnci gösterilmez) ve bu kayıplar bobin ile seri olarak ortaya çıkar. Paralel rezonans - devrelerinden geçen akım rezonansta en düşük ve empedans en yüksek olduğundan, bazen *anti rezonant devreler olarak adlandırılır*. (Sırasıyla seri ve paralel rezonans devrelerine atıfta bulunan eski alıcı ve rejektör terimleriyle karşılaşabilirsiniz.)

Şekil 3.40'taki paralel devrenin iki ayağındaki koşullar aynı olmadığından - direnç bacaklardan sadece birinde gösterilir - seri rezonansın belirlendiği koşulların tümü paralel rezonans devresinde aynı anda gerçekleşmez. **Şekil 3.41,** iki bileşenden geçen akımları göstererek durumu grafiksel olarak göstermektedir. (Akımlar, her akım için faz açısını göstermek için daha önce gösterilen karmaşık empedansların tarzında çizilir.) Endüktif ve kapasitif reaktanslar aynı olduğunda, seri rezonans için tanımlanan koşul (a) noktasında gösterildiği gibi karşılanır. Endüktif bacağın empedansı hem X} hem de R'den oluşur, bu da bir empedans verir

Xc'den büyüktür ve X ile faz dışında 180 ° değildir. Elde edilen akım mümkün olan en düşük değerden daha büyüktür ve voltaj ile fazda değildir .

İndüktörün değerini hafifçe değiştirerek (ve Q sabitini tutarak), akımın minimuma ulaştığı yeni bir frekans elde edilebilir. Paralel devreler bir gösterge olarak akurrentmetre kullanılarak ayarlandığında, bu nokta (b) normalde rezonansın bir göstergesi olarak kullanılır. Mevcut "dip" maksimum empedans koşulunu gösterir ve bazen X = Xi koşulundan ayırt etmek için antirezonant nokta veya maksimum empedans rezonansı olarak adlandırılır. - Bununla birlikte, bu noktada X, X ve R'nin vektör eklenmesiyle maksimum empedans elde edilir ve sonuç, voltajla biraz faz dışı bir akımdır.

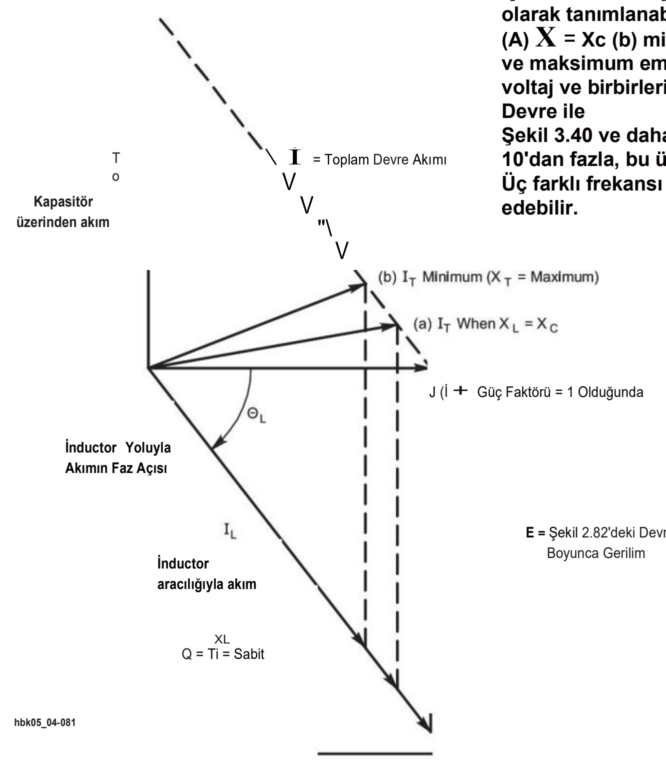
Şekildeki nokta (c), *tek güç faktörü - rezonans* noktasını temsil eder. İndüktör değerinin ve dolayısıyla reaktansının ayarlanması (Q sabitini tutarken), ortaya çıkan akımın voltajla fazda olduğu yeni rezonant frekans üretir. Endüktif reaktansın yeni değeri, paralel eşdeğer bir indüktör ve onun paralel eşdeğer direnci (son bölümdeki formüllere göre hesaplanan) için kapasitif reaktansı iptal etmek için gereken değerdir. Paralel eşdeğer indüktörün değeri her zaman dirençle seri olarak gerçek indüktörden daha küçüktür ve orantılı olarak daha küçük bir reaktansa sahiptir. (Paralel eşdeğer direnç,

Tersine, her zaman indüktör ile seri olarak gösterilen bobin kaybı direncinden daha büyük olacaktır.) Sonuç, minimum akım ve X = Xc için olandan biraz farklı bir rezonant frekanstır.

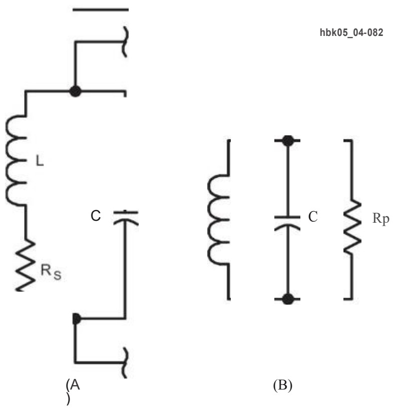
Şekil 3 .41'deki grafikte gösterilen noktalar birçok olası durumdan sadece birini temsil eder ve üç rezonans noktasının göreceli konumları tüm olası durumlar için geçerli değildir. Dahası, belirli devre tasarımları rezonans noktalarının bir kısmını birlikte çekebilir, örneğin, kondansatörü yeniden ayarlayarak bobinin direncini telafi edebilir. Bu rezonanslar arasındaki farklılıklar, indüktörün seri direncinin reaktansın önemli bir yüzdesi olduğu 10'un altındaki devre Q için önemlidir. 10'luk bir Q'nun üzerinde, üç nokta frekansın yüzde biri içinde birleşir ve aralarındaki farklar pratik hesaplamalar için göz ardı edilebilir. Minimum akımın ayarlanması, devre zorlukları yaratmak için voltaj ve akım arasında yeterince büyük bir faz açısı getirmeyecektir.

ORTA İLA HIGH Q PARALEL CIRCUITS

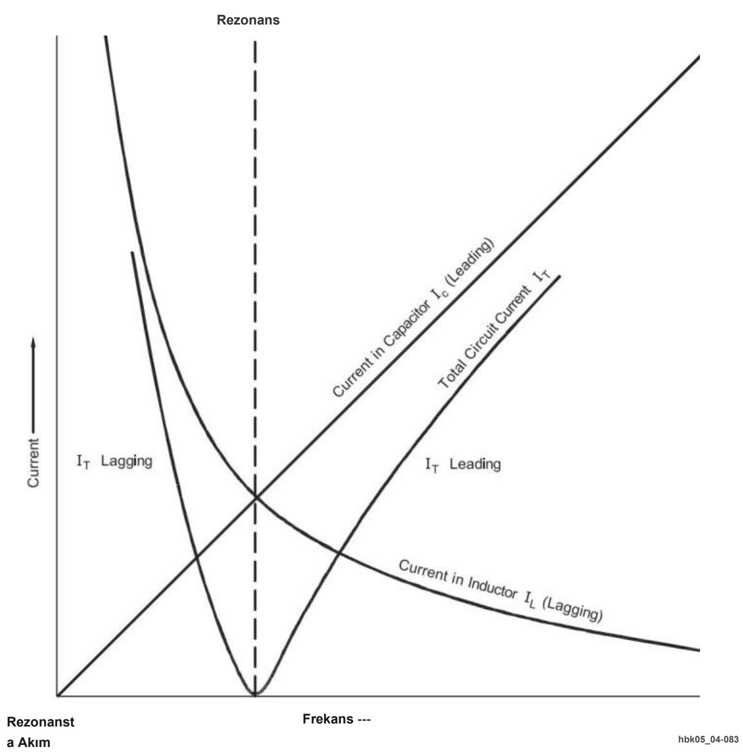
Yukarıda tanımlanan rezonans frekansları, Q'nun yaklaşık 10'dan daha yüksek olduğu paralel rezonans devrelerinde birleşir. Bu nedenle, tek bir formül seti, doğru tahminler için devre performansına yeterince yaklaşacaktır. İndeed, Q 10'un üzerinde, paralel bir devrenin performansı birçok yönden görünür



Şekil 3.41 - Düşük Qu paralel devre için rezonans koşulları. Rezonans olarak tanımlanabilir (A) X = Xc (b) minimum akım akışı ve maksimum empedans veya (c) voltaj ve birbirleriyle fazdaki akım. Devre ile Şekil 3.40 ve daha az bir Q 10'dan fazla, bu üç tanım Üç farklı frekansı temsil edebilir.



Şekil 3.42 - Her iki devre rezonans olduğunda seri ve paralel eşdeğerler. Seri direnci, A'daki Rs, B'deki paralel direnç, R, ve tersi ile değiştirilir. R, = X ?/*Ry*.



Şekil 3.43 - Frekans rezonans boyunca hareket ederken paralel rezonans devresindeki akımlar. Rezonansın altında, akım voltajı geciktirir; Rezonansın üstünde akım voltaja yol açar. Temel çizgi, bu frekanstaki devrenin empedansına bağlı olan rezonanstaki akım seviyesini temsil eder.

Aynı bileşenleri kullanan bir seri rezonans devresinin performansının tersidir.

Bir paralel rezonans devresinin doğru analizi, **Şekil 3.42'de gösterildiği gibi, gerçek indüktorloss serisi direnç için bir paralel değerlikli direncin ikame edilmesini gerektirir.** Bazen paralel rezonans devresinin dinamik direnci olarak adlandırılan - paralelkenar direnç değeri, devre Q ile, yani seri direnç değeri azaldıkça artacaktır. Yaklaşık paralel eşdeğer direnci hesaplamak için aşağıdaki formülü kullanın:

$$R \text{"-} \frac{AL^2\text{"}}{Rs} \quad \frac{O\#^2}{Rs} \quad fU\text{-}Qgx,$$

R için, < < Xe < < Ro ve Xp = Xs **denklemlerinde** İmpedance bölümünde seri-paralel dönüşüm için .

Örnek: 350 © endüktif reaktansı ve rezonansta 5.0 9 seri direnci olan bir bobin için paralel eşdeğer direnç nedir?

$$Rp = \frac{X,^\circ}{Rs} = \frac{(3500)^\circ}{5.0£2}$$

$$\frac{122.500}{5.0\ .2} \; 0^2124 \; 500 \; n$$

Qu bobini, indüktörün reaktansını seri direncine böldüğü için, Qu bobini 70'tir. Qμ'nin reaktans ile çarpılması, bobin serisi direncinin yaklaşık paralel eşdeğer direncini de sağlar.

Rezonansta, Xi = Xe, Rp paralel rezonans devresinin empedansını tanımlar. Reaktanslar sadece birbirine eşittir, voltaj ve akım birbirleriyle fazda kalır. **Başka** bir deyişle, devre sadece paralel direnci gösterir. Bu nedenle, Rp denklemi şu şekilde yeniden yazılabilir:

$$\frac{z\text{-}AL^2}{Rs} \quad \frac{nf1Q,X^2_{UL}}{Rs}$$

Bu örnekte, rezonanstaki devre empedansı 24.500 92'dir.

Rezonansın altındaki frekanslarda, - indüktör yoluyla akım kondansatörden daha büyüktür, çünkü bobinin reaktansı daha küçüktür ve kondansatörün rezonanstan daha büyüktür. İki reaktif akımın sadece kısmi iptali vardır ve bu nedenle toplam akım, yalnızca direnç tarafından alınan akımdan daha büyüktür. Rezonans üzerindeki frekanslarda durum tersine çevrilir ve kondansatörden indüktörden daha fazla akım akar, böylece toplam akım tekrar artar.

Tamamen Rp tarafından belirlenen rezonanstaki akım, Rp büyükse küçük, R "küçükse büyük olacaktır. **Şekil 3.43,** frekans rezonansın altından rezonansın üstüne taşınırken paralel ayarlı bir devreden geçen göreceli akımı göstermektedir. Temel çizgi, belirli devre için minimum akım seviyesini temsil eder. Herhangi bir frekans kapalı rezonanstaki gerçek akım, paralel eşdeğer direnç ve reaktif bileşenler aracılığıyla akımların vektör toplamıdır.

Paralel ayarlı bir empedans elde etmek için

Rezonans frekansında veya dışında devre, genel formülü uygulayın:

$$\frac{z?\ e\ ?}{Zs}$$

nerede

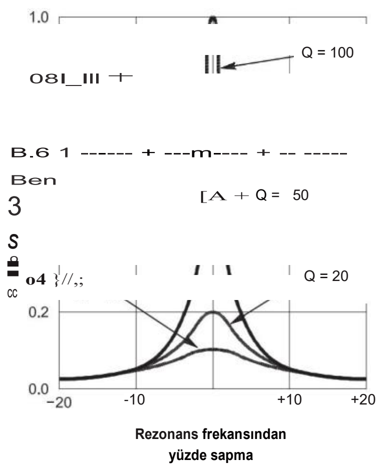
Z = genel devre empedansı

Ze = kapasitif bacağın empedansı - (genellikle kondansatörün reaktansı), Z = endüktif bacağın empedansı (bobinin reaktansı ve direncinin vektör toplamı) ve

Zs = seriesresonant devredeki akım için denklemden türetilen kondansatör induktör kombinasyonunun seri empedansı.

Zi ve Z'leri elde etmek için vektör hesaplamalarını kullandıktan sonra, tüm değerleri kutupsal forma dönüştürmek - bu bölümde daha önce açıklandığı gibi - son hesaplamayı kolaylaştıracaktır. Elbette, her empedans dirençten ve temel reaktans formüllerinin indüktör ve kondansatörün değerleri üzerine ilgi sıklığında uygulanmasından türetilebilir.

Akım rezonanstan uzaklaştığından, paralel rezonans devre empedansı **düşmelidir.** Aynı zamanda karmaşık hale gelir ve voltaj ile akım arasında her zamankinden daha büyük bir faz farkına neden olur. Oranı



Şekil 3.44 - Farklı Q değerlerine sahip paralel rezonans devrelerinin göreceli empedansı. Eğriler benzer Qụ'nin empedans üzerindeki Şekil 3.39A.The etkisinin seri rezonans devre akım seviyesi eğrileri en çok rezonans frekansının %10'u içinde belirgindir.

Tablo 3.4

Paralel Rezonans Devrelerinin Performansı A.

Yüksek ve Düşük-a Devreleri (göreceli olarak)

Karakteristik	*Yüksek Q Devresi*	*Düşük Q Devresi*
Seçicilik	Yüksek	Düşük
Bant genişliği	Dar	Geniş
İmpedance	Yüksek	Düşük
Toplam akım	Düşük	Yüksek
Dolaşımdaki akım	Yüksek	Düşük

B. İnduktans ve Kapasitans Sabit Değerleri için Rezonans Dışı Performans

Karakteristik İnduktif	*Yukarıdaki*	*Aşağıda*
reaktans Kapasitif	*Rezonans artışları*	*Rezonans* azalır
reaktans Devre	değişmeden azalır	değişmeden artar *
direnci Göreceli	* azalmalar	azalır endüktif
empedans Toplam	kapasitif azalır	azalır
akım Dolaşımdaki		
akım Devre		
empedansı		

* Bu, rezonansa yakın frekanslar için geçerlidir. Uzak frekanslarda, cilt etkisi indüktörün dirençli kayıplarını değiştirebilir .

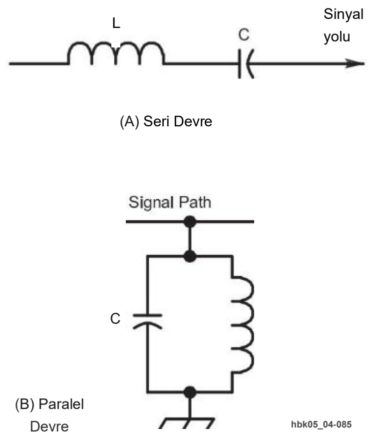
Empedansın düştüğü bir Q fonksiyonudur. **Şekil 3.44,** Q devresi için 10 ila 100 arasında değişen rezonanstan empedans düşüşünü gösteren bir eğri ailesi sunar. Paralel devre empedansı için eğri ailesi aslında seri devre akımı için eğri ailesi ile aynıdır.

Seri rezonans devrelerinde olduğu gibi, paralel ayarlı bir devrenin Q değeri ne kadar yüksekse, yanıt tepe noktası o kadar keskin olacaktır. Aynı şekilde, Q ne kadar düşük olursa, devrenin yanıt verdiği frekans bandı o kadar geniş olur. Yarı-güç (-3 dB) noktalarının seri rezonans devrelerinde olduğu gibi devre performansının karşılaştırmalı bir ölçüsü olarak kullanılması, rezonans frekansı ve bant genişliğinin aynı birimlerde olduğu BW = f/Qc ve Qc = f/BW. Ayrıca seri rezonans devresine benzer şekilde :

•-}'

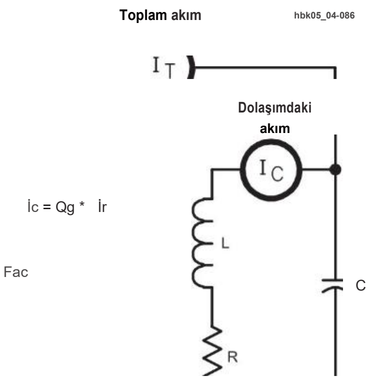
Kullanışlı bir hatırlatma olarak, **Tablo 3.4, yüksek ve** düşük Q ve üstü ve rezonans frekansının altındaki paralel rezonans devrelerinin performansını özetler.

Birçok devrede aynı işi yapmak için seri veya paralel olmayan devreler kullanmak mümkündür, böylece tasarımcıya önemli bir esneklik sağlar. **Şekil 3.45,** bu genel prensibi, sinyal yolunda bir seri rezonans devresi ve sinyal yolundan toprağa doğru paralel rezonans devresi göstererek göstermektedir. Her iki devrenin de aynı frekansta, f'de rezonans olduğunu ve aynı Q'ya sahip olduğunu varsayalım. A'daki seri rezonans devresi f'de en düşük empedansa sahiptir ve mümkün olan maksimum akımın sinyal yolu boyunca akmasına izin verir. Diğer tüm



Şekil 3.45 - Seri ve paralelkenar devreleri aynı teorik görevi yerine getirmek üzere yapılandırılmıştır: sinyalleri sinyal yolu boyunca dar bir frekans bandında geçirmek. Gerçek bir tasarım örneği, diğer birçok faktörü dikkate alacaktır.

Frekanslar, empedans daha büyüktür ve bu frekanslardaki akım daha azdır. Devre istenen sinyali geçer ve istenmeyen frekanslarda sinyalleri engelleme eğilimindedir. B'deki paralel devre, rezonans, f'de en yüksek empedansı sağlar ve sinyal yolunu sinyal için en düşük empedans yolu yapar. Rezonans dışı frekanslarda, paralel rezonans devresi daha düşük bir empedans sunar, böylece sinyalleri toprağa ve sinyal yolundan uzağa bir yol ile sunar. İn teorisi, etkiler sinyal yolundaki bir sinyal akımına göre aynı olacaktır. Gerçek devre tasarım alıştırmaları, elbette, diğer birçok değişken, bir devreyi diğerine tercih etmek için tasarım resmine girecektir.



Şekil 3.46 - Paralel rezonans devresi hem toplam akımı hem de dolaşımdaki akımı göstermek için yeniden çizilmiştir.

CIRCULATİNG AKIMI

Bir paralel rezonans devresinde, kaynak voltajı tüm devre elemanları için aynıdır. Bununla birlikte, her elementteki akım, elementin reaktansının bir fonksiyonudur**. Şekil 3.46,** bobin ve kondansatör arasında dolaşan toplam akımı ve akımı göstermek için paralel rezonans devresini yeniden çizer. Kaynaktan çekilen akım düşük olabilir, çünkü genel devre empedansı yüksektir. Bununla birlikte, tek tek elemanlar boyunca akım yüksek olabilir, çünkü akım indüktör ve kondansatör boyunca dolaşırken çok az dirençli kayıp vardır. Yüksüz Q değeri 10 veya daha büyük olan paralel rezonanslı devreler için, bu *dolaşımdaki akım* yaklaşık olarak:

$I_C = Q_U I_T$

nerede

Le = A, rnA veya µA'da dolaşımdaki akım, Qc = boşaltılmış devre Q ve

I = İc ile aynı birimlerdeki toplam akım.

Örnek: Paralel rezonanslı bir devre, 30 rnA'lık bir ac veya RF toplam akımına izin verir ve Q değeri 100'dür. Elementler arasında dolaşan akım nedir?

İ = Qµ İ = 100 x 30 mA = 3000 mA = 3 A

Yüksek Q paralelkenarlı devrelerde dolaşan akımlar, bileşen ısıtmasına ve güç kaybına neden olan bir seviyeye ulaşabilir. Bu nedenle, bileşenler sadece toplam akım için değil, beklenen dolaşımdaki akımlar için derecelendirilmelidir.

YÜKLENEN Q

Birçok rezonant devre uygulamasında, kaybedilen tek güç, devrenin kendisinin direncinde dağılmış olmasıdır. 30 MHz'in altındaki frekanslarda, bu direncin çoğu bobinin içindedir. Sınırlar içinde, bobindeki dönüş sayısının arttırılması, reaktansı direnci yükselttiğinden daha hızlı arttırır, bu nedenle Q'nun yüksek olması gereken devreler için bobinler, frekans için nispeten büyük indüktanslarla yapılır.

Devre bir yüke enerji verdiğinde (vericilerde kullanılan rezonans devrelerinde olduğu gibi), devrede tüketilen enerji, yük tarafından tüketilene kıyasla genellikle önemsizdir. Böyle bir devrenin eşdeğeri, paralel direnç olan R'nin gücün verildiği yükü temsil ettiği Şekil 3.47'de gösterilmiştir. Yükte dağılan güç, indüktör ve kapasitörde kaybedilen güçten en az 10 kat daha büyükse, rezonans devresinin paralel empedansı, yükün direncine kıyasla o kadar yüksek olacaktır ki, tüm pratik amaçlar için kombine devrenin empedansı yük empedansına eşittir. Bu koşullar altında, yük direnci, Q hesaplamasında devre empedansının yerini alır. Direnç empedansı tarafından yüklenen paralel rezonanslı bir devrenin Q değeri:

$$Q_L = \frac{R_L}{X}$$

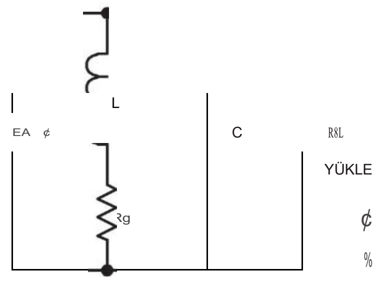
nerede

Qi = devre yüklü Q,

RL = ohmlarda paralel yük direnci ve X = indüksiyonun ohmlarında reaktans

Kapasitörü tor.

Örnek: 3000 © rezistif yük, endüktif ve kapasitif reaktansların her birinin 250 © olduğu bir rezonant devre boyunca bağlanır. Q devresi nedir?



Şekil 3.47 - Hem indüktör kayıp direncini hem de yükü gösteren yüklü bir paralel rezonant devre, R. İndüktör direncinden daha küçük olan Ri, devrenin yüklü Q'sunu (Qi) kontrol edecektir.

$$Q_l = \frac{A1}{X} = \frac{3000}{250} = 12$$

Paralel bir dirençle yüklenen bir devrenin etkili Q değeri, reaktanslar azaldığında artar. Nispeten düşük bir dirençle (birkaç bin ohm) yüklenen bir devre, makul derecede yüksek Q'ya sahip olmak için düşük reaktanslı elemanlara (büyük kapasitans ve küçük endüktans) sahip olmalıdır. Vericilerin çıkış ağları gibi birçok güç işleme devresi, önce devre için yüklü bir Q seçilerek ve daha sonra bileşen değerleri belirlenerek tasarlanmıştır. Daha fazla ayrıntı için RF Güç Amplifikatörleri bölümüne bakın.

Paralel yük dirençleri bazen Q devresini düşürmek ve devre bant genişliğini artırmak için paralel rezonant devrelere eklenir. Yüksek Q devresi kullanarak ve paralel bir - direnç ekleyerek, tasarımcılar devre tepkisini ihtiyaçlarına göre uyarlayabilirler. Paralel direnç güç tükettiğinden, bu tür teknikler normal olarak alıcı ve benzeri düşük güç devrelerine uygulanır.

Örnek: Özellikler fora parallelresonant - devresini 14.0 MHz'de 400 kHz bant genişliği ile çağırır. Eldeki devre 70.0 Qu'ya sahiptir ve bileşenlerinin her biri 350 9 reaktansına sahiptir. Bant genişliğini belirtilen değere çıkaracak paralel yük direnci nedir? Mevcut devrenin bant genişliği:

$$BW = \frac{1E_•MHZ_0.200}{Qo \quad 70.0} \; 40 \; MHz$$

= 200kHz

İstenen bant genişliği, 400 kHz, Q'lu bir devre gerektirir:

$$Qyw = \frac{f}{} \; \frac{14.0 \text{ MHz}}{0.400 \text{ MHz}} = 35.0$$

İstenen Q, orijinal değerin yarısı olduğundan, devrenin rezonans empedansını veya paralel direnç değerini yarıya indirmek sipariş. Devrenin mevcut empedansı:

Z = Q (XL = 70.0 x 350 02 = 24500 © 2

İstenen empedans:

Z = QgX = 35.0 x 350 £2 =

12250 £2 = 12.25 k © 2

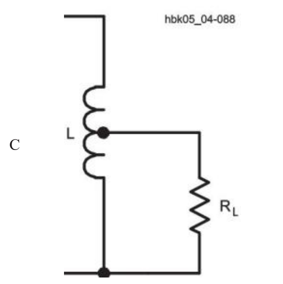
veya mevcut empedansın yarısı.

24.500 0'lık paralel bir direnç veya en yakın düşük değer (yeterli bant genişliğini garanti etmek için), Q ve bant genişliği artışında gerekli azalmayı üretecektir. Bu örnek, bant-geçiş eğrisinin şekli gibi faktörleri göz ardı ederek gerçek tasarım durumlarında karşılaşılan durumu basitleştirse de, paralelkenar devrelerinin performansını belirleyen bileşenlerin etkileşimini göstermektedir.

İMPEDANCE TRANSFORMATION

Paralelkenar devresinin önemli bir uygulaması bir empedans eşleştirme cihazı gibidir. Devreler ve antenler genellikle aynı empedansa sahip olmayan diğer devrelere veya besleme hatlarına bağlanmalıdır. Gücü etkili bir şekilde aktarmak için, her bir bağlı cihazın veya sistemin düzgün çalışabilmesi için empedansları dönüştürecek veya "dönüştürecek'bir devre gerekir.

Şekil 3.48, E AC kaynağının yüksek bir empedansta çalıştığı, ancak Ri'nin düşük bir empedansta çalıştığı bir durumu göstermektedir. Figürde gösterilen empedans dönüşümü tekniği, yüksek empedansa sahip olan paralel direnç devresini kaynak boyunca bağlamak, ancak yükü bobinin sadece bir kısmına bağlamaktır. (Buna *bobine dokunmak denir* ve bağlantı noktası bir *musluktur.)* Bobin, aşağıdaki bölümde açıklanan bir ototransformer gibi davranır, bobinin manyetik alanı, seri olarak etkili iki bobin olan üst bobin arasında paylaşılır.



Şekil 3.48 - Bir paralel rezonans Etki etmek için dokunmuş bir indüktör ile devre Bir empedans eşleşmesi. Eac'a sunulan empedans çok yüksek olmasına rağmen, yük, Ri bağlantısındaki empedans daha düşüktür.

Çok dönüşe sahip ve alt bobin daha az dönüşe sahip. Alanda depolanan enerji, çok-tum bobininde, daha az-tum bobininde olduğundan daha büyük voltajlara neden olur, giriş voltajını "düşürür", böylece enerji, yük tarafından istenen düşük voltageto-akım oranında (empedans) çıkarılabilir. Bobin üzerindeki doğru musluk noktası genellikle deneysel olarak belirlenmelidir, ancak teknik çok etkilidir.

Yük direnci çok düşük bir değere sahip olduğunda (örneğin 100 © 2'nin altında), rezonans devresinde seri olarak bağlanabilir (örneğin Şekil 3.42A'deki Rs gibi), bu durumda seri L-R devresi daha önce açıklandığı gibi eşdeğer bir paralel L-R devresine dönüştürülebilir. İf Q en az 10, eşdeğer

Paralel empedans: X

$$V = \frac{}{RE}$$

nerede

Z = rezonansta dirençli paralel empedans,
X = bobinin veya kondansatörün reaktansı (ohm cinsinden) ve
R = seri olarak yerleştirilen yük direnci.

Eğer Q 10'dan düşükse, reaktans - düşük Q paralel rezonans devreleri tartışmasında verilen nedenlerden dolayı - istenen değerin dirençli bir empedansını elde etmek için bir şekilde ayarlanmalıdır.

Bu aynı teknikler ya "di-rection "- yüksek empedanslı bir kaynak ve düşük empedanslı yük ile veya tam tersi. Bu uygulama için bir paralel rezonans devresinin kullanılması bazı dezavantajlara sahiptir. Örneğin, giriş ve çıkış arasındaki ortak bağlantı de izolasyon sağlamaz. Ayrıca, ortak zemin bazen toprak döngüsü akımları açısından zahmetlidir. Sonuç olarak, sadece karşılıklı manyetik kuplajlı bir devre genellikle tercih edilir. Adventofferrites ile, hem geniş bant hem de spektrumun VHF kısmına kadar iyi çalışmasına izin veren empedans transformatörleri oluşturmak nispeten kolay hale geldi. Geniş bant empedans transformatörlerinin temel ilkeleri **RF Teknikleri** bölümünde görünür.

3.9 Analog Sinyal İşleme

Analog sinyal terimi, ac radyo ve ses sinyallerini, de ölçümlerini, hatta gücü oluşturan voltajları, akımları ve dalgaları ifade eder. Bir analog sinyalin temel özelliği, taşıdığı bilgi veya enerjinin sürekli değişken olmasıdır. Bir analog sinyalin küçük varyasyonları bile değerini veya taşıdığı bilgileri etkiler. Bu, yalnızca *durumlar olarak adlandırılan iyi tanımlanmış ve ayrı aralıklarda değerlere sahip dijital sinyallerin aksine durmaktadır.* Emin olmak için, temel düzeyde tüm devreler ve sinyaller analogdur: Dijital sinyaller, analog sinyallerin değerlerini bu ayrık durumlarla sınırlayan devreler tasarlanarak oluşturulur.

Analog sinyal işleme, amplifikasyon, filtreleme, modülasyon ve demodülasyon gibi analog sinyaller üzerindeki işlevleri gerçekleştirmek için çeşitli elektronik aşamaları içerir. Radyo gibi bir elektronik ekipman parçası, bu devrelerin bir kısmını birleştirerek inşa edilir. Bu aşamaların birbirleriyle nasıl etkileşime girdiği ve sinyali ayrı ayrı ve birlikte nasıl etkiledikleri, bölümün ilerleyen bölümlerinin konusudur.

3.9.1 Terminoloji

Aktif elektronik cihazları tanımlarken benzer bir terminoloji kullanılır. V veya v harfi voltajları, İ veya İ ise akımları ifade eder. Büyük harfler genellikle de veya önyargı değerlerini belirtmek için kullanılır (önyargı bu bölümde daha sonra tartışılmıştır). Küçük harf genellikle anlık veya ac değerlerini belirtir.

Voltajlar genellikle voltajın ölçüldüğü terminalleri gösteren iki alt simgeye sahiptir (V BE, taban ile bir bipolar transistörün yayıcısı arasındaki de voltajdır). Akımlar, akımın aktığı terminali gösteren tek bir alt simgeye sahiptir (İc, bir bipolar transistörün toplayıcısına de akımdır). Mevcut akışları İf Cihazın dışında, genellikle negatif bir değer olarak kabul edilir.

Direnç R veya r harfi ile ve empedans Z veya z harfi ile gösterilir. Örneğin, fps, bir FET ve Z'nin drenajı ve kaynağı arasındaki dirençtir; Giriş empedansıdır. Bazı parametreler için, de ve ac sinyalleri için değerler farklıdır. Bu, de için alt simgelerde büyük harfler ve ac için küçük harfler kullanılarak gösterilir.Örneğin, bir bipolar transistör için commonemitter de current gain, hpp olarak adlandırılır ve ha, ac akım kazancıdır. (Ortak yayıcı devre hakkında bir tartışma için Devreler ve Bileşenler bölümündeki transistör amplifikatörleri bölümüne bakın.) Nitelikler bazen cihazın belirli çalışma modlarını belirtmek için alt simgelere eklenir. Doygunluk için ss, bozulma için BR, AÇIK ve KAPALI yaygın olarak kullanılır.

Güç kaynağı voltajları, voltajın uygulandığı terminali gösteren aynı olan iki alt simgeye sahiptir. Vpp, alan etkili bir transistörün tahliyesine uygulanan güç kaynağı voltajını temsil eder.

Entegre devreler yarı iletken bileşenlerin koleksiyonları olduğundan, kullanılan yarı iletken tipinin kısaltmaları da entegre devre için geçerlidir. Örneğin, V cc, voltajın transistör kolektörlerine uygulandığı bipolar transistör teknolojisi ile yapılan entegre bir devre için bir güç kaynağı voltajıdır.

3.9.2 Doğrusallık

Analog sinyallerin önde gelen özellikleri *süperpozisyon ve ölçeklendirmedir. Süperpozisyon, bir* devrede, bir tel parçasında veya hatta havada, tek tek sinyallerin toplamı olarak sinyallerin birleştirildiği özelliktir. Bu, zamanın herhangi bir noktasında, birleşik sinyalin voltajının toplamı olduğu anlamına gelir. Orijinal sinyallerin voltajlarının aynı anda. *Doğrusal bir sistemde,* herhangi bir sayıda sinyal, tek bir kombine sinyal vermek için bu şekilde eklenir. (Matematiksel olarak, bu *doğrusal bir kombinasyondur.) Bu* nedenle, analog sinyaller ve bileşenler genellikle *doğrusal sinyaller veya doğrusal bileşenler olarak adlandırılır.* Dirençli voltaj ayırıcı gibi özellikleri değişmeyen doğrusal bir sisteme *zaman değişmezi denir.* Eğer sistem *zamanla değişirse, zaman değişkendir.* Varyasyonlar rastgele, aralıklı (bir operatör tarafından ayarlanması gibi) veya periyodik olabilir.

Süperpozisyonun en önemli özelliklerinden biri, sinyal işleme amacıyla, süperpozisyon ile birleştirilen sinyallerin orijinal sinyallere geri ayrılabilmesidir. Bu, bir anten tarafından alınan birden fazla sinyalin bir alıcı tarafından bireysel sinyallere ayrılmasına izin veren şeydir.

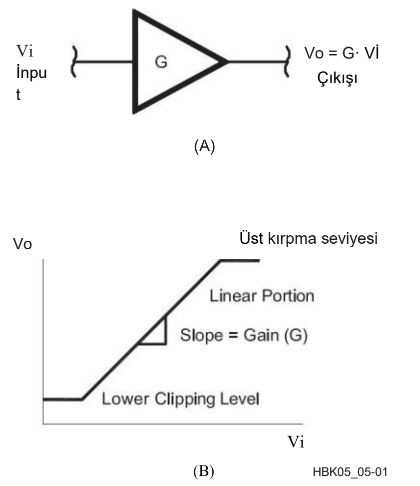
3.9.3 Doğrusal İşlemler

Bir sinyali değiştiren ve süperpozisyon ve ölçekleme kurallarına uyan herhangi bir işlem *doğrusal bir işlemdir. Aşağıdaki* bölümler doğrusal sistemlerin yapıldığı temel doğrusal işlemleri açıklamaktadır.

AMPLIFICATİON VE ATTENUATİON

Amplifikasyon ve *zayıflama ölçeği* sinyalleri sırasıyla daha büyük ve daha küçük olmalıdır. *Ölçekleme işlemi,* her bir noktadaki sinyali sabit bir değerle çarpmakla aynıdır; Eğer sabit birden büyükse sinyal yükseltilir, eğer birden küçükse sinyal zayıflatılır.

Bir *amplifikatör, bir* sinyalin genliğini artıran bir devredir. Şematik olarak, genel bir amplifikatör üçgen bir sembolle, sol yüz boyunca girişi ve sağdaki noktadaki çıkışı ile gösterilir (bkz. **Şekil 3,49).**



Şekil 3.49 - Genel amplifikatör. (A) Sembolü. Doğrusal amplifikatör için, kazanç sabit değer, G'dir ve çıkış voltajı giriş voltajı çarpı G'ye eşittir; (B) Transfer fonksiyonu, x ekseni boyunca giriş voltajı
y ekseni boyunca çıkış voltajı. Yanıtın doğrusal kısmı, grafiğin köşegen olduğu yerdir; Eğimi kazanıma eşittir, G. Bu aralığın üstünde ve altında, yanıtın doğrusal olmadığı ve çıkış sinyalinin kırpıldığı kırpma sınırları vardır.

Desibel

Desibel (dB), güç veya voltaj gibi iki miktarı bir oran olarak karşılaştırmak için kullanılan standart birimdir. İt logaritmik yani çok büyük ve çok küçük oranları ile çalışmak kolaydır. Desibel hesaplamak için formül:

'on [R] -a]

Desibellerle çalışma hakkında daha fazla bilgi için, bu kitabın indirilebilir ek bilgilerinde bulunan "Desibel İkilemini Çözme" makalelerini okuyun. Rohde & Schwarz Uygulama Notu yayınladı IMA98 "dB ya da değil dB? Desibeller hakkında bilmek istediğin ama sormaya korktuğun her şey... "Bu bölümün Kaynaklar ve Bibliyografya bölümünde listelenen web sitesinde.

Doğrusal amplifikatör, bir sinyalin her değerini sabit bir değerle çarpar. Amplifikatör kazancı genellikle bir çarpma faktörü olarak ifade edilir (örneğin 5).

$$\text{Gain} = V_o/V_i$$

Burada VO, bir giriş voltajı, Vi uygulandığında bir amplifikatörden gelen çıkış voltajıdır.

Zayıflatıcı, bir sinyalin genliğini azaltan bir devredir. Zayıflatıcılar, **Test Ekipmanları ve - Ölçümler bölümünde açıklanan dirençler kullanılarak oluşturulan zayıflatıcılar gibi pasif devrelerden yapılabilir. Aktif** zayıflatıcı devreler, kazancı birden az olan amplifikatörleri veya sinyal yolunda ayarlanabilir dirence sahip devreleri içerir, örneğin bir PIN diyot zayıflatıcı veya kazançlı amplifikatör harici bir voltaj tarafından kontrol edilir.

GAİN VE TRANSİLETANS

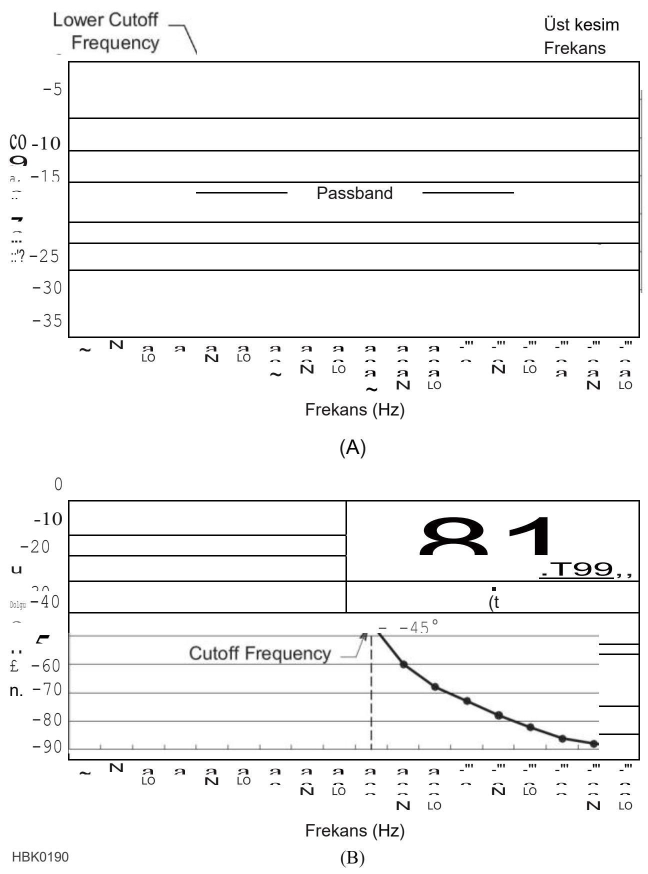
Bir amplifikatörün çalışması *kazancı ile belirlenir.* Bu anlamda kazanç, girdi parametresindeki karşılık gelen değişime bölünen çıktı parametresindeki değişim (A) olarak tanımlanır. Belirli bir cihaz giriş ve çıkışını akım olarak ölçerse, kazanç *akım kazancı olarak adlandırılır. Giriş* ve çıkış voltajlarsa, amplifikatör *voltaj kazancı ile tanımlanır. Güç kazanımı* da sıklıkla kullanılır. Kazanç teknik olarak birimsizdir, ancak genellikle V/V olarak verilir. Desibeller sıklıkla kullanılır kazancı, özellikle güç kazancını belirtmek. (Kazanç genellikle desibel (dB) cinsinden ifade edilir - "The Desibel" kenar çubuğuna bakın.)

Eğer bir amplifikatörün girişi bir voltaj ve çıkışı bir akım ise, çıkış akımındaki değişimin giriş voltajındaki değişime oranı *iletkenlik olarak adlandırılır, gm*

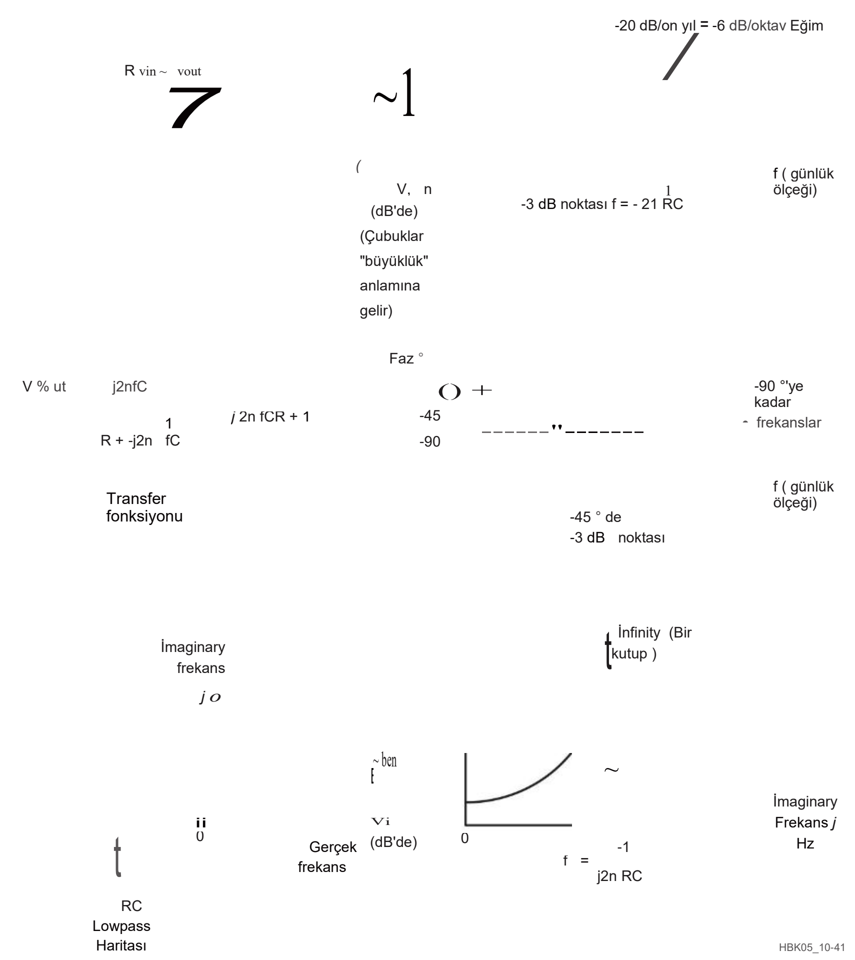
Aİ
, 8n *
AV

İletkenlik aynı birimlere sahiptir İletkenlik ve kabul, siemens (S), ancak sadece transistörler veya vakum tüpleri gibi aktif cihazların çalışmasını tanımlamak için kullanılır.

İdeal lineer amplifikatörler, bir sinyalin tüm bölümleri için aynı kazanca sahiptir. Böylece, 10'luk bir kazanç 10 V ila 100 V, 1 V ila 10 V ve-1 V ila 10 V arasında değişir (Kazanç birden az da olabilir.) Bununla birlikte, anamplifierto'nun bir sinyalin seviyesini değiştirme yeteneği, amplifikatörün dinamik aralığı ile sınırlıdır. Bir amplifikatörün dinamik aralığı, amplifikatörün üzerinde bulunduğu sinyal seviyelerinin aralığıdır.



Şekil 3.50 - (A) bant geçişli filtre büyüklüğü yanıtının ve (B) bir RC düşük geçişli filtre fazı yanıtının bode grafiği.



Şekil 3.51 - Bir devre için transfer fonksiyonu, bir devrenin hem büyüklüğünü hem de faz tepkisini açıklar. Sol üstte gösterilen RC devresinin f'de bir kutbu vardır.
= 2rRC, filtrenin -3 dB veya kesme frekansı, burada faz yanıtı 45 ° gecikmeli faz kaymasıdır. Kutuplar hayali frekans ekseninde sonsuz tepkiye neden olur .

Bozulma olmadan gerekli kazancı üretir. Dinamik aralık, gürültü, bozulma ve diğer doğrusal olmayan küçük sinyaller için sınırlıdır.

Dinamik aralık büyük sinyaller için sınırlıdır, çünkü bir amplifikatör yalnızca güç kaynağı aralığında olan çıkış voltajları (ve akımlar) üretebilir. (Güç kaynağı voltajları da bir devrenin rayları olarak adlandırılır.) Yükseltilmiş çıkış raylardan birine yaklaştıkça, çıkış rayın yakınında belirli bir voltajı aşamaz ve amplifikatörün çalışması aşağıda Kırpma ve Düzeltme bölümünde açıklandığı gibi doğrusal değildir.

Amplifikatör doğrusallığındaki bir başka benzer sınırlama, *slew oranı olarak adlandırılır.* Bir amplifikatöre uygulanan bu terim, bir sinyalin seviyeleri değiştirebileceği ve yine de belirli bir cihazda doğru bir şekilde yükseltilebileceği maksimum hızı tanımlar. *İnput slew oranı,* amplifikatörün doğrusal olarak tepki verebileceği maksimum değişim oranıdır. *Çıkış slew oranı,* amplifikatörün çıkış devresinin değişebileceği maksimum oranı ifade eder. Slew oranı önemli bir

Çünkü bir sinyal seviyesinin değişim hızı ile o sinyalin frekans içeriği arasında doğrudan bir ilişki vardır. Amplifikatörün tepki verme yeteneği veya bu değişim oranını üretmesi, frekans tepkisini ve dinamik aralığını etkiler.

FREKANS YANITI VE BODE PARSELLERİ

Bir devrenin bir diğer önemli özelliği, herhangi bir frekansın sinyalini nasıl değiştirdiğinin bir açıklaması olan frekans tepkisidir. Frekans yanıtı, *transfer fonksiyonu olarak adlandırılan bir matematiksel denklem şeklinde ifade edilebilir,* ancak daha uygun bir şekilde kazanç ve frekans grafiği olarak sunulur. Çıkış genliğinin giriş genliğine oranı genellikle devrenin *büyüklüğü veya genlik tepkisi olarak adlandırılır.* Devrenin büyüklük tepkisini dB cinsinden logaritmik bir ölçekte frekansa göre grafiklemek, **Şekil 3.50A'de olduğu gibi, bir** *Bode grafiği (Henrik* Wade Bode'den sonra) olarak adlandırılır. Desibel kombinasyonu

Ve log-frekans ölçekleri kullanılır, çünkü çoğu devrenin davranışı genlik ve frekans oranlarına bağlıdır ve bu nedenle hem dikey hem de yatay ölçeklerin logaritmik olduğu bir grafikte doğrusal görünür.

Çoğu devre, genliği ile birlikte bir sinyalin fazını da etkiler. Buna *faz kayması denir.* Devrenin girişinden çıkışına faz kaymasının bir grafiği, Şekil 3.50B'te görülen faz yanıtı olarak adlandırılır. 0 °'den büyük pozitif faz, çıkış sinyalinin *giriş sinyalini yönlendirdiğini, gecikmeli* faz kaymasının negatif bir faza sahip olduğunu gösterir. Bir genlik ve faz yanıt grafiğinin kombinasyonu, devrenin içinden geçen sinyaller üzerindeki etkisinin iyi bir resmini verir .

TRANSFER CHARACTERİSTICS

Transfer özellikleri, bir çıkış parametresinin bir giriş parametresine oranıdır, örneğin çıkış akımının giriş akımına bölünmesi, hpµ. H, s, y veya z gibi harflerle belirlenen farklı transfer özellikleri aileleri vardır. Her aile, parametreleri belirli tasarım veya analiz yöntemlerinde yararlı olan belirli yollarla karşılaştırır. Radyoda kullanılan en yaygın transfer özellikleri h-parametre ailesi (transistör modellerinde kullanılır) ve s-parametre ailesidir (RF tasarımında, özellikle VHF ve üstü). Transfer özellikleri hakkında daha fazla tartışma için RF Teknikleri bölümüne bakın.

KOMPLEKS FREKANS

Weareacstomedtothinkingoffrequency as a real number - so many cycles per second - but frekans aynı zamanda karmaşık bir sayı da olabilir, s, hem o tarafından belirlenmiş gerçek bir parça hem de *jo tarafından belirlenmiş hayali bir parça.* (@ da 27f'ye eşittir.) Ortaya çıkan karmaşık frekans s = cr + *jm olarak yazılır.* **Şekil 3.51'in sol alt tarafında, bir çift** gerçek ve hayali eksen, s. s'nin değerlerini çizmek için kullanılır. Karmaşık frekans, devre ve sinyal analizi için kullanılan matematiksel bir teknik olan Laplace dönüşümlerinde kullanılır. (Karmaşık frekansın uygulanmasının kapsamlı tedavileri, devre ve sinyal analizi üzerine üniversite düzeyinde ders kitaplarında bulunabilir.)

Karmaşık frekans kullanıldığında, bir sinüzoidal sinyal Ae tarafından tanımlanır, burada A sinyalin genliğidir ve t zamandır. S karmaşık olduğundan, Ae '= Ae (© + j @) t = A (e °') (e/© '). İki üstel terim, sinyalin bağımsız özelliklerini tanımlar. İkinci terim, e/© 'aşina olduğumuz sinüs dalgasıdır ve f = 6/2n frekansına sahiptir. İlk terim, e ', sinyalin arttığı veya azaldığı hızı temsil eder. İf o negatiftir, üstel terim zamanla azalır ve sinyal küçülür. İf o pozitiftir, sinyal gittikçe büyür. İf cr = 0, üstel terim 1'e, bir sabite ve

Frekans Yanıtı Almak

Elektronik tablolar gibi bilgisayar araçlarıyla, hesaplamaları yapmak ve frekans tepkisinin bir grafiğini yapmak kolaydır. Bir elektronik tablo programınız yoksa, dB veya faz için kullanılan doğrusal eksenle yarı günlük grafik kağıdı kullanın ve Frekans için logaritmik eksen. Frekans yanıtını hesaplamak ve görüntülemek için ayarlanmış bir Excel elektronik tablosu, bu kitabın indirilebilir ek bilgilerinde mevcuttur. Özel ihtiyaçlarınızı karşılamak için değiştirebilirsiniz.

Bir elektronik tablo veya grafik kağıdı kullanarak şu kuralları izleyin:

• Giriş ve çıkışı volt gibi aynı birimlerde ölçün ve RMS veya tepe-tepe gibi aynı kuralları kullanın.

• Girişten çıkışa faz kaymasını ölçün. (Test **Ekipmanı ve Ölçümler** bölümü, genlik ve faz ölçümlerinin nasıl yapılacağını tartışır.)

• Güç oranları için 10 log (P/P;) ve voltaj veya akım için 20 log (V/V;) kullanın.

Logaritmik frekans ekseni boyunca kabaca eşit aralıklı ölçümler yapmak için "1-2-5 kuralı'nı izleyin. Bir aralığın bu şekilde bölünmesi, örneğin 1-2-5-10-20-50-100-200-500 Hz, daha sonra logaritmik bir eksende eşit aralıklarla görünen yaklaşık eşit oranlarda adımlar oluşturur.

Sinyal genliği aynı kalır.

Karmaşık frekans, bir devrenin kararlılığını tanımlamada çok yararlıdır. Bir giriş sinyaline verilen yanıt, $\sigma > 0$ olan s düzleminin sağ tarafındaki bir frekansta ise, sistem *kararsızdır ve* çıkış sinyali, devrenin güç kaynağı veya başka bir mekanizma tarafından sınırlandırılıncaya kadar büyür. Eğer yanıt s düzleminin sol tarafındaysa, sistem stabildir *ve* giriş sinyaline verilen yanıt sonunda ölecektir. BT'nin mutlak değeri ne kadar büyük olursa yanıt o kadar hızlı değişir. Eğer yanıt tam olarak o = 0 olan jo ekseninde ise, yanıt belirsiz kalacaktır! y.

Şekil 3.51, basit RC devresinin transfer fonksiyonu için denklem şeklin solunda gösterilmiştir. İt, devrenin gerçek dünya frekanslarındaki davranışını ve değerleri *j içeren hayali frekansları tanımlar.* Karmaşık sayılar f için kullanıldığından, transfer fonksiyonu devrenin faz tepkisini ve genliğini tanımlar. Böyle bir frekansta, $f = -j/2RC$, transfer fonksiyonunun paydası sıfırdır ve kazanç sonsuzdur! İnfinite kazanç, pasif bir devre ile elde etmek için oldukça şaşırtıcı bir şeydir - ancak bu sadece hayali bir frekansta gerçekleşebileceğinden, gerçek dünyada gerçekleşmez .

Karmaşık frekansın pratik etkileri dar bir CW kristali veya LC filtresinde yaşanabilir. Böyle bir filtrenin kutupları sadece *jo ekseninin solundadır,* bu nedenle giriş sinyali filtrelerin "çalmasına" veya istenen sinyalle birlikte sönümlü bir sinüs dalgası çıkmasına neden olur. Benzer şekilde, bir osilatörün güç çıkışındaki karmaşık frekansının $\sigma > 0$ olması gerekir, aksi takdirde salınım asla başlamaz! Çıkış genliği, sınırlama gerçekleşene kadar büyümeye devam eder ve sabit bir çıkış için CT = 1'e kadar kazancı azaltır.

KUTUPLAR VE SIFIRLAR

Transfer fonksiyonunun sonsuz olmasına neden olan frekanslara *kutup denir.* Bu, yatay eksende gösterilen hayali frekanslar için devrenin genlik tepkisinin grafiğinde Şekil 3.51'in sağ alt köşesinde gösterilmiştir. (Kutup, grafiğin'bir çadırın altındaki bir kutup olarak "uzamasına neden olur, böylece adı.) Benzer şekilde, devreler, transfer fonksiyonunun sıfır olmasına, daha az yaratıcı bir isim olmasına, ancak oldukça açıklayıcı olmasına neden olan hayali frekanslarda meydana gelen sıfırlara sahip olabilir.

Bir devre ayrıca sıfır ve sonsuzluk frekanslarında kutuplara ve sıfırlara sahip olabilir. Örneğin, Şekil 3.51'deki devre sonsuzda bir sıfıra sahiptir, çünkü kapasitörün reaktansı sonsuzda sıfırdır ve transfer fonksiyonu da sıfırdır. Eğer direnç ve kondansatör değiştirilirse, kondansatör çıkışla seri halinde, daha sonra sıfır frekansta (de), çıkış sıfır olur, çünkü kondansatörün reaktansı sonsuzdur ve sıfır yaratır.

Karmaşık devreler aynı frekansta birden fazla kutba veya birden fazla sıfıra sahip olabilir. Kutuplar ve sıfırlar, gerçek ve hayali sayıların kombinasyonları olan frekanslarda da oluşabilir. Bir devrenin kutupları ve sıfırları, karmaşık düzlemde belirli devre davranışlarına karşılık gelen bir model oluşturur. (Kutup-sıfır modeli ve devre davranışı arasındaki ilişkiler bu kitabın kapsamı dışındadır, ancak devre teorisi üzerine ders kitaplarında ele alınmaktadır.)

Kutup nedir?

Kutuplar, gerçek dünya frekansları için devrenin genliğinde ve faz tepkisinde belirli bir değişikliğe neden olur, ancak hayali frekansları doğrudan deneyimleyemeyiz. Bir kutup, eğimini değiştiren bir büyüklük yanıt grafiğindeki bir bükülme ile ilişkilidir. Artan sıklıkta aşağı doğru yanıt, oktav başına 6 dB (on yılda 20 dB; Bir oktav 2:1 frekans oranıdır, on yıl 10:1 frekans oranıdır).

Şekil 3.51'de gösterildiği gibi bir kutbun varlığını ve sıklığını tanımlamanın dört yolu vardır:

1) Frekans arsasına karşı büyüklükteki aşağı doğru bir bükülme için, kutup tek bir kutup için -3 dB frekansındadır. Eğim, 6 dB/oktavdan daha fazla eğimde bir değişikliğe neden olursa, bu frekansta birden fazla kutup olmalıdır.

2) Gecikmenin frekansla arttığı frekans grafiğine karşı bir fazda 90 ° gecikme değişikliği. Kutup, S şeklindeki geçişte 45 ° ilave gecikme noktasındadır. Birden fazla kutup, yukarıdaki gibi faz gecikmelerini ekleyecektir .

3) Bir devre diyagramında, tek bir kutup basit bir RC alçak geçiren filtre gibi görünür. Kutup-3 dB frekansındadır (f = 1/2rRC Hz). Aynı tepkiye sahip başka bir devrenin aynı frekansta bir kutbu vardır .

4) Bir devrenin transfer fonksiyonu için bir denklem, bir kutup sonsuz kazanç ile sonuçlanacak frekansın teorik bir değeridir. Bu açıkça imkansızdır, ancak frekansın değeri mutlak sıfır olacağından veya hayali bir bileşene sahip olacağından, kutup frekansında gerçek bir gerçek dünya sinyali yapmak imkansızdır.

Örneğin, Şekil 3.51'in üstündeki ve altındaki genlik yanıtlarının karşılaştırılması, kutup frekansının, devrenin girişten çıkışa -45 ° (gecikmeli) faz kaymasına neden olduğu frekans olan J ile çarpılan devrenin-3 dB kesme frekansına (l/2nfC) eşit olduğunu göstermektedir .

Sıfır nedir?

Sıfır bir kutbun tamamlayıcısıdır. Matematik, bir devrenin transfer fonksiyonu denkleminin sıfır olduğu bir frekanstır. Bu gerçek dünyada imkansız değildir (kutuptan farklı olarak), bu nedenle sıfırlar gerçek sayı frekanslarında ve karmaşık sayı frekanslarında bulunabilir.

Her sıfır, *bir* büyüklük yanıtında oktav başına 6 dB'lik bir yukarı bükülme ile ilişkilidir. Bir kutba benzer şekilde, sıfırın frekansı + 3 dB noktasındadır. Her sıfır, -gecikmeyi 90 ° azaltan bir fazeversus frekansı grafiğindeki bir geçişle ilişkilidir. Sıfır, 45 °'lik öncü faz noktasındadır. Birden fazla sıfır, kutupların yaptığı gibi faz kaymalarını ekler .

Bir devrede, sıfır, sıfır frekansın üzerinde sonsuza dek frekans ile artan bir kazanç yaratır. Bu, bir frekansta kaçınılmaz olarak kazancın tükeneceği aktif devre gerektirir, bu da orada bir veya daha fazla kutup anlamına gelir. Gerçek dünya devrelerinde, sıfırlar genellikle kendi başlarına bulunmaz, büyüklük tepkisini yükseltir, ancak farklı bir frekanstaki bir kutupla eşleştirilir, sonuçta

İki frekans arasında bir eğime sahip olan ancak bunların üstünde ve altında düz olan büyüklük cevabında.

Gerçek dünya devre sıfırları sadece daha fazla veya eşit sayıda kutup eşliğinde bulunur. Şekil 3.51'deki direnç ve kapasitörün değiştirildiği gibi klasik bir RC yüksek geçirgen filtreyi düşünün. Böyle bir devrenin tepkisi 0 Hz'den oktav başına 6 dB'de artar (bu nedenle O Hz'de sıfır olmalıdır) ve daha sonra l/2nRC Hz'de seviyeler düşer. Bu seviyelendirme, sıfırın 6 dBper-oktav yuvarlanmasını iptal etmek için 6 dB/oktav yuvarlamasını ekleyen bir kutbun varlığından kaynaklanmaktadır. Devre gibi transfer fonksiyonu, sıfır frekansta sıfıra ve hayali kutup frekansında sonsuza eşit olacaktır.

GERIBILDIRIM VE OSCILLATION *Bir amplifikatörün kararlılığı,* salınım eğilimi göstermeden bir sinyale kazanç sağlama yeteneğini ifade eder. Örneğin, salınımın eşiğindeki bir amplifikatör genellikle "kararlı'olarak kabul edilmez. Bir amplifikatörün çıkışı girişe geri beslenirse, geri bildirim amplifikatör stabilitesini etkileyebilir. Eğer yükseltilmiş çıkış girdiye eklenirse, toplamın çıkışı daha büyük olacaktır. Bu daha büyük çıktı, tum'da da geri beslenir. Bu işlem devam ettikçe, amplifikatör çıkışı, amplifikatör daha yükseğe çıkamayana kadar (kelepçeler) yükselmeye devam edecektir. Bu olumlu *geribildirim* amplifikatör kazancını arttırır ve *rejenerasyon olarak adlandırılır.* (Osilatörler **ve Sentezleyiciler bölümü,** olumlu geri bildirimlerin tartışılmasını içerir.)

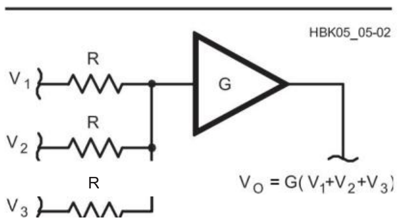
Çoğu pratik amplifikatör, devrenin bir parçası olarak veya amplifikatör cihazlarının kendisinde bazı içsel ve kaçınılmaz geri bildirimlere sahiptir. Bir amplifikatörün stabilitesini artırmak için, istenmeyen olumlu geri bildirimlere karşı koymak için negatif geri besleme eklenebilir. Negatif geri besleme genellikle amplifikatör stabilitesini artırmak için bir faz kayması telafi ağı ile birleştirilir.

Negatif geri besleme, amplifikatör veya sahne kazancını azaltsa da, *istikrarlı kazancın avantajları,* istenmeyen salınımlardan kurtulma ve bozulmanın azaltılması genellikle önemli tasarım hedefleri ve negatif geri besleme kullanmanın avantajlarıdır.

Tasarım offeedback ağları istenen sonuca bağlıdır. Salınım yapmaması gereken amplifikatörler için, geri besleme ağı, stabilite kaybı olmadan istenen frekans yanıtını vermek üzere özelleştirilmiştir. Osilatörler için, geri besleme ağı istenen frekansta sabit bir salınım oluşturmak üzere tasarlanmıştır.

SUMMİNG

Doğrusal bir sistemde, doğa, sinyal ekleme konusunda bizim için işin çoğunu yapar; Doğal olarak iki sinyali bir araya getirmek



Şekil 3.52 - Toplama amplifikatörü. Çıkış voltajı, giriş voltajları ile amplifikatör kazancının toplamına eşittir, G. Direnç değerleri, R, eşit olduğu sürece ve amplifikatör giriş empedansı çok daha yüksektir, R'nin gerçek değeri çıkış sinyalini etkilemez.

Onları süperpozisyon ilkesine göre eklemek. Sinyalleri işlerken, toplama işlemini kontrol etmek isteriz, böylece sinyaller doğrusal olmayan bir şekilde bozulmaz veya birleşmez. İki sinyal ayrı aşamalardan gelirse ve doğrudan birbirine bağlanırsa, aşamaların devresi etkileşime girerek sinyallerden birinin veya her ikisinin bozulmasına neden olabilir.

Toplama amplifikatörleri genellikle her aşamada seri olarak bir direnç kullanır, bu nedenle dirençler bir sonraki aşamanın ortak girişine bağlanır. Bu, her aşamanın çıkış devreleri arasında bir miktar izolasyon sağlar. **Şekil 3.52, bir** toplama amplifikatörüne bağlanan dirençleri göstermektedir. Ally, sinyalleri birleştirmek istediğimiz zaman (örneğin, RF sinyalini modüle etmeden önce 2 metrelik bir FM vericisinde bir ses sinyalini alt sesli bir tonla birleştirmek) bir toplama amplifikatörü kullanabiliriz.

FILTERİNG

Afilter, radyo ekipmanında ortak bir doğrusal aşamadır. Filtreler, filtrenin *durdurma bandındaki belirli frekansları seçici olarak azaltma, geçiş bandındaki diğer frekansları geçirme veya yükseltme yetenekleriyle karakterize edilir.* Filtrenin geçiş bandı de'ye veya yakınına uzanırsa, *düşük geçişli bir filtredir* ve sonsuzluğa (veya en azından ilgili devre için çok yüksek frekanslara), *yüksek geçişli bir filtredir*. Bir dizi frekansı geçen filtreler, *bant geçiren filtrelerdir.* All-pass *filtreleri, sinyal* genliğini değiştirmeden sadece bir sinyalin fazını etkileyecek şekilde tasarlanmıştır. Bir bant geçiş devresinin alçak geçiş ve yüksek geçiş bölgeleri arasındaki frekans aralığı orta bandıdır.

Şekil 3.50A, tipik bir band-pass ses filtresinin genlik tepkisidir. İt, giriş sinyalinin 200 Hz ile 5 kHz arasında hiçbir kayıp olmadan (0 dB) çıkışa iletildiğini gösterir. Bu filtrenin *orta bant tepkisidir. Yukarıda* ve bu frekansların altında yanıtı

Filtre düşmeye başlar. 20 Hz ve 20 kHz ile genlik yanıtı, orta bant yanıtının yarısına (-3 dB) düşürülmüştür. Bu noktalara devrenin *kesme* veya *köşe veya yarı güç frekansları denir.* Kesme frekansları arasındaki aralık filtrenin geçiş bandıdır. Filtrenin geçiş bandının dışında, genlik yanıtı **1 Hz'de orta bant yanıtının 11200. (-23 dB) ve** 500 kHz'de sadece 111000. (-30 dB) düşer. Frekansla yanıttaki değişimin dikliği filtrenin *yuvarlanmasıdır* ve genellikle dB/oktav (bir oktav, frekansın ikiye katlanması veya yarıya indirilmesidir) veya dB/on yıl (on yıl, 10 kez veya 1/10 frekansta bir değişikliktir).

Şekil 3 .50B, farklı bir filtrenin faz tepkisini temsil eder - sağ üstte gösterilen basit RC alçak geçiren filtre. Frekans arttıkça, kapasitörün reaktansı küçülür ve giriş sinyalinin çoğunun bunun yerine sabit değerli direnç üzerinde görünmesine neden olur. Düşük frekanslarda, kapasitörün faz kayması üzerinde çok az etkisi vardır. Bununla birlikte, sinyal frekansı arttıkça, kesme frekansında, negatif bir sayı olarak çizilen 45 ° gecikmeli faz kayması olana kadar giderek daha fazla faz kayması vardır. Faz kayması daha sonra yavaş yavaş 90 °'ye yaklaşır .

Pratik analog (hem pasif hem de aktif) ve dijital filtreler **Analog ve Dijital Filtreleme bölümünde tartışılmıştır.** RF'deki filtreler, İletim Hatları bölümünde açıklandığı gibi iletim hatları kullanılarak da oluşturulabilir. Tüm pratik amplifikatörler ya düşük geçişli filtreler ya da bant geçişli filtrelerdir, çünkü frekans, sinyalleri yükseltme yeteneklerinin ötesinde arttıkça büyüklük tepkileri azalır.

3.9.4 Doğrusal olmayan işlemler

Tüm sinyal işleme doğrusal olmak zorunda değildir. Çeşitli sinyal seviyelerini farklı şekilde ele aldığımızda, işleme *doğrusal olmayan denir.* Bu, bir devrenin doğrusal olması için tüm sinyallerin aynı şekilde işlenmesi gerektiği anlamına gelmez. Düşük frekanslı sinyaller olmasa da düşük frekanslı bir filtrede yüksek frekanslı sinyaller zayıflatılır, ancak filtre doğrusal olabilir. Ayrım, farklı frekanslardaki zayıflama miktarının, filtreden geçen sinyallerin genliğine bakılmaksızın her zaman aynı olmasıdır.

Tüm voltaj seviyelerini aynı şekilde ele almak istemiyorsak? Bu genellikle kırpma, düzeltme, sıkıştırma, modülasyon ve anahtarlama için analog sinyal işlemede

CLIPPNG VE REKTİFİCATION Kırpma, bir devreden geçen sinyal voltajlarının aralığını sınırlayan işlemdir (in

Diğer *bir deyişle,* bu voltajları sinyallerden istenen aralığın dışında kesmek). Bunu yapmak istememizin birkaç nedeni var. Şekil 3.49'da gösterildiği gibi, kırpma, bir sinyalin pozitif ve negatif zirvelerini sınırlama işlemidir. (Kırpma, *sıkma olarak da adlandırılır.)*

Kırpma, büyük bir ses sinyalinin, bitişik kanallardaki iletişimlere müdahale edecek bir FM vericisinde aşırı sapmaya neden olmasını önlemek için kullanılabilir. Kırpma devreleri, hassas girdileri aşırı voltajlardan korumak için de kullanılır. Kırpma, sinyali orijinal sinyal dalga formu kaybolacak şekilde değiştirerek deforme eder.

Başka bir tür kırpma *düzeltmeyle sonuçlanır. Bir doğrultucu devre,* bir polaritenin (pozitif veya negatif) tüm voltajlarını keser ve yalnızca diğer polaritenin voltajlarını geçer, böylece ac'yi titreşen de olarak değiştirir (bkz. Düzeltmenin bir başka kullanımı, bir dalga formunun tepe değerini ölçen bir tepe algılama devresindedir. AC voltajının sadece bir polaritesinin ölçülmesi gerekir ve bu nedenle bir doğrultucu istenmeyen polariteyi kırpar.

LIMITNG

Başka bir kırpma türü, bir amplifikatör kasıtlı olarak o kadar çok kazançla çalıştırıldığında, giriş sinyallerinin güç kaynağı voltajlarının (veya başka belirlenmiş voltajların) sınırlarında kırpılmış bir çıkışla sonuçlanmasıdır. Amplifikatörün *sınırlamaya yönlendirildiği söylenir* ve bu davranış için tasarlanmış bir amplifikatöre *sınırlayıcı denir.* Sınırlayıcılar, sinyaldeki tüm genlik değişimleri giderilene kadar sinyali yükseltmek için FM alıcılarında kullanılır ve orijinal sinyalin kalan tek özelliği frekanstır.

LOGARITHMİC AMPLIFICATİON

Bir sinyali logaritmik olarak yükseltmek bazen arzu edilir, bu da düşük seviyeleri yüksek seviyelerden daha fazla yükseltmek anlamına gelir. Bu tip amplifikasyona genellikle *sinyal sıkıştırması denir. Konuşma sıkıştırması* bazen modülatörleri besleyen ses amplifikatörlerinde kullanılır. Ses sinyali, aşırı modülasyon olmadan daha fazla ses enerjisinin iletilmesine izin veren küçük bir genlik aralığında sıkıştırılır (Modülasyon ve **İletim bölümlerine bakın**).

3.9.5 Sistem tasarım fonksiyonları

Birçok elektronik ekipman, temel analog sinyal işleme devrelerini birleştirerek, genellikle bağımsız fonksiyonel bloklar olarak ele alarak geliştirilmiştir. Bu bölüm, çoklu bloklardan yapı sistemleri ile ilgili çeşitli konuları açıklamaktadır. Çünkü analog devreler genellikle dijital devrelerle arayüz oluşturur veya dijital elemanları Bir hibrit devre, dijital sistemlerle ilişkili bazı konular dahil edilmiştir. Birçok benzer işlev, Dijital Sinyal İşleme (DSP) sistemlerinin bir parçası olarak uygulanır ve benzer davranış ve endişelere sahiptir. Burada tüm temel elektronik fonksiyonlar tartışılmamasına rağmen, bunları birleştirmeyle ilgili kavramlar genel olarak uygulanabilir.

Temel kaygımız devrenin bir sinyal üzerindeki etkisi olduğundan, devreyi genellikle belirli bileşenleri yerine eylemleriyle tanımlarız. Kara *kutu,* tamamen diğer bloklar ve devrelerle olan arayüzlerinin davranışıyla tanımlanabilen bir devredir. Devreler bir sinyal üzerinde sıralı işlemler yapacak şekilde birleştirildiğinde, bireysel devrelere *aşama denir.*

Bir analog devreye atıfta bulunmanın en genel yolu bir *ağ gibidir.* Analog ağların iki temel özelliği başlıca endişe kaynağıdır: ağın bir sinyal üzerindeki etkisi ve ağın onu çevreleyen devre ile etkileşimi. Ağ ile ağın geri kalanı arasındaki interface'lere *portlar denir.*

Birçok analog devreler bir giriş ve bir çıkış portu ile twoport ağları olarak analiz edilir. Sinyal giriş portuna beslenir, ağın içinde değiştirilir ve daha sonra çıkış portundan çıkar. (İki bağlantı noktalı ağlar hakkında daha fazla bilgi için RF Teknikleri bölümüne bakın.)

TRANSFER FUNCTIONLARI

Analog devrenin sinyali değiştirdiği spesifik yol, matematiksel olarak bir transfer fonksiyonu olarak tanımlanabilir. Bir sinyali bir transfer fonksiyonu ile birleştiren matematiksel işlem, **Şekil 3.53'te sembolik olarak resmedilmiştir.** Transfer fonksiyonu, h (t) veya h (f), devrenin giriş sinyalinin modifikasyonunu, (t) orb (t) gibi tüm değerlerin zamanın fonksiyonları olduğu zaman alanında veya tüm değerlerin frekans fonksiyonları olduğu frekans alanında tanımlar. H (t)'nin a (t) üzerinde çalıştığı matematiksel işleme *evrişim denir* ve a (t) ‧ h (t) = b (t)'de olduğu gibi bir nokta olarak temsil edilir. Frekans alanında, transfer fonksiyonu, a (f) x h (f) = b (f)'deki gibi girdiyi çarpar.

Analog devrelerle çalışmak için transfer fonksiyonlarını matematiksel olarak anlamak gerekmese de, bir sinyalin elektronik sistemdeki diğer sinyallerle nasıl etkileşime girdiğini tanımladıklarını fark etmek yararlıdır. Genel olarak, bir analog sistemin çıkış sinyali sadece giriş sinyaline değil, aynı zamanda giriş sinyalinin geçmiş değerlerine de bağlıdır. Bu çok önemli bir kavramdır ve analog filtreleme gibi temel işlevlerin temelidir.

CASCADNG AŞAMALARİ

Eğer bir analog devre bir transfer fonksiyonu ile tanımlanabilir, analog bir kombinasyonu Devreler de benzer şekilde tanımlanabilir. Kombine devrelerin bu tanımı, parçaların transfer fonksiyonları ile kombine devrelerin arasındaki ilişkiye bağlıdır. Birçok durumda bu ilişki, davranışsal ve karmaşık devreleri, yapıldığı kısımlar hakkında bildiklerimizden tahmin etmemizi sağlar. Bu, analog devrelerin tasarımında ve analizinde yardımcı olur.

İki analog devre basamaklandırıldığında (bir aşamanın çıkış sinyali bir sonraki aşamaya giriş sinyali olur) transfer fonksiyonları birleştirilir. Kombinasyonun mekanizması aşamalar arasındaki etkileşime bağlıdır. İdeal durum, aşamaların işlevlerinin tamamen bağımsız olmasıdır. Başka bir deyişle, bir aşamanın eylemi, girişine veya çıkışına bağlı herhangi bir aşamanın özelliklerine bakılmaksızın değişmediğinde.

İlk aşamaya giren sinyal, ilk transfer fonksiyonunun hareketi ile değiştirildiği gibi, analog devrelerin ideal basamaklandırılması, yalnızca bireysel transfer fonksiyonları tarafından üretilen değişikliklerle sonuçlanır. Basamaklanmış herhangi bir sayıda aşama için, transfer fonksiyonlarının kombinasyonu yeni bir transfer fonksiyonu ile sonuçlanır. Devreye giren sinyal, basamaklı devrelerde çıkan sinyali üretmek için kompozit transfer fonksiyonu tarafından değiştirilir.

Bir serideki her aşama kendi içinde geri bildirim kullanabilirken, birden fazla aşamadaki geri bildirim, dahil edilen aşamaların herhangi birinden farklı bir işlev ve sonuç performansı yaratabilir. Örnekler salınım veya negatif geribildirim içerir.

nput a (t)· h (t) = b (t) Çıktı
Sinyal Sinyal
a (t) -8-----b (t)

(A)

İnputa (f) x h (f) = b (f)Çıktı
Sinyal Sinyal
a (f) -8----- b (f)

(B)

HBK0267

Şekil 3.53 - Doğrusal fonksiyon blokları ve transfer fonksiyonları. Transfer fonksiyonu zaman domeninde ifade edilebilir (A) veya frekans alanında (B). Transfer fonksiyonu, a (t) veya a (f) giriş sinyalinin b (t) veya b (f) çıkış sinyaline nasıl dönüştürüldüğünü açıklar.

AMPLİFİER FREKANS YANITLAMASI

Daha yüksek frekanslarda tipik bir amplifikatör, düşük geçişli bir filtre görevi görür ve artan frekansla amplifikasyonu azaltır. Bir frekans aralığındaki sinyaller sürekli olarak yükseltilir, ancak bu aralığın dışında amplifikasyon değişir. Yüksek kazançlarda birçok amplifikatör sadece küçük bir frekans aralığında düzgün çalışır. Kazanç ve frekans yanıtının kombinasyonu genellikle bir *kazanç bant genişliği ürünü olarak ifade edilir.* Birçok amplifikatör için, kazanç çarpı bant genişliği yaklaşık olarak sabittir. Kazanç arttıkça, bant genişliği azalır ve bunun tersi de geçerlidir .

Düşük frekanslardaki performans, amplifikatörün *de- veya ac-coupled olmasına bağlıdır. Bağlantı,* devreler arasındaki sinyallerin transferini ifade eder. Bir de-bağlanmış amplifikatör aşağı de için tüm frekanslarda sinyalleri yükseltir. Bir ac-coupled amplifikatör bir yüksek gaz filtresi gibi davranır, frekans de doğru azaldıkça amplifikasyonu azaltır. Ac bağlı devreler genellikle ac sinyallerinin devrenin de bias voltajlarını bloke ederken aşamalar ara[illegible] çin kap[illegible]

İNTERSTAGE LOADİNG VE İMPEDANCE MATCHİNG

Her iki portlu ağ, giriş ve çıkış empedansı ile daha da tanımlanabilir. Giriş empedansı, ağın giriş portuna bakarken görülen frekansın bir fonksiyonu olarak akıma muhalefettir. Benzer şekilde, çıkış empedansı, çıkış portu aracılığıyla bir ağa geri bakarken benzer şekilde tanımlanır.

Bir aşamanın transfer fonksiyonu başka bir aşama ile basamaklandığında değişirse, ikinci aşamanın ilk aşamayı yüklediğini söyleriz. Bu genellikle kayda değer miktarda akım bir aşamadan diğerine geçtiğinde ortaya çıkar. İnterstage yüklemesi, bir aşamanın göreceli çıkış empedansı ve ondan sonra basamaklanan aşamanın giriş empedansı ile ilgilidir.

Bazı uygulamalarda amaç, sahne çıkışından çıkışa bağlı bir yüke maksimum miktarda güç aktarmaktır. Bu durumda, aşamanın çıkış empedansı yükün çıkışına eşleştirilir veya dönüştürülür (veya tersi). Bu, aşamanın optimum voltaj ve akım seviyelerinde çalışmasına izin verir. Bir RF amplifikatöründe, bir anteni besleyen iletim hattının girişindeki empedans, amplifikatörün verimli bir şekilde RF gücü üretmek için ihtiyaç duyduğu direnci üretmek için eşleşen bir ağ vasıtasıyla dönüştürülür.

Aksine, çoğu analog sinyal işleme devresinin amacı, büyük miktarda güç sağlamak yerine bir sinyali değiştirmektir. Bu nedenle, empedans uyumlu bir koşul gerekli olmayabilir. İnstead, aşamalar arasındaki akım uyumsuz kullanılarak en aza indirilebilir Empedanslar. Bir ağın çıkış empedansı çok düşükse ve bir sonraki aşamanın giriş empedansı çok yüksekse, aşamalar arasında çok az akım geçecek ve sahne arası yükleme ihmal edilebilir olacaktır.

NOISE

Genel olarak sadece belirli insan yapımı sinyallerle ilgileniyoruz. Bununla birlikte, doğa birçok sinyalin birleşmesine izin verir, bu nedenle istenen sinyal hem insan yapımı hem de doğal olarak meydana gelen diğer istenmeyen sinyallerle birleştirilir. Gürültünün en geniş tanımı, ilgilendiğimiz sinyal olmayan herhangi bir sinyaldir. Sinyal işlemenin amaçlarından biri, istenen sinyalleri gürültüden ayırmaktır. (Gürültü faktörü ve gürültü figürünün hesaplanması ve kullanımı da dahil olmak üzere gürültü hakkında daha kapsamlı bir tartışma için RF Teknikleri bölümüne bakın.)

Doğal olarak meydana gelen ve düşük seviyeli işleme devrelerinde ele alınması gereken bir gürültü şekli, *termal gürültü veya Johnson gürültüsü olarak adlandırılır. Termal* gürültü, iletkenlerde ve yarı iletkenlerde serbest elektronların rastgele hareketi ile üretilir. Bu hareket sıcaklık arttıkça artar, bu nedenle adı. Bu tür gürültü tüm frekanslarda mevcuttur ve sıcaklıkla orantılıdır. Doğal olarak oluşan gürültü, devrenin bant genişliğini azaltarak veya sistemdeki sıcaklığı azaltarak azaltılabilir. Termal gürültü voltajı ve akımı devre empedansına göre değişir ve Ohm Yasasına uyar. Düşük gürültülü amplifikatör tasarım teknikleri bu ilişkilere dayanmaktadır.

Analog sinyal işleme aşamaları kısmen bir sinyale ekledikleri gürültü ile karakterize edilir. Mevcut gürültüyü artırmak (yükseltmek gibi) ve yeni gürültü eklemek arasında bir ayrım yapılır. Analog sinyal işleme ile eklenen gürültü genellikle gürültü *faktörü ile ölçülür, f. Gürültü* faktörü, toplam çıkış gürültü gücünün (termal gürültü artı sahne tarafından eklenen gürültü), sonlandırma 290 K (17 ° C) standart sıcaklıktayken amplifikatör giriş gürültü gücüne oranıdır. Gürültü faktörü dB olarak ifade edildiğinde, genellikle buna *gürültü figürü, NF diyoruz.*

Bir iletişim alıcısı gibi birçok kademeli sinyal işleme aşamasından oluşan bir sistemde, her aşama sistemin toplam gürültüsüne katkıda bulunur. İlk aşamanın gürültü faktörü tüm sistemin gürültü faktörüne hakimdir, çünkü ilk aşamada eklenen gürültü daha sonra her bir sonraki aşama ile çarpılır. Daha sonraki aşamalarda eklenen gürültü aynı derecede çarpılmaz ve bu nedenle çıkıştaki genel gürültüye daha küçük bir katkı sağlar. Tasarımcılar, mümkün olan en düşük gürültü faktörü ve mümkün olan en yüksek kazanç ile ilk aşamayı kullanarak sistem gürültü faktörünü optimize etmeye çalışırlar. (Dikkat: Aşırı yüklenen bir devre Genellikle çok fazla gürültü üreten biri kadar işe yaramaz.)

BÜFECİ

Bir analog devrenin aşamalarını izole etmek için genellikle gereklidir. Bu izolasyon, aşamalar arasındaki yükleme, bağlantı ve geri bildirimi azaltır. Bu genellikle aşamalar arasında farklı empedans seviyelerinde çalışan devreleri bağlamak için gereklidir. Tampon olarak adlandırılan bir amplifikatör türü olan araya giren bir aşama, bu amaç için sıklıkla kullanılır. İf sinyal seviyesi yeterlidir, bir zayıflama da bazı sinyal kaybı pahasına bir tampon olarak hizmet edebilir.

Tamponlar yüksek amplifikasyon değerlerine sahip olabilir, ancak bu alışılmadık bir durumdur. Empedans dönüşümü için kullanılan bir tampon genellikle düşük veya birlik kazanımına sahiptir. Bazı devrelerde, özellikle güç amplifikatörlerinde, istenen amaç çıkış cihazına (hoparlör veya anten gibi) maksimum miktarda güç sağlamaktır. Amplifikatör çıkış empedansını çıkış aygıtı empedansıyla eşleştirmek maksimum güç aktarımı sağlar. Bir tampon amplifikatör sadece bu tür bir uygulama için devre olabilir. Bu tür amplifikatör devreleri bozulmayı önlemek için dikkatlice tasarlanmalıdır. Tampon aşamalarının kombinasy[illegible]

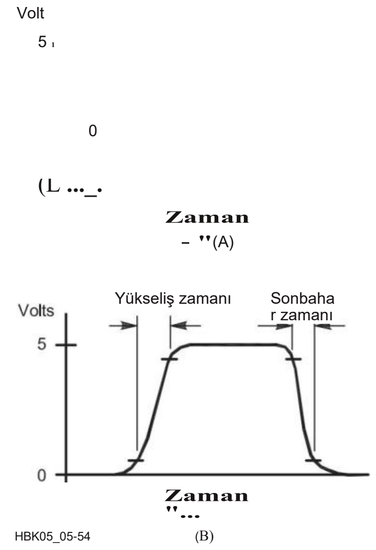
TRANSİTION TİME

Bir dijital sinyalin veya devrenin ikili 0 ve ikili 1 durumları arasındaki geçiş anında gerçekleşmez. Devletler arasında bir geçiş dönemi vardır. Bu geçiş süresi, kablolardaki ve diğer bileşenlerdeki başıboş kapasitansı şarj etmek veya boşaltmak için geçen sürenin bir sonucudur, çünkü voltaj bir kapasitör boyunca anında değişemez. Tellerdeki başıboş indüktans da bir etkiye sahiptir, çünkü bir indüktörden geçen akım anında değişemez. Dijital devrenin çıkış transistörlerinin durumunu değiştirebilme oranı da bir faktör olabilir.

Tellerdeki veya PC kartı izlerindeki dağıtılmış indüktanslar ve kapasitanslar, nabız kaynaktan uzaklaştıkça yükselme ve düşme sürelerinin artmasına neden olabilir. İletim Hatları bölümünde belirtildiği gibi iletim hattı etkileri nedeniyle zil ve yansımalar meydana gelebilir.

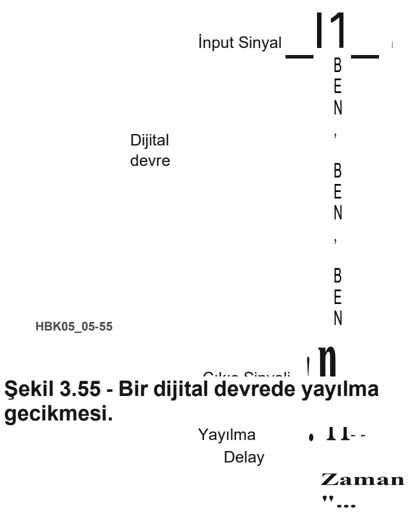
Oto a **1 durumundan geçiş,** *yükseliş zamanı olarak adlandırılır* ve genellikle darbenin son değerinin %10'undan son değerinin %90'ına yükselme zamanı olarak belirtilir. Benzer şekilde, 1'den 0'a geçiş, %10 ile %90 arasında bir tanımla düşme zamanı olarak adlandırılır. Bu zamanların aynı olmaması gerektiğini unutmayın. **Şekil 3.54A,** sıfır zamanlı anahtarlama ile ideal bir sinyal veya darbe gösterir. Şekil 3. 54 B, düzgün bir eğrideki durumlar arasında değiştiği için tipik bir darbe gösterir.

Yükselme veya düşme süresi ne kadar



Şekil 3.54 - (A) İdeal bir dijital darbe ve (B) durumlar arasındaki kademeli geçişi gösteren tipik bir gerçek darbe.

Geçişle ilişkili sinyallerin bant genişliği. Bu sinyaller yayılabilir, gürültüye neden olabilir ve alıcılarda veya hassas devrelerde sinyalleri engelleyebilir. Dijital sinyallerin bant genişliği için genel kural şudur:



Şekil 3.55 - Bir dijital devrede yayılma gecikmesi.

$$BW\,(GHz) = \frac{0.35}{RT\,(ns)}$$

0.35

BW (GHz)

Dijital entegre devreler için yükselme ve düşme süreleri, kullanılan mantık ailesine ve bir devredeki konuma göre değişir. Geçiş zamanının tipik değerleri mikrosaniye (yüksek empedanslı 4000 serisi CMOS) ile nanosaniye altı (modem TTLtürevleri ve CMOS) aralığındadır.

PROPAGANDA GECIKMESİ

Yükseliş ve düşüş zamanları sadece bir darbe içindeki bir ilişkiyi tanımlar. Bir devre için, devreye bir darbe girişi devre boyunca yayılmalıdır; Başka bir deyişle, sonunda devre çıkışına ulaşana kadar devredeki her bileşenden geçmelidir. Bir devreye giriş sağlamak ve çıkışta bir yanıt görmek arasındaki zaman gecikmesi *yayılma gecikmesidir* ve **Şekil 3.55 ile gösterilmiştir.**

Modern anahtarlama mantığı için, tipik yayılma gecikmesi değerleri 1 ila 15 nanosaniye aralığındadır. (Bir tel veya baskılı devre kartı izi boyunca yayılma gecikmesinin inç başına yaklaşık 1.0 ila 1.5 ns olduğunu hatırlamak yararlıdır.) Yayılma gecikmesi, kümülatif geçiş sürelerinin yanı sıra transistör anahtarlama gecikmelerinin, reaktif eleman şarj sürelerinin ve sinyallerin tellerden geçme süresinin bir sonucudur. Karmaşık devreler, farklı yollardan farklı yayılma gecikmeleri, darbelerin tam olarak aynı anda bir yere ulaşması gerektiğinde sorunlara neden olabilir.

Bu gecikmelerin dijital cihazlar üzerindeki etkisi, dijital darbelerin hızına bakılarak görülebilir. Çoğu dijital cihaz ve tüm PC'ler *saat darbeleri kullanır.* İki darbenin aynı anda veya aynı zamana çok yakın bir mantık devresine ulaşması gerekiyorsa, iki sinyalin yol uzunluğu iki ila üç inçten farklı olamaz. Bu, yüksek hızlı mantık tasarımları için çok önemli bir tasarım sorunu olabilir.

3.10 Elektromanyetik dalgalar

Ses veya sonik enerji, hava, metal, su veya hatta insan vücudu olabilen bir ortamın mekanik hareketi tarafından verilen enerjidir. İnsanların normal olarak duyabileceği ses, 20 Hz ile 20 kHz arasındaki havanın hareketini gerektirir, ancak insan kulağı yaşlandıkça bu aralığın aşırı uçlarını algılama yeteneğini kaybeder. Filler gibi bazı hayvanlar 20 Hz'in altındaki hava titreşimlerini algılayabilirken, köpekler ve kediler gibi diğerleri 20 kHz'in üzerindeki hava titreşimlerini algılayabilir.

Elektrik devreleri doğrudan hava titreşimleri üretmez. Ses üretimi bir *dönüştürücü, bir enerji biçimini* başka bir enerji biçimine dönüştürmek için bir cihaz gerektirir; Bu durumda sonik enerjiye elektrik enerjisi. Hoparlör ve mikrofon en yaygın ses dönüştürücüleridir. Çeşitli uygulamalar için çok sayıda ultrasonik dönüştürücü vardır.

Radyo frekansı enerjisi, bir radyo sinyali gibi elektrik yükünün hareketinden bağımsız olarak var olan dalgaları üretmenin ve tespit etmenin pratik olduğu frekanslarda bulunur. Sonik enerji gibi, bir dönüştürücü - bir anten - elektriği dönüştürmek için gereklidir. Elektromanyetik dalgalara bir devredeki trikal enerji. Bir tel gibi fiziksel bir devrede, elektromanyetik enerji hem elektromanyetik dalgalar hem de elektrik yükünün fiziksel hareketi olarak bulunur.

Elektromanyetik dalgalar, 1 Hz'den 10'a kadar olan frekanslarla birçok biçimde üretilmiş ve tespit edilmiştir![2] GHz, yüksek frekanslarda kızılötesi, görünür ve ultraviyole ışık ve fizikçiler ve gökbilimciler için en çok ilgi çeken bir dizi enerji formu dahil**. Tablo 3.5** elektromanyetik enerjinin toplam spektrumuna kısa bir bakış sağlar. Radyo *spektrumunun* genellikle 3 kHz civarında başladığı ve kızılötesi ışıkta bittiği kabul edilir.

Radyo amatörlerinin en çok ilgisini çeken elektromanyetik enerji spektrumunun bir parçası olarak, frekanslar gruplar halinde sınıflandırılmış ve isimler verilmiştir. Tablo 3.5 bu sınıflandırmaların bir referans listesini sunmaktadır. Önemli ölçüde, her gruptaki frekanslar hem devrelerde hem de RF dalgaları olarak benzer özellikler gösterir. Örneğin, 3 ila 30 MHz frekanslı HF veya yüksek frekanslı dalgaların tümü iyonosferik Düzenli uzun menzilli radyo iletişimine izin veren kırılma. Bu özellik bazen hem MF (orta frekans) hem de VHF (çok yüksek frekans) dalgaları için de geçerlidir.

Elektromanyetik enerji ve dalgalar arasındaki yakın ilişkiye rağmen, ikisini ayırt etmek önemlidir. 15-kHz bir alternatif akım üreten veya güçlendiren bir devre için, elektrik enerjisinin nihai dönüşümü ve kullanımı, devrenin çalışması için hiçbir fark yaratmayabilir. Doğru dönüştürücüyü seçerek, bir sonik dalga veya elektromanyetik dalga veya her ikisini de üretebilir. Bu, video monitörlerin ve anahtarlama güç kaynaklarının ortak bir sorunudur; AC akımları tarafından oluşturulan kuvvetler, elektronik parçaların hem sesli olarak titreşmesine hem de elektromanyetik enerji yaymasına neden olur.

3.10.1 Elektrik ve Manyetik Alanlar

Elektrik ve manyetik enerji görünmezdir - onları hiçbir duyunuzla algılayamazsınız. Tek yapabileceğiniz gözlemlemek

Tablo 3.5
Elektromanyetik Enerji Spektrumunun Anahtar Bölgeleri

Bölge Adı	*Frekans aralığı*		
Radyo frekansları *	3.0 x 10 Hz	to	3.0 x 1011 Hz
İnfrared	3.0 x 10^{11} Hz	to	4.3 x 10^{14} Hz
Görünür ışık	4.3 x 1014 Hz	to	7.5 x 1014 Hz
Ultraviyole	7.5 x 10^{14} Hz	to	6.0 x 1016 Hz
X-ışınları	6.0 x 1016 Hz	to	3.0 x 1019 Hz
Gama ışınları	3.0 x 1019 Hz	to	5.0 x 1020 Hz
Kozmik	5.0 x 1020 Hz	to	8.0 x 1021 Hz

Aralık Adı	*Kısaltma*	*Frekans Aralığı*
Çok düşük frekans	VLF	3 kHz - 30 kHz
düşük frekans	LF	30 kHz - 300 kHz
orta frekans	MF	300 kHz - 3 MHz
yüksek frekans	HF	3 MHz - 30 MHz
Çok yüksek frekans	VHF	30 MHz - 300 MHz
Ultra yüksek frekans	UHF	300 MHz - 3 GHz
süper yüksek frekans	SHF	3 GHz - 30 GHz
son derece yüksek frekans	EHF	30 GHz - 300 GHz

* Not: Radyo frekansları aralığı da 3 kHz ila 300 GHz olarak yazılabilir

Bir direnç ısındığında, bir motor döndüğünde veya bir elektromıknatısın demir veya çeliği alması gibi etkiler. Enerji, *enerjinin* depolandığı ve elektriksel ve manyetik kuvvetlerin hareket ettiği bir alan bölgesi olarak var olur. (Alanların doğası ile ilgili ciddi sorular için bkz. **wikipedia.org/wiki/ electric _ field** ve **en.)**

Yerçekimi formundaki alanlara zaten oldukça aşinasınız. Bunu okurken Dünya'ya doğru çekiliyorsunuz çünkü Dünya'nın *çekim alanındasınız.* Bedeninizin kütlesi olduğu için yerçekimi alanı ile Dünya'nın sizi çekeceği şekilde etkileşime girer. (Sizin de kendi yerçekimi alanınız var, ancak Dünya'nınkinden daha küçük birçok büyüklük sırası var.) Bir banyo ölçeğini "volt" okumak yerine "pound" okuyan "yerçekimi voltmetresi'olarak düşünün. Bir şey ne kadar ağırsa, Dünya onu o kadar güçlü çekiyor. Ağırlık kuvvet ile aynıdır. (Metrik ölçekler, bir kütle birimi olan kilogram cinsinden okumalar sağlar. Bunu yapmak için, ölçekler ağırlığı [bir kuvveti] kilogram cinsinden eşdeğer bir kütleye dönüştürmek için yerçekimi için standart bir güç alır.)

Bu alan, merdiven çıkarken olduğu gibi iş yapmanızı sağlar. İş, alanlar söz konusu olduğunda kesin bir tanımlamaya sahiptir: *İş* eşittir kuvvet çarpı alanın kuvveti yönünde hareket eden mesafe. Örneğin, bir kütle aldığınızı varsayalım - 1 pound ağırlığında bir taş - ve daha önce yattığı yerden 10 metre yukarıda bir rafa kaldırın. Ne kadar iş yaptın? Alanın çekiciliğine karşı 1 pound ağırlığında 10 feet mesafe hareket ettirdiniz, bu yüzden 10 feet-pound iş yaptınız. (Taşı dikey yerine yana doğru hareket ettirirseniz bu sayılmaz.)

Bu çalışma neyi başardı? Yerçekimi enerjisini taşa eşit olarak depoladın. Yaptığınız iş miktarı. Depolanan bu enerjiye *potansiyel enerji denir,* yerçekimi, elektrik veya manyetik olsun. Aynı miktarda yerçekimi enerjisini, 1 bir kiloluk bir taşı kaldırarak veya bir kilonun 1/10'u ağırlığındaki bir taşı ayak 100 kaldırarak saklayabilirsiniz. Eğer taşı düşürürseniz (veya raftan düşerse), aynı miktarda potansiyel enerji, taş yerçekimi alanında Dünya'ya doğru hareket ederken kinetik enerjiye geri dönüştürülür.

Elektronikte iki tür alanla ilgileniyoruz: *elektrik alanları ve manyetik alanlar. Elektrik* alanları iki nokta arasındaki voltaj farkları olarak tespit edilebilir. Elektrik alanın yerçekimi kütlesine analoğu elektrik - yüküdür. Her elektrik yükünün kendi elektrik alanı vardır, tıpkı her kütlenin kendi yerçekimi alanı olduğu gibi. Bir cisim ne kadar yüklü olursa, elektrik alanı açısından o kadar'ağır'olur. Kütlesi olan bir cisim yerçekimi alanında hareket etmek için bir kuvvet hissettiği gibi, elektrik alanındaki bir elektrik yükü de hisseder. Elektrik enerjisi, elektrik yükleri birbirinden ayrılarak depolanır, böylece aralarında bir voltaj olur. Alan zamanla değişmezse, buna *elektrostatik alan denir.*

Manyetik enerji, hareketli elektrik yükleri veya akım üzerindeki etkileri ile tespit edilir. Manyetik enerji, bir manyetik alan yaratan elektrik yükünün (akım) hareketi ile depolanır. Sabit bir sabit mıknatıs gibi zamanla değişmeyen manyetik alanlara *manyetostatik alanlar denir.*

Potansiyel enerji, yüklerin alanda hareket etmesine izin vererek serbest bırakılır. Örneğin, elektrik enerjisi yüklü bir kapasitörden bir akım aktığında serbest bırakılır. Bir indüktörde akan akım tarafından depolanan manyetik enerji, akımın değişmesine izin verildiğinde serbest bırakılır, örneğin bobin enerjisiz olduğunda rölenin armatürü gibi.

3.10.2 Elektromanyetik Alanlar ve Dalgalar

Bir elektrik alanında veya manyetik alanda depolanan potansiyel enerji değiştiğinde bir elektromanyetik alan oluşturulur. Değişen elektrik ve manyetik alanlar, hem elektrik hem de manyetik enerji taşıyan uzayda yayılan elektromanyetik dalgalar (radyo dalgaları dediğimiz) yaratır. Dalgadaki elektrik ve manyetik alanlar sinüzoidal bir düzende zamanla değişir. Potansiyel enerji, elektromanyetik alanı oluşturan elektrik ve manyetik alanlar arasında paylaşılır.

Bir elektromanyetik dalganın alan gücü, - elektrik alanı (volt/metre) veya manyetik alan (amper/metre) ile ölçülebilir. Genellikle dalganın alan kuvveti sadece volt/metre olarak belirtilir, çünkü manyetik alandan daha kolay ölçülür. İfwe elektrik ve manyetik alan güçlerini çarpın, birim alan başına güç var:

$$\frac{E}{m} \times \frac{H}{m} = \frac{watt}{m^2}$$

MAXWELL 'İN EQUATIONLARI

Elektromanyetik alanların temel teorisi 1860-1864 James Maxwell tarafından kurulmuştur. Alanların davranışı bugün Maxwell denklemleri olarak bilinen dört denklemle açıklanmaktadır. (Denklemlerin bu formu aslında 1890'dan önceki çalışmalarında Oliver Heaviside tarafından üretildi.) 1864 yılında Maxwell tarafından öngörülen elektromanyetik dalgaların varlığı 1886 yılında Heinrich Hertz tarafından gösterilmiştir. Deney hakkında daha fazla bilgi için, G.S. Smith'in Hertz'in deneylerini analiz eden makalesi için bu bölümün sonundaki Referanslar ve Bibliyografya listesine bakın.

Maxwell denklemleri ve elektromanyetik simülasyona uygulamaları üzerine bir tartışma **Bilgisayar Destekli Devre Tasarımı** bölümünde sunulmuştur. Daha kapsamlı bir tedavi Bob Zavrel, W7SX tarafından *Antenna Physics: An İntroduction* (seethe References and Bibliography section of this chapter) adlı kitabında sağlanmıştır. Ward Silver, N0AX tarafından bir çift Hand-On Radio colurns'taki denklemlerin özet bir tedavisi, indirilebilir ek bilgilere dahil edilmiştir. Bunlar, gradyan, diverjans ve kıvrılma vektör hesabı kavramlarının bir açıklamasını ve ayrıca dalgaların elektrik yükünü hareket ettirerek nasıl oluşturulduğunu göstermektedir.

3.10.3 Elektromanyetik dalga yayılımı

Tüm elektromanyetik enerjinin ortak bir noktası vardır: ışık hızında seyahat eder veya yayılır, kısaltılır. Bu hız, *boş alan olarak adlandırılan bir vakumda saniyede yaklaşık 300.000.000 (veya 3 x 10) metredir.*

Genel olarak, elektromanyetik dalgaların hareket ettiği veya *yayıldığı hız,* seyahat ettikleri ortamın geçirgenliğine ve geçirgenliğine bağlıdır.

1

»

Işığın hızı boş alan vakumunda en yüksektir ve havada sadece biraz daha düşüktür. Bununla birlikte, cam veya plastik gibi malzemeler, hız biraz daha düşük olabilir. Örneğin, polietilende (genellikle - koaksiyel kabloda bir merkez yalıtkan olarak kullanılır), *yayılma hızı* boş alanda yaklaşık üçte ikisidir (%67).

Elektromanyetik dalgalar, her olası frekansla benzersiz bir şekilde ilişkili bir dalga boyuna sahiptir. (Bakınız **Şekil 3.56)** *Dalga boyu* (), yayılma hızı, e, bölü hertz içindeki frekans (f).

'o. [")

F (Hz) = - 7 (m)

ve

• o.u [")

A (m) = f (Hz)

Örnek: Dalga boyu 80 metre olan bir RF dalgasının frekansı nedir?

$$f\,(\text{Hz}) = \frac{3.0\times10^{8}\left(\frac{\text{m}}{\text{s}}\right)}{\lambda\,(\text{m})}$$

'o. [")

80.0m

= 3.75 x10 ° Hz

Bu 3.750 MHz veya 3750 kHz, "80 metre'olarak bilinen jambon bandının ortasında bir frekanstır.

Benzer bir denklem, havadaki bir ses dalgasının dalga boyunu hesaplamak için kullanılır ve paydaki ışık hızı yerine ses hızını değiştirir. Ses dediğimiz havanın mekanik hareketinin yayılma hızı, hava sıcaklığı ve yüksekliğine göre önemli ölçüde değişir. Deniz seviyesindeki ses hızı 0 ° C'de yaklaşık 331 mis ve 20 ° C'de 344 mis'tir .

Doğrudan kilohertz cinsinden bir elektromanyetik dalganın frekansını hesaplamak için, hız sabitini 300.000 (3 x10 °) km/s olarak değiştirin .

• o.a (" 7)

f (kHz) = - 2. (m)

ve

• "av [" ")

A (m) = f (kHz)

Megahertz frekansları için, hız sabitini 300 (3 x 10^{2}) *Mmls olarak değiştirin.*

»)

f (MHz) = s / 2. (m)

ve

»)

A (m) = - / f (MHz)

Genellikle hatırlandığı ve kullanıldığı gibi, "metre cinsinden dalga boyu, megahertz cinsinden frekansa göre 300'e eşittir". Işık hızı sabiti için uygun birimlerin varsayılması denklemi basitleştirir.

2 (300 / mm = f (inMHz)

ve f *(MHz cinsinden)* = 1 OO /). (inm)

Örnek: Frekansı 4.0 MHz olan bir RF dalgasının dalga boyu nedir?

7. (m) = 300 / f (MHz) = 300 / 4.0 = 75 m

Daha yüksek frekanslarda, bir dalga boyunun önemli bir kısmı olan uzunluklara sahip devre elemanları transdüserler gibi davranabilir. Bu özellik yararlı olabilir, ancak devre işlemleri için de sorunlara neden olabilir. Bu nedenle, dalga boyu hesaplamaları, bu frekanslar için ac devrelerinin tasarlanmasında bir miktar öneme sahiptir.

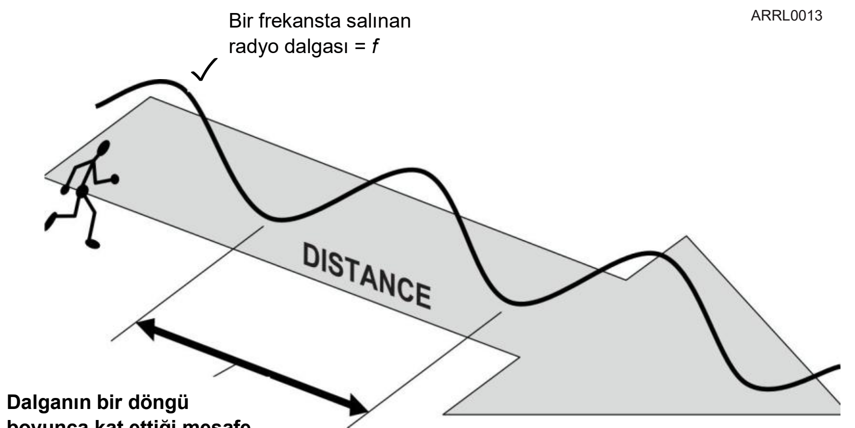
3.10.4 Elektromanyetik dalga yapısı

Dalgalar uzayda herhangi bir bileşenden veya iletkenden bağımsız olarak hareket eder. Dalganın elektrik ve manyetik alanları **Şekil 3.57'de gösterildiği gibi birbirlerine dik açılarla yönlendirilmiştir.** Elektrik ve manyetik alanlar arasındaki dik açının yönü, Şekil 3.50'de gösterildiği gibi dalganın hareket ettiği yönü belirler. Şekildeki "kuvvet çizgileri" terimi, bir kuvvetin bir elektron (elektrik alanından) veya bir mıknatıs (manyetik alandan) tarafından hissedileceği yön anlamına gelir.

Elektromanyetik dalgalar hakkında önemli bir not: Dalgayı oluşturan elektrik ve manyetik alanlar sadece aynı anda aynı yerde olan dik elektrik ve manyetik alanlar değildir! Alanlar *birleştirilir; Yani* her ikisi de aynı varlığın, elektromanyetik dalganın veçheleridir. Alanlar ayrılamaz, ancak dalgadaki enerji elektrik veya manyetik kuvvet olarak tespit edilebilir. Elektromanyetik dalga, bir verici antende olduğu gibi elektronların hareketi ile tek bir varlık olarak yaratılır.

DALGA HATLARI

Sabit bir istasyonun alıcı anteni gibi bir yerde kalan bir gözlemciye, dalganın elektrik ve manyetik alanları dalga geçtikçe salınır gibi görünür. Yani, alanlar antendeki elektronlar üzerinde sinüs dalgası deseninde artan ve azalan kuvvetler oluşturur. Yayılan dalgadaki enerjinin bir kısmı, değişen alanlardan gelen kuvvetler onlara neden olduğu için elektronlara aktarılır.



2. = ***c/f = MHz'de 300/f***

Şekil 3.56 - Bir radyo dalgası hareket ederken, sinyalin frekansında salınır. Bir tam döngü için gereken süre boyunca dalganın kapladığı mesafe dalga boyudur.

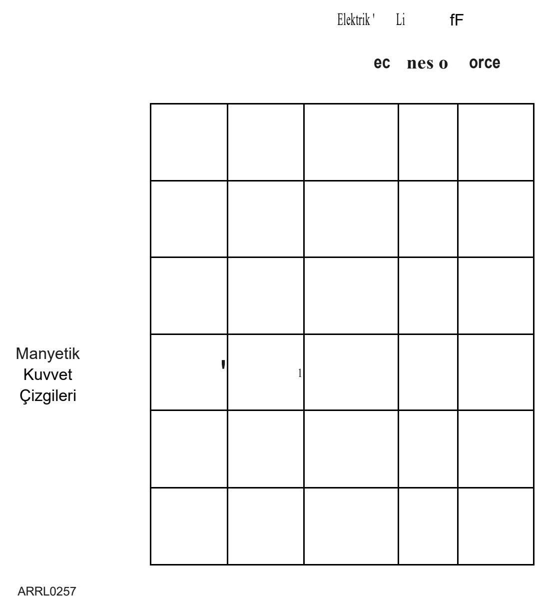
hareket etmek. Bu, geçen dalgadaki alan gücünün değişim hızına göre belirlenen bir frekansa sahip antende bir sinüs dalgası akımı oluşturur.

Eğer gözlemci dalgayla birlikte aynı hızda hareket ederse, alanların gücü değişmez. Bu gözlemciye göre, elektrik ve manyetik alan güçleri bir fotoğrafta olduğu gibi sabittir. Bu, elektromanyetik dalganın bir dalga cephesidir - elektrik ve manyetik alanların Şekil 3.57'de gösterildiği gibi sabit bir değere sahip olduğu uzayda hareket eden düz bir yüzey veya düzlem.

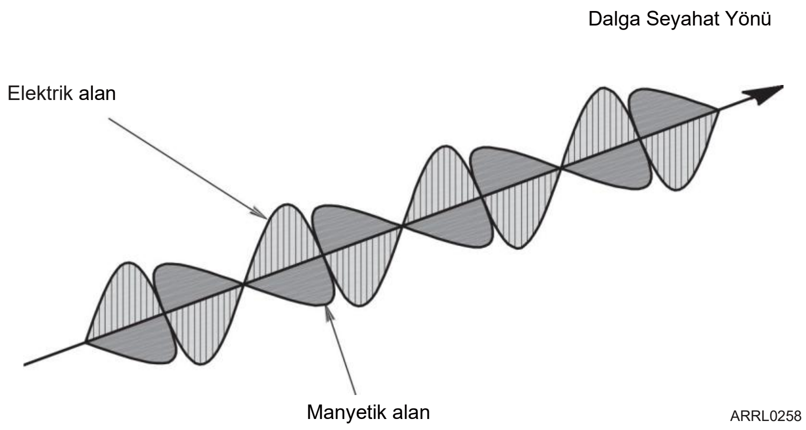
Bir ac voltajının, her biri bir diğerinden biraz daha büyük veya daha küçük olan, anlık voltajların sonsuz bir dizisinden oluşması gibi, sonsuz sayıda dalga boyu, bir kart destesi gibi birbiri ardına elektromanyetik bir dalga oluşturur. Dalganın yönü, dalga hatlarının hareket ettiği yöndür. Her bir ardışık dalga cephesindeki alanlar biraz farklı bir güce sahiptir, bu nedenle sabit bir yerden geçerken algılanan alan gücü de değişir. Sonuç, sabit gözlemcinin sinüs dalgası olarak değişen güçlü alanları "görmesidir".

Şekil 3.58, dalgadaki tüm dalga hatlarını aniden dondurabilir ve her birinde elektrik ve manyetik alan kuvvetlerinin ölçümlerini alabilirsek ne olacağının bir çizimidir. Bu örnekte, elektrik alanı dikey ve manyetik alan yatay olarak yönlendirilir. (Elektrik alanındaki dikey çizgilerin her biri ayrı bir dalga cephesini temsil ettiği düşünülebilir.) **Şekil 3.59,** *E* ve *H* alanlarının dik açı ilişkisini ve hareketlerinin yönünü göstermektedir.

Dalga hatlarının tümü belirtilen yönde hareket ediyor - bunların tümü aynı hızda birlikte hareket ediyor. Dalga - dalga hatlarının kümesi - alıcı anteni geçerken, farklı dalga hatlarının değişen alan güçleri sürekli değişen bir dalga olarak algılanır. "Dalga" dediğimiz şey aslında uzayda hareket eden tüm bu dalga boyu grubudur.



Şekil 3.57 - Elektromanyetik dalga cephesinde elektrik ve manyetik kuvvet çizgilerinin temsili. Oklar, sayfanın dışında, size doğru gelen bir dalgadaki dalga cephesi için alanların anlık yönlerini gösterir. Alanlardan herhangi birinin yönünü tersine çevirmek, dalganın yönünü de tersine çevirir.



Şekil 3.58 - Dikey polarize elektromanyetik dalganın manyetik ve elektrik alan güçlerinin gösterimi. Diyagramda, elektrik alanı dikey ve manyetik alan yatay olarak yönlendirilir.

POLARİZATYON

Elektromanyetik dalgadaki alan çiftinin yönelimi, Dünya'nın yüzeyine göre herhangi bir yönelime sahip olabilir, ancak elektrik ve manyetik alanlar her zaman birbirine dik açılarda olacaktır. Dalganın elektrik alanının yönü dalganın polarizasyonunu belirler. Eğer elektrik alanın kuvvet çizgileri Dünya'nın yüzeyine paralelse (yani manyetik alanın çizgileri Dünya'ya dikse), dalga *yatay olarak polarize olur. Tersine*, eğer manyetik alanın kuvvet çizgileri Dünya'nın yüzeyine paralelse (ve elektrik alanın çizgileri Dünya'ya dikse), dalga dikey olarak *polarize olur.* Dalganın polarizasyonunu bilmek alıcıya izin verir

Anten yönlendirilecek, böylece geçen dalga antendeki elektronlar üzerinde maksimum kuvveti uygulayacak ve alınan sinyal gücünü en üst düzeye çıkaracaktır.

Çoğunlukla, dalganın polarizasyonu, verici antenin türü ve yönü ile belirlenir. Örneğin, Dünya yüzeyine paralel elementleri olan bir Yagi anteni yatay polarize bir dalga iletir. Öte yandan, dikey olarak monte edilmiş amatör bir mobil kırbaç anteni

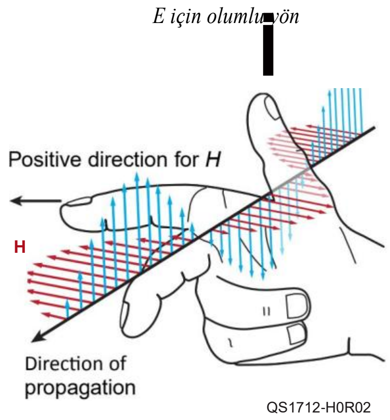
Bir otomobil, dikey polarize dalga yayar. Dikey olarak polarize edilmiş bir anten, yatay olarak polarize bir radyo dalgası (veya tam tersi) almak için kullanılırsa, alınan sinyal gücü, dalga ile aynı polarizasyona sahip bir anten kullanmaya kıyasla 20 dB'den daha fazla azaltılabilir. *Buna çapraz polarizasyon denir.*

İt ayrıca, ardışık dalga hatlarının yönünün, hem elektrik hem de manyetik alanların seyahat yönü etrafında döndüğü elektromanyetik dalgalar üretmek de

Buna *dairesel polarizasyon denir.* Şekil 3.51'in dalgasının bükülmesini sağlayın, böylece bir noktada elektrik alanının yönü yataydır ve dalga boyunca biraz daha dikeydir. Bükülmüş, dairesel polarize dalga alıcı anteni geçerken, alanlarının polarizasyonu dönüyor gibi görünecektir. Polarizasyonun değişme hızı ve dönme yönü - *sağ elle veya sol elle* - verici antenin yapısı ile belirlenir. Elektrik ve manyetik alanların birlikte döndüğünü, böylece aralarındaki dik açının sabit kaldığını unutmayın. Dönmeyen polarizasyona *doğrusal polarizasyon* veya *düzlem polarizasyon denir.* Yatay ve dikey polarizasyon doğrusal polarizasyon örnekleridir.

Dairesel polarize bir dalgayı en iyi şekilde almak için, alıcı antenin yapısı verici anteninkiyle eşleşmelidir. İt, özellikle polarizasyonun uydunun yönelimi ve atmosferdeki sinyalinin yolu ile kayma eğiliminde olduğu uydu iletişiminde dairesel polarizasyonu kullanmak için yararlıdır. Dairesel polarizasyon, sinyal yolunun bir ucunda doğrusal polarize antenlerle kullanılabilir. Bununla birlikte, bu durumda küçük bir kayıp olacaktır.

İMPEDANCE OF FREE SPACE Maxwell denklemleri, mag- arasındaki ilişkileri (yön ve oran) sağlar.



Şekil 3.59 - Sağ el kuralı, bir elektromanyetik dalganın yayılma yönünün nasıl belirleneceğini gösterir. Başparmağınızı pozitif yönde *E* alanı, İndex parmağınız *H için pozitif yönde ve* orta parmağınız dalganın hareket ettiği yönü gösterecektir.

Elektromanyetik dalga ile ilişkili netik ve elektrik alanlar. Bir antenden veya diğer deforme edici yüzeylerden uzakta, dalga, dalga hatlarının sonsuz, düz düzlemler olduğu bir düzlem dalga olarak ele alınır. Bir düzlem dalgada, iki alanın genliklerinin oranı sabit kalır ve iki alan her zaman dik açıdadır.

(İstisnalar var ama burada tartışılmıyorlar.)

İki alanın oranı boş uzayda sabit olduğundan, bu içsel bir empedans fikrine yol açar. Eğer empedans sıfır veya sonsuz ise, manyetik ve elektrik alanların sonsuz veya sıfır olması gerekir ve elektromanyetik radyasyon olamaz.

Empedans, boş alanın geçirgenliğinden (& g) ve geçirgenliğinden (İ) türetilebilir :

F (faradlar) d   H (henries)
& 0metre ana µo   metre

İkisinin oranını alarak, faradların joule/volt birimlerine sahip olduğunu [2]ve henries'in joule/amper birimlerine sahip olduğunu belirterek[2]:

o /H ff
'''. i-- ben v? V

İt ışık hızı olduğunu hatırlamak ilginç:

c--- 1 / e4o

Bu, temel elektriksel ve manyetik sabitleri hem elektromanyetik dalgaların hızına hem de enerjinin elektrik ve manyetik alanlar arasında nasıl dağıldığını açıklayan bir empedansa bağlar.

3.11 Kaynaklar ve Bibliyografya

BOOKS AND ARTİCLES Alexander ve Sadiku, *Elektrik Devrelerinin Temelleri (McGraw-Hill*) Banzhaf, W., WBlANE, *Temel Elektroniği Anlama, 2nd* ed (ARRL)
Horowitz ve Hill, *Elektronik Sanatı (Cambridge* University Press)
Kaplan, S., *Wiley Elektrik ve Elektronik Sözlüğü* (Wiley Press) Millman ve *Grabel, Mikroelektronik: Dijital ve Analog Devreler ve Sistemler* (McGraw-Hill, 1988)
Ohira, T. "Q dünyada ne*?" IEEE Mikrodalga Dergisi, Haziran* 2016, pp 42-49.
Orr, W., *Radyo El Kitabı* (Newnes) Rautio, J., ABK, "Maxwell Denklemlerine Giden Uzun Yol", IEEE Spektrumu , **spectrum.ieee.org/tech-history/dawn-of-electronics/the-long-road-to maxwells-equationss**
Gümüş, W., N0AX, "Deney # 74 - Rezonans Devreleri", *QST,* Mar 2009, pp 72-73
Silver, W., N0AX, "Experiment # 178 - Maxwell Denklemleri - Grad, Div, and Curl", *QST,* Kasım 2017, pp 77-78 .
Gümüş, W., N0AX ", Deney # 179 - Maxwell Denklemleri - Dalga *Ortaya Çıkıyor ", QST,* Aralık 2017, pp 59-60
Smith, GS, "Hertz'in Elektromanyetik Dalgalar Üzerindeki Deneysel Potasının Analizi", IEEE Antenleri ve Yayılım Dergisi, Ekim 2016 , s. 96-108
Terman, F., *Radyo Mühendisinin El Kitabı (McGraw-Hill*)
Zavrel, R., W7SX, *Anten Fiziği: Bir İntroduction, ARRL*, 2016.

WEBSITES

Oliver Heaviside - **en.wikipedia.org/wiki/Oliver_Heaviside**
Maxwell Denklemleri Tarihi - **en. wikipedia.org/wiki/History_of_ Maxwell %27s _ denklemler**
Rohde & Schwarz, "dB veya dB değil ? Desibeller hakkında bilmek istediğiniz ama sormaya korktuğunuz her şey "... Uygulama Notu 1MA98**, www.rohdeschwarz.us/en/applications/db-or-notdb-application-note_56280-15 534.html**

İçerik

Bölüm 4

Devreler ve Bileşenler

Bu bölüm, gerçek bileşenlerle uğraşmanın çeşitli yönlerini ele alarak başlar - dirençler, kapasitörler, indüktörler ve transformatörler. Bunların hepsinin özel özellikleri ve davranışları vardır Özellikle RF'de dikkate almalısınız. Daha sonra radyoda karşılaşacağınız ortak yarı iletkenleri ele alıyoruz Ve önemli özellikleri.

Tartışma daha sonra, bipolar ve alan etkili transistörlerle inşa edilen çeşitli amplifikatörlerden başlayarak blok devreleri oluşturmaya devam eder. Op amper ve çeşitli analog İC'leri içeren yapı bloğu devreleri de kapsanmaktadır. Son olarak, Isı Yönetimi ile ilgili bir bölüm, elektronik cihazlarda ısıyla nasıl başa çıkılacağını tartışmaktadır.

Bölüm 4- İndirilebilir Ek İçerik

Makaleler

- Hands On Radio: Temel Operasyonel Amplifikatörler Ward Silver, N0AX
- Hands On Radio: Alan Etkisi Transistörleri Ward Silver, N0AX
- Hands On Radio: Ward Silver, N0AX tarafından Yük Hatları
- Radyoda Eller: Ward Silver, N0AX tarafından Ortak Temel Amplifikatör
- Radyoda Eller: Ward Silver, N0AX tarafından Ortak Yayıcı Amplifikatör
- Radyoda Eller: Yayıcı-Takipçi Geliştirici: Ward Silver, N0AX
- Büyük sinyal transistör işlemi

Araçlar ve Veriler

- *LTSpice* Simülasyon Dosyaları
- Frekans Yanıt Tablosu

4.1 Pratik Dirençler

4.1.1 Tellerin Direnci

Verilen çap ve uzunluğa sahip yuvarlak bir telin direncini belirleme problemi - veya tersi, istenen miktarda direnç sağlamak için uygun bir boyut ve tel uzunluğu bulma - **Bileşen Verileri ve Referanslar bölümünde verilen bakır tel tablosunun yardımıyla kolayca çözülebilir.** Bu tablo, her standart tel boyutunun 1000 ft başına ohm cinsinden direncini verir. Örneğin, 3.5 © 2 direncine ihtiyacınız olduğunu ve bazı # 28 AWG tellerinin elinizde olduğunu varsayalım. Tel tablo, # 28 AWG telinin 63 310/1000 ft'lik bir dirence sahip olduğunu göstermektedir. İstenilen direnç 3 olduğundan. 5 n, gerekli tel uzunluğu :

L RDESIRED h 3,5 n

engt = ---- = --- RWIRE 63.31©2
1000 ft 1000 ft

3.5.Ox1000 f _ 53.6 ft
63.31£2

Başka bir örnek olarak, bir radyonun güç kablosundaki telin direncinin 0.05 n'yi geçmemesi gerektiğini ve bağlantıları yapmak için gereken tel uzunluğunun 14 ft olduğunu varsayalım.

RWIRE RMAXİUM 0.05 © 2
1000 ft Uzunluk 14.0 ft

-3.57x10 3 £1000 f
1000 ft ft ft

RWIRE 3.57 £2 ---
1000 ft 1000 ft

Hesaplanan değerden daha düşük olan RIRE/1000 ft değerini bulun. Tel tablo # 15 AWG'nin bu değerden daha düşük bir dirence sahip en küçük boyut olduğunu gösterir. (# l5 AWG telinin direnci şu şekilde verilir: 3 .1810 n/1000 ft.) Toplam tel direncinin 0.05 © 2'den az olmasını sağlamak için devrenizdeki bağlantılar için bundan daha büyük herhangi bir tel boyutunu seçin.

Söz konusu tel bakırdan yapılmadığında, elde edilen direnci elde etmek için tel tablosundaki direnç değerleri Tablo 2.1'de gösterilen oranlarla çarpılmalıdır. İlk örnekteki tel bakır yerine nikelden yapılmışsa, 3.5 n için gereken uzunluk şöyle olacaktır:

Uzunluk = R DESIRED / R WIRE
1000 ft

3.59 3.502x1000 ft
66.1792"5.1 66.170x5.1
1000 ft

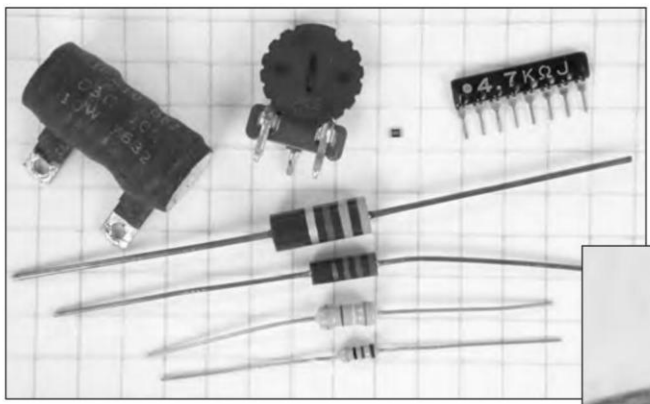
Uzunluk 3500 fl 10.5 f
337.5

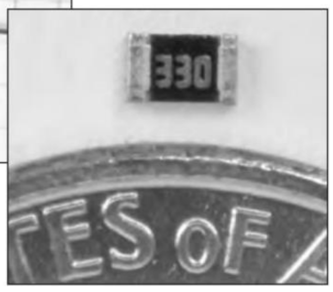
4.1.2 Dirençler Üzerindeki Sıcaklık Etkileri

Bir iletkenin direnci sıcaklığı ile değişir. Hemen hemen her metalik iletkenin direnci artan sıcaklık ile artar. Bununla birlikte, karbon tam tersi şekilde hareket eder; Sıcaklığı yükseldiğinde direnci azalır. Amatör iş için direnç hesaplamaları yaparken sıcaklığı dikkate almak nadiren gereklidir. Bununla birlikte, sıcaklık etkisi, her koşulda sabit bir direncin korunması gerektiğinde önemlidir. Bu durumda, geniş bir sıcaklık aralığında dirençte çok az değişiklik gösteren veya hiç değişmeyen özel malzemeler kullanılır.

4.1.3 Bileşen Dirençleri

Ohm cinsinden aynı direnç değerine sahip dirençlerin boyutu ve yapısı





Şekil 4.1 - Çeşitli dirençlerin örnekleri. Sol üstte küçük 10-W bir wirewound direnç var. Dirençlerin tek bir in-line paketi (SIP) sağ üsttedir. Üst merkezde küçük bir PC-board-mount değişken direnç bulunur. Üstte küçük bir yüzeye monte (çip) direnç de gösterilmiştir. Değişken direncin altında a
1-W karbon kompozisyon direnci ve **daha sonra ½-W** kompozisyon birimi. Alttaki köpek kemikli dirençler '% -W ve % -W film dirençleridir. '% -inch-ruled **graph kağıt arka planı bir boyut karşılaştırması sağlar. Dahili fotoğraf, boyut karşılaştırması için bir kuruş ile çip direncini gösterir .**

Ne kadar güç dağıtmayı amaçladıklarına, onlara ne kadar voltaj uygulanmasının beklendiğine ve benzerlerine bağlı olarak önemli ölçüde değişir (bkz. **Şekil 4,1**). Direnç değeri işaretleme kuralları hakkında bilgi için Bileşen Verileri ve Referanslar bölümüne bakın.

RESİSTOR TÜRLERI

Dirençler **birkaç** farklı şekilde yapılır: karbon bileşimi, metal oksit, karbon filmi, metal film ve tel örgü**. Bazı** devrelerde direnç değeri kritik olabilir**. Bu durumda**, hassas dirençler kullanılır. Bunlar tipik olarak üretim sırasında değerleri dikkatlice kontrol edilen wirewound veya karbon film cihazlarıdır. Ek olarak, sıcaklık telafisi sağlamak için özel malzeme veya inşaat teknikleri kullanılabilir, bu nedenle direnç sıcaklığı değiştikçe değer değişmez (veya kesin bir şekilde değişir).

Karbon bileşim dirençleri, istenen herhangi bir direnci üretmek için çeşitli bağlayıcı maddelerle karıştırılmış küçük karbon silindirleridir. "Karbon comp" dirençlerinin en yaygın boyutları ½ - ve ¼ - W dirençleridir. O ila 60 ° C arasında orta derecede kararlıdırlar (dirençleri bu sıcaklık aralığının üstünde ve altında artar). Kısa aşırı yükleri film tipi dirençlerden daha iyi emebilirler, ancak nispeten gürültülüdürler ve nispeten geniş toleranslara sahiptirler. Karbon bileşim dirençleri nem ve diğer çevresel faktörlerden etkilenme eğiliminde olduklarından ve yüzeye monte ambalajlarda üretilmeleri zor olduğundan, büyük ölçüde film tipi dirençlerle değiştirilmişlerdir .

Metal-oksit dirençleri, direncin karbon bileşim dirençlerine benzer Bir metal oksit silindiri tarafından sağlanır. Metaloksit dirençleri, daha yüksek güç uygulamalarında karbon bileşim dirençlerinin yerini almıştır, çünkü bunlar daha kararlıdır ve daha yüksek sıcaklıklarda çalışabilirler .

Wirewound dirençleri, uygun uzunlukta kesilen ve bir bobin formunda (genellikle seramik) sarılan telden yapılır. Yüksek gücü idare edebilirler; Değerleri çok kararlıdır ve toleransları kapatmak için üretilirler. Yara teli yapısı indüktans oluşturur, böylece bu dirençler birkaç kHz'in üzerindeki ac devreleri için uygun değildir

Metal film dirençleri, ince bir alüminyum, tungsten veya diğer metal filmin bir yalıtım substratı üzerine biriktirilmesiyle yapılır. Dirençleri, filmin genişliğinin, uzunluğunun ve derinliğinin dikkatli bir şekilde ayarlanmasıyla kontrol edilir. Sonuç olarak, çok sıkı toleranslara sahiptirler. Yüzey montaj - teknolojisinde yaygın olarak kullanılırlar. Beklendiği gibi, güç işleme yetenekleri biraz sınırlıdır. Ayrıca çok az elektriksel gürültü üretirler.

Karbon film dirençleri bir karbon filmi kullanır

Metal yerine diğer malzemelerle karıştırılır. Diğer film dirençleri kadar kararlı değiller ve metal film dirençlerinden daha geniş toleranslara sahipler, ancak yine de karbon kompozisyon dirençleri kadar iyi (veya daha iyi).

İnce film dirençleri, transistör benzeri bir TO-220 paketinde yüksek güç oranlarında da mevcuttur. Ambalajları nedeniyle, ısı emicilere monte edilebilirler ve 50 W'a kadar güç değerlerine sahiptirler. Bu dirençler ayrıca, **anahtar mod** devrelerinde ve yüksek frekanslı uygulamalarda kullanım için düşük indüktansa sahiptir

REZİSTORLAR İÇİN ISİ KONSİDRATIONLARI

Bir dirençten geçen akım, iletkenin ısınmasına neden olur; Direnç ne kadar yüksekse ve akım ne kadar büyükse, ısı miktarı o kadar artar. Büyük akımları taşımak için tasarlanan dirençler fiziksel olarak büyük olmalıdır, böylece ısı çevredeki havaya veya bir tür ısı batan malzemeye hızla yayılabilir. Direnç ısıyı hızlı bir şekilde dağıtmazsa, eriyecek veya sersemleyecek kadar ısınabilir.

Bir direncin güvenli bir şekilde dağıtabileceği ısı miktarı malzemeye, yüzey alanına ve tasarıma bağlıdır. Amatör elektronikte kullanılan tipik dirençler (% ila 2-W dirençler), ısıyı öncelikle kasanın yüzey alanı boyunca dağıtır, bir miktar ısı da bağlantı uçlarından taşınır. Wirewound dirençleri genellikle daha yüksek güç seviyeleri için kullanılır. Bazıları daha iyi iletken soğutma için daha iyi konveksiyon soğutma ve/veya metal kasalar için kanatlı kasalara sahiptir.

Dirençlilerin düşük frekanslardaki ideal davranışlarından başlıca ayrılışı sıcaklık - *katsayılarıdır* (TC). (Dirençlerin yüksek frekanslardaki davranışını tartışmak için RF Teknikleri bölümüne bakın.) Çoğu malzemenin direnci sıcaklık ile değişir ve direnç malzemeleri için tipik TC değerleri **Tablo 4.1'de verilmiştir. TC** değerleri genellikle bazı nominal sıcaklık, genellikle oda sıcaklığından (77 ° F veya 27 ° C) her derece (santigrat) değişim için milyonda bir (PPM) cinsinden ifade edilir. Pozitif bir TC, dirençte bir artış olduğunu gösterir

Bileşen toleransı

Dirençler belirli bir *nominal* direnç değeri ile üretilir. Bu, direncin gövdesine basılan veya renkli boya şeritleriyle işaretlenmiş değerdir. Gerçek direnç değeri, üretim sürecindeki rastgele değişiklikler nedeniyle nominal değerden farklıdır. İzin verilen maksimum varyasyon miktarına *tolerans denir* ve yüzde olarak ifade edilir. Örneğin, %5 toleransa sahip bir 1000 9 direnç, 1000 Q'nun %95 ila %105'i arasında herhangi bir direnç değerine sahip olabilir; 950'ya 1050 9. Çoğu devrede, bu küçük varyasyonun çok fazla etkisi yoktur, ancak toleransın farkında olmak ve *doğru değeri (hassas bileşenler için %10, %5, %1 veya daha sıkı tolerans değerleri mevcuttur) seçmek önemlidir. direnç* gerçek değeri ne olursa olsun, devrenin düzgün çalışması için tolerans. Tüm bileşenler aynı nominal-gerçek değer ilişkisine sahiptir.

Tablo 4.1
Çeşitli Direnç Bileşimleri için Sıcaklık Katsayıları 1 PPM = milyonda 1 parça = %0.0001

Yazı	*TC (PPM/*° *C)*
Tel yara	± (30 - 50)
Metal Film	± (100 - 200)
Karbon Film	+ 350 ila 800
Karbon bileşimi	± 800

Negatif bir TC azalan bir direnci gösterirken artan sıcaklık. Örneğin, TC + 300 PPM/° C olan bir 1000- © 2 direnç 50 ° C'ye ısıtılırsa, dirençteki değişim 300 x (50-27) = 6900 PPM olur ve yeni bir direnç oluşturur.

woo [1 9",''}] - ms'a
1000000

Karbon film dirençleri, büyük direnç aileleri arasında benzersizdir, çünkü tek başlarına negatif bir sıcaklık katsayısına sahiptirler. Genellikle diğer bileşenlerin termal etkilerini "dengelemek" için kullanılırlar.

Sıcaklık artışı küçükse (30-40 ° C'den az), sıcaklık ile direnç değişimi tahribatsızdır - sıcaklık nominal değerine döndüğünde direnç normale dönecektir. Bununla birlikte, dokunulamayacak kadar sıcak olan dirençler, - normal görünseler bile kalıcı olarak hasar görebilirler. Bu nedenle, güç derecelendirmeleri forresistors belirlerken muhafazakar olun. Beklenen dağılımın %200 ila %400'ünde derecelendirilmiş bir direnç belirtmek yaygındır .

Dijital elektronik eğitimi

Önceki baskılarda bulunan dijital temellerle ilgili bölüm, bu kitabın indirilebilir ek materyalinde ek bir öğeye dönüştürülmüştür. Mükemmel kitap ve çevrimiçi referansların sayısı, bu kitapta dijital elektronikle ilgili ayrı bir bölüm ihtiyacını azaltmıştır. Amatör Radyo projeleri için mikro denetleyicilerin kullanımına ilişkin mevcut ARRL yayınları da dahil olmak üzere dijital elektronikle ilgili bir dizi referans burada listelenmiştir.

DIGİTAL ELECTRONICS REFERANSLARI

Bignell ve Donovan, *Dijital Elektronik (Delmar* Learning, 2006)
Holdsworth, B., *Dijital Mantık Tasarımı* (Newnes, 2002)
Klotz, L., Jr, WA5ZNU, *Arduino ve PICAXE için Ham Radyo* (ARRL, 2013)
Lancaster ve Berlin, CMOS *Yemek Kitabı (Newnes*, 1997)
Popiel, G., KW5GP, *Ham Radyo için Arduino Projeleri, Cilt. 3* (ARRL, 2021)
Purdum, J., W8TEE ve Peter, A., AC8GY, *Amatör Radyo için Mikrodenetleyici Projeleri* (ARRL, 2020)
Purdum, J., Kidder, D., *Amatör Radyo için Arduino Projeleri* (McGraw Hill, 2013) Tocci, Widmer ve Moss, *Dijital Sistemler: İlkeler ve Uygulamalar (Prentice* Hall, 2006)
Tokheim, R., *Dijital Elektronik: İlkeler ve Uygulamalar (McGraw-Hill*, 2008)
Mantık simülasyon yazılımı: *Dijital Çalışmalara Başlamak,* ***ksuweb.kennesaw.edul facultylrbrow211ldigitalworksl***

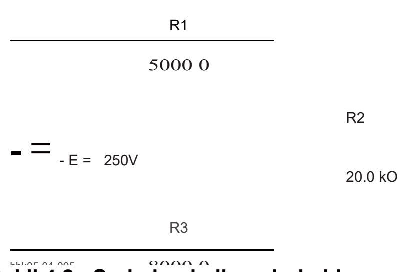
MİCROPROCESSORS VE MİCROCONTROLLERS

Dumas, J., *Bilgisayar Mimarisi: Bilgisayar Tasarımının Temelleri ve İlkeleri* (CRC Press, 2005)
Gilmore, C., *Mikroişlemciler: İlkeler ve Uygulamalar (McGraw-Hill*, 1995) Korneev ve Kiselev, *Modern Mikroişlemciler (Charles* River Press, 2004) Spencer, M., WA8SME, ARRL'nin Yeni Başlayanlar için PIC Programlama (ARRL, 2010) Ambrosio, Mikroişlemciler ve Mikrobilgisayarlar: Donanım ve Yazılım (Prentice-Hall, 2002)

4.1.4 Voltaj Bölücüler

Kirchoff'un Voltaj Yasasına (KVL) göre, bir seri devredeki her bir direnç boyunca voltaj düşüşü dirençle doğru orantılıdır. Seri olarak bağlandığında, bir diğerinden iki kat daha büyük bir değere sahip olan bir direnç, voltaj düşüşünün iki katına sahip olacaktır.

Başka bağlantıları olmayan seri dirençler, - *dirençli bir voltaj bölücü oluşturur. (Diğer* bileşen türleri voltaj oluşturabilir



Şekil 4.2 - Seri olarak dirençlerin bir örneği.

Bölücüler de.) Bölücüdeki herhangi bir spesifik direnç boyunca voltaj, R ", R'nin oranı ile çarpılan tüm direnç dizisi boyunca voltaja, dizedeki tüm dirençlerin toplamına eşittir.

Örneğin, **Şekil 4.2 devresinde,** 5000 Q direnç boyunca voltaj:

E1 = 250 5- 000 - = 37.9V
5000 + 20000 + 8000

Bu, direnç yoluyla akımı hesaplamaktan ve Ohm Yasasını kullanmaktan daha uygun bir yöntemdir.

Voltaj bölücüler voltaj kaynağı olarak kullanılabilir. Bölücünün çıkışına bağlı cihaz, bölücüdeki dirençlerden çok daha yüksek bir dirence sahip olduğu sürece, bölücü çıkış voltajı üzerinde çok az etki olacaktır. Örneğin, E = 15 V voltajına ve Rİ = 5 k © ve R2 = 10 k © 2 dirençlerine sahip bir voltaj bölücüsü için, R2 boyunca voltaj, yüksek bir voltmetre üzerinde ölçülen 10 V olacaktır, çünkü ölçüm, bölücüden çok az akım çeker. Bununla birlikte, ölçüm cihazı veya R2'deki yük önemli bir akım çekerse, bölücü üzerinden çekilen akım miktarını artıracak ve çıkış voltajını değiştirecektir .

Aşağıdaki denklemler bir voltaj tarafından üretilen voltajın nasıl hesaplanacağını gösterir

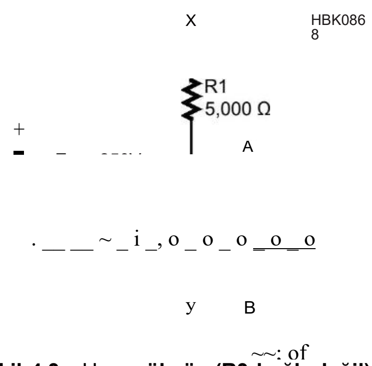
Bölücü. **Şekil 4.3'teki devreyi kullanarak,** *boşaltılmış* çıkış voltajı (R3 bağlı değilken):

-''%)

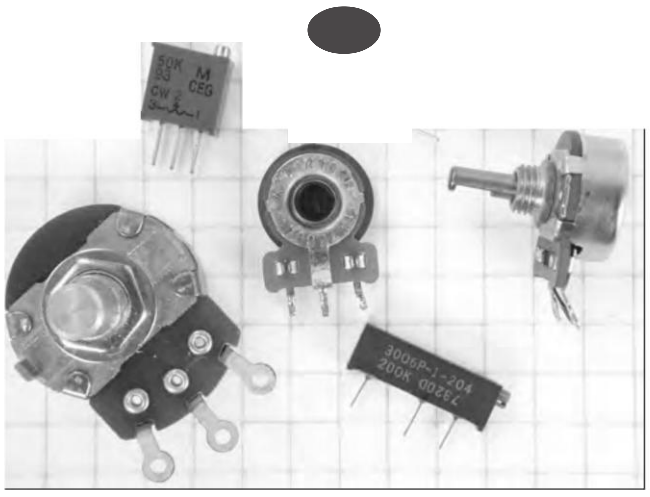
IfR3 bağlı, *yüklü çıkış* voltajı ıs:

''-(''
'İN R1 + R2//R3 OUT -

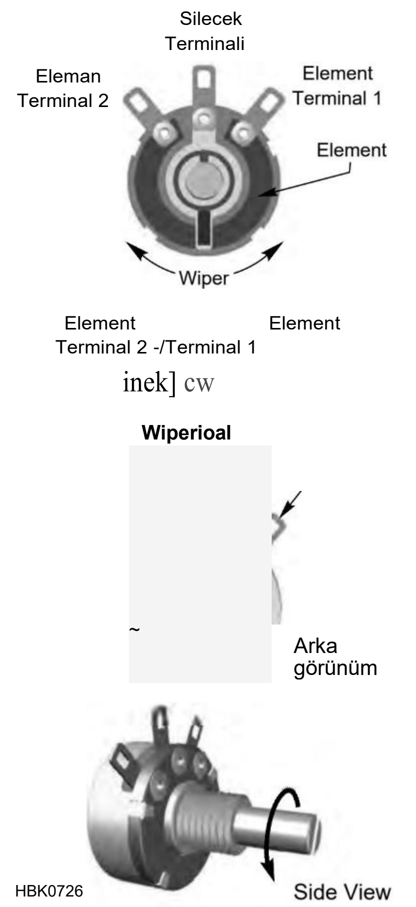
nerede//" paralel olarak "gösterir.



Şekil 4.3 - Hem **yüksüz (R3 bağlı değil) hem de yüklü (R3 bağlı) koşulları gösteren bir voltaj bölücü.**



Şekil 4.4 - Bu fotoğraf, farklı potansiyel stillerinin örneklerini göstermektedir. Eters. % -inchruled grafik kağıt arka planı bir boyut karşılaştırması sağlar.



Şekil 4.5 - Tipik potansiyometre yapısı ve şematik sembol. Şaft üzerindeki dönüş, silecekleri eleman boyunca hareket ettirir ve silecek terminali ile eleman terminalleri arasındaki direnci değiştirir. Silecekleri bir eleman terminaline yaklaştırmak, aralarındaki direnci azaltır.

Yüklenen çıkış voltajını, boşaltılan voltajın yaklaşık %10'u içinde tutmak için iyi bir kural, yük direncinin, bölücünün çıkış direncinden en az 10 kat daha yüksek olmasıdır. Yük direnci çıkış direncinin değerine yaklaştıkça, yükten geçen ek akım, bölücünün giriş direnci boyunca ek voltaj düşüşüne neden olur.

Potansiyometreler (bir sonraki bölümde açıklanan değişken dirençler) genellikle ayarlanabilir voltaj bölücüler olarak kullanılır ve bu şekilde isimlerini alırlar. Potansiyel, voltaj için eski bir isimdir ve "potansiyel ölçer", potansiyeli "ölçebilen" veya ayarlayabilen bir cihazdır, böylece potansiyometre.

4.1.5 Geçerli Bölücüler

Paralel olarak bağlanan dirençler, *dirençli akım bölücü adı verilen bir devre oluşturur.* Paralel bağlı herhangi bir numberofresistors için (Rl, R2, R3,... R4), dirençlerden biri olan R'den geçen akım ", R dışındaki tüm paralel dirençlerin eşdeğerinin R'nin toplamına ve eşdeğer değere oranı ile çarpılan tüm direnç akımlarının toplamına eşittir.

$$I_n = I_{TOT}\, R_{EQ}/(R_n + R_{EQ})$$

Örneğin, üç paralel dirençli bir devrede; Rl, R2 ve R3, R2'den geçen akım şunlara eşittir:

İ = İ Rl + R3
2 Rl + R2 + R3

Burada ben tüm dirençler boyunca toplam akımdır. İf İ = 100 mA, Rl = 100 ©, R2 = 50 92 ve R3 = 200 © :

100 mA 100 200+ _-85.7 mA 100 + 50
+ 200

4.1.6 Potansiyometreler

Potansiyometre (po-ten-tcheeAH-meh-tur olarak telaffuz edilir), değişken bir direnç için resmi bir isimdir ve bu bileşenlerin ortak adı "tencere'dir. Tipik bir potansiyometre, karbon bileşim dirençlerinde veya iletken bir plastikte kullanılana benzer bir karbon bileşiği olabilen dirençli malzemenin dairesel bir elemanından oluşur. Elemanın her bir ucuna bir temas yapılır. Bir varyablepozisyon *silecek,* elemanla farklı pozisyonlarda temas eder. Silecek malzeme boyunca hareket ettikçe, silecek ile elemanın kontaklarından biri arasında daha fazla direnç oluşur. Silecek, malzeme boyunca hareket etmek için bir şaft ile çevrilir.

Daha yüksek güç uygulamaları için, eleman bir wirewound direnci gibi bir çekirdek etrafında tel sarılı olabilir. Wirewound direnci gibi, bu tip pot indüktans nedeniyle yüksek frekanslı uygulamalar için uygun değildir.

Bir potansiyometre, bir devredeki akımı, voltajı veya direnci kontrol etmek için kullanılabilir. **Şekil 4.4,** birkaç farklı potansiyometre türünü göstermektedir. **Şekil 4.5, bir** potansiyometrenin şematik sembolünü ve şaftın konumunu değiştirmenin üç terminali arasındaki direnci nasıl değiştirdiğini göstermektedir. Şekil, bir ekipman paneline monte edilmek üzere tasarlanmış ve bir operatör tarafından ayarlanmış bir panel kabını göstermektedir. Küçük dikdörtgen *düzeltici* potansiyometreler inFigure4.5 bir tornavida ile ayarlanır ve tel terminalleri vardır.

Bir potansiyometre için tipik özellikler arasında eleman direnci, güç dağılımı, voltaj ve akım değerleri, şaftın dönebileceği dönüş sayısı (veya derece), şaftın tipi ve boyutu, montaj düzenlemeleri ve direnç *konik bulunur. Taper,* elemanın direncinin pozisyonla birlikte nasıl değiştiğini açıklar.

Doğrusal konik olan kaplar, eleman boyunca pozisyonla eşit direnç değişimine sahiptir. Yani, dirençteki değişim aynıdır.

Dirençli malzemenin farklı kısımları boyunca herhangi bir yerde belirli bir derece şaft dönüşü için.

Bazı saksıların *doğrusal olmayan incelikleri vardır.* Doğrusal olmayan bir konik için tipik bir kullanım, bir ses amplifikatöründe ses kontrolü gibidir. İnsan kulağının sese logaritmik bir tepkisi olduğundan, bir ses seviyesi kontrolü, amplifikatör çıkışını, elemanın bir ucuna diğerinden çok daha fazla değiştirmelidir (belirli bir miktar için), böylece **ses seviyesindeki "algılanan" değişiklik** yaklaşık olarak aynıdır. Bu genellikle bir *ses konik veya günlük konik olarak adlandırılır,* çünkü dönme derecesi başına dirençteki değişiklik insan kulağının tepkisini eşleştirmeye çalışır. Tapers, belirli bir uygulama için hemen hemen her istenen kontrol fonksiyonuna uyacak şekilde tasarlanabilir. Doğrusal ve ses tonları en yaygın tonlardır.

4.2 Pratik Kondansatörler

4.2.1 Bileşen Kapasitörleri

İdeal kondansatör, de'de herhangi bir akım iletmez, içinde depolanan enerjinin hiçbirini dağıtmaz, tüm sıcaklıklarda aynı değere sahiptir ve üzerine uygulanan herhangi bir voltaj miktarı veya içinden akan ac akımı ile çalışır. Gerçek bileşenler olarak, bu idealden önemli ölçüde saparlar ve kapasitörleri seçerken ve kapasitörleri kullanan devreleri tasarlarken dikkate alınması gereken kusurlara sahiptirler. (Yüksek frekanslardaki kapasitörlerin özellikleri **RF Teknikleri** bölümünde tartışılmıştır.)

KAÇAK REZİDANS

Yalıtım tabakası için vakumdan başka bir şey kullanırsak, hava bile, iki kusur yaratılır. Plakalar arasında atomlar olduğundan, bir de voltaj uygulandığında plakalar arasında bir akım oluşturmak için bazı elektronlar mevcut olacaktır. Bu *sızıntı akımının büyüklüğü* yalıtkan kalitesine bağlı olacaktır ve akım genellikle çok küçüktür. Kaçak akım, -kapasitansa paralel olarak bir direnç R ile modellenebilir (ideal bir kapasitörde, Ri sonsuzdur). **Tablo 4.2,** farklı dielektrik malzemeler için tipik de kaçak dirençlerini göstermektedir. Sızıntı da genellikle artan sıcaklık ile artar.

KAPASİTÖR KAYIPLARI

Bir ac akımı kondansatörden aktığında (düşük frekanslarda bile), kondansatörler dielektrik malzemelerin elektromanyetik özellikleri nedeniyle dielektrikte depolanan enerjinin bir kısmını dağıtır. Bu kayıp, kondansatör ile seri olarak bir direnç olarak düşünülebilir ve genellikle kondansatör için üreticinin verilerinde, ohmlarda belirtilen etkili (veya eşdeğer) seri direnç (ESR) olarak belirtilir.

Kayıp, kondansatörün *kayıp açısı olarak da belirtilebilir,* 0. (Bazı literatür kullanır & kayıp açısı için.) Kayıp açısı, ESR ve Xc kombinasyonundan oluşan X (kondansatörün herhangi bir kayıp olmadan reaktansı) ve kondansatörün empedansı (bu bölümde daha sonra empedans tartışılmıştır) arasındaki açıdır. Kaybı azaltmak kayıp açısını arttırır. Kayıp açısı genellikle oldukça küçüktür ve ideal bir kapasitör için sıfırdır.

Dağılma Faktörü (DF) veya kayıp teğeti, kayıp direncinin reaktansa oranıdır.

DF = tan 0 = ESR/Xe

Belirli bir kondansatörün kayıp açısı frekans üzerinde nispeten sabittir, yani ESR = (tan 0)/ 2rfC frekans arttıkça düşer. Bu nedenle, ESR -belirli bir frekansta belirtilmelidir .

Tablo 4.2

Tipik Sıcaklık Katsayıları ve Kaçak Dirençleri Çeşitli kapasitör yapıları

Yazı	*TC @ 20 ° C (PPM ° C)*	*DC Sızıntı Direnç (()*
Seramik disk	± 300 (NP0)	> 10 M
	+ 150/-1500 (GP)	> 10 **M**
mika	-20 ila + 100 ± 500	> 100.000 **M**
polyester	±1500	> 10 **M**
Tantal Elektrolitik	-20,000	> 10 MG
Küçük Aİ Elektrolitik (= 100 µF)	-100,000	500 **k-1M**
Büyük Al Elektrolitik (= 10 mF)	+100	10 k
Vakum (cam)	+50	a *o0*
Vakum (seramik)		a *o0*

TOLERANS VE SICAKLIK KATSAYISI

Dirençlerde olduğu gibi, kapasitör değerleri üretimde değişiklik gösterir ve çoğu kondansatörün üzerine basılan veya bir veri sayfasında listelenen bir tolerans derecesi vardır. Tipik kapasitör toleransları ve toleransın etiketlenmesi, **Bileşen Verileri ve Referanslar bölümünde açıklanmıştır.**

Bir kondansatörü oluşturan malzemeler sıcaklık ile mekanik değişiklikler gösterdiğinden, kapasitans da sıcaklığa göre değişir. Sıcaklık ile kapasitans Bu değişiklik kondansatör *sıcaklık katsayısı* veya *tempco (TC) olduğunu. Bir kapasitörün TC'si ne* kadar düşük olursa, değeri sıcaklıkla o kadar az değişir.

TC, yüksek güç seviyelerini taşıyacak, oda sıcaklığından uzak bir ortamda çalışacak veya -farklı sıcaklıklarda tutarlı bir şekilde çalışması gereken bir devre inşa ederken dikkate alınması önemlidir. Birkaç kapasitör tipi için tipik sıcaklık katsayıları Tablo 4.2'de verilmiştir. (Kapasitör sıcaklık katsayısı davranışları **Bileşen Verileri ve Referanslar** bölümünde listelenmiştir.)

VOLTAJ RASYOSU VE ARIZA

Bir kapasitörün plakalarına voltaj uygulandığında, plakalar arasındaki elektrostatik alan tarafından dielektriğin atomlarına ve moleküllerine kuvvet uygulanır. Gerilim yeterince yüksekse, dielektrik atomları iyonlaşır (bir veya daha fazla elektron atomdan çekilir) ve kapasitörü boşaltan büyük bir de akımına neden olur. Bu dielektrik *arızasıdır ve* genellikle kondansatör için yıkıcıdır, çünkü katı dielektriklerde plakalar arasında kalıcı düşük dirençli akım yolları sağlayan delikler veya kusurlar oluşturur. (*Kendi kendini iyileştiren dielektrikler* bu tür hasar.) Hava gibi çoğu gaz dielektriğinde, voltaj çıkarıldıktan sonra ark durur ve kapasitör tekrar kullanıma hazırdır.

Bir dielektriğin arıza voltajı, dielektriğin kimyasal bileşimine ve kalınlığına bağlıdır. Arıza voltajı kalınlıkla doğru orantılı değildir; Kalınlığı iki katına çıkarmak, arıza voltajını iki katına çıkarmaz. Yüksek voltajlara dayanmak için kalın bir dielektrik kullanılmalıdır. Kapasitans, belirli bir plaka alanı için dielektrik kalınlığı (plaka aralığı) ile ters orantılı olduğundan, yüksek voltajlı bir kapasitör, aynı kapasitansın düşük voltajlı birinden daha fazla plaka alanına sahip olmalıdır. Bu nedenle yüksek voltajlı, yüksek kapasitanslı kapasitörler fiziksel olarak büyüktür .

Dielektrik mukavemeti, belirli bir sıcaklıkta mil başına volt (0.001 inç) olarak verilen bir dielektrik dayanma voltajı (DWV) cinsinden belirtilir. Bir kondansatörün tasarım sıcaklık aralığını ve bir güvenlik marjını dikkate alarak, üreticiler dielektrik arızasını önlemek için bir kondansatör boyunca de voltajın maksimum güvenli sınırlarını ifade etmek için de çalışma voltajını (dcwv) belirtirler.

Ac voltajlarla kullanım için, ac voltajının tepe değeri, bileşen değerlerinde aksi belirtilmedikçe, de çalışma voltajını aşmamalıdır. Başka bir deyişle, sinüs-dalga ac dalga formlarının RMS değeri, dcwv değerinin 0.707 katı veya daha düşük olmalıdır. Birçok tip kapasitörle, çalışma frekansı arttıkça daha fazla derataj gereklidir. Ek bir güvenlik marjı iyi bir uygulamadır.

Bir gaz veya hava dielektrik kapasitöründeki dielektrik parçalanması, plakalar arasında bir kıvılcım veya ark olarak meydana gelir. Kıvılcım voltajları genellikle *santimetre başına kilovolt birimleriyle verilir.* Hava için, kıvılcım voltajı veya V, 0.006 cm kadar dar boşluklar için 120 kV/cm'den, 10 cm kadar geniş boşluklar için 28 kV/cm'ye kadar değişebilir. İn ekleme, çok sayıda çeşit-

Ables gerçek bir durumda gerçek arıza voltajına girer. Değişkenler arasında plaka şekli, boşluk mesafesi, hava basıncı veya yoğunluğu, voltaj, havadaki safsızlıklar (veya başka herhangi bir dielektrik malzeme) ve harici devrenin doğası (örneğin hava ile nem, kondansatör plakasının yüzeyindeki iletimi etkiler).

Dielektrik bozulması, sivri uçlu veya keskin kenarlı yüzeyler arasında, yuvarlak ve cilalı yüzeyler arasında olduğundan daha düşük bir voltajda meydana gelir. Sonuç olarak, havadaki herhangi bir boşluğun metal plakaları arasındaki arıza voltajı, plakaların kenarlarını parlatarak arttırılabilir. Plakalar hasar görürse, artık pürüzsüz olmazlar, cilalanmaları veya kondansatörün değiştirilmesi gerekebilir .

4.2.2 Kapasitör Tipleri ve Kullanımları

Radyo devrelerinde oldukça çeşitli kapasitörler kullanılır, fiziksel boyut, yapı ve kapasitans bakımından önemli ölçüde farklılık gösterir. Farklı türlerden bazıları **Şekil 4.6'da gösterilmiştir** ve diğer birçok tür ve paket mevcuttur. (Kapasitör tipleri ve etiketleme kurallarının çizimleri için Bileşen Verileri ve Referanslar bölümüne bakın.)

Dielektrik, kondansatörün birçok özelliğini belirler, ancak plakaların yapısı kondansatörün ac performansını ve bazı de parametrelerini güçlü bir şekilde etkiler. Çalışma voltajı ve akımı, kullanılabilirlik, maliyet ve istenen kapasitans aralığı gibi farklı nedenlerle çeşitli malzemeler kullanılır.

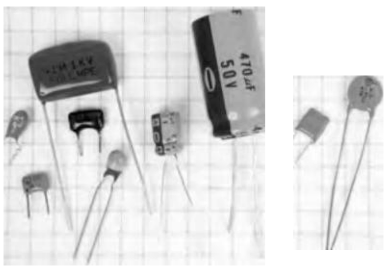
Tek, ayarlanamayan bir kapasitans değerine sahip olan sabit kapasitörler, metal plakalarla ve dielektrik olarak hava ile de yapılabilir, ancak genellikle arasında ince bir katı veya sıvı dielektrik bulunan metal folyo şeritlerinden üretilirler. küçük bir pakette nispeten büyük bir kapasitans elde edilebilir. Sabit kapasitörlerde yaygın olarak kullanılan katı dielektrikler plastik filmler, mika, kağıt ve özel seramiklerdir. Sabit kapasitör yapısının iki tipik tipi **Şekil 4.7'de gösterilmiştir.**

Tel uçlu kondansatörler için, iki temel kurşun yönlendirme türü vardır; *Eksenel (Şekil 4'te* gösterilmiştir. 7 A) uçların kondansatör gövdesinin uzun ekseni ile hizalandığı ve uçların kondansatörün uzunluğuna veya genişliğine dik açılarda olduğu radyal (Şekil 4.7B'de gösterilmiştir).

Vakum - Hem sabit hem de değişken vakum kapasitörleri mevcuttur. Maksimum çalışma voltajlarına göre derecelendirilirler (3 ila 60 kV) ve akıntılar. Kayıplar çoğu uygulama için ihmal edilebilir olarak belirtilmiştir. Yüksek çalışma voltajı ve düşük kayıplar, iletim uygulamalarında yaygın olarak kullanılan vakum kapasitörlerini yapar. Vakum kondansatörleri, daha sonra tartışılan hava-dielektrik kondansatörlerin aksine, nem, nem, kirlenme veya tozdan da etkilenmez. Bu, hava dielektrik kapasitörlerinin uygun olmayacağı ortamlarda kullanılmalarını sağlar.

Hava - Hava için K = 1 olduğundan, hava dielektrik kapasitörler, diğer dielektrikler kullanılarak aynı değere sahip olanlarla karşılaştırıldığında büyüktür. Kapasitanları geniş bir sıcaklık aralığında çok kararlıdır, sızıntı kayıpları düşüktür ve bu nedenle yüksek bir Q elde edilebilir. Ayrıca yüksek voltajlara dayanabilirler. Değerler birkaç on ila yüzlerce pF arasındadır.

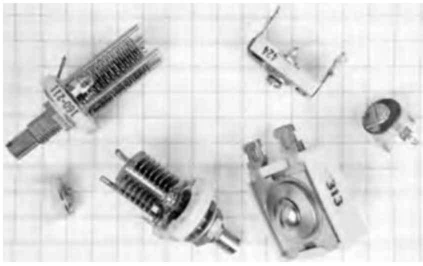
Bu nedenlerden dolayı (ve yapım kolaylığı) ayar devrelerindeki çoğu değişken kapasitör, örtüşme alanını ve dolayısıyla kapasitansı değiştirmek için diğer sete göre hareket eden bir dizi plaka ile yapılan hava değişken kapasitörlerdir. *Verici değişken bir kapasitör, bir* vericide karşılaşılan yüksek voltajlara ve akımlara dayanacak kadar ağır plakalara sahiptir. (Daha yakın aralıklı plakalara sahip hava değişken kapasitörler genellikle alıcı değişkenler olarak



(A)



(B)



(c)

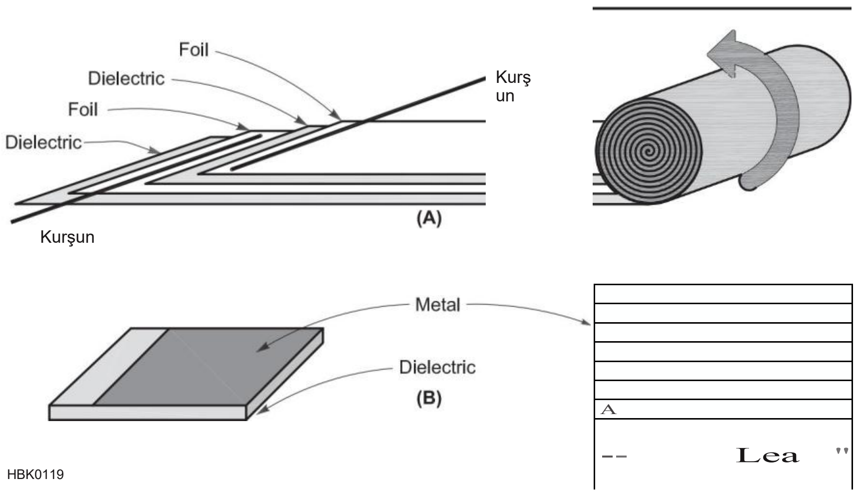


(D)



(E)

Şekil 4.6 - **Sabit değerli kondansatörler A ve B bölümlerinde gösterilmiştir. Alüminyum elektrolitik kondansatörler fotoğrafın merkezine yakın resmedilmiştir. A. Merkezin solundaki küçük gözyaşı damlası üniteleri tantal elektrolitik kapasitörlerdir. Dikdörtgen birimler gümüş-mika, polistiren** film ve monolitik seramiktir. Sağ kenarda bir disk-seramik kondansatör ve sağ üst köşenin yakınında bir yüzeye monte kondansatör bulunur. B büyük bir "computergrade" elektrolitik gösterir. Bunlar çok düşük eşdeğer seri direncine (ESR) sahiptir ve genellikle anahtar modlu güç kaynaklarında filtre kapasitörleri olarak ve RF güç amplifikatörlerinin yüksek voltaj kaynakları için seri dizelerde kullanılır. C ve D parçaları, hava değişken kapasitörler ve mika sıkıştırma üniteleri dahil olmak üzere çeşitli değişken kapasitörler gösterir. Bölüm E, bazen yüksek güçlü amplifikatör devrelerinde kullanılan bir vakum değişken kapasitör gösterir. ¼ inç çizgili kağıt arka planlar boyut karşılaştırmaları sağlar .



Şekil 4.7 - İki yaygın kondansatör yapımı türü. A eksenel uçlu film kapasitörler için rulo yöntemini gösterir. B seramik kapasitörler için alternatif katman yöntemini gösterir. Eksenel uçlar A'da ve radyal uçlar B'de gösterilir.

Plastik film - Plastik film (polistiren, polietilen veya Mylar gibi) dielektrikli kapasitörler, birkaç megahertz'e kadar olan uygulamaları atlamak ve bağlamak için yaygın olarak kullanılmaktadır. Yüksek sızıntı dirençlerine (yüksek sıcaklıklarda bile) ve düşük TC'lere sahiptirler. Değerler onlarca pF ila 1 **µF arasında değişir. Plastifilm** değişken kapasitörler de mevcuttur .

Çoğu film kondansatör polarize değildir; Bununla birlikte, kondansatörün gövdesi genellikle bir ucunda bir renk bandı ile işaretlenir. Bant, kondansatörün en dış plakasına bağlı olan terminali belirtir. Bu terminal, güvenlik önlemi olarak devrenin yan tarafına düşük potansiyelde bağlanmalıdır.

Film kapasitörler genellikle Şekil 4.7'de olduğu gibi rulo konstrüksiyon kullanılarak yapılır. Bu yapı nispeten yüksek endüktansa sahiptir ve kapasitör RF uygulamaları için uygun olmayabilir.

Mika - Mika kapasitörlerinin kapasitansı - zaman, sıcaklık ve elektriksel stres açısından çok kararlıdır. Sızıntı ve kayıplar çok düşüktür ve genellikle ekipmanı iletmede kullanılırlar. Değerler 1 pF ila 0.1 µF arasındadır. Yüksek çalışma voltajları mümkündür, ancak çalışma frekansı arttıkça ciddi şekilde azaltılmalıdır. Birçok WWİİ dönemi mika kapasitörleri hala kullanılmış ve fazla piyasada mevcut olduğunu unutmayın. Bu bileşenlerin yaşı göz önüne alındığında (şimdi 80 yıla yaklaşıyor) ya daha yeni bileşenler kullanın ya da yüksek güçlü veya yüksek voltajlı bir devrede kullanmadan önce bunları test edin.

Gümüş-mika - Bu kapasitörler, mika dielektrik üzerine ince bir gümüş tabaka biriktirilerek yapılır. Bu, değeri daha da kararlı hale getirir, ancak dielektrik yoluyla gümüş göçü olasılığını sunar. Migra-Tion problemi artan voltaj, sıcaklık ve nem ile kötüleşir. Bu koşullar altında gümüş-mika kapasitörler kullanmaktan kaçının. Gümüş-mika kapasitörler genellikle osilatörler ve filtreler gibi kararlı kondansatör değerleri gerektiren RF devrelerinde kullanılır.

Seramik - Seramik kapasitörler 1 pF ila 1 µF arasındaki değerlerde ve 1 kV'a kadar voltaj değerlerine sahiptir. *Monolitik seramik* kapasitörler, bir tarafta metal bir kaplama ile ince seramik tabakalar yığınından inşa edilmiştir. Katman daha sonra kondansatör plakalarını oluşturmak için birbirine bağlanmış alternatif metal kaplamalarla sıkıştırılır. Yüksek dielektrik sabiti, bu kapasitörleri kapasitanları için fiziksel olarak küçük yapar, ancak değerleri sabit değildir ve dielektrik özellikleri sıcaklık, uygulanan voltaj ve çalışma frekansı ile değişir. Ayrıca piezoelektrik davranış sergilerler. Bunları sadece eşleştirme ve baypas rollerinde kullanın. *Disk seramik* kapasitörler, monolitik seramik kapasitörlere benzer şekilde yapılır, ancak daha düşük bir dielektrik sabiti ile daha büyüktür ve daha yüksek voltaj değerlerine sahip olma eğilimindedir. Seramik kondansatörler VHF ve UHF aralıklarında kullanışlıdır.

İletici seramik kapasitörler, hava değişkenlerini iletmek gibi, ağır plakalar ve yüksek voltaj değerleri ile yapılır. Nispeten büyüktürler (genellikle "kapı kolları'olarak adlandırılırlar), ancak çok kararlıdırlar ve neredeyse HF'deki mika kapasitörleri kadar düşük kayıplara sahiptirler.

Elektrolitik - Elektrolitik kapasitörler, alüminyumfoil şeritlerden yapılmış plakalar ve aralarında yarı sıvı iletken bir kimyasal bileşik ile inşa edilmiştir. Bunlara bazen *alüminyum elektrolitik denir. Gerçek* dielektrik, bir de Kapasitöre voltaj uygulanır. Bir elektrolitik kapasitörün kapasitansı, diğer dielektriklere sahip kapasitörlere kıyasla çok büyüktür, çünkü dielektrik film çok incedir - katı bir dielektrik ile pratik olandan çok daha incedir. Elektrolitik kondansatörler yaklaşık **1 µF ila** 1 F arasındaki değerlerde ve yüzlerce volta kadar voltaj değerlerine sahiptir.

Elektrolitik kapasitörler popülerdir çünkü makul bir maliyetle küçük paketlerde yüksek kapasitans değerleri sağlarlar. Sızıntı direnci - nispeten düşüktür ve polarize edilirler - - dielektriği oluşturan kimyasal reaksiyon nedeniyle kesin bir pozitif ve negatif plaka vardır. İnternal indüktans, alüminyum folyo elektrolitiklerini, güç kaynağı filtreleme ve ses devrelerinde atlama gibi düşük frekanslı uygulamalarla sınırlar. Dielektrik filmi korumak için, elektrolitik kondansatörler, uygulanan de potansiyeli kondansatör çalışma voltajının çok altında olacaksa kullanılmamalıdır.

Süper kapasitörler, çok yüksek kapasitansa (1 F'den büyük) ve düşük çalışma voltajına (tipik olarak birkaç volt) sahip özel bir elektrolitik kapasitör türüdür. Süper kapasitörler, son derece yüksek bir yüzey alanı hacmine sahip gözenekli bir malzeme olan ve elektrolit sıvısı veya jel içine batırılmış bir elektrota sahiptir. Gözenekli elektrot, diğer elektrotu oluşturan bir metal kutuda bulunur. Dielektrik, gözenekli malzemenin yüzeyinde, folyo tipi elektrolitlere benzer şekilde oluşur. "Süperkaplar", kısa süreli güç kaynakları ve - büyük, ani, kısa süreli akım talepleri olan güç bağlantıları için filtre kapasitörleri olarak kullanılır.

Eski ekipmanlarda, hem vakum tüpünde hem de katı halde bulunan elektrolitik kapasitörlerle ilgili bir uyarı notu gereklidir. Elektrolitikteki kimyasal macun, bileşen ısıtıldığında ve yaşla birlikte kurur, yüksek kayıplara ve kapasitansın azalmasına neden olur. Kapasitör uzun süre kullanılmadığında dielektrik film de kaybolur. Eski veya kullanılmayan bir kapasitöre düşük voltaj uygulayarak ve voltajı kademeli olarak artırarak dielektriği "reform" etmek mümkündür. Bununla birlikte, eski elektrolitler nadiren yeni birimler kadar iyi performans gösterir. Pahalı arızaları ve devre hasarlarını önlemek için, eski ekipmanlardaki elektrolitik kapasitörlerin, on yıldan fazla bir süredir düzenli kullanımda olmadıkları takdirde değiştirilmesi önerilir.

Tantal - Elektrolitik kondansatör ile ilgili olarak, *tantal* kondansatörler, alüminyum folyo şeritleri için bir plaka olarak son derece gözenekli tantal (nadir bir metalik element) sümüklü böcek yerine geçer. Elektrolitik kapasitörde olduğu gibi, dielektrik tantal yüzeyinde oluşan bir oksit filmidir. Sümüklü böcek, diğer plaka olarak hizmet eden bir metal kutuda bulunan sıvı bir bileşiğe batırılır.

Tantal kondansatörler yaygın olarak 0.1 ila birkaç yüz µF arasındaki değerlerle ve 100 V'dan daha düşük voltaj değerleriyle kullanılır. Tantal kondansatörler, alüminyum folyo elektrolitik muadillerinden daha az sızıntı ve endüktans ile daha küçük, daha hafif ve daha kararlıdır, ancak maliyetleri daha yüksektir .

Kağıt - Kağıt kapasitörler genellikle yeni tasarımlarda kullanılmaz ve büyük ölçüde eski ekipmanlarda karşılaşılır; 500 pF ila 50 µF kapasiteleri mevcuttur. Yüksek çalışma voltajları mümkündür, ancak kağıt-Dielektrik kapasitörler düşük sızıntı - dirençlerine sahiptir ve toleranslar %10 ila 20'den daha iyi değildir. Kağıt kapasitörler yeni stok olarak mevcut değildir (özel restorasyon uygulamaları hariç) ve yeni ekipmanlarda kullanılmamalıdır.

Kesme kondansatörleri - Küçük değerli değişken kondansatörler genellikle *kırpıcılar olarak adlandırılır,* çünkü ince ayar veya frekans ayarlamaları için kullanılırlar. *Düzelticiler* Teflon, hava veya seramik dielektriklere sahiptir ve genellikle daha az değere sahiptir. 100 pF. *Sıkıştırma trimmerleri* 1000 pF'ye kadar daha yüksek değerlere sahiptir ve mika dielektrikleri ile üretilmiştir.

Yağ dolgulu kondansatörler, birkaç kV voltaj değeri elde etmek için özel yüksek mukavemetli dielektrik yağlar kullanır. Yüksek voltajlı güç kaynakları ve enerji depolama gibi yüksek voltajlı uygulamalarda yaygın olarak kullanılan 100 µFare değerine kadar değerler. (Yağ dolu ve elektrolitik kapasitörlerin kullanımı hakkında ek bilgi için Güç Kaynakları bölümüne bakın.)

4.3 Pratik İnduktörler

4.3.1 Bileşen İnduktörleri

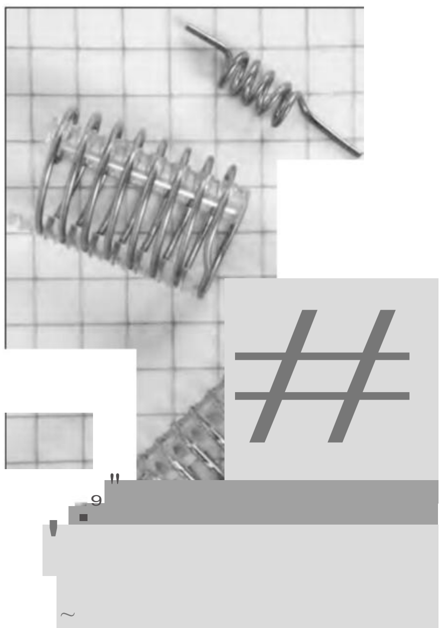
Radyo devrelerinin çeşitli yönleri, küçükten büyüğe kadar değişen indüktörleri kullanır. **Şekil 4.8A'deki indüktörler gibi küçük indüktans değerleri çoğunlukla** RF devrelerinde görev yapar. Kendinden destekli, hava çekirdekli veya hava sargılı indüktörler olabilirler veya sargı manyetik olmayan şeritler veya bir form tarafından desteklenebilir. Fenolik, bazı plastikler ve seramikler *hava çekirdekli* indüktörler için en yaygın bobin formlarıdır. Bu indüktörlerin değeri orta ve yüksek frekanslı devreler için birkaç yüz µH'dan VHF ve UHF'de bir µH'nin onda birine kadar değişir.

Küçük sinyal RF devrelerinde en yaygın indüktör *kapsüllenmiş indüktördür. Bu* bileşenler karbonkompozisyon veya film dirençlerine çok benzer ve genellikle belirtmek için renkli boya şeritleriyle işaretlenir. değer. (Bileşen **Verileri ve Referanslar bölümü,** indüktör renk kodları ve işaretleme şemaları hakkında bilgi içerir.) Bu indüktörler 1 µH'dan birkaç mH'a kadar değerlere sahiptir. Doygunluk veya aşırı ısınma olmadan çok fazla akım tutamazlar.

İt, indüktörün merkezine hareketli bir sümüklü böcek yerleştirerek solenoid indüktörleri değişken hale getirmek mümkündür. (Sümüklü böcek ayarlı indüktörler normalde iletken sümüklü böcek ve indüktör sargısı arasında seramik, plastik veya fenolik yalıtım formuna sahiptir.) Eğer sümüklü böcek malzemesi toz demir gibi manyetik ise, sümüklü böcek indüktörün merkezine taşındıkça indüktans artar. Eğer sümüklü böcek pirinç veya başka bir manyetik olmayan malzeme ise, sümüklü böceğin yerleştirilmesi indüktörün indüktansını azaltacaktır .

RF çalışması için hava çekirdeği indüktörlerine bir alternatif, *toroidal* Demir tozu veya ferrit çekirdeklerinde yara. Birçok tip ve boyutta toz demir çekirdeğin mevcudiyeti, bu indüktörleri düşük güçlü sabit değerli servis için popüler hale getirmiştir. Toroidal şekil, indüktörün alanını neredeyse tamamen indüktörün içinde yoğunlaştırır ve birçok durumda indüktörün manyetik alanının diğer indüktörlerin alanlarıyla etkileşimini sınırlamak için diğer koruma biçimlerine olan ihtiyacı ortadan kaldırır. (Ferrit çekirdek malzemeler burada ve **RF Teknikleri bölümünde tartışılmaktadır.)**

Şekil 4.8B milihenry (mH) aralığında inkütörlerin örneklerini göstermektedir. Bu indüktörler arasında, RF akımlarının devrelerin diğer bölümlerine geçmesini engellemek için tasarlanmış çok kesitli RF boğucular vardır. Düşük frekanslı radyo çalışması, bu değerler aralığında indüktörleri de kullanabilir, bazen



(A)



(B)



(C)

Şekil 4.8 - Bölüm A, küçük değerli airwound indüktörlerini göstermektedir. Bölüm B, - birkaç milihenri aralığında değerlere sahip bazı indüktörleri gösterir ve C, ses devrelerinde veya güç kaynağı boğucularında kullanılabilecek gibi büyük bir indüktör gösterir. '/" -inch-ruled grafik kağıt arka plan bir boyut karşılaştırması sağlar .

Litz kablo. Litz teli, telli telin özel bir versiyonudur, her bir tel diğerlerinden yalıtılmıştır ve cilt etkisi ile ilişkili kayıpları en aza indirmek için kullanılır.

Ses filtreleri için, 100 mH değerine kadar toroidal indüktörler yararlıdır. Toz demir çekirdekli RF toroidlere benzeyen bu - indüktörler, çok daha yüksek geçirgenliklere sahip ferrit veya molibdenumpermalloy çekirdeklerine sarılır.

Ses ve güç kaynağı indüktörleri Şekil 4.8C'de görünür. Bu ironcore indüktörlerin daha düşük değerleri, birkaç henrys aralığında, ses frekansı boğumları olarak kullanışlıdır. 120-Hz dalgalanmayı bastırmak için boğucu filtreler olarak güç kaynaklarında yaklaşık 20 H'ye kadar daha büyük değerler bulunabilir. Bu indüktörlerin bazıları açık çerçeve olmasına rağmen, çoğu ürettikleri güçlü manyetik alanları sınırlamak için demir kapaklara sahiptir.

İnşaatçılar ve deneyciler nadiren kendi kapasitörlerini inşa etmelerine rağmen, düşük ve yüksek güçlü RF devreleri için indüktör imalatı yaygındır. Aslında, ticari olarak temin edilebilen birimler kullanılamayabilir veya pahalı olabileceğinden, genellikle gereklidir. Mevcut olsalar bile, gerekli değere kesilecek indüktör stoktan oluşabilirler. Hem solenoid hem de toroidal indüktörlerin sarılması için çekirdek malzemeler ve tel kolayca temin edilebilir. Aşağıdaki bilgiler, pratik indüktörlerin hesaplanması için temel formülleri ve tasarım örneklerini ve bazı malzemelerin kullanımındaki teorik sınırlar hakkında ek verileri içermektedir.

4.3.2 Hava Çekirdekli İnduktörler

Birçok devre, sadece bir tel tabakası kullanarak hava çekirdeği indüktörleri gerektirir. Tek katmanlı bir hava çekirdeği indüktörünün yaklaşık indüktansı basitleştirilmiş formülden hesaplanabilir:

a

L (µH) = 18d + 40/!

nerede

L = mikrohenrilerde indüktans,
d = inç cinsinden indüktör çapı (tel merkezinden tel merkezine),
/! = inç cinsinden indüktör uzunluğu
ve n = dönüş sayısı.

İf boyutları cm cinsinden verilir, denklem ıs:

L (µH) = 6.4 (7.2d + 15.81 !)

Gösterim **Şekil 4.9'da gösterilmiştir. Bu** formül, 0.4d'ye eşit veya daha büyük bir uzunluğa sahip indüktörler için yakın bir yaklaşımdır. (Not: İnductance, dönüşlerin karesi olarak değişir. Eğer dönüş sayısı iki katına çıkarsa, indüktans dört katına çıkar. Bu ilişki denklemin doğasında vardır, ancak - genellikle göz ardı edilir. Örneğin, indüksiyonu iki katına çıkarmak-



Şekil 4.9 - Hava çekirdekli indüktörler için indüktans formülünde kullanılan bobin boyutları.

Tance, orijinal dönüş sayısının 1.4 katına veya %40 daha fazla dönüşe eşit ek dönüşler ekleyin.)

Örnek: İndüktörün inç başına 32 dönüşte ve ¾ inç çapında 48 dönüş yarası varsa, bir indüktörün indüktansı nedir? Bu durumda, d = 0.75 ,/! = 48/32 = 1.5 ve n = 48 .

0.75? 48

L (µH

(18 x 0.75) + (40 x 1.5)

1309 18pd

74

Gerekli bir indüktans değeri için bir tek katmanlı indüktörün numaralarını hesaplamak için, formül şöyle olur:

n = ~ us4 ran me es aaat "
d

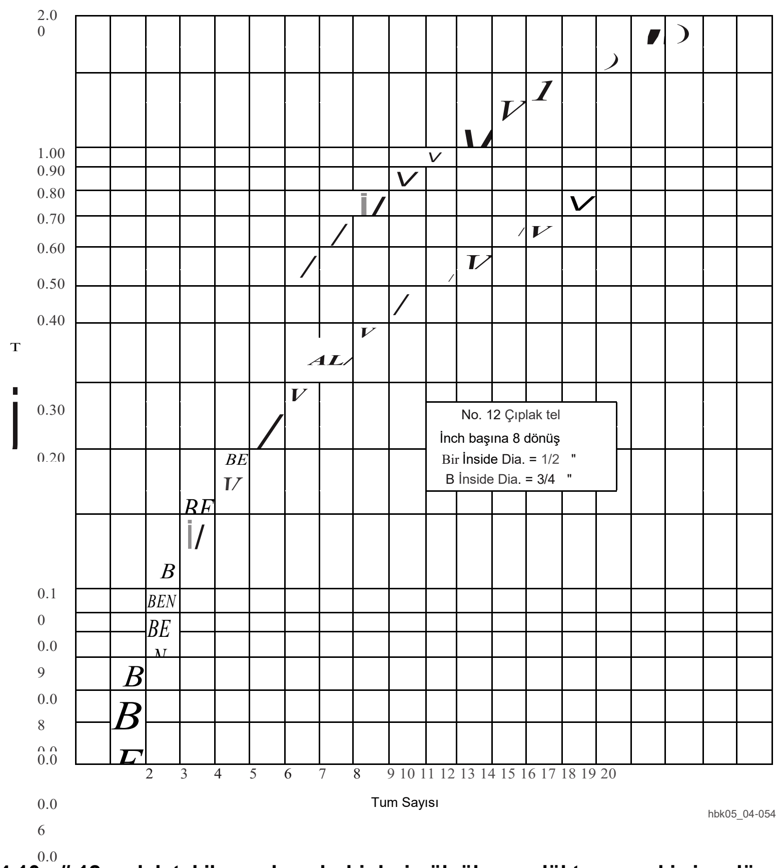
• Su7a41is8 a d

Örnek: 10.0 µHis değerinde bir indüktansın gerekli olduğunu varsayalım. İndüktörün sarılacağı form bir inçlik bir çapa sahiptir ve 14 inçlik bir indüktöre uyacak kadar uzundur. Sonra d = 1.00 inç ,/! = 1.25 inç ve L = 10.0. Yerine koyma :

n = ~ {foots > 1.0) + @ 40k1.25
1

= 68o = 26.1 tur

26 dönüşlü bir indüktör pratik çalışmada yeterince yakın olacaktır. İndüktör 1.25 inç uzunluğunda olacağından, inç başına dönüş sayısı 26.1/l .25 = 20.9 olacaktır. Bileşen **Verileri ve Referanslar bölümündeki tel tablosuna baktığımızda,** # 17 AWG emaye - telin (veya daha küçük bir şeyin) kullanılabileceğini görüyoruz. Uygun indüktans, formdaki gerekli dönüş sayısını sararak elde edilir ve



Şekil 4.10 - # 12 çıplak tel ile sarılmış bobinlerin ölçülen endüktansı, sekiz inç döner. Değerler yarım inç uçları içerir .

Sonra dönüşler arasındaki boşluğu ayarlayarak 1.25 inç uzunluğunda düzgün aralıklı bir indüktör yapın.

Çoğu indüktans formülü, küçük indüktörlere uygulandığında (VHF çalışmasında ve televizyonlara harmonik paraziti azaltmak için üretilen düşük geçişli filtrelerde kullanıldığı gibi) doğruluğu kaybeder, çünkü iletken kalınlığı artık indüktörün boyutuna kıyasla ihmal edilemez. **Şekil 4.10,** VHF indüktörlerinin ölçülen indüktansını gösterir ve devre tasarımı için bir temel olarak kullanılabilir. İki eğri verilmiştir; Eğri a, ½ inçlik bir iç çapa sarılmış indüktörler içindir; Çap içinde % -inch indüktörler için eğri bis. Her iki eğride de, tel boyutu # 12 AWG'dir ve sarma perdesi inçe sekiz dönüştür (½ inç tum aralığı). İndüktans değerleri '% -inch long' uçlarını içerir .

Önceden ayarlanmış çaplara ve inç başına dönüşlere sahip makine sargılı indüktörler, B&W Miniductor ve Airdux ticari adları altında bileşen distribütörlerinden temin edilebilir. Bu tür bobin stoklarının kullanımıyla ilgili bilgi, - çoğu HF uygulaması için yüksek kaliteli indüktörler tasarlama sürecini basitleştirmek için Bileşen Verileri ve Referanslar bölümünde sağlanmıştır.

Bir telin bir solenoid haline getirilmesi, indüktansını arttırır, ancak aynı zamanda dağıtılmış kapasitansı da beraberinde getirir. Her bir tum biraz farklı bir ac potansiyelinde olduğundan, her bir dönüş çifti, indüktörün bir kısmına paralel olarak etkili bir kondansatör oluşturur. (Bu bölümde tartışılan "ideal" indüktörlerin davranışını etkileyen bu ve diğer faktörlerin etkileri hakkında bilgi için RF Teknikleri bölümüne bakın.)

Dahası, hava çekirdeği indüktörlerinin Q'su, kısmen, indüktör şeklinin bir fonksiyonudur, özellikle de çapın çapına oranıdır. Q, bu boyutlar neredeyse eşit olduğunda en yüksek olma eğilimindedir. Tel, indüktör tarafından taşınan akıma uygun şekilde boyutlandırıldığında ve yüksek kalibre - konstrüksiyonla, hava çekirdekli indüktörler 200'ün üzerinde Q elde edebilir .

Birçok konfigürasyonun hava-çekirdek indüktörlerinin oluşturulmasında yararlı formüllerin geniş bir koleksiyonu için, - Terman'ın *Radyo Mühendisleri El Kitabı'ndaki (Referanslar bölümünde* listelenen) "Devre Elemanları" bölümüne bakın.

4.3.3 Düz Telli İnductance

Düşük frekanslarda, boş uzayda düz, yuvarlak, manyetik olmayan bir telin indüktansı şöyle verilir:

Coos [] u ["]
1-oz}

nerede

L = µH cinsinden indüktans,

b = inç cinsinden tel uzunluğu ve

İn = doğal logaritma = 2.303 x ortak logaritma (taban 10).

Boyutlar inç yerine milimetre cinsinden ifade edilirse, 0.00508 değerini 0.0002 ile değiştirmek dışında denklem hala kullanılabilir.

Cilt etkisi VHF ve üzerindeki indüktansı azaltır. Frekans sonsuza yaklaştıkça, parantez içindeki 0.75 sabiti birliğe yaklaşır. Pratik bir konu olarak, cilt etkisi indüktansı yüzde birkaç oranında azaltmayacaktır.

Örnek: Çapı 0,1575 inç ve uzunluğu 3,9370 inç olan bir telin endüktansı nedir? Hesaplamalar için, a = 0.0787 inç (yarıçap) ve b = 3.9370 inç .

coos] "[]] - • v}

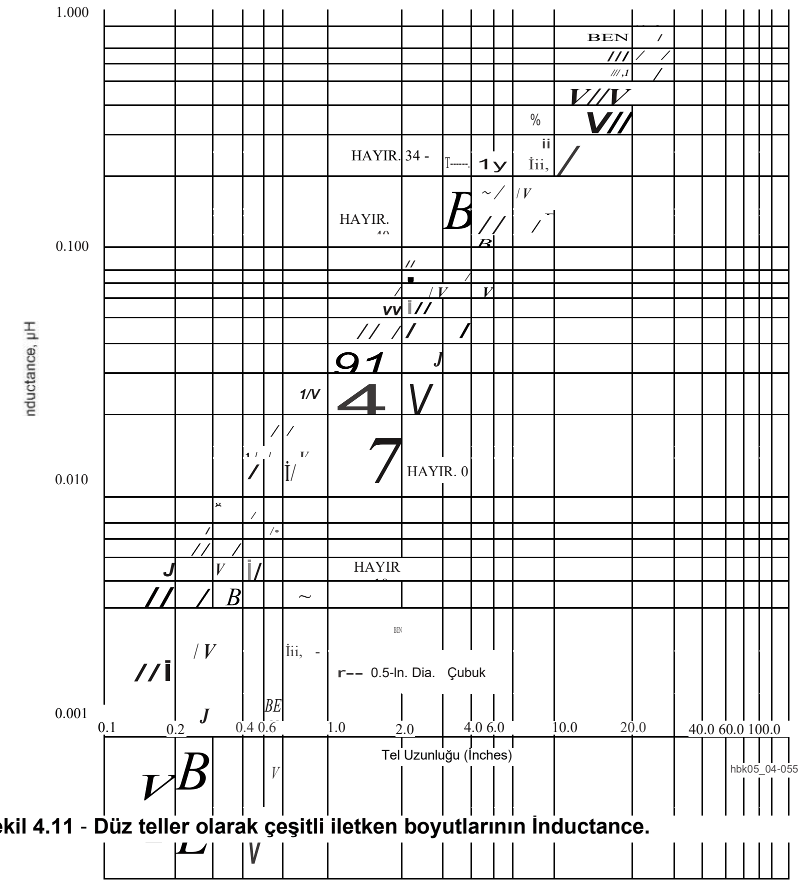
= 0.00508 (3.9370) x

J ± i7 "

= 0.20 x [İn (100) - 0.75)]

= 0.20 x (4.60- 0.75)

= 0,20 x 3,85 = 0,077 µH



Şekil 4.11 - **Düz teller olarak çeşitli iletken boyutlarının İnductance.**

Şekil 4.11, çeşitli yarıçaplardaki tellerin indüktansının bir fonksiyonu olarak grafiğidir.

Bir VHF veya UHF tank devresi, bir ucu topraklanmış bir zemin düzlemine paralel bir telden imal edilebilir. Böyle bir düzenlemenin indüktansı için bir formül **Şekil 4.12'de verilmiştir.**

Örnek: Bir telin indüktansı nedir 3 ,93 70 inç uzunluğunda ve 0,0787 inç yarıçapında, bir zemin düzleminin 1,57 48 inç üzerinde asılı? (İndüktans serbest uç ve zemin düzlemi arasında ölçülür ve formül 1.5748 inç topraklama bağlantısının indüktansını içerir.) Şekil 4.12'deki formülün kullanımını göstermek için, bu miktarları değerlendirerek başlayın:

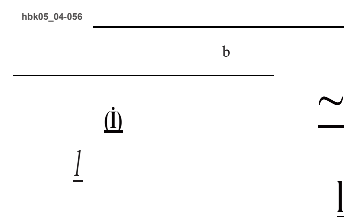
"5a

2= 3.9370 + √3.9370 + 0.0787 = 3.9370 + 3.94

= 7.882

"- + a >

-3,9370 + [s.93mo? "4 a.s7as-y



La [SJ) + v (4-'s + "-)
A +/b * + 4h ° 4

nerede
L = µH cinsinden indüktans
a = inç cinsinden tel yarıçapı
b = inç cinsinden zemin düzlemine paralel tel uzunluğu h = inç cinsinden zemin düzleminin üzerindeki tel yüksekliği

Şekil 4.12 - Bir ucu topraklanmış bir zemin düzlemine paralel bir telin endüktansını belirlemek için denklem. Eğer boyutlar - milimetre cinsinden ise, sayısal katsayılar birinci dönem için 0.0004605 ve ikinci dönem için 0.0002 olur.

- 3.9370 +/i5.50 + 4 (2.480) =

3.9370 + "/15.50 + 9.920

= 3.9370 + 5.0418 = 8.9788

2h 2 x 1.5748 40.0
a 0.0787

3370
a 4

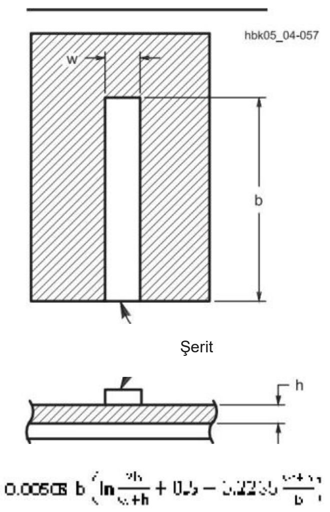
Bu değerleri formülün içine yerleştirmek şunları sağlar:

.was "{" au [# o- (" E %,)}

+ 0.00508 x (5.0418- 3.94 + 0.98425-

L = 0.0662 µH

Sıklıkla kullanılan bir başka iletken konfigürasyonu, zemin düzlemi üzerinde düz bir şeritti̇r. Bu düzenleme, yuvarlak telden daha yüksek frekanslarda daha düşük cilt etkisi kaybına sahiptir, çünkü daha yüksek bir yüzey alanı/hacim oranına sahiptir. Böyle bir şeridin indüktansı **Şekil 4.13'teki formülden bulunabilir.**



nerede
L = µH cinsinden indüktans b = inç cinsinden uzunluk w = inç cinsinden genişlik
h = inç cinsinden kalınlık

Şekil 4.13 - Düz şerit indüktörünün indüktansını belirlemek için denklem.

4.3.4 İron-Core İnduktörler

Bir demir çekirdeğin bir indüktördeki geçirgenliği 800 ise, herhangi bir hava-yara indüktörünün indüktansı demir çekirdeğin yerleştirilmesiyle 800 kat artırılır. İndüktans, - indüktörden geçen manyetik akıyla orantılı olacaktır, diğer şeyler eşittir. Bir demir çekirdekli indüktörün indüktansı, hava - doymadığı için indüktansın akımdan bağımsız olduğu bir hava çekirdekli indüktörün aksine, indüktördeki akıma büyük ölçüde bağlıdır.

İron çekirdekli indüktörler **esas olarak** güç kaynağı ekipmanlarında kullanılır. Genellikle sargı boyunca akan doğru akıma sahiptirler ve akımla indüktansdaki herhangi bir değişiklik

Genellikle istenmeyen bir durumdur. Akı yoğunluğunu demirin doyma noktasının altında tutarak İnductance varyasyonlarının üstesinden gelinebilir. Çekirdeğin açılması, böylece küçük bir hava boşluğu olması, indüktörlerle ilgili önceki bölümde tartışıldığı gibi bu hedefe ulaşacaktır. Böyle bir boşluğun getirdiği isteksizlik veya manyetik direnç, boşluk bir inçin sadece küçük bir kısmı olmasına rağmen, demirinkine kıyasla çok büyüktür. Bu nedenle, boşluk - demir yerine - akı yoğunluğunu kontrol eder. Demir çekirdeklerdeki hava boşlukları indüktansı azaltır, ancak mevcut büyüklükten bağımsız olarak değeri pratik olarak sabit tutarlar.

Alternatif akım bir demir çekirdek üzerindeki bir indüktör yarasından akarken, bir voltaj indüklenir. Demir bir iletken olduğundan, eddy akımları da daha önce tartışıldığı gibi çekirdekte akar. Eddy akımları kayıp gücü temsil eder, çünkü demirin direncinden akarlar ve ısı üretirler. Eddy'nin neden olduğu kayıplar Akımlar, çekirdeğin lamine edilmesiyle azaltılabilir (çekirdeği ince şeritler halinde keserek). Bu şeritler veya laminasyonlar daha sonra vernik veya shellac gibi bazı yalıtım malzemeleriyle boyanarak birbirlerinden yalıtılır. Eddy akım kayıpları, demir çekirdekli indüktörlerde de önemli olan histerezis kayıplarına katkıda bulunur.

Alternatif akımın frekansı arttıkça demirdeki eddy-current ve histerezis kayıpları hızla artar. Bu nedenle, sıradan demir çekirdekler yalnızca yaklaşık 15000 Hz'ye kadar olan güç hattı ve ses frekanslarında kullanılabilir. O zaman bile, çekirdeğin daha yüksek ses frekanslarında iyi performans göstermesi için çok iyi bir demir veya çelik sınıfı gereklidir. Lamine demir çekirdekleri, eddy akımı ve histerezis kayıpları nedeniyle radyo frekanslarında tamamen işe yaramaz hale gelir.

4.3.5 Slug Ayarlı İnduktörler

RF çalışması için, demir çekirdeklerindeki kayıplar, demiri bir toza öğüterek ve daha sonra tek tek demir parçacıklarının birbirinden yalıtılacak şekilde bir yalıtım malzemesi bağlayıcısı ile karıştırılarak daha kullanışlı bir seviyeye indirilebilir. Bu yaklaşımı kullanarak, VHF aralığında bile tatmin edici bir şekilde çalışan çekirdekler yapılabilir. Manyetik yolun büyük bir kısmı manyetik olmayan bir malzemeden (bağlayıcı) geçtiğinden, toz halindeki demir çekirdeğin geçirgenliği, güç hattı frekanslarında kullanılan katı demir çekirdeklerin değerlerine kıyasla düşüktür.

Sümüklü böcek genellikle indüktörün sarıldığı yalıtım formunun içine uyan bir silindir şeklinde şekillendirilir. Akı için manyetik yolun büyük kısmının havada olmasına rağmen, sümüklü böcek indüktör indüktansını arttırmada oldukça etkilidir. Sümüklü böceği indüktörün içine ve dışına iterek (veya vidalayarak), indüktans önemli bir aralıkta değiştirilebilir.

4.3.6 Toz-Iron Toroidal İnduktörler

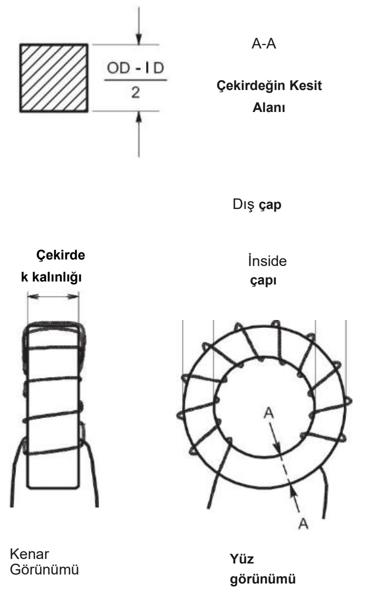
HF ve VHF'de kullanılması amaçlanan sabit değerli indüktörler için, toz demir toroidal çekirdek, düşük ve

orta güç devreleri**. Şekil 4.14,** bir manyetik çekirdek üzerindeki bir toroidal indüktörün genel hatlarını göstermektedir.

Üreticiler, makul bir geçirgenlikle istenen frekans aralığında performans gösterecek iletken çekirdekler oluşturmak için çok çeşitli çekirdek malzemeleri veya karışımları sunar. Toz demir çekirdekleri için geçirgenlikler, çeşitli karışımlar için 3 ila 35 aralığındadır. Ek olarak, çekirdek boyutları, 1.06 inç OD'ye kadar 0.125 inç dış çap (OD) aralığında, belirli karışımlarda 5 inç OD'ye kadar daha büyük boyutlarda mevcuttur. Boyut aralığı, inşaatçının devre akımı taleplerini karşılamak için tel boyutunda hemen hemen her değer için tek katmanlı indüktörler oluşturmasına izin verir.

Bir bağlayıcıda toz demir kullanımı, genellikle demir ile ilişkili çekirdek kayıplarını azaltırken, çekirdeğin geçirgenliği, tel uzunluğunda bir azalmaya ve belirli bir indüktansın bir indüktörünün oluşturulmasında ilişkili dirence izin verir. Bu nedenle, toz-ironkor toroidal indüktörler, belirli bir çekirdek için belirtilen frekans aralığında genellikle 200'e yaklaşan veya aşan, 100'ün üzerinde Q elde edebilir. Dahası, bu indüktörler *kendi kendini koruyan olarak kabul edilir, çünkü* manyetik akının çoğu çekirdeğin içindedir, bu da devre tasarımını ve yapımını basitleştiren bir gerçektir .

Her toz demir çekirdeğin üretici tarafından belirlenen bir indüktans faktörü veya A indeksi vardır. (Bileşen **Verileri ve Referanslar bölümüne bakın**.) Amidon içinde AL belirtir



Şekil 4.14 - Toz demir veya ferrit çekirdek üzerinde tipik bir toroidal indüktör yarası. Bazı önemli fiziksel boyutlar belirtilmiştir. Aynı derecede önemli olan çekirdek malzeme, geçirgenliği, amaçlanan çalışma frekansı aralığı ve A değeridir. Bu bir 11 dönüşlü toroid.

100 turn-kare başına µH ve diğer üreticiler, dönüş başına µH veya nH cinsinden Ai'yi belirtir. AL için doğru birimler ve indüktansı veya istenen dönüş sayısını hesaplama yöntemi için üreticinin web sitesini veya ürün bilgilerini kontrol edin.

XN mi?
L = L (Amidon) veya
10000

L = A xN * (Diğer üreticiler)

nerede
L = µH cinsinden indüktans,
Ai = endüktans indeksi (yukarıdaki metne bakınız) N = dönüş sayısı.

Oluşturucu daha sonra çekirdeğin, gerekli tel boyutundaki telin hesaplanan dönüş sayısını tutabildiğinden emin olmalıdır. Kullanılabilir çekirdek aralığı hakkında daha ayrıntılı veriler için Bileşen Verileri ve Referanslar bölümüne bakın.

Örnek: 55 uH/100 dönüşlü bir Ai ile bir çekirdek üzerinde 60 dönüşlü bir indüktörün indüktansı **nedir**??

L-A1xN ° 55x60°
10000 10000

198000 19.8 uH
10000 µ

Örnek: 0.3 uH/dönüş Ar değerine sahip bir çekirdek üzerinde 20 dönüşlü bir indüktörün indüktansı nedir??

$L = AL\ xN^2 = 0.3x20^2$
$= 0.3 \times 400 = 120\ \mu H$

Belirli bir indüktans için gerekli dönüş sayısını hesaplamak için aşağıdaki formülü kullanın:

N = 100 $\sqrt{\frac{I}{VAL}}$ (Amidon) veya

N = $\sqrt{\frac{I}{VA}}$ (Diğer üreticiler)

Örnek: Seçilen çekirdeğin AL değeri 49 µH/100-dönüş ise, 12.0-µH bir indüktör için kaç tur gereklidir??

N = 100 fI = 1ool 20 •
VA; 49

- 100/0.245 = 100 x 0.495 = 49.5 dönüş

Örnek: Seçilen çekirdeğin AL değeri 12 nH/dönüş ise 300-nH indüktör için kaç tur gerekir??

N = 00 / 12 = -v25 = 5 tur

Karısının her geçişinde sayma döner çekirdeğin ortasından. *(Toroidal bir çekirdekten geçen düz bir tel, tek dönüşlü bir indüktör olarak sayılır.)* İndüktansın ince ayarlanması, indüktör dönüşlerinin yayılması veya sıkıştırılmasıyla mümkün olabilir.

Eğer değer kritikse, fazladan bir veya iki tum ile başlayarak deney yapın, sonra indüktansı ölçün veya devreyi test edin. Çekirdek özellikleri partiden partiye biraz değişebilir ve sarma stili de endüktans üzerinde küçük bir etkiye sahiptir.

Toroidal çekirdeklerin güç işleme yeteneği, çekirdek, çekirdek malzemesi, indüktördeki dönüş sayıları, uygulanan voltaj ve çalışma frekansı ile kesit alanını içeren birçok değişkene bağlıdır. Powderediron - çekirdekleri doygunluk vermeden 5000 gauss'a kadar akı yoğunluğuna dayanabilse de, belirli sınırların üzerindeki sinüs dalgalarından kaynaklanan ac akı yoğunlukları çekirdekleri aşırı ısıtabilir. Üreticiler, aşırı ısınmayı önlemek için ac akı yoğunlukları için kılavuz limitleri sağlar. Sınırlar 1 MHz'de 150 gauss'dan 28 MHz'de 30 gauss'a kadar değişir, ancak eğri doğrusal değildir. Belirli bir indüktör için beklenen maksimum akı yoğunluğunu hesaplamak için aşağıdaki formülü kullanın :

B..... • ERsx10 "max 4.44
xA xNxf

nerede
Bmax = gauss maksimum akı yoğunluğu,
ERMs = indüktör boyunca voltaj, A = çekirdeğin kesit alanı
Santimetre kare olarak,
N = indüktördeki dönüş sayısı ve
f = Hz'deki çalışma frekansı.

Örnek: Frekans 7.0 MHz, RMS voltajı 25 V ve çekirdeğin kesit alanı 0.133 cm ise, 15 dönüşlü bir indüktör için maksimum ac akı yoğunluğu nedir??

B... = FRMsx10 8
Maksimum 4.44 xA xNxf

25x10 *

4.44 x 0.133 x 15 x 7.0 x10 °

25 x10 °
= 40 gauss
62 x 10 6

7 MHz'de çalışan çekirdekler için önerilen sınır 57 gauss olduğundan, bu indüktör yönergeler dahilindedir.

4.3.7 Ferrit Toroidal İnüktörler

Genel olarak toz demir çekirdeklerle neredeyse aynı olmasına rağmen, ferrit çekirdekleri bir dizi önemli özellikte farklılık gösterir.

Teristik. Daha düşük geçirgenlik aralıkları için nikel-çinko ferritlerinden ve daha yüksek geçirgenlik için manganezezinc ferritlerinden oluşan bu çekirdekler, 20 ila 10000 arasında bir geçirgenlik aralığına sahiptir. 20'den 800'e kadar geçirgenliğe sahip nikel-çinko çekirdekleri, yüksek Q uygulamalarında kullanışlıdır, ancak RF boğucular olarak amatör uygulamalarda daha yaygın olarak işlev görür. Ayrıca, **RF Teknikleri bölümünde tartışılan geniş bantlı transformatörlerde de kullanışlıdırlar.**

Ferrit çekirdekler genellikle toz demir toroidlerin aksine boyanmamıştır. Ferrit toroidler ve çubuklar genellikle keskin kenarlara sahipken, powderediron toroidler genellikle yuvarlak kenarlara sahiptir .

Daha yüksek geçirgenlikleri nedeniyle, ferrit çekirdekler için Ai değerleri toz demir çekirdeklerden daha yüksektir. Amidon Corp. amatörler için en yaygın çekirdek tedarikçisidir (bkz. **Bileşen Verileri ve Referanslar** bölüm) ve 1000 turn-kare başına mH cinsinden Ar belirtir. Diğer üreticiler, dönüşler kare başına nH cinsinden Ai'yi belirtir.

Dönüş sayısı ve çekirdek malzemesi bilindiğinde bir ferrit toroidal indüktörün indüktansını hesaplamak için:

XN mi?
L = L________(Amidon)
1000000

nerede

L = mH cinsinden indüktans,
Ai = 1000 turn-kare başına ml cinsinden indüktans indeksi ve
N = dönüş sayısı.

L = A xN * (Diğer üreticiler)
L = nH cinsinden indüktans,
Ai = turnssquared başına nH cinsinden indüktans indeksi ve
N = dönüş sayısı.

Hesaplamalar, önceki bölümde toz demir çekirdekler için verilen örneklere benzer şekilde gerçekleştirilir. Oluşturucu daha sonra çekirdeğinGerekli tel S1Ze hesaplanan tel dönüş sayısını tutmak.

Hem de hem de ac akımları taşıyan indüktörler için, çoğu ferrit için üst doygunluk sınırı, 2000 gauss'luk bir akı yoğunluğudur ve güç hesaplamaları, toz demir çekirdekleri için kullanılanlarla aynıdır. Daha ayrıntılı bilgi, - **Bileşen Verileri ve Referanslar** bölümünde belirli çekirdekler ve üreticiler hakkında mevcuttur.

4.4 Transformatörler

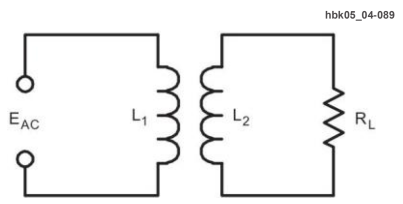
Ac kaynak akımı bir indüktörün her tumundan aktığında, bir karşı voltajın üretilmesi ve her yarım döngü sırasında enerjinin depolanmasının, kendi kendine indüktans sayesinde olduğu söylenir. Orijinal akımın kaynağına bağlı olmayan başka bir indüktör konumlandırılırsa, ilk indüktörün manyetik alanı ikinci indüktörün dönüşlerini durdurur, iki indüktörü birleştirir ve daha önce açıklandığı gibi karşılıklı indüktans oluşturur, bir voltaj indüklenir ve ikinci indüktörde akım akar. İlk indüktörden manyetik olarak aktarılan enerjiyi tüketmek için ikinci indüktör boyunca bir direnç gibi bir yük bağlanabilir.

Şekil 4.15, *birincil indüktör olarak adlandırılan birine bağlı bir ac enerji kaynağını* ve *ikincil indüktör olarak adlandırılan diğerine bağlı bir yükü gösteren bir çift bağlı indüktörleri göstermektedir.* Eğer indüktörler bir manyetik çekirdek üzerine sıkıca sarılırsa, böylece ilk indüktörden gelen neredeyse tüm manyetik akı, ikinci indüktörün dönüşleriyle kesişir, çiftin *sıkıca bağlandığı söylenir.* Ortak bir çekirdeği paylaşmayan ve bir Mesafe *gevşek bir şekilde birleştirilmiş olacaktır.*

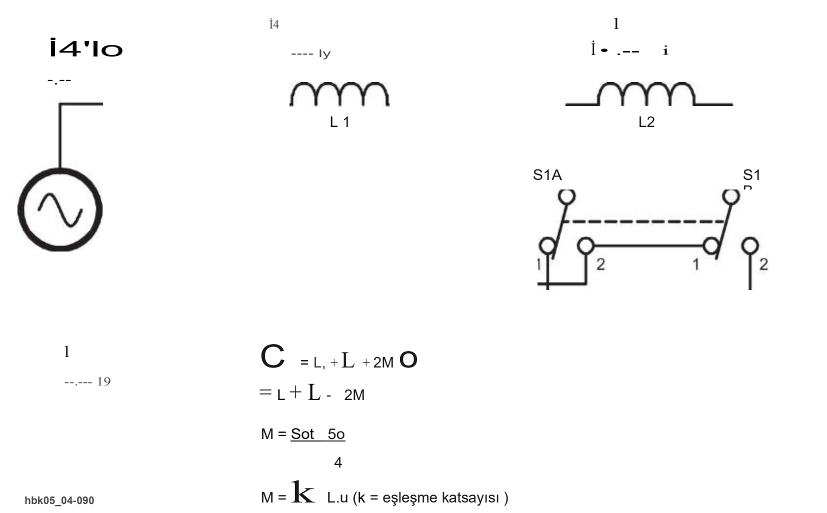
Birincil indüktör için sinyal kaynağı, ev tipi güç hatları, ses veya düşük frekanslardaki diğer dalga formları veya RF akımları olabilir. Yük, güce ihtiyaç duyan bir cihaz, elektrik enerjisini sonik enerjiye dönüştüren bir hoparlör, iletişim için RF enerjisi kullanan bir anten veya önceki bir devreden bir sinyali işlemek için kurulmuş belirli bir devre olabilir. Manyetik olarak birleştirilmiş enerjinin elektronikte kullanımı sayısızdır .

İndüktörler arasındaki karşılıklı indüktans (M), henrys cinsinden ölçülür. İki indüktör, aşağıdakinin altında 1 H karşılıklı indüktansa sahiptir Koşullar: birincil indüktör akımı 1 A/s hızında değiştikçe, ikincil indüktör boyunca voltaj 1 V. Karşılıklı indüktans seviyesi birçok faktöre göre değişir: İndüktörlerin boyutu ve şekli, göreceli konumları ve birbirlerinden uzaklığı ve indüktör çekirdek malzemesinin ve aralarındaki boşluğun geçirgenliği.

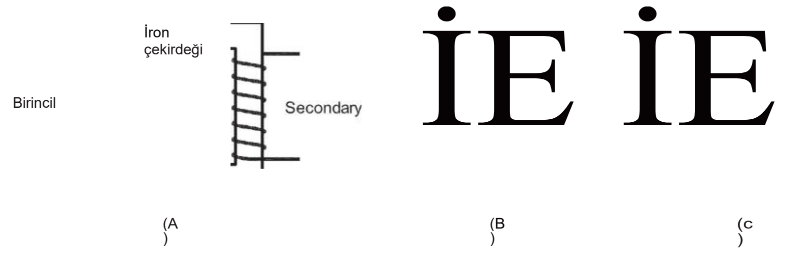
İki indüktörün kendinden indüktans değerleri biliniyorsa (bu bölümde karşılıklı indüktansı ayırt etmek için kendinden indüktans kullanılır), karşılıklı indüktansı **Şekil 4.16'da şematik olarak temsil edilen basit bir deney yoluyla elde etmek mümkündür.**



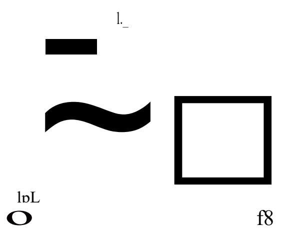
Şekil 4.15 - Temel bir transformatör: iki indüktör - biri bir ac enerji kaynağına, diğeri bir yüke bağlı - bağlanmış manyetik alanlarla.



Şekil 4.16 - Karşılıklı indüktansı belirlemek için deneysel bir kurulum. Her pozisyonda anahtar ile indüktansı ölçün ve karşılıklı indüktansı belirlemek için metindeki formülü kullanın.



Şekil 4.17 - Bir transformatör. A, resimsel bir diyagramdır. Güç, manyetik alan vasıtasıyla birincil bobinden ikincisine aktarılır. B, demir çekirdekli bir transformatörün şematik bir diyagramıdır ve C, bir hava çekirdekli transformatördür .



Şekil 4.18 - Transformatör hareketinin koşulları: karşılıklı indüktans sergileyen iki bobin, bir ac güç kaynağı ve bir yük. Birincil devredeki enerji tarafından kurulan manyetik alan, enerjiyi yük tarafından kullanılmak üzere ikincil olarak aktarır ve ikincil bir voltaj ve akım ile sonuçlanır. Her sargının üstündeki aşamalı noktalar, ac voltajlarının fazda olduğu noktaları gösterir.

İki indüktörün fiziksel ayarını veya konumunu değiştirmeden, seri bağlı indüktörlerin toplam bağlı indüktansını, L, birbirlerini tamamlayan sargıları ve yine birbirlerine karşı olan sargıları ile ölçün. İki indüktör için, tamamlayıcı durumda Le = L1 + L2 + 2M ve karşıt durumda Lo = Lİ + L2 - 2M olduğundan,

M-Ec-Lo
4

İkincil indüktör tarafından kurulan manyetik akının birincil indüktör tarafından kurulan akıya oranı, aralarındaki mümkün olan maksimum kuplajla karşılaştırıldığında, iki indüktörün bağlanma derecesinin bir ölçüsüdür. Bu oran *eşleşme katsayısıdır* (k) ve her zaman 1'den azdır. İfk 1'e eşit olsaydı, iki indüktör mümkün olan maksimum karşılıklı eşleşmeye sahip olacaktı. Böylece:

M = R/UIL2

nerede
M = henrylerde karşılıklı indüktans,
L 1 ve L2 = her biri henrys cinsinden bireysel bağlı indüktörler ve
k = eşleşme katsayısı.

Yukarıdaki deneyi kullanarak, çatalı makul bir doğrulukla çözmek mümkündür.

Karşılıklı indüktansa sahip herhangi iki indüktör, *birincil sargı veya indüktöre* ve *ikincil sargı veya indüktöre sahip bir transformatörü içerir*. "Sargı" kelimesi genellikle transformatörlerin "birincil've" ikincil "olduğu söylenir. **Şekil 4.17, hem demir çekirdekli** - hem de hava çekirdekli transformatörler için şematik sembollerle birlikte tipik bir demir çekirdekli transformatörün resimsel bir temsilini sağlar. Geleneksel olarak, *transformatör terimi* en yaygın olarak manyetik bir çekirdek malzemeye sahip birleştirilmiş indüktörlere uygulanırken, birleştirilmiş hava-yara indüktörleri bu isimle çağrılmaz. Ama hala transformatörler .

Normalde transformatörleri ac cihazları olarak düşünürüz, çünkü karşılıklı indüktans sadece manyetik alanlar değiştiğinde gerçekleşir. Bir de kaynağa bağlı bir transformatör, yalnızca birincil devreyi kapatma ve açma anlarında veya de pulsların yükselen ve düşen kenarlarında karşılıklı indüktans sergileyecektir, çünkü ancak o zaman birincil sargının değişen bir alanı vardır. Transformatörlerin üç temel kullanımı vardır: - birincil devreyi ikincil devreden fiziksel olarak izole etmek, voltajları ve akımları bir seviyeden diğerine dönüştürmek ve devre empedanslarını bir seviyeden diğerine dönüştürmek. Bu fonksiyonlar birbirini dışlamaz ve birçok varyasyona sahiptir.

4.4.1 Temel Trafo İlkeleri

Bir transformatörün birincil ve ikincil sargıları, bir manyetik malzeme çekirdeği üzerine sarılabilir. Manyetik malzemenin geçirgenliği, sargıların indüktansını arttırır, böylece belirli bir voltaj değerini küçük bir akımla indüklemek için nispeten az sayıda dönüş kullanılabilir. Şekil 4 .17'de gösterildiği gibi sürekli bir manyetik yola sahip olan kapalı bir çekirdek, aynı zamanda, birincil sargıda akım tarafından kurulan alanın pratik olarak tümünün ikincil sargının dönüşlerini kesmesini veya "kesmesini" sağlama eğilimindedir.

Ses frekanslarında kullanılan güç transformatörleri ve empedanslama transformatörleri için, yumuşak demir şeritlerden veya *laminasyon adı verilen levhalardan yapılmış çekirdekler* en yaygın ve genellikle çok verimlidir. Daha yüksek frekanslarda, ferrit veya toz demir çekirdekleri daha sık kullanılır. Bu bölüm ses ve güç frekanslarında temel transformatör işlemi ile ilgilidir. RF transformatör çalışması, **RF Teknikleri bölümünde tartışılmıştır.**

Aşağıdaki ilkeler, 1'in bir bağlanma (k) katsayısını, yani mükemmel bir transformatörü varsaymaktadır. K = **1 değeri,** her iki sargının tüm dönüşlerinin tüm manyetik akı hatlarıyla bağlantılı olduğunu, böylece tum başına indüklenen voltajın her iki sargı ile aynı olduğunu gösterir. Bu durum indüklenen voltajı birincil ve ikincil indüktörlerin indüktansından bağımsız kılar. Düşük frekanslar için iron çekirdekli transformatörler bu ideal duruma yakından yaklaşır. **Şekil 4.18,** transformatör hareketinin koşullarını göstermektedir.

VOLTAJ RATIO

Değişen manyetik alan için, alan içindeki bir indüktörde indüklenen voltaj, indüktördeki dönüş sayısı ile orantılıdır. Bir transformatörün iki sargısı aynı alanda olduğunda (her ikisi de aynı kapalı çekirdeğe sarıldığında), indüklenen voltajların her bir sargıdaki dönüş sayısıyla orantılı olacağı sonucu çıkar. Birincil olarak, indüklenen voltaj pratik olarak eşittir ve daha önce tarif edildiği gibi uygulanan voltaja karşı çıkar. Bu nedenle:

-E;)

nerede
Es = ikincil voltaj,
Ep = birincil uygulanan voltaj ,
N = ikincil dönüşlerin sayısı ve Np = birincil dönüşlerin sayısı.

Örnek: Bir transformatörün birincil değeri 400 dönüş ve 2800 dönüş ile ikincil ve birincil için uygulanan 120 Vis'lik bir voltaj. İkincil - sarım boyunca hangi voltaj görünür?

$$E_s = 120\ V\left(\frac{2800}{400}\right) = 120\ V \times 7 = 840\ V$$

(Dönüş sayısının ölçülen bir miktar yerine bilinen bir değer olarak alındığına dikkat edin, bu nedenle hesaplamadaki önemli rakamları sınırlamazlar.) Ayrıca, 2800-tum sargısına 840 V uygulanırsa (daha sonra birincil olur), 400-tum sargısından çıkış voltajı 120 V olacaktır.

Bir transformatörün her iki sarımı da birincil olarak kullanılabilir, sargının, uygulanan voltaja eşit bir voltajı indüklemek için yeterli dönüşe (yeterli indüktans) sahip olması koşuluyla

aşırı akım gerektirir. Sargılar ayrıca uygulanan veya oluşturulan voltajlar için yeterli voltaj derecesine sahip yalıtıma sahip olmalıdır. Transformatörler, ikincil voltajın sırasıyla birincil voltajdan daha yüksek veya daha düşük olmasına bağlı olarak step-up veya step-down transformatörler olarak adlandırılır.

AKIM VEYA AMPERE DÖNÜŞLER RATİO

İkincil akımdan hiçbir akım alınmadığında birincil akıma transformatörün manyetize edici akımı denir. İç kayıpları olmayan ideal bir transformatör, güç tüketmeyecektir, çünkü birincil indüktörden geçen akım, voltajla faz dışında 90 ° olacaktır. Uygun şekilde tasarlanmış herhangi bir transformatörde, ikincil açık olduğunda (güç vermediğinde) transformatör tarafından tüketilen güç, yalnızca demir çekirdekteki kayıpların üstesinden gelmek ve primer sarıldığı telin direncinde gerekli olan miktardır .

Güç ikincil sargıdan bir yüke aktarıldığında, ikincil akım birincil akım tarafından kurulan alana karşı çıkan bir manyetik alan oluşturur. Uygulanan voltaja eşit olmak için birincil indüklenen voltaj için, orijinal mıknatıslama alanı korunmalıdır. Bu nedenle, ikincil akım tarafından ayarlanan alana tam olarak eşit ve zıt bir alan oluşturmak için birincil olarak yeterli ek akım akmalı ve orijinal mıknatıslama alanını bırakmalıdır.

Pratik transformatör hesaplamalarında, tüm birincil akımın ikincil yükten kaynaklandığı varsayılabilir. Bu haklı çıkarılabilir çünkü - mıknatıslama akımı, nominal güç çıkışındaki birincil yük akımına kıyasla çok küçük olmalıdır.

Birincil ve ikincil akımlar tarafından kurulan manyetik alanlar eşit olacaksa, amper dönüşlerinin sayısı her sargıda eşit olmalıdır. (Manyetik alanlar ve manyetik akı yoğunluğu ile ilgili önceki tartışmaya bakın.) Bu nedenle, birincil dönüşlerle çarpılan birincil akım, ikincil dönüşlerle çarpılan ikincil akıma eşit olmalıdır.

$$I_P N_P = I_S N_S$$

ve

-[3,)

nerede

İp = birincil akım,
I = ikincil akım,
Np = birincil sargıdaki dönüş sayısı ve
N = İkincil sargıdaki dönüş sayısı.

Örnek: Varsayalım ikincil

Önceki örnekte transformatör bir yüke bir akım of0.20 A iletiyor. Birincil akım ne olacak?

İp = 0.20 A) -İ 2800) 400 = 0.20 A x7 = 1.4 A

İkincil voltaj birincil voltajdan daha yüksek olmasına rağmen, ikincil akım birincil akımdan daha düşüktür ve aynı orana sahiptir. İdeal bir transformatördeki ikincil akım, birincil akımla faz dışında 180 °'dir, çünkü ikincil alandaki alan, birincil alandaki alanı dengelemektedir. Sargılardaki akımlar arasındaki faz ilişkisi, ikincil akım ve voltaj arasındaki faz farkı ne olursa olsun geçerlidir. Aslında, eğer varsa, ikincil sargıdaki voltaj ve akım arasındaki faz farkı, aynı faz farkı olarak birincil değere geri yansıtılacaktır .

GÜÇ RATIO

Bir transformatör güç yaratamaz; Sadece onu aktarabilir ve voltaj ve akım oranlarını değiştirebilir. Bu nedenle, ikinciden alınan güç, birincil tarafından uygulanan voltaj kaynağından alınan gücü aşamaz. Sargıların ve demir çekirdeğin direncinde her zaman bir miktar güç kaybı vardır, bu nedenle tüm pratik durumlarda kaynaktan alınan güç ikinciden alınanı aşacaktır.

$$P_O = \eta P_I$$

nerede

P – İkincil güç çıkışı, P = birincil güç girişi ve
n = verimlilik.

Verimlilik, n, her zaman 1'den küçüktür ve genellikle yüzde olarak ifade edilir: n 0.65 ise, örneğin, verimlilik %65'tir.

Örnek: Bir transformatör, 150 W'lık tam yük çıkışında %85.0'lık bir verime sahiptir. Tam ikincil yükte birincil güç girişi nedir?

P, -'o _ 1509 "176w n 0.850

Bir transformatör genellikle derecelendirildiği güç çıkışında en yüksek verime sahip olacak şekilde tasarlanmıştır. Verimlilik, daha düşük veya daha yüksek çıkışlarla azalır. Öte yandan, transformatördeki kayıplar düşük çıkışta nispeten küçüktür, ancak daha fazla güç alındıkça artar. Transformatörün işleyebileceği güç miktarı kendi kayıpları ile belirlenir, çünkü bu kayıplar teli ve çekirdeği ısıtır. Tolere edilebilecek sıcaklık artışının bir sınırı vardır, çünkü çok yüksek bir sıcaklık teli eritebilir veya yalıtımın bozulmasına neden olabilir.

Bir transformatör, verimlilik düşük olsa bile, düşük çıkışta çalıştırılabilir, çünkü gerçek kayıp bu koşullar altında düşük olacaktır. Radyo alıcılarında ve vericilerde kullanılan küçük güç transformatörlerinin tam yük verimliliği, boyut ve tasarıma bağlı olarak genellikle yaklaşık %60 ila 90 arasındadır.

İMPEDANCE RATİO

İdeal bir transformatör - kayıp veya sızıntı indüktansı olmayan bir transformatör (bkz. Transformatör Kayıpları) - birincil güç, P, = Eplp ve ikincil güç, P = EgI, eşittir. Birincil ve ikincil gerilim ve akım arasındaki ilişkiler de bilinmektedir. Empedans, voltajın akıma oranı olduğundan, Z = E/İ, her sargıda temsil edilen empedanslar aşağıdaki gibi ilişkilidir:

- (g; j

nerede

Zp = güç kaynağından birincil terminallerde empedans,
Zs = ikincil bağlı yükün empedansı ve
N/N = dönüş oranı, birincil/ikincil.

Transformatör, bir voltaj/akım oranında (yani empedans) giriş gücünü, farklı bir voltaj/akım oranında (yani farklı bir empedans) çıkış gücüne dönüştürür.

Transformatöre ikincil olarak bağlanan herhangi bir empedansın yükü, birincil terminallerde farklı bir değere dönüştürülecektir. Empedans dönüşümü, birincil-tosecondary dönüş oranının karesi ile orantılıdır. (Birincil-ikincil dönüş oranını kullanmaya özen gösterin, çünkü ikincil-birincil oran daha çok voltaj dönüşüm oranını belirlemek için kullanılır.)

Bakmak terimi genellikle belirtilen terminallerde dış perspektiften gözlemlenen koşulları ifade etmek için kullanılır. Örneğin, - transformatöre "empedans bakışı" birincil sargının terminallerinde transformatöre dışarıdan ölçülen empedans anlamına gelir.

Örnek: Bir transformatör, 0.6'lık bir birincil-tosekondary dönüş oranına sahiptir (birincil, ikincil olarak onda altı kadar dönüşe sahiptir) ve 3000 © 2'lik bir yük ikinciye bağlanır. Transformatörün birincil kısmına bakan empedans nedir ?

Z6 = 3000 92 x (0.6^2) = 3000 © x 0.36 Z6

= 1080 ©

Uygun dönüş oranını seçerek, sabit bir yükün empedansı pratik sınırlar dahilinde istenen herhangi bir değere dönüştürülebilir.

İf transformatör kayıpları ihmal edilebilir, dönüştürülmüş (yansıyan) empedans gerçek yük empedansı ile aynı faz açısına sahiptir. Böylece, yük saf bir direnç ise, birincil tarafından güç kaynağına sunulan yük de saf bir direnç olacaktır. Yük empedansı karmaşıksa, yani yük akımı ve voltaj birbirleriyle faz dışındaysa, birincil voltaj ve akım aynı faz açısına sahip olacaktır.

Birçok cihaz veya devre, optimum çalışma için belirli bir yük direnci (veya empedans) değeri gerektirir. Gücü dağıtacak olan gerçek yükün empedansı, kaynak cihazın veya devrenin empedansından oldukça farklı olabilir, bu nedenle gerçek yükü istenen değerin bir empedansına dönüştürmek için bir empedanslama transformatörü kullanılır. Gerekli dönüş oranı:

, "f,
N, yzg

nerede

N ,/N = gerekli dönüş oranı, birincil/ikincil , Zp = birincil empedans gereklidir ve Zs = ikincil bağlı yük empedansı.

Örnek: Bir transistör ses amplifikatörü, optimum performans için 150 Q'luk bir yük gerektirir ve 4.0 92'lik bir empedansa sahip bir hoparlöre bağlanmalıdır. Bağlantı transformatöründe hangi primaryto-secondary dönüş oranı gereklidir?

Np = ~ = l5on =√38 = 6 _ 2
N, "yz, 4. oo

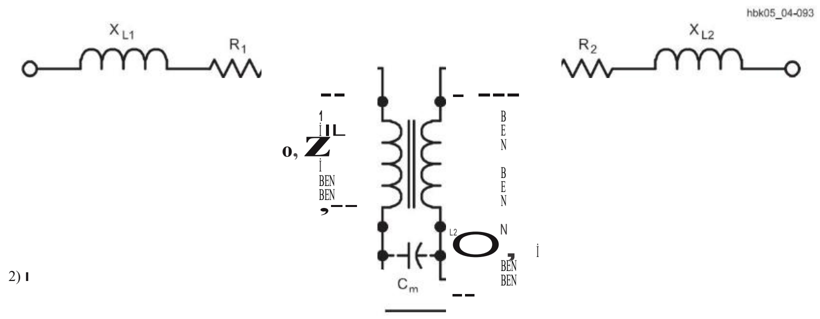
Bu nedenle birincil, ikinciden 6,2 kat daha fazla dönüşe sahip olmalıdır.

Bu ilişkiler, ideal bir transformatöre dayanmalarına rağmen pratik devrelerde kullanılabilir. Normal tasarım gereksinimlerinin yanı sıra, oldukça düşük iç - kayıplar ve düşük kaçak reaktansı, diğer tek gereklilik, primer'in pnmary'ye uygulanan voltajda düşük manyetize akımla çalışmak için yeterli indüktansa sahip olmasıdır.

Bir demir çekirdekli transformatörün birincil terminal empedansı, tamamen ikincil ve dönüş oranına bağlı yük tarafından belirlenir. Transformatörün özellikleri, güç kaynağına sunulan empedans üzerinde kayda değer bir etkiye sahipse, transformatör ya kötü tasarlanmış ya da kullanıldığı voltaj ve frekansa uygun değildir. Çoğu transformatör, tasarım şeklinin biraz altından biraz altına kadar olan voltajlarda oldukça iyi çalışacaktır.

TRAFO ZARARLARI

İn uygulama, verilen formüllerin hiçbiri



Şekil 4.19 - Direnç, indüktans ve kapasitans ağı olarak bir transformatör. Sadece L 1 ve L2 enerji transferine katkıda bulunur.

Şimdiye kadar gerçekten kesin sonuçlar verir, ancak makul yaklaşımları göze alırlar. Gerçekte transformatörler sadece iki bağlı indüktör değil, çoğu **Şekil 4.19'da görünen bir direnç ve reaktans ağıdır.** Sadece 1 ila 4 numaralı terminaller kullanıcı tarafından erişilebilir olduğundan, transformatör derecelendirmeleri ve spesifikasyonları bu karmaşıklıkların yarattığı ek kayıpları dikkate alır.

Pratik bir transformatörde, tüm manyetik akı her iki sargıda da ortak değildir, ancak iyi tasarlanmış transformatörlerde bir sargıyı kesen ve diğerini kesen akı miktarı toplam akının sadece küçük bir yüzdesidir. Bu *sızıntı akısı,* akıyı oluşturan sargıda kendiliğinden indüksiyon yaparak bir voltaja neden olur. Etki, ana sargılardan bağımsız olarak küçük bir sızıntı indüktansı varmış gibi aynıdır. Kaçak endüktans, sargı ile seri olarak yerleştirilen endüktans ile aynı şekilde hareket eder. Bu nedenle, sızıntı endüktansının miktarına ve frekansa bağlı olarak belirli bir reaktansa sahiptir. Bu reaktans *kaçak reaktans olarak adlandırılır* ve Şekil 4.19'da Xr ve X olarak gösterilir.

Sızıntı reaktansından geçen akım bir voltaj düşüşüne neden olur. Bu voltaj düşüşü artan akım (veya frekans) ile artar; Bu nedenle, ikincil güçten daha fazla güç alındıkça artar. Transformatör sargılarının, Rl ve R2'nin dirençleri de akım olduğunda voltaj düşmesine neden olur. Bu voltaj düşüşleri, sızıntı reaktansının neden olduğu fazda olmasa da, birlikte yük altında transformatör dönüş oranı ile gösterilenden daha düşük bir ikincil voltaj ile sonuçlanır. Böylece, pratik bir transformatörde, ikincil akım ne kadar büyük olursa, ikincil terminal voltajı o kadar küçük olur.

AC hat frekanslarında (50 veya 60 Hz), makul derecede iyi tasarlanmış bir demir çekirdekli transformatör ile ikincil voltaj, opencircuit koşullarından tam yüke yaklaşık %10'dan fazla düşmemelidir. Voltaj düşüşü, ses frekanslarında çalışan bir transformatörde bundan çok daha fazla olabilir,

Çünkü kaçak reaktansı frekans ile artar.

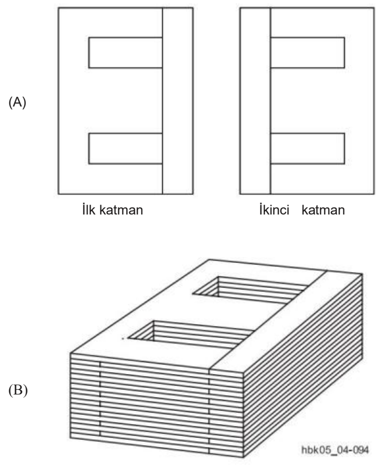
Tel dirençlerine ve kaçak reaktanslarına ek olarak, transformatörlerde bazı istenmeyen veya "başıboş" kapasitanslar meydana gelir. Sargıların ayrı dönüşlerini oluşturan tel, küçük bir kapasitörün plakaları gibi davranır, dönüşler arasında ve sargılar arasında bir kapasitans oluşturur. Bu *dağıtılmış kapasitans* Şekil 4.19'da Cİ, C2 ve CM olarak görünür Daha fazla-over, transformatör sargıları, örneğin şasi, kalkan ve hatta çekirdek gibi yakındaki metale göre kapasitans sergileyebilir. Akım bir sargıdan geçtiğinde, her dönüş bitişik dönüşlerinden biraz farklı bir voltaja sahiptir. Bu voltaj, bu *iç içe ve sargı-sargı kapasitanslarında küçük bir akımın akmasına neden olur.*

Başıboş kapasitanslar güç ve ses transformatörleri ile çok az ilgili olmasına rağmen, frekans arttıkça önemli hale gelirler. RF kullanımı için İn transformatörler, başıboş kapasitans özellikle çok hafif veya sıfır yük altında, kaçak reaktans ya da, daha düşük frekanslarda, sargı reaktans, Ll veya L2 ile rezonans olabilir. Rezonans etrafındaki frekans bölgesinde, transformatörler artık yukarıda formüle edilen özellikleri veya aşağıda tarif edilecek empedans özelliklerini sergilemezler.

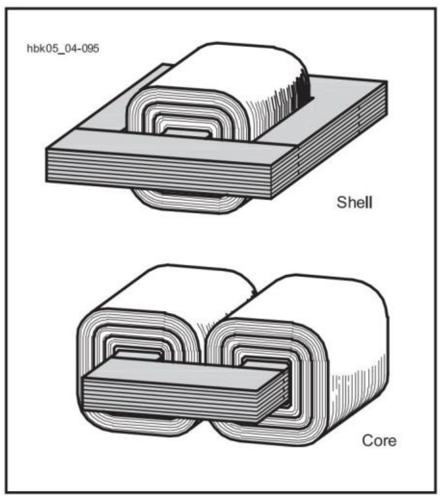
İron çekirdekli transformatörler ayrıca çekirdeğin kendisinde de kayıplar yaşarlar. *Histerezis kayıpları,* çekirdeğin manyetik malzemesinin retentivitesinin üstesinden gelmek için gereken enerjiyi içerir. Çekirdeğin direnci boyunca dolaşan akımlar, toplam çekirdek kayıplarının bir parçasını oluşturan girdap akımlarıdır. Gerekli mıknatıslama akımına eklenen bu kayıplar, Şekil 4.19'daki Ll'ye paralel olarak bir direnç eklemeye eşdeğerdir.

CORE CONSTRUCTION

Ses ve güç transformatörleri genellikle çekirdek malzeme olarak silikon çelik kullanır. 5000 veya daha fazla geçirgenliğe sahip olan bu çekirdekler, kesitin inç karesi başına 105 (Mx)'e yaklaşan akı yoğunluklarında doyurulur. Çekirdekler ince yalıtımlı laminasyonlardan oluşur



Şekil 4.20 - **Tipik bir transformatör demir çekirdeği. E ve İparçaları, çekirdekteki girdap akımlarını azaltırken manyetik yolu iyileştirmek için ardışık katmanlarda yön değiştirir.**

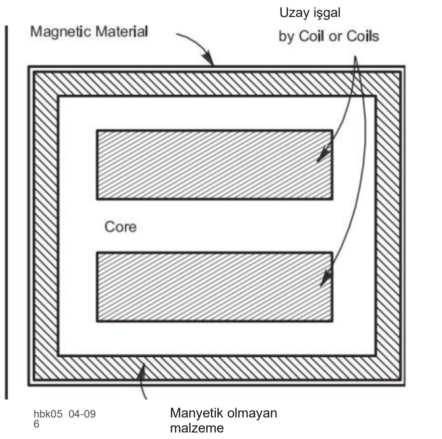


Şekil 4.21 - **İki ortak transformatör yapısı: kabuk ve çekirdek.**

Potansiyel girdap akım yollarını parçala.

Her çekirdek katman, **Şekil 4.20'de gösterildiği gibi bir "E've bir" İ "parçasından oluşur.** Popo noktası küçük bir boşluk bırakır. Her katman bitişik katmanlardan tersine çevrilir, böylece her boşluk sürekli bir manyetik yolun yanında olur, böylece boşlukların etkisi en aza indirilir. Bu, tüm laminasyon katmanları için hava boşluğunun korunduğu hava boşluklu bir indüktörden farklıdır.

Şekil 4.21'de gösterildiği gibi iki çekirdek şekil ortak kullanımdadır. Kabuk tipinde, her iki sargı da iç bacak üzerine yerleştirilirken, çekirdek tipinde, istenirse birincil ve ikincil sargılar ayrı bacaklara yerleştirilebilir. Bu bazen arasındaki kapasitansı en aza indirmek gerektiğinde yapılır



Şekil 4.22 - **Korumalı bir transformatör kesiti: çekirdek artı manyetik malzemenin bir dış kalkanı neredeyse tüm manyetik alanı içerir.**

Birincil ve ikincil veya sargılardan birinin çok yüksek voltajda çalışması gerektiğinde.

Belirli bir uygulanan voltaj için primer gerekli numberofturn boyut, şekil ve kullanılan çekirdek malzeme türü yanı sıra frekans ile belirlenir. Gerekli dönüş sayısı, çekirdeğin kesit alanıyla ters orantılıdır. Kaba bir gösterge olarak, küçük güç transformatörlerinin sargıları genellikle İ-kare-inç kesitli bir çekirdek üzerinde volt başına yaklaşık altı ila sekiz dönüşe sahiptir ve 10 veya 12 inç uzunluğunda bir manyetik yola sahiptir. Daha uzun bir yol veya daha küçük bir kesit, volt başına daha fazla dönüş gerektirir ve bunun tersi de geçerlidir.

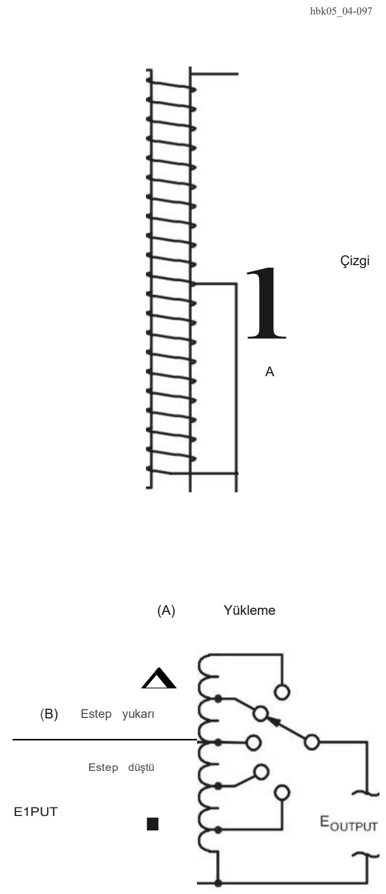
Çoğu transformatörde sargılar tabakalar halinde sarılır, her katman arasında ince bir tabaka arıtılmış kağıt yalıtımı bulunur. Daha kalın yalıtım, bitişik sargılar arasında ve ilk sargı ile çekirdek arasında kullanılır.

SHIELDING

Manyetik kuvvet çizgileri sürekli döngüler olduğundan, koruma, sızıntı akısının kuvvet çizgileri için tam bir yol gerektirir. Demir çekirdeklerinin yüksek geçirgenliği alanı konsantre etme eğilimindedir, ancak ek koruma genellikle gereklidir. **Şekil 4.22'de gösterildiği gibi,** transformatörün iyi bir manyetik malzemeye kapatılması, dış durumda neredeyse tüm manyetik alanı kısıtlayabilir. Kasa ile çekirdek arasındaki manyetik olmayan malzeme, alana ulaşmadan önce alanı zayıflatarak yüksek isteksizlik bölgesi yaratır.

4.4.2 Ototransformerler

Transformatör prensibi, **Şekil 4.23A'de gösterildiği gibi iki yerine sadece bir sargı ile kullanılabilir.** Voltaj, akım ve empedansı dönüş oranına bağlayan ilkeler de eşit derecede iyi uygulanır. Tek sarımlı bir trans-



Şekil 4.23 - **Ototransformer transformatöre dayanır, ancak sadece bir sargı kullanır. A'daki resimsel diyagram, bir ototransformerin tipik yapısını gösterir. B'deki şematik diyagram, genellikle aşırı veya eksik hat voltajını telafi etmek için bir voltajını yükseltmek veya düşürmek için bir ototransformer kullanıldığını göstermektedir.**

Eski *bir autotransformer denir.* Sargının ortak bölümündeki (A) akım, hat (birincil) ve yük (ikincil) akımlar arasındaki farktır, çünkü bu akımlar faz dışıdır. Bu nedenle, hat ve yük akımları neredeyse eşitse, sargının ortak bölümü nispeten küçük telle sarılabilir. Hat ve yük akımları, yalnızca birincil (hat) ve ikincil (yük) voltajlar çok farklı olmadığında eşit olacaktır.

Ototransformerler esas olarak güç hattı voltajını nispeten küçük miktarlarda artırmak veya azaltmak için kullanılır. Şekil 4.23B, anahtarlanmış, basamaklı bir ototransformer ile şematik olarak prensibi göstermektedir. Sürekli değişken ototransformerler, çeşitli ticari isimler altında ticari olarak temin edilebilir; Variac ve Powerstat tipik örneklerdir .

Teknik olarak, hava çekirdeği indüktörleri ,

Şekil 3.48'deki ağdaki gibi, **Radyo Temelleri bölümündeki rezonans devrelerinin tartışmasının kapanışındaki gibi, aynı zamanda ototransformerlerdir**. Musluktan sargının altına kadar olan voltaj, tüm sargı boyunca voltajdan daha azdır. Aynı şekilde, sargının dokunulmuş kısmının empedansı, tüm sargının empedansından daha azdır. Çünkü bu durumda, sızıntı reaktansları büyüktür ve bağlantı katsayısı oldukça düşüktür, ilişkiler

Mükemmel bir transformatör tam değerleri tahmin oldukça güvenilmez büyümek doğrudur. Bu nedenle, dokunmuş indüktörler nadiren transformatörler olarak adlandırılır. Şekil 3 .48'deki kademeli durum, formül tarafından - rezonansta veya rezonansa yakın - daha iyi bir şekilde karşılanmaktadır.

$$R_p = \frac{R_L X_{coM}}{X_L}^{2}$$

nerede

R_p ayarlı devre paralel rezonans Empedans,

R = sargının bir kısmına dokunan yük direnci ,

XcoM = Sargının hem rezonans devresi hem de yük musluğu için ortak olan kısmının reaktansı ve

Xi = tüm sargının reaktansı.

Sonuç yaklaşıktır ve sadece Q değeri 10 veya daha büyük olan devreler için geçerlidir.

4.5 Pratik Yarı İletkenler

Analog sinyal işleme için devreler oluşturmak için kullanılabilecek birkaç farklı bileşen türü vardır. Bipolar yarı iletkenler, alan etkili yarı iletkenler ve entegre devreler, analog sinyal işlemede kullanılan geniş bir aktif cihaz spektrumunu içerir. (Vakum tüpleri, Amatör Radyoda birincil uygulamaları olan RF Güç Amplifikatörleri bölümünde tartışılmaktadır.) Birkaç farklı cihaz, her biri her bir cihazın fiziksel özelliklerine dayanan kendi avantajları ve dezavantajları olan aynı işlevi yerine getirebilir.

Her cihazın belirli özelliklerini anlamak, analog devreyi tasarlarken belirli bir amaç için hangi cihazın en iyi olacağı veya mevcut bir devrenin neden belirli bir şekilde tasarlandığını anlamak için eğitimli kararlar vermenizi sağlar.

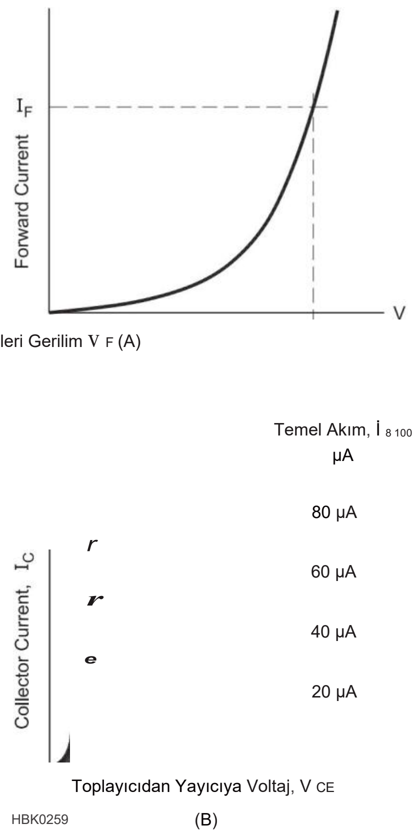
4.5.1 Cihaz Özellikleri

CHARACTERİSTİC EĞRİLERİ

Analog cihazlar karakteristik *eğrileriyle en eksiksiz şekilde tanımlanır*. *Karakteristik* eğri, iki veya üç değişken arasındaki karşılıklı ilişkilerin bir grafiğidir. Dikey (y) eksen parametresi, cihazın yatay (x) ekseninde bir giriş parametresiyle çalıştırılmasının çıktısı veya sonucudur. Genellikle çıktı iki giriş değerinin sonucudur. İlk giriş parametresi X ekseni boyunca ve ikinci giriş parametresi her biri farklı bir değer için birkaç eğri ile temsil edilir.

Hemen hemen tüm cihazlar, çok çeşitli çalışma parametreleri üzerinde doğrusal değildir. Genellikle sadece doğrusal bir tepkiye yaklaşan bölgede bir cihaz kullanmakla ilgileniyoruz. Karakteristik eğriler, bir cihazın hem doğrusal hem de doğrusal olmayan bölgelerdeki çalışmasını grafiksel olarak tanımlamak için kullanılır.

Şekil 4.24A, ileri akımı gösteren Y ekseni ile bir yarı iletken diyot için karakteristik eğriyi gösterir, diyot boyunca akan İ've gösteren X ekseni İleri gerilim, Vi, diyot boyunca. Bu eğri, akım iletirken diyottaki akım ve voltaj arasındaki ilişkiyi gösterir. Diyotlar gibi iki terminalli cihazlarda voltaj ve akımı gösteren karakteristik eğrilere genellikle *I-V eğrileri denir.* Char-



Şekil 4.24 - Karakteristik eğriler. Bir yarı - iletken için ileri gerilim ve ileri akım karakteristik eğrisi
Diyot (A)'da gösterilir. (B) toplayıcı akım ile toplayıcı-yayıcı voltaj eğrisinin beş farklı temel akım değeri için çizildiği bir bipolar transistör için bir dizi karakteristik eğri gösterir.

Akteristik eğriler, her iki eksenin de pozitif ve negatif değerler içerdiği dört çalışma çeyreğinin tümünü içerebilir. Farklı - çeyreklerde kullanılacak farklı ölçekler için de yaygındır, bu nedenle eğriler için efsaneyi dikkatlice inceleyin.

Karakteristik bir eğride çizilen parametreler, cihazın nasıl kullanılacağına bağlıdır, böylece uygulanabilir tasarım değerleri karakteristik eğriden elde edilebilir. Eğrinin eğimi genellikle önemlidir, çünkü çıktıdaki değişiklikleri girdideki değişikliklerle ilişkilendirir. Eğrinin eğimini belirlemek için, eğrinin bu kısmı boyunca, her biri x ve y eksenleri boyunca konumu ile tanımlanan iki yakın aralıklı nokta seçilir. **İki** nokta (x, yr) ve (x.y2) tarafından tanımlanırsa, eğrinin eğimi, m (örneğin bir kazanç, bir direnç veya bir iletkenlik olabilir) şu şekilde hesaplanır :

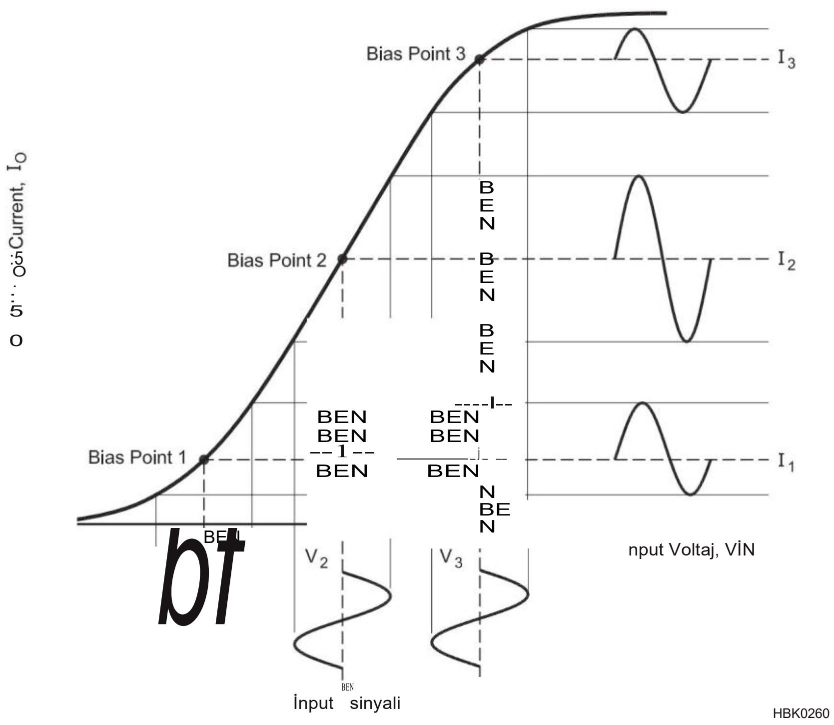
m_A¥_Xi-X:
AX Xi- X

Birbirine yakın noktaları seçmek önemlidir veya eğim cihazın gerçek davranışını yansıtmaz. Karakteristik eğrisi düz bir çizgi olmayan bir cihaz, girişlere doğrusal bir yanıt vermez, çünkü eğim giriş parametresinin değeri ile değişir.

Transistör gibi üç parametrenin etkileşime girdiği bir cihaz için, karakteristik eğriler kümesi çizilebilir. Şekil 4.24B, toplayıcı - akımın (İc) y ekseninde gösterildiği ve toplayıcı-yayıcı voltajının (Ver) x ekseninde gösterildiği bir bipolar transistör için bir dizi karakteristik eğri göstermektedir. Toplayıcı akımın miktarı da taban akımına bağlı olduğundan, İg, eğri farklı İµ değerleri için birkaç kez tekrarlanır. Bu eğrilerden, bu transistörü kullanan bir amplifikatör devresi, belirli kazanç değerlerine sahip olacak şekilde tasarlanabilir.

BİASİNG

Bir analog sinyal işleme cihazının çalışması, hangi bölümden büyük ölçüde etkilenir



Şekil 4.25 - Önyargı etkisi. Bir giriş sinyali, önyargı noktalarının seçimine bağlı olarak doğrusal veya doğrusal olmayan olarak çoğaltılabilir.

Karakteristik eğrinin işleme yapmak için kullanılır. Cihazın *önyargı noktası,* giriş sinyali uygulanmadığında çalışma parametrelerinin kümesidir. Önyargı noktası aynı zamanda *sessiz nokta* veya *Q noktası olarak da bilinir.* Önyargı noktasını değiştirerek, devre tasarımcısı giriş ve çıkış sinyali arasındaki ilişkiyi etkileyebilir. Önyargı noktası, giriş sinyalinin de ofseti olarak da düşünülebilir. Analog sinyal işleme gerçekleştiren cihazlar uygun giriş sinyali biasing gerektirir.

Örnek olarak, **Şekil 4.25'te gösterilen karakteristik eğriyi düşünün. (Cihazın** ve devrenin kesin türleri önemsizdir.) Karakteristik eğri, bir giriş voltajı ile bir çıkış akımı arasındaki ilişkiyi gösterir. İncreasing giriş voltajı çıkış akımında bir artışa neden olur, böylece bir giriş sinyali çıkışta yeniden üretilir. Karakteristik eğri **ortada doğrusaldır,** ancak üst ve alt bölgelerinde oldukça doğrusal değildir.

Şekil tarafından tarif edilen devrede, giriş sinyaline üç voltajdan biri olan V, V veya V eklenerek önyargı noktaları oluşturulur. Önyargı voltajı V, giriş sinyali bulunmadığında İ'in bir çıkış akımı ile sonuçlanır. Bu, karakteristik eğride Önyargı Noktası 1 olarak gösterilir. Bir giriş sinyali uygulandığında, giriş voltajı V etrafında değişir ve çıkış akımı gösterildiği gibi İ etrafında değişir. Çıkış akımının dc değeri çıkarılırsa, giriş sinyalinin bir reprodüksiyonu sonuçtur.

İf Bias Point 2 seçilir, bunu görebiliriz Giriş voltajı, aynı şekle sahip değişen bir çıkış akımı olarak yeniden üretilir. Bu durumda, cihaz doğrusal olarak çalışıyor. Eğer Yanlılık Noktası 1 veya Yanlılık Noktası 3 seçilirse, cihazın karakteristik eğrisi bu bölgede doğrusal olmadığı için çıkış sinyalinin şekli bozulur. Giriş sinyalinin artan kısmı, azalan kısımdan daha fazla varyasyon ile sonuçlanır (Bias Point **1)** veya tam tersi (Bias Point 3). Bir cihazın - doğrusal olarak çalışmasını sağlamak için doğru önyargı çok önemlidir.

İMALATÇININ VERİ LEVHALARİ

Üreticinin veri sayfaları, parça tipinin özellikleri (polarite, yarı iletken tip), pimlerin ve uçların kimliği *(pinouts*) ve tipik kullanım (küçük sinyal, RF, anahtarlama veya güç amplifikatörü gibi) ile birlikte cihaz özelliklerini listeler. Pin tanımlaması önemlidir, çünkü ortak paket pinoutları normalde kullanılsa da istisnalar vardır. Üreticiler bildirilen değerlerde biraz farklılık gösterebilir, ancak bazı temel parametreler listelenmiştir. Aynı cihazların farklı grupları nadiren aynıdır, bu nedenle üreticiler cihazlarının parametreleri için garantili sınırları belirler. Genellikle her parametre için veri sayfasında listelenen üç değer vardır: garantili minimum değer, garantili maksimum değer ve/veya tipik değer.

Veri sayfasının bir başka bölümü, hangi cihazın ötesinde ABSOLUTE MAXİMUM RATİNGS'yi listeler Hasar meydana gelebilir. Örneğin, bir katı hal cihazı için ABSOLUTE MAXİMUM RATİNGS bölümünde listelenen parametreler tipik olarak voltajlar, sürekli akımlar, toplam cihaz güç dağılımı (Pi) ve çalışan ve depolama-sıcaklık aralıklarıdır.

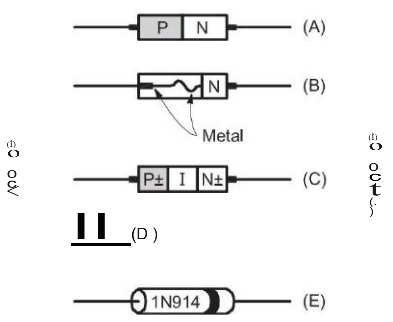
Her cihaz için karakteristik eğrileri çizmek yerine, üretici genellikle en sık kullanılan konfigürasyonlar ve parametre aralıkları için cihaz çalışmasını tanımlayan temel çalışma parametrelerini seçer. Örneğin, bir bipolar transistör veri sayfası bir OPERATNG PARAMETRELER bölümü içerebilir. Parametreler, OFF CHARACTERİSTICS alt bölümünde ve de voltajlar için cihazın iletim özelliklerini tanımlayan bir ON CHARACTERİSTICS alt bölümünde listelenmiştir. SMALL-SIGNAL CHARACTERİSTICS bölümü, minimum - GainBandwidth Ürünü (fr veya GBW), maksimum çıkış kapasitansı, maksimum giriş kapasitansı ve belirli bir cihaza uygulanabilir transfer parametrelerinin aralığını içerebilir. Son olarak, SWITCHİ CHARACTERİSTİCS bölümü Gecikme Süresi (ta), Yükseliş Süresi (t,), Depolama Süresi (t,) ve Düşme Süresi (t) için mutlak maksimum derecelendirmeleri listeleyebilir. Diğer cihaz türleri, söz konusu cihazın çalışması için önemli olan özellikleri listeler.

Belirtilen cihazların değiştirilmesi için eşdeğer parçaları seçerken, veri sayfası belirli bir parçanın başka bir parçanın işlevlerini yerine getirip getirmeyeceğini söylemek için gerekli bilgileri sağlar. *Çapraz referansların ve ikame kılavuzlarının listeleri genellikle* yalnızca neredeyse aynı parametrelere sahip cihazları belirtir. Genellikle yedek olarak seçilebilecek çok sayıda ek cihaz vardır. Devre gereksinimlerinin bilgisi, olası değiştirmeler listesine daha da fazla katkıda bulunur. Yedek parçanın, devrenin gerektirdiği orijinal parçanın parametre değerlerini karşıladığından veya aştığından emin olmak için cihaz parametreleri ayrı ayrı karşılaştırılmalıdır. Bununla birlikte, bazı uygulamalarda çok daha üstün bir parçanın yedek olarak başarısız olabileceğini unutmayın. Çok fazla kazancı olan bir transistör, istikrarı sağlamak için yetersiz negatif geri besleme varsa kolayca salınabilir.

4.5.2 Diyotlar

Birçok yarı iletken diyot türü mevcut olmasına rağmen, birçok ortak özelliği paylaşırlar. Bir uygulama türü için belirli - özellikleri optimize etmek için farklı diyot türleri geliştirilmiştir. Bu kitap boyunca diyot uygulamalarının birçok örneğini bulacaksınız.

Diyot sembolü **Şekil 4.26'da gösterilmiştir.** İleri akım, anottan katoda doğru, ok yönünde akar. Ters akım katottan anota akar. (Akım, - **Elektronik Fonda açıklandığı gibi geleneksel akım olarak kabul edilir.**



Şekil 4.26 - Pratik yarı iletken diyotlar. Tüm cihazlar soldaki anot ve sağdaki katot ile hizalanmıştır. (A) Standart PN bağlantı diyotu. (B) Pointcontact veya "kedinin bıyığı" diyot. (C) Ağır katkılı P-tipi (P *), katkısız (intrinsik) ve ağır şekilde oluşan PIN diyot Katkılı N tipi (N *) yarı iletken malzeme. (D) Diyot şematik sembolü. (E)
Katot ucunda işaretleme şeridi olan diyot paketi.

Mentaller bölümü.) Bir yarı iletken bağlantı diyotunun anotu P tipi malzemeden yapılmıştır ve katot Şekil 4.26'da belirtildiği gibi N tipi malzemeden yapılmıştır. Çoğu diyot katot ucunda bir bant ile işaretlenir.

DIODE RATİNGS

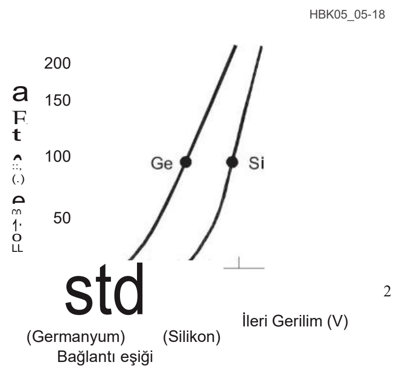
Beş ana özellik standart bağlantı diyotlarını birbirinden ayırır: akım taşıma kapasitesi, maksimum voltaj derecesi, tepki hızı, ters kaçak akımı ve bağlantı ileri gerilimi. Bu özelliklerin her biri, özel amaçlı diyotlar üretmek için üretim sırasında manipüle edilebilir.

Mevcut kapasite

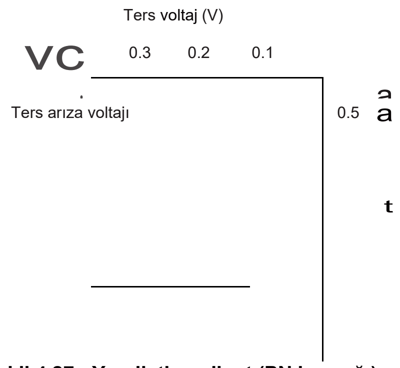
İdeal diyot, ileri yönde sıfır direnç ve ters yönde sonsuz dirence sahip olacaktır. Bu, **Şekil 4.27 A'daki bir diyot yanıtının grafiğinde gösterildiği gibi davranan gerçek cihazlar için geçerli değildir.İki** grafiğin ölçeklerinin büyük ölçüde farklı olduğunu unutmayın. Sağ üstteki çizginin eğiminin tersi (çizginin düz bir kısmındaki iki nokta arasındaki voltajdaki değişim, akımdaki karşılık gelen değişime bölünür), diyotun ileri yönde, Ri direncidir.

Gerilim aralığı küçüktür ve ileri direnç çok küçük olduğu için akım aralığı büyüktür (bu örnekte yaklaşık 2 Q). Bununla birlikte, bu direnç P = İ'e göre ısı dağılımına neden olur? X Ri.

Ek olarak, ileri akım akarken bir ileri voltaj, V f vardır. Bu aynı zamanda P = İ x VF· İn güç uygulamaları olarak ısı dağılımı ile sonuçlanır burada ortalama



(A)



(B)

Şekil 4.27 - Yarı iletken diyot (PN kavşağı) karakteristik eğrisi. (A) Germanyum (Ge) ve Silikon (Si) cihazlar için ileri yönlü (katottan daha yüksek anot voltajı) yanıt. Her eğri
Bağlantı eşik voltajında X ekseninden ayrılır. Her eğrinin eğimi onun ileri direncidir. (B) Tersine çevrilmiş yanıt. Çok küçük ters akım, ters doygunluk akımına (I,) ulaşana kadar artar. Ters akım, ters voltaj ters arıza voltajına ulaştığında aniden ve büyük ölçüde artar, VgR:

Koğuş akımı yüksektir, ileri dirençten ısıtma ve ileri voltaj düşüşü önemli olabilir. İleri akım ısı dağılımının miktarını belirlediğinden, diyotun güç derecesi *maksimum ortalama akım olarak belirtilir. Bir* diyottaki akım derecesinin aşılması, daha önce açıklandığı gibi PN bağlantı arızasına yol açan aşırı ısınmaya neden olacaktır.

Tepe İnverse Voltaj (PIV)

Şekil 4.27B, eğrinin sol alt kısmı, ters voltaj büyüdükçe onlarca kilohm'dan binlerce megohm'a yükselen ve daha sonra sıfıra yakın (neredeyse dikey bir çizgi) çok aniden azalan çok daha yüksek bir direnci göstermektedir. - Diyot girdiği için bu ani değişim oluşur

Ters kırılma veya ters voltaj, bağlantı boyunca akımı itecek kadar yüksek olduğunda. Bunun gerçekleştiği voltaj *ters kırılma voltajıdır.* Akım, diyotun aşırı ısınmadan dolayı başarısız olacağı kadar yüksek olmadığı sürece, bozulma yıkıcı değildir ve diyot, önyargı giderildiğinde tekrar normal davranacaktır. Diyotun normal kullanım altında dayanabileceği maksimum ters voltaj, *tepe ters voltaj (PIV)* derecesidir. İlgili bir etki, bir cihazdaki voltajın akım akışını kontrol etme veya engelleme kabiliyetinden daha büyük olduğu çığ bozulmasıdır.

Yanıt Hızı

Bir diyotun voltaj polaritesindeki bir değişikliğe verdiği yanıtın hızı, diyotun düzeltebileceği ac akımının frekansını sınırlar. Şekil 4.27'deki diyot yanıtı, bu diyotun de'de nasıl davranacağını göstermektedir. Frekans arttıkça, diyot sinyalin değişen polaritesi kadar hızlı açılıp kapanabilir.

Diyot tepki hızı esas olarak tükenme bölgesindeki şarj depolamasına bağlıdır. İleri akım akarken, elektronlar ve delikler yeniden birleşmek için kavşağın yakınındaki bölgeyi doldurur. Uygulanan voltaj tersine döndüğünde, bu fazla yükler kavşaktan uzaklaşır, böylece rekombinasyon gerçekleşemez. Ters önyargı, aşırı yükün tükenme bölgesini boşaltırken, kavşağın her iki tarafında çoğunluk taşıyıcıları içeren bölgeler ve dielektrik olarak hareket eden tükenme bölgesi tarafından oluşturulan küçük bir kapasitör gibi davranmaya başlar. Bu *bağlantı kapasitesi,* tükenme bölgesinin genişliği ile ters orantılıdır ve kavşağın kesitsel yüzey alanı ile doğru orantılıdır.

Bağlantı kapasitansının etkisi, uygulanan voltaj pozitiften negatife değiştikten sonra akımın kısa bir süre akmasına izin vermektir. Akım akışını durdurmak için bağlantı kapasitansının şarj edilmesi gerekir. Bu kapasitans şarj biraz zaman alır; Düzenli doğrultucu diyotlar için birkaç µs ve *hızlı geri kazanımlı* diyotlar için birkaç yüz nanosaniye. Bu *diyotun şarj depolama süresi.* Akım akışının durması için gereken süre diyotun *iyileşme süresidir.*

Ters kaçak akım

Tükenme bölgesi çok ince olduğundan, ters önyargı az miktarda ters sızıntıya veya ters doygunluk akımının katottan anoda akmasına neden olur. Ters kırılma voltajına ulaşılana kadar bu tipik olarak 1 µA veya daha azdır. Silikon diyotlar, germanyum gibi daha yüksek taşıyıcı hareketliliğe sahip diğer malzemelerden yapılan diyotlardan daha düşük ters kaçak akımlarına sahiptir.

Ters doygunluk akımı I5 sabit değildir, ancak sıcaklıktan etkilenir, daha yüksek sıcaklıklar hareketliliği arttırır

Çoğunluk taşıyıcılarının çoğu, belirli bir miktar için tükenme bölgesini geçecek şekilde ters önyargı. Oda sıcaklığına yakın silikon diyotlar (ve transistörler) için, İs her 4.8 ° C'de 2 kat artar. Bu, sıcaklıktaki her 4.8 ° C'lik artış için, akımın iki katına çıkması (eğer karşısındaki voltaj sabitse) veya akımın devredeki diğer dirençler tarafından sabit tutulması durumunda, diyot voltajının Vy x İn 2 = 18 mV azalacağı anlamına gelir. Germanyum için, akım her 8 ° C'de iki katına çıkar ve galyum-arsenit (GaAs) için, 3. 7 ° C Bu bağımlılık son derece tekrarlanabilir ve aslında sıcaklık ölçüm - devreleri üretmek için kullanılabilir .

Birkaç derecelik bir yükselişten kaynaklanan değişim bir devre tasarımında tolere edilebilir olsa da, 20 veya 30 dereceden olmayabilir. Bu nedenle, diğer bileşenlerde olduğu gibi, kendi kendine ısınmayı önlemek için güç derecelerini konservatif olarak (2 ila 4 kez marj) belirtmek diyotlarla iyi bir fikirdir.

Bileşen derasyonu kendiliğinden ısıtma etkilerini azaltırken, devreler beklenen çalışma ortamı için tasarlanmalıdır. Örneğin, mobil telsizler -20 ° ila + 140 ° F (-29 ° ila 60 ° C) arasındaki sıcaklıklara maruz kalabilir.

İleri gerilim

Çoğunluk taşıyıcılarının tükenme bölgesine girmesine ve tam akım akışı yaratarak yeniden birleşmesine neden olmak için gereken voltaj miktarına diyotun *ileri voltajı denir,* VA.it, kavşağı oluşturmak için kullanılan malzemenin türüne ve akım miktarına bağlıdır. Normal akımlardaki silikon diyotlar için, V = 0.7 V ve germanyum diyotlar için, Vi = 0.3 V. Daha önce gördüğünüz gibi, VF diyottaki güç dağılımını da etkiler.

POIGNT-CONTACT DİODES

Tükenme bölgesinde yük depolama süresini azaltmanın bir yolu, tükenmenin çok ince olduğu bir metalsemikondüktör kavşağı oluşturmaktır. Bu, noktayla *temas eden bir diyot ile gerçekleştirilebilir; burada,* genellikle bir *bıyık olarak adlandırılan ince bir alüminyum tel parçası,* hafif katkılı N tipi malzemenin bir parçasının bir yüzüyle temas halinde yerleştirilir. Aslında, radyo sinyallerini tespit etmek için kullanılan orijinal diyotlar - ("kedinin bıyık diyotları"), saf olmayan kurşun (galen) kristali ile temas halinde çelik bir tel ile yapılmıştır. Noktayla temas eden diyotlar yüksek tepki hızına sahiptir, ancak zayıf PIV ve currenthandling derecelendirmeleri vardır. 1 N34 germanyum noktalı kontakt diyot, hala yaygın kullanımda olan nokta-temas diyotunun en iyi bilir

SCHOTTKY DİODES

Noktayla temas eden diyotlara bir iyileştirme olan *sıcak taşıyıcı diyot, noktasal bir* diyota benzer, ancak platin ve altın gibi daha verimli metaller kullanılarak elde edilen daha ideal özelliklere sahiptir. İleri direnç ve PIV artış. Bu tür temas *Schottky bariyeri olarak bilinir* ve bu şekilde yapılan diyotlara *Schottky diyotları denir.* Schottky diyotlarının bağlantıları, daha küçük olmak, daha az yük depolamak ve sonuç olarak, standart PN-bağlantı diyotlarından daha kısa anahtarlama sürelerine ve bağlantı kapasitelerine sahiptir. İleri voltajları da daha düşüktür, tipik olarak 0.3 ila 0.4 V. Diğer birçok açıdan PN diyotlarına benzer şekilde davranırlar.

PİN DİODES

Şekil 4.26C'de gösterilen PİN diyotu, ileri taraflı olduğunda RF ve mikrodalga sinyallerini geçebilen yavaş tepki diyotudur. Bu cihaz, çok yüksek katkılı P-tipi ve N-tipi malzeme (ekstra doping miktarını belirtmek için P * tipi ve N * tipi malzeme olarak adlandırılır) arasına yerleştirilmiş bir intrinsik (katkısız) yarı iletken tabakası ile inşa edilmiştir. Bu cihazlar RF sinyalleri için çok etkili anahtarlar sağlar ve genellikle alıcı-vericilerde ve amplifikatörlerde transmitreceive anahtarlarda kullanılır. PIN diyotlarındaki çoğunluk taşıyıcıları, rekombinasyondan önce normal ömürlerden daha uzun ömürlüdür, bu da yüksek radyo frekanslarında diyotlardan daha fazla direnç gibi hareket etmelerine neden olan yavaş bir anahtarlama işlemine neden olur. Direnç miktarı, PİN diyotuna uygulanan ileri önyargı miktarı ile kontrol edilebilir ve bu, akım kontrollü zayıflatıcılar olarak hareket etmelerini sağlar. (PİN diyotları ve bunların kullanıldığı projeler hakkında daha fazla tartışma için, **İletim, RF Güç Amplifikatörleri ve Test Cihazları ve Ölçümleri bölümlerine bakın .)**

VARAKTÖR DİODES

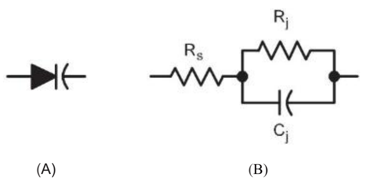
Kavşak kapasitansı, kavşak boyunca ters önyargı voltajını kontrol ederek küçük bir değişken kapasitör oluşturarak bir devre elemanı olarak kullanılabilir. Bağlantı kapasiteleri pF sırasına göre küçüktür. Bir diyot üzerindeki ters önyargı voltajı arttıkça, tükenme bölgesinin genişliği artar ve kapasitansını azaltır. Bir *varaktör* (ayrıca ticari adı Varicap diyot tarafından da bilinir), mütevazi bir aralık için nispeten geniş bir kapasitans değerleri aralığına sahip olmak üzere özel olarak formüle edilmiş bir kavşağa sahip bir diyottur (**Şekil 4.28).**

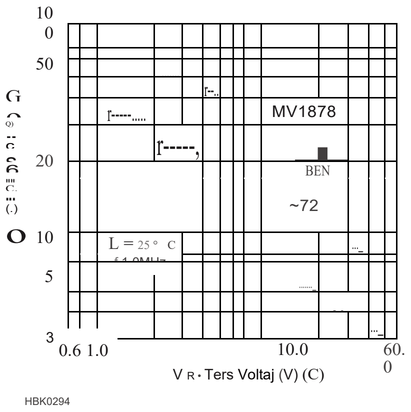
Bir diyota uygulanan ters önyargı değiştikçe, tükenme katmanının genişliği ve dolayısıyla kapasitans da değişir. Diyot birleşim kapasitansı *(C;)* ters önyargı altındaV volt tarafından verilir

$$c- \frac{5"}{S \% - v}$$

C ~ o = sıfır uygulanan voltaj ile ölçülen kapasitans .

Radikalin altındaki miktarın ters önyargı için büyük bir pozitif miktar olduğunu unutmayın. Denklemden görüldüğü gibi, büyük ters için





Şekil 4.28 - Varaktör diyot. (A) Şematik sembol. (B) Ters taraflı varaktör diyotunun eşdeğer devresi. R, bağlantı direncidir, R sızıntı direncidir ve CJ, ters önyargı voltajının büyüklüğünün bir fonksiyonu olan bağlantı kapasitansıdır. (C) Bağlantı kapasitansı, C, ters voltajın bir fonksiyonu olarak, V ", üç farklı varaktör cihazı için. Her iki eksen de çizilmiş logaritmik ölçekte.

Önyargılar C; Voltajın karekökü ile ters orantılıdır.

Üreticilerden özel varaktör formları mevcut olmasına rağmen, diğer diyot türleri ucuz varaktör diyotları olarak kullanılabilir, ancak ters voltaj ve kapasitans arasındaki ilişki her zaman güvenilir değildir.

Varaktör diyotlarla tasarlanırken, ters önyargı voltajı kesinlikle gürültüsüz olmalıdır, çünkü önyargı voltajındaki herhangi bir değişiklik kapasitansta değişikliklere neden olacaktır. Örneğin, varaktör bir osilatörü ayarlamak için kullanılıyorsa, ters önyargı voltajı gürültülü olduğunda istenmeyen frekans kaymaları veya kararsızlık ortaya çıkar. İt frekans taşıyıcı osilatör kullanılan bir varaktör diyot üzerinde ters önyargı ses sinyali ekleyerek bir sinyal modüle etmek mümkündür. (Osilatörler ve modülatörlerde vokaktör kullanımı örnekleri için, **İletim ve Osilatörler ve Sentezleyiciler bölümlerine bakın.)**

ZENER DİODES

Ters taraflı bir diyotun PIV değeri aşıldığında, diyot ileri yönlü olduğunda olduğu gibi akım iletmeye başlar. Bu akım, cihazın maksimum izninden daha azıyla sınırlıysa diyotu yok etmeyecektir.

Able değeri. Üretim sırasında ağır doping seviyeleri kullanılarak, bir diyotun PIV'i, bir tür voltaj referansı oluşturarak, Zener voltajı olarak adlandırılan belirli bir seviyede olacak şekilde hassas bir şekilde kontrol edilebilir. Bu diyotlar, mucitleri Amerikalı fizikçi Clarence Zener'den sonra Zener diyotları olarak adlandırılır.

Zener voltajına ulaşıldığında, Zener diyotundaki ters voltaj, içinden geçen akım değişse bile sabit kalır. Uygun bir seri akım sınırlayıcı direnç ile, Zener diyot doğru bir voltaj referansı sağlar (bkz **Şekil 4.29).**

Zener diyotları reversebreakdown - voltajları ve güç taşıma kapasiteleri ile derecelendirilir, burada P = V ¥ I. Aynı akım her zaman kaynak voltajını referans voltajına düşürmek için dirençten geçmelidir, bu akım Zener diyotu ve yük arasında bölünmüştür, bu tür bir güç kaynağı akımın çok israfıdır.

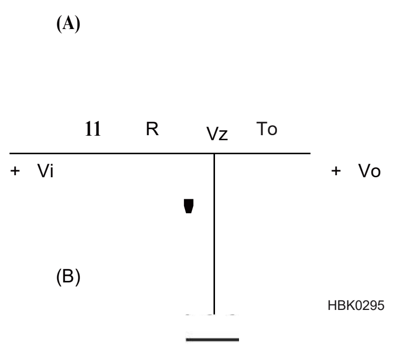
Zener diyot, yük akımının voltajı referans tarafından ayarlanan başka bir cihazdan sağlandığı daha büyük bir voltaj düzenleme devresinde mükemmel ve verimli bir voltaj referansı yapar. (Zener diyotlarını voltaj düzenleyicileri olarak kullanma hakkında daha fazla bilgi için Güç Kaynakları bölümüne bakın.) Arıza bölgesinde çalışırken, Zener diyotları basit bir voltaj kaynağı olarak modellenebilir.

Zenerdiode kaynaklı voltajlardaki birincil hata kaynakları, yük akımındaki değişim ve ısıya bağlı değişimdir. Sıcaklıkla dengelenmiş Zener diyotları, ° C başına milyonda 5 parça kadar düşük sıcaklık katsayılarına sahiptir. Bu kabul edilemez ise, Zener diyotlarına dayanan voltaj referans entegre devreler, sıcaklık etkilerine karşı koymak için ek devre içeren geliştirilmiştir .

Zener diyotların bir varyasyonu olan *geçici voltaj baskılayıcı (TVS)* diyotlar, aksi - takdirde ekipmana veya devrelere zarar verecek kısa süreli, yüksek voltajlı geçişlerde enerjiyi dağıtmak için tasarlanmıştır. TVS diyotları büyük kavşak kesitlerine sahiptir, böylece büyük akımları hasar görmeden işleyebilirler. Bu diyotlar TransZorbs ticari adıyla da bilinir. Geçici olanın polaritesi pozitif, negatif veya her ikisi de olabileceğinden, geçici koruma devreleri zıt kutuplara bağlı iki cihazla tasarlanabilir.

REKTİFİERS

Bir diyotun en yaygın uygulaması düzeltme yapmaktır; Yani, akım akışına yalnızca bir yönde izin vermek. Güç düzeltme, ac akımını titreşimli de akımına dönüştürür. Yarı iletken diyotları kullanarak üç temel güç düzeltme biçimi vardır: yarım dalga (**1** diyot), tam dalga merkezlenmiş (2 diyot) ve tam dalga köprüsü (4 diyot). Bu uygulamalar gösterilir



Şekil 4.29 - Zener diyot. (A) Şematik sembol. (B) Temel voltaj düzenleme devresi. V, Zener ters kırılma voltajıdır. V üzerinde diyot, V - IR = V'e kadar akım çeker Devre tasarımı R'yi seçmeli, böylece maksimum akım çekildiğinde, R < (Vi -V)/IoDiyot, çıkış akımı çizilmediğinde aynı akımı geçebilmelidir.

Şekil 4.30A, B ve C ve daha tam **Güç Kaynakları** bölümünde açıklanmıştır.

Güç düzeltme için dikkate alınması gereken en önemli diyot parametreleri PIV ve akım değerleridir. Diyot tarafından bloke edilen tepe negatif voltajları, PIV'den daha küçük olmalı ve ileri önyargılı olduğunda diyottan geçen tepe akımı, maksimum - ortalama ileri akımdan daha az olmalıdır.

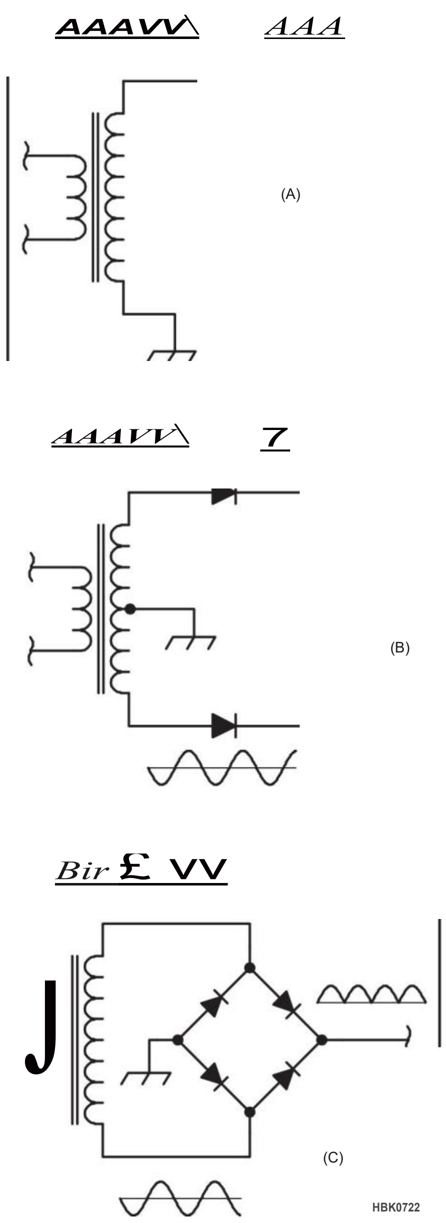
Düzeltme ayrıca modülasyon ve - demodülasyon ve diğer analog sinyal işleme devrelerinde çok daha düşük akım seviyelerinde kullanılır. Bu uygulamalar için diyotun tepki hızı ve bağlantı ileri voltajı en önemli değerlerdir.

4.5.3 Bipolar Kavşak Transistörleri (BJT)

Bipolar kavşak transistörü, üç temel terminali olan akım kontrollü bir cihazdır; *yayıcı, toplayıcı ve baz.* Yayıcı ve toplayıcı arasındaki akım, taban ve yayıcı arasındaki akım tarafından kontrol edilir. Transistör çalışmasını tartışırken kural, cihazdaki üç akımın pozitif olmasıdır (İ toplayıcıya, İ, "tabana ve ben" yayıcıya). Kirchhoff'un Akım Yasası, pasif elektrik ağları için olduğu gibi transistörler için de geçerlidir: cihaza giren toplam akım sıfır olmalıdır. Böylece, bir transistör içine akımlar arasındaki ilişki olarak genelleştirilebilir

$$I_c + I_b + I_e = 0$$

Gerektiğinde yeniden düzenlenebilir. Örneğin, yayıcı akımıyla ilgileniyorsak,



Şekil 4.30 - Diyot doğrultucu devreleri. (A) Yarım dalga doğrultucu devresi. Sadece ac voltajı pozitif olduğunda akım diyottan geçer. Akım sadece döngünün yarısı boyunca akar. (B) Tam dalga merkezli doğrultucu devresi. Transformatör ikincil üzerindeki merkez musluk topraklanır ve sekonder iki ucu faz dışında 180 °'dir. (C) Tam dalga köprü doğrultucu devresi. İn döngünün her yarısında iki diyot davranışı.

$$I_e = -(I_c + I_b)$$

Şekil 2.36'da gösterilen arka arkaya diyot modeli, transistör yapısının görselleştirilmesi için uygundur. Bununla birlikte, gerçek transistörler, toplayıcı, baz ve emitterregionların göreceli boyutları farklıdır. Bir mesafeyi kapsayan ortak bir transistör konfigürasyonu

Toplayıcı ve yayıcı kontakları arasındaki 3 mm'lik tipik olarak sadece 25 µm çapında bir taban bölgesine sahiptir.

Bipolar transistörün çalışması, **Şekil 4.31'de gösterildiği gibi karakteristik eğrilerle grafiksel olarak tanımlanır.** Bunlar, önceki bölümlerde açıklanan twoterminal cihazlar için İ-V karakteristik eğrilerine benzer. Eğriler tarafından gösterilen parametreler, ortak yayıcı veya ortak toplayıcı gibi ölçüldükleri devrenin türüne bağlıdır. Çıkış karakteristiği, toplayıcı veya yayıcı akım için, çeşitli giriş akımı değerlerinde (baz veya yayıcı) toplayıcı-yayıcı voltajına karşı bir dizi eğri gösterir. Giriş karakteristiği, giriş ve ortak - terminaller (baz yayıcı gibi) ile farklı çıkış voltajı değerleri için giriş akımı arasındaki voltajı gösterir.

GÜNCEL GAİN

İki parametre, düşük frekanslardaki üç transistör akımı arasındaki ilişkileri tanımlar:

$$\alpha = -\frac{\Delta I_C}{\Delta I_E} = 1$$

P-Ac
AIµ

A ve 13 arasındaki ilişki şöyle tanımlanır:

ɾ ... B
1 +~

13 için başka bir atama sıklıkla kullanılır:

O, *ileri de mevcut kazanç. ('h,* iki bağlantı noktalı bir ağı tanımlamak için bir dizi transfer parametresi olan'h parametrelerini "ifade eder ve **RF Teknikleri** bölümünde daha ayrıntılı olarak açıklanmıştır.) Alt simgenin düşük durumda olduğu sembol, hre, ac sinyallerinin ileri akım kazancı için kullanılır.

OPERATNG REGIONS

Toplayıcı ve yayıcı arasındaki akım iletimi, transistörün karakteristik eğrilerinin bölgeleri tarafından Şekil 4.31'de tanımlanmıştır. (Common-emitter *veya common-base gibi referanslar,* parametrenin ölçüldüğü devrenin konfigürasyonunu ifade eder.) Transistör, baz toplayıcı bağlantısı ters taraflı ve baz yayıcı bağlantısı ileri taraflı olduğunda aktif veya doğrusal bölgesindedir. Çıkış akımının eğimi, İo, çıkış voltajı, Vo'ya karşı neredeyse düzdür ve çıkış akımının - çıkış voltajından neredeyse bağımsız olduğunu gösterir. Bu bölgede, transistörün çıkış devresi, giriş akımı tarafından kontrol edilen sabit akım kaynağı olarak modellenebilir. Var olan hafif eğim, taban genişliği modülasyonundan kaynaklanmaktadır (Erken *etki olarak bilinir).*

Transistördeki her iki bağlantı ileri yönlü olduğunda, transistörün *doygunluk bölgesinde olduğu söylenir.* Bu bölgede, Vo neredeyse sıfırdır ve V'de çok küçük değişiklikler için İo'da büyük değişiklikler meydana gelir. Transistördeki her iki bağlantı noktası da *kesme bölgesinde ters eğilimlidir.* Bu koşul altında, çıkışta çok az akım vardır, sadece giriş-çıkış boyunca çok küçük sızıntıdan kaynaklanan nanoamperler veya mikroamperler

kavşak. Son olarak, VO çok yüksek değerlere yükseltilirse, PN-bağlantı diyotunda olduğu gibi çığ parçalanması başlar ve çıkış akımı hızla artar. Bu, Şekil 4.31'de gösterilmeyen arıza bölgesidir.

Bağlantı koşullarının bu tanımları, transistörlerin kullanımının temelidir. Transistörün devrelerdeki çeşitli konfigürasyonları, analog sinyal işlemlerinde farklı amaçlara hizmet etmek için kavşakların özelliklerinden yararlanır.

OPERATNG PARAMETRELERİ

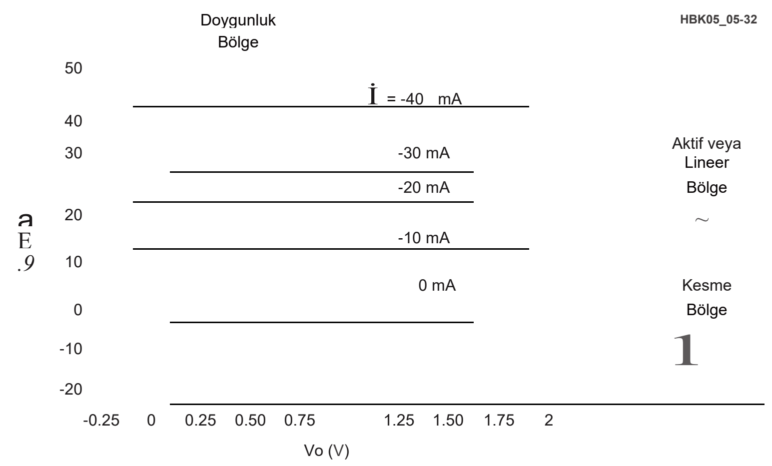
Tipik bir genel amaçlı bipolar-transistör - veri sayfası önemli cihaz özelliklerini listeler. ABSOLUTE MAXİMUM RATİNGS bölümünde listelenen parametreler üç bağlantı voltajı (Vcro, VcBo ve Vppo), sürekli toplayıcı akımı (İc), toplam cihaz güç dağılımı (Pr) ve çalışma ve depolama sıcaklığı aralığıdır. Bu parametrelerden herhangi birinin aşılması, transistörün tahrip olmasına neden olabilir. (Bağlantı voltajlarının soneklerindeki "O", kalan terminalin bağlı olmadığını veya açık olmadığını gösterir.)

OPERATNG PARAMETRELER bölümünde, üç garantili minimum bağlantı arıza voltajları VpR) CEO, Y (BR) CBO ve V (pR) EBO listelenmiştir· Bu voltajların aşılması, transistörün çığ bozulmasına girmesine neden olabilir, ancak akım sınırlıysa, kalıcı hasar oluşmayabilir .

ON CHARACTERİSTICS altında garantili - minimum DC akım kazancı (~ veya hpy), garantili maksimum toplayıcı-yayıcı doygunluk voltajı, VcE (sAT ve voltajda garantili maksimum baz yayıcı, V BE (ON) bulunur. İki garantili maksimum toplayıcı kesme akımı, İcro ve İcBo, OFF CHARACTERİSTICS altında listelenmiştir .

Bir sonraki bölüm, garantili minimum akım kazanç bant genişliği ürünü, BW veya *fy, garantili maksimum* çıkış kapasitansı, C6, garantili maksimum giriş kapasitansı, Ca, garantili giriş empedansı, ha, küçük sinyal akım kazancı, hi, garantili maksimum voltaj geri besleme oranı, h ve çıkış Kabul, h listelenmiştir

Son olarak, SWITCHİ CHARACTERİSTİCS bölümü gecikme süresi için mutlak maksimum derecelendirmeleri listeler, t; yükselme zamanı, t,; Depolama süresi, t,; ve sonbahar zamanı, tr



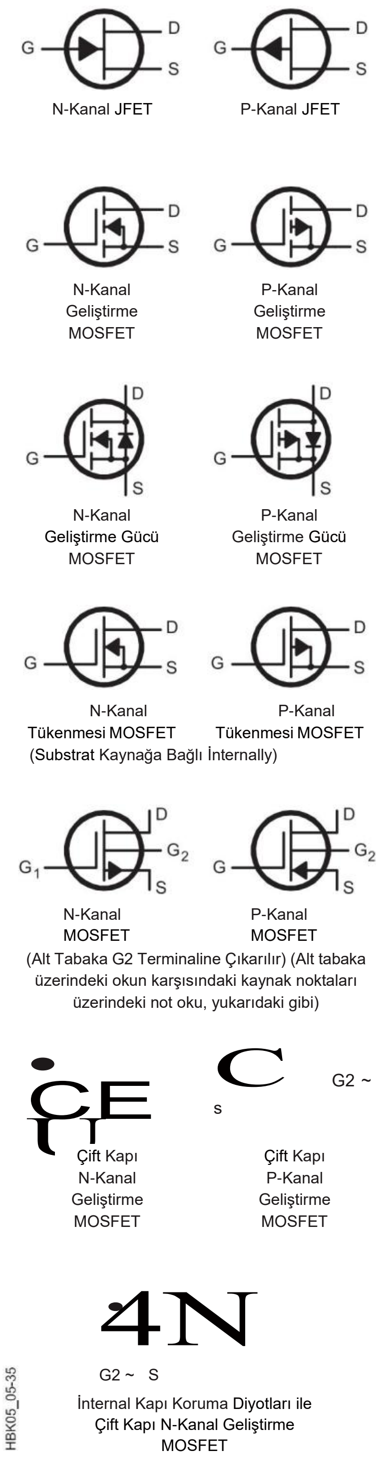
Şekil 4.31 - Transistör yanıt eğrisi çıkış özellikleri. X ekseni çıkış voltajıdır ve Y ekseni çıkış akımıdır. Giriş akımının çeşitli değerleri için farklı eğriler çizilir. Transistörün üç bölgesi kesme bölgesidir, Herhangi bir terminalde akım akmadığı durumlarda, aktif bölgesi, Çıkış akımının çıkış voltajından neredeyse bağımsız olduğu ve giriş akımı ile çıkış akımı arasında doğrusal bir ilişki olduğu durumlarda, ve çıkış akımının çıkış voltajındaki küçük değişiklikler için büyük değişikliklere sahip olduğu doygunluk bölgesi.

4.5.4 Alan Etkili Transistörler (FET)

FET cihazları, bipolar transistörde olduğu gibi giriş akımı yerine girişin voltaj seviyesi ile kontrol edilir. FET'lerin üç temel terminali vardır: *Kapı, kaynak ve drenaj.* Bipolar transistör terminallerine benzerler: tabana açılan kapı, kaynak

Yayıcıya, drenaj da toplayıcıya. FET cihazlarının çeşitli formları için semboller **Şekil 4.32'de gösterilmiştir.**

FET kapısı çok yüksek bir empedansa sahiptir, bu nedenle giriş açık devre olarak modellenebilir. Kapı ve kaynak arasındaki voltaj, Vas, drenaj kaynağı kanalının direncini, r0s'yi ve böylece FET'nin çıkışını kontrol eder

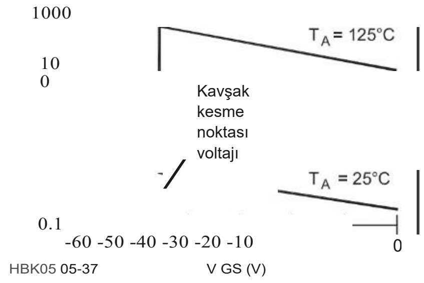


Şekil 4.32 - FET şematik sembolleri.

Çıkış akımı giriş voltajı tarafından kontrol edilen bir akım kaynağı olarak modellenmiştir.

FETchannel'ın hareketi o kadar idealdir ki, JFET kapısı öne doğru yanlı olmadığı ve tabandan kanala akım enjekte etmediği sürece, drenaj ve kaynak akımları neredeyse aynıdır. JFET'ler için *kapı kaçak akımı,* İa, Vas'ın bir fonksiyonudur ve bu genellikle *bir giriş eğrisi ile ifade edilir* (bakınız **Şekil 4.33).** İa'da önemli bir artış olduğu noktaya *bağlantı noktası voltajı denir.* MOSFET'lerin kapısı kanaldan yalıtıldığı için, bu cihazlarda kapı kaçak akımı önemsizdir.

De kanal direnci, r0s, veri sayfalarında, aygıt üzerinde önyargılı olduğunda (fps (açık)) maksimum değerden daha az olacak şekilde belirtilir. Ne zaman



Şekil 4.33 - Ortak kaynak amplifikatör yapılandırması için JFET giriş kaçak eğrileri. X eksenindeki İnput voltajı (VG'ler), Y eksenindeki giriş akımına (İ) karşı, farklı çalışma sıcaklıkları için çizilmiş iki eğri, 25 ° C ve 125 ° C. İnput akımı, **kapı voltajı bağlantı noktası voltajını aştığında büyük ölçüde artar .**

Kapı voltajı maksimumdur (bir JFET için Vas = 0), rps (my minimumdur. Bu, cihazın etkinliğini bir analog anahtar olarak tanımlar. Kanal direnci, yüksek frekanslarda FET yapısında bulunan kapasitif reaktanslar önemli hale gelene kadar ac ve de sinyalleri için yaklaşık olarak aynıdır .

FET'ler ayrıca, ızgara ve katot arasındaki giriş voltajının, plaka ve katot arasındaki çıkış akımını kontrol ettiği vakum tüpleriyle güçlü benzerliklere sahiptir. (Vakum tüpleri hakkında daha fazla bilgi için RF Güç Amplifikatörleri bölümüne bakın.)

FORWARD TRANSCONDUCTANCE FET

drenaj akımındaki, kapıdan kaynağa voltajdaki bir değişikliğin neden olduğu değişime *ileri iletkenlik, gm denir*

Alpler
8 "r AVas

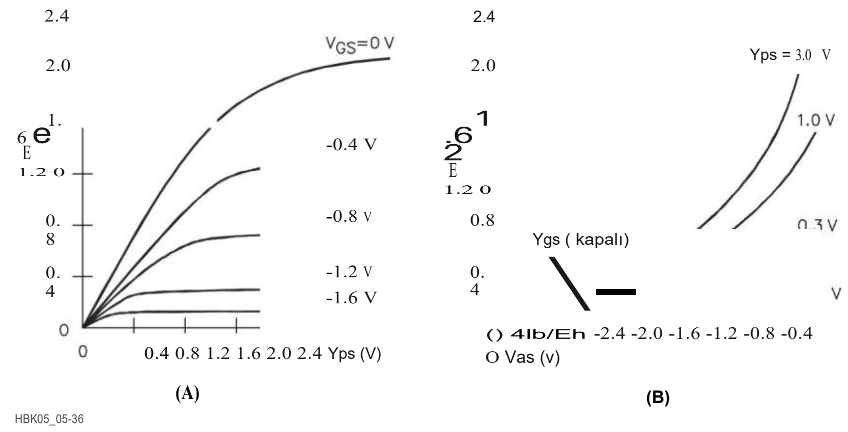
veya

A1ps - £ "AVos

Giriş voltajı, Vas FET kapısı ile kaynak ve drenaj akımı arasında ölçülür, İps, drenajdan kaynağa akar. Bir bipolar transistörün akım kazancına benzer şekilde, iletkenlik birimleri siemens (S)'dir, çünkü akımın voltaja oranıdır. (Hem gm hem de gfs, iletkenliği belirtmek için birbirinin yerine kullanılır. Bazı kaynaklar gfs'yi *ortak kaynak ileri iletkenlik olarak belirtir. Bu chapteruses* gm, referans literatüründe en yaygın kongre.)

OPERATNG REGIONS

FET'ler için en kullanışlı ilişkiler, **Şekil 4.34'teki çıkış ve iletkenlik yanıtı karakteristik eğrileridir.** (Referans-



Şekil 4.34 - **Ortak kaynak amplifikatör yapılandırması için JFET çıkışı ve iletkenlik yanıt eğrileri. (A) X ekseninde çıkış akımına karşı çıkış voltajı (Vps)**
(I,) Y ekseninde, giriş voltajının çeşitli değerleri için çizilmiş farklı eğrilerle (Vs): (B) Aynı üç değişkenli iletkenlik eğrisi yeniden düzenlendi: X eksenindeki Vgs, Y eksenindeki I ve farklı Vps değerleri için çizilen eğriler:

Common-source veya commongate gibi ences, parametrenin ölçüldüğü devrenin konfigürasyonunu ifade eder.) Transiletans - eğrileri, drenaj akımını, İp, kapıdan kaynağa voltaj, Vas, çeşitli drenaj kaynaklı voltajlarda, Vos- FET'in ileri iletkenliği, gm, ileri iletkenlik eğrisindeki çizgilerin eğimidir. Aynı parametreler, farklı Vs- değerleri için İp'nin Vos'a karşı gösterildiği çıkış karakteristiğinde farklı bir şekilde birbiriyle ilişkilidir.

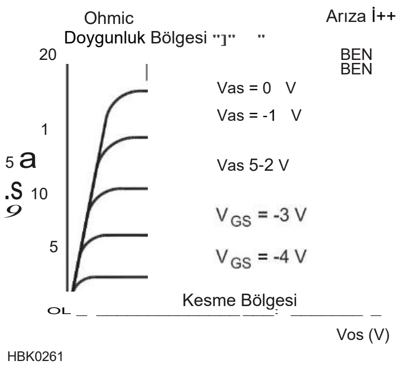
Bipolar transistör gibi, FET işlemi bölgeler ile karakterize edilebilir. *Ohmik bölge,* **Şekil 4.35'teki FET çıkış karakteristiği eğrisinin solunda,** İp'nin Vos ile neredeyse doğrusal olarak arttığı ve FET'nin V GS tarafından kontrol edilen bir direnç gibi davrandığı gösterilmiştir.· Vos artmaya devam ettikçe, İp doygunlaşır ve neredeyse sabit hale gelir. Bu, FET kanalının sürekli akım kaynağı olarak modellenebileceği FE T'nin doygunluk bölgesidir. Vos o kadar büyük olabilir ki, Vas artık cihazın iletimini kontrol edemez ve bipolar transistörlerde ve PN-bağlantı diyotlarında olduğu gibi çığ parçalanması meydana gelir. Bu, Şekil 4.35'te gösterilen, İp eğrilerinin keskin bir şekilde yukarı doğru kırıldığı kırılma bölgesidir. İf Vas, Vp'den daha azdır, böylece iletkenlik sıfırdır, FET *kesme bölgesindedir*.

Şekil 4.35 - JFET çalışma bölgeleri. Solda, İ, Vgs ile hızla artmaktadır ve JFET, Vgs tarafından kontrol edilen direnç (Ros) olarak ele alınabilir. Doygunluk bölgesinde, drenaj akımı, 10, Vas'tan nispeten bağımsızdır. Vps daha da arttıkça, çığ parçalanması başlar ve lo hızla artar.

MOSFETS

Daha önce açıklandığı gibi, MOSFET'in kapısı kanaldan ince bir iletken olmayan oksit tabakası ile yalıtılır ve kayda değer bir kapı sızıntısı akımı ile ortadan kalkar. Kapının bu izolasyonu nedeniyle, MOSFET'lerin giriş ve ters iletkenlik eğrilerine ihtiyacı yoktur. Çıkış eğrileri **(Şekil 4.36)** JFET'inkine benzer. Kapı, kapı ile hem kaynak hem de drenaj arasında küçük bir kapasitans görevi görür.

Şekil 4.36A ve 4.36B'deki çıkış ve iletkenlik eğrileri, tükenme modu N-kanal MOSFET'in iletkenliğinin, N-kanal JFET'inki gibi Vas = 0'da pozitif olduğunu göstermektedir. Bununla birlikte, JFET'in aksine, artan Vas, ileri-önyargılı değildir.



Kapı kaynağı bağlantısı ve böylece cihaz Vas > 0 ile çalıştırılabilir.

Geliştirme modu MOSFET'te, Vas = 0'da iletkenlik sıfırdır. Vas arttıkça, MOSFET ohmik bölgeye girer. İfV arttıkça doygunluk bölgesine ulaşılır ve MOSFET'in minimum değerinde rps ile tamamen açık olduğu söylenir. Geliştirme modu MOSFET'in davranışı bu - bakımdan bipolar transistörünkine benzer.

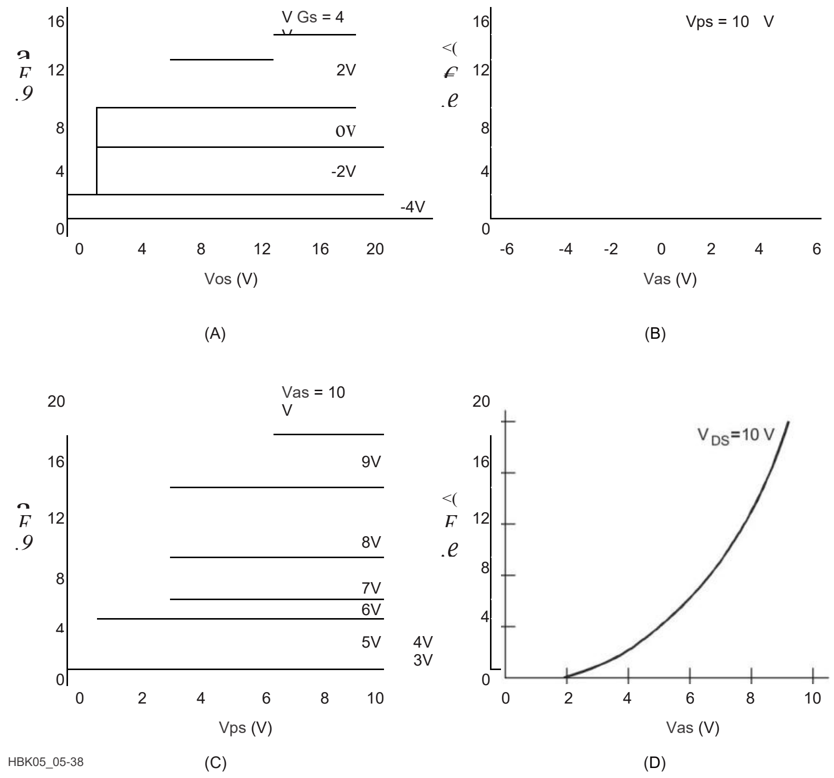
MOSFET'teki nispeten düz bölgeler

OPERATNG PARAMETRELERİ

Tipik bir FET veri sayfası, Vos, Yoo, V GS ve İo için ABSOLUTE MAXİMUM RATİNGS'yi, normal cihaz dağılımı (P0) ve depolama sıcaklığı aralığı ile birlikte verir. Bu limitlerin aşılması genellikle FET'in tahrip olmasına neden olur.

OPERATİNG PARAMTERS altında OFF CHARACTERİSTİCS, kapı kaynaklı arıza voltajını, V GS (BR), ters kapı akımını, lass ve kapı kaynaklı kesme voltajını, V GS (OFF)· V GS'yi (BR) aşmak, akım sınırlıysa cihaza kalıcı olarak zarar vermez. Birincil ON CHARACTERİSTİC parametreleri kanal direnci, İps ve zerogate voltaj tahliye akımıdır (İpss). Bir FET'in de kanal direnci olan İps, veri sayfalarında, cihaz (fps (ony) üzerinde önyargılı olduğunda maksimum değerden daha az olacak şekilde belirtilir. Ac sinyalleri için, "(açık) 1'ler mutlaka İps (açık) ile aynı değildir, ancak frekans FET'deki kapasitif reaktansın önemli hale gelmesi için çok yüksek olmadığı sürece çok farklı değildir .

SMALL SIGNAL CHARACTERİSTICS, ileri transfer kabulü, Yrs, çıkış kabulü, y os, direnç üzerindeki statik drenaj kaynağı, İas (ony ve giriş kapasitansı, Ciss, ters transfer kapasitansı, C gibi çeşitli kapasitanslar ", drenaj substrat kapasitansı, Cd (alt)· FUNCİANS içerir TIONAL CHARACTERİSTICS gürültü rakam, NF ve ortak kaynak güç kazancı içerir., C,



Şekil 4.36 - MOSFET çıkışı [(A) ve (C)] ve iletkenlik [(B) ve (D))] yanıt eğrileri. Parseller (A) ve (B) bir N-kanal tükenme modu cihazı içindir. VG'lerin negatiften pozitif değerlere değiştiğini unutmayın. Parseller (C) ve (D) bir N-kanal geliştirme modu cihazı içindir. Vas sadece pozitif değerlere sahiptir.

Çıkış eğrileri genellikle sabit bir akım kaynağı sağlamak için kullanılır. Bu eğrilerde çizildiği gibi, drenaj akımı, İp, drenaj kaynağı voltajı, Vps, eğrinin bu bölümünde değiştikçe çok az değişir. Bu nedenle, sabit bir kapı kaynağı voltajı olan V GS için, drenaj akımının çok çeşitli drenaj kaynağı voltajlarında sabit olduğu düşünülebilir.

Çoklu kapı MOSFET'leri de mevcuttur. Yalıtım tabakası nedeniyle, iki kapı birbirinden izole edilir ve iki sinyalin kanalı aynı anda kontrol etmesine izin verir, neredeyse bir sinyalin diğeri tarafından yüklenmesi gerekmez. Bu tür bir cihazın yaygın bir uygulaması otomatik kazanç kontrolü (AGC) amplifikatörüdür. Sinyal bir kapıya uygulanır ve çıkışın düzeltilmiş, düşük geçişli filtrelenmiş bir formu (AGC voltajı) diğer kapıya geri beslenir. Diğer bir yaygın uygulama, iki giriş sinyalinin kapı çiftine uygulandığı bir karıştırıcıdır.

MOSFET Kapı Koruması

MOSFET, kapı izolatörü için çok ince bir Si0 tabakası ile inşa edilmiştir. Bu katman, cihazın iletkenliğini iyileştirmek için son derece incedir, ancak bu, statik elektrikten elektrostatik deşarj (ESD) gibi yüksek voltaj seviyelerinden zarar görmesini sağlar. Kapı terminalinde yeterince yük birikirse, kapı izolatörünü delebilir ve yok edebilir. Kapı terminalinin yalıtımı o kadar iyidir ki, bu potansiyelin neredeyse hiçbiri, şarjın cihaza sızmasıyla hafifletilmez. Bu durum neredeyse ideal giriş empedansını (sonsuza yaklaşırken) oluştururken, cihazı, görünüşte zararsız elektrik kaynaklarından bile, statik elektrik deşarjları gibi, imha etme riskine sokar.

Bazı MOSFET cihazları, katodu kapıya ve anotu substrata bağlı olan dahili bir Zener diyot içerir. Kapıdaki voltaj, Zener diyot bağlantısının taşıdığı zarar verici bir seviyeye yükselirse, fazla yükleri alt tabakaya boşaltın. Voltajlar normal çalışma sınırları içinde olduğunda, Zener'in kapıdaki sinyal üzerinde çok az etkisi vardır, ancak MOSFET'in giriş empedansını azaltabilir.

Bu çözüm tüm MOSFET'ler için çalışmaz. Zener diyot etkili olması için her zaman ters taraflı olmalıdır. Zener ters önyargılı tutarak, parçanın tüm geçerli kullanımları için geliştirme modu MOSFET, V GS > 0. Bununla birlikte, İn tükenme modu cihazları, V GS hem pozitif hem de negatif olabilir; Negatif olduğunda, bir kapı koruma Zener diyotu ileri taraflı olacak ve MOSFET kapısı düzgün şekilde sürülmeyecektir. Bazı tükenme modu MOSFET'lerde, arka arkaya Zener diyotları geçidi korumak için kullanılır.

MOSFET cihazları devre dışı kaldıklarında statik elektrikten en büyük hasar riski altındadır. Elektrostatik olmasına rağmen

Deşarj az enerji verme yeteneğine sahiptir, binlerce volt ve yüksek tepe akımları üretebilir. MOSFET'leri saklarken, uçlar iletken köpük içine yerleştirilmelidir. MOSFET'lerle çalışırken, topraklanmış bir bilek kayışı takarak ve topraklanmış bir tezgah veya mat üzerinde çalışarak statiği en aza indirmek iyi bir fikirdir. Bir nemlendirici havadaki statik elektriği azaltmaya yardımcı olabilir. Bir MOSFET'i bir devre kartına takmadan önce, önce cihaz uçlarına elinizle dokunmanıza ve ardından devre kartına dokunmanıza yardımcı olur. Bu, fazla yükü eşitlemeye yarar, böylece cihaz devre kartına takıldığında az miktarda fazla yük akar.

Güç MOSFET'leri

Güç MOSFET'leri anahtar olarak kullanılmak üzere tasarlanmıştır, son derece düşük rps (açık) değerleri * 50 miliohm (m &) değerleri yaygındır. Bu tipteki en büyük cihazlar, yüzlerce voltluk V DS voltaj değerleri ile onlarca amper akımı değiştirebilir. Bileşen **Verileri ve Referanslar bölümü,** güç FET derecelendirmelerinin bir tablosunu içerir. Güç MOSFET'leri için şematik sembol (bkz Şekil 4.30), FET'in V GS'den bağımsız olarak ters yönde hareket etmesini sağlayan bir gövde diyotu içerir. RF amplifikatörleri için kullanılan güç MOSFET'leri, **RF Güç Amplifikatörleri** bölümünde daha ayrıntılı olarak tartışılmaktadır .

Akım ve voltaj için maksimum değerler yüksek olsa da, cihazlar hem yüksek drenaj akımına hem de yüksek drenaj-tosource - voltajına aynı anda dayanamaz, çünkü güç dağılır; P = Vps > İps. Bir güç MOSFET'inin kapısını, cihazın tamamen açık veya tamamen kapalı olması, böylece Vps veya İps'in sıfıra yakın veya sıfıra yakın olması için önemlidir. Anahtarlama yaparken, cihaz hem akımın hem de voltajın sıfır olmadığı doğrusal bölgede mümkün olduğunca az zaman harcamalıdır, çünkü ürünleri (P) önemli olabilir. Anahtarlama sadece ara sıra gerçekleşiyorsa bu büyük bir sorun değildir, ancak anahtarlama tekrarlıysa (anahtarlama güç kaynağında olduğu gibi), kapının düzgün bir şekilde çalıştırılmasına ve fazla ısının cihazdan çıkarılmasına dikkat edilmelidir .

Bir güç MOSFET kapısı kapasitif olduğundan (büyük cihazlar için birkaç yüz pF'ye kadar), kapının hızlı bir şekilde şarj edilmesi ve boşaltılması, 100 mA'dan daha fazla kısa akım zirvelerine neden olur. Bir güç MOSFET'in kapısını çalıştırmak için kullanılan devre ne olursa olsun, bir FET kapısının sunduğu kapasitif yükü çalıştırmak için tasarlanmış entegre bir devre gibi mevcut seviyeyi kullanabilmelidir.

Bir güç MOSFET kapısı açık bırakılmamalı veya yüksek empedanslı bir devreye bağlanmamalıdır. Kapı sürücü devresi tarafından tahrik edilmediğinde kapının doğru voltaja yerleştirildiğinden emin olmak için kapı ile uygun güç kaynağı arasında bağlanmış bir çekme veya çekme direnci kullanın.

GaAsFET'ler

Galyum-arsenit (GaAs) malzemesinden yapılan FE Ts, UHF ve mikrodalga frekanslarında kullanılır, çünkü bu frekanslarda kazanımları vardır ve sinyale çok az gürültü eklerler. GaAsFET'lerin bu frekanslarda kazanmasının nedeni, GaAs malzemesindeki elektronların yüksek hareketliliğidir. Elektronlar silikondan daha hareketli olduklarından, kapı kaynaklı giriş sinyaline silikon FE Ts'den daha hızlı ve güçlü bir şekilde yanıt verirler ve daha yüksek frekanslarda kazanç sağlarlar (f, elektron hareketliliği ile doğru orantılıdır). Daha yüksek elektron hareketliliği ayrıca FET'te üretilen termal olarak üretilen gürültüyü azaltır ve GaAsFET'i özellikle zayıf sinyal preampları için uygun hale getirir .

Elektron hareketliliği her zaman delik hareketliliğinden daha yüksek olduğundan, yüksek frekanslı kazancı en üst düzeye çıkarmak için GaAsFET'lerde N tipi malzeme kullanılır. P-tipi malzeme bir kapı-kanal kavşağı yapmak için kullanılmadığından, - metalin doğrudan kanalın yüzeyine bırakılmasıyla bir metal Schottky kavşağı oluşur. Bu tip cihaz aynı zamanda aMESFET sistör) olarak

4.5.5 BJT ve FET Cihazlarının Karşılaştırılması

Analog sinyal işleme, bir sinyali istenen bir forma değiştirmekle ilgilenir. Üç ana cihaz türü - bipolar transistörler, alan etkili transistörler ve entegre devreler - her biri belirli avantaj ve dezavantajlara sahip benzer işlevleri yerine getirir. Bir zamanlar baskın sinyal işleme bileşeni olan vakum tüpü, yüksek güçlü - amplifikatör ve ekran uygulamalarına indirgenir ve sadece **RF Güç Amplifikatörleri bölümünde bulunur**. *Katot ışını tüpleri (CRT'ler),* bu kitabın indirilebilir ek materyalinde ayrı bir makalede ele alınmıştır.

Bipolar transistörler, uygun şekilde tedavi edildiğinde, neredeyse sınırsız ömre sahip olabilir. Nispeten küçüktürler ve yüksek akımları tutmazlarsa fazla ısı üretmezler. Mükemmel yüksek frekanslı amplifikatörler yaparlar. MOSFET cihazlarına kıyasla, elektrostatik boşalmadan kaynaklanan hasarlara karşı daha az hassastırlar. Bipolar transistörler ve İ C'ler, tüm yarı iletkenler gibi, güç ve yıldırım geçişlerinden kaynaklanan hasarlara karşı hassastır.

FET cihazlarının, özellikle MOSFET'lerin birçok performans avantajı vardır. Son derece düşük kapı akımları, neredeyse sonsuz giriş direncine sahip analog aşamaların tasarımını sağlar. Yüklemeden kaynaklanan sinyal bozulmaları bu şekilde en aza indirgenir. FET'lerin İC'lerde üretilmesi daha ucuzdur ve bu nedenle birçok İC uygulamasında kademeli olarak bipolar transistörlerin yerini almaktadır.

RF amplifikatörleri artık neredeyse tasarlandı

Sadece son amplifikatörlerinde bazı MOSFET çeşitlerini kullanarak. Transistörler genellikle modüllere (a.k.a. "Paletler"), transistörleri yüksek SWR koşullarında yansımalar tarafından üretilen yüksek voltajlardan korumak için devre içerir. **RF amplifikatör** teknolojisindeki gelişmeler hakkında daha fazla bilgi için RF Güç Amplifikatörü bölümüne bakın.

Analog bileşenlerin kullanımında önemli bir husus, parçaların gelecekteki kullanılabilirliğidir. Giderek artan bir oranda, eski teknolojinin yerini alacak yeni bileşenler geliştirildiğinden, eski bileşenler üreticiler tarafından üretilmiyor ve gelecekteki kullanım için kullanılamıyor. Entegre devrelerle birlikte tartışılan ASİC ve PGA teknolojisi, özel elektroniklerin gücünü - radyoya getirir, ancak sorun bilinse bile bir İC'yi değiştirerek onarımı neredeyse imkansız hale getirebilir. Bileşen seviyesinde saha onarımı ve servisi gerçekleştirilecekse, mümkün olan her yerde standart İC'lerin kullanılması önemlidir. Yine de, belirli bir - bileşene olan talep düştüğünde, bir üretici üretimini durduracaktır. Bu sürekli azalan bir zaman çizgisinde gerçekleşir.

Diğer bir husus, dijital sinyal işleme ve yazılım tanımlı radyo sistemlerine yönelik eğilimdir. (DSP **ve SDR Temelleri ile ilgili bölüme bakın.)** Giderek daha fazla analog fonksiyon mikroişlemciler tarafından gerçekleştirilmekte ve analog sinyaller daha yüksek frekanslarda dijitale dönüştürülmektedir. İt şimdi gelen RF sinyalini doğrudan anten sistemi arayüzünde sayısallaştırmak için yaygın bir uygulamadır.

Analog devrelere her zaman ihtiyaç olacaktır, ancak analog ve dijital arasındaki denge noktası ikincisine doğru hızlanıyor. Gelecek yıllarda, radyo ve test ekipmanları, sinyalleri dijital forma dönüştürmek ve işlemciye güç sağlamak için gerekli analog devrelerle çevrili güçlü, genel amaçlı bir dijital sinyal işlemcisinden oluşacaktır.

4.5.6 Optik Yarı İletkenler

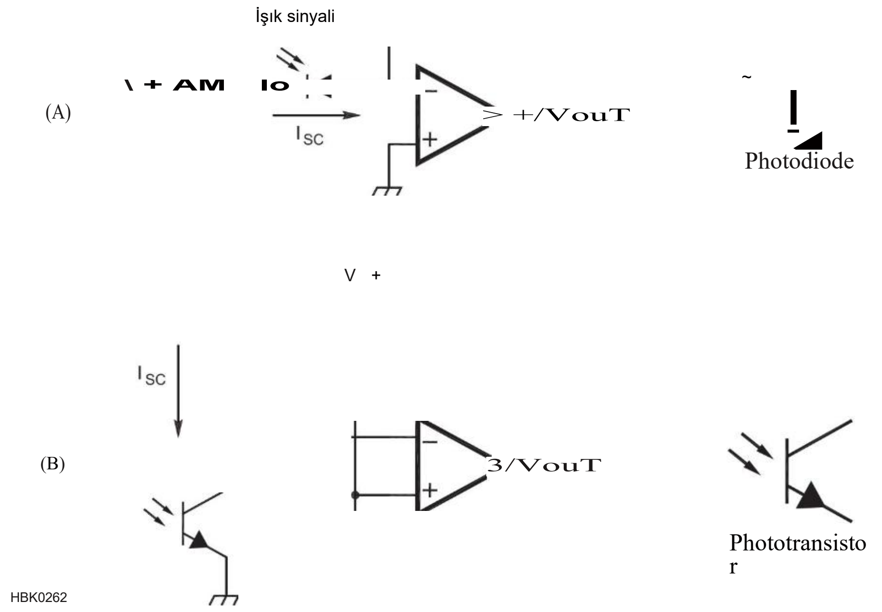
Elektrik enerjisi ve ısı enerjisine ek olarak, ışık enerjisi de yarı iletken malzemelerin davranışını etkiler. Işık fotonlarının yarı iletken malzemenin yüzeyine çarpmasına izin vermek için bir cihaz yapılırsa, elektronlar tarafından emilen enerji atomlar arasındaki bağları bozar, serbest elektronlar ve delikler oluşturur. Bu, malzemenin iletkenliğini arttırır *(fotoiletkenlik).* Foton ayrıca, bir PN bağlantısının tükenme bölgesini yarı iletken (fotoelektrik) boyunca akım akışı olarak geçmesine izin vermek için bir elektrona yeterli enerjiyi aktarabilir.

FOTO İLETKENLER

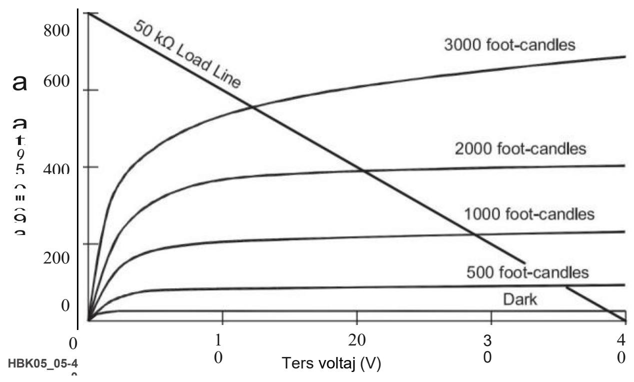
İn ticari *fotokondüktörler (ayrıca Fotorezistörler olarak adlandırılır)* direnç, 100 ft'lik mumların ışık yoğunluğu değişimi için birkaç kilohm kadar değişebilir. Fotokondüktörlerde kullanılan en yaygın malzeme, kadmiyum sülfürdür (CdS), toplam karanlıkta 2 MO'dan daha fazla bir direnç aralığı ile parlak ışıkta 10 9'dan azdır. Fotokondüktörlerde kullanılan diğer malzemeler belirli renklerde en iyi şekilde yanıt verir. Kurşun sülfür (PbS) kızılötesi ışığa karşı en duyarlıdır ve selenyum (Se) görünür spektrumun mavi ucunda en iyi şekilde çalışır.

PHOTODİODES

Bazı diyotlarda ve transistörlerde benzer bir etki kullanılır, böylece çalışmaları elektrik akımı önyargısı yerine ışıkla kontrol edilebilir. **Şekil 4.37'de gösterilen bu cihazlara** *fotodiyot ve fototransistör denir.* Ters taraflı PN bağlantısı boyunca azınlık taşıyıcıların akışı, katkılı yarı iletken - malzeme üzerine düşen ışık ile arttırılır. Karanlıkta, bağlantı herhangi bir ters önyargılı PN kavşağı ile aynı şekilde hareket eder, çok düşük bir akımla, İsc, (sırayla



Şekil 4.37 - Fotodiyot (A) ışığı tespit etmek için kullanılır. Bir amplifikatör devresi, fotodiyot akımındaki değişimleri çıkış voltajındaki bir değişikliğe dönüştürür. (B)'de, bir foto-transistör, tabanı aydınlatıldığında akım iletir. Bu, toplayıcıdaki voltajın değişmesine ve amplifikatörün çıkışının AÇIK ve KAPALI arasında geçmesine neden olur.



Şekil 4.38 - Fotodiyot İ-V eğrisi. Ters voltaj X ekseninde çizilir ve diyottan geçen akım Y ekseninde çizilir. Farklı aydınlatma için çeşitli tepki hatları çizilir. Sıfır aydınlatma hattı dışında, PN kavşağında ışık enerjisi tarafından üretilen akım olduğu için yanıt orijinden geçmez. Fotodiyot ile seri olarak 50-k9 direnç için bir yük hattı gösterilmiştir.

Ofl 0 µA) neredeyse bağımsız ters voltaj. Işığın varlığı sadece akımı arttırmakla kalmaz, aynı zamanda direnç benzeri bir ilişki sağlar (ters voltaj arttıkça ters akım artar). Bir fotodiyotun karakteristik tepkisi için Şekil 4.38'e bakınız. Ters voltaj uygulanmamış olsa bile, ışığın varlığı, Şekil 4.38'deki çizgilerin grafiğin sol tarafını kestiği noktaların gösterdiği gibi küçük bir ters akıma neden olur.

Fotoiletkenler ve fotodiyotlar genellikle daha fazla işlem gerektiren ışıkla ilgili analog sinyaller üretmek için kullanılır. Örneğin, bir fotodiyot, Şekil 4.37A'de olduğu gibi uzaktan kumanda cihazlarından kızılötesi ışık sinyallerini tespit etmek için kullanılır. Ters taraflı fotodiyot üzerine düşen ışık, çıkış voltajında bir değişiklik olarak algılanan İgc'de bir değişikliğe neden olur.

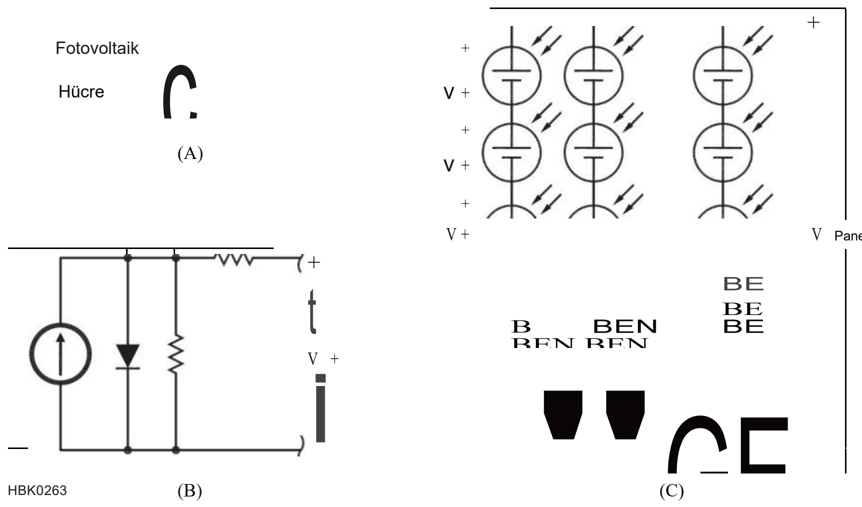
Fototransistöre düşen ışık, toplayıcı ve yayıcı arasındaki daha büyük bir akımı kontrol etmek için temel akım olarak hareket eder. Böylece fototransistör, giriş sinyali hafif ve çıkışı akım olan bir amplifikatör görevi görür. Fototransistörler ışığa diğer cihazlardan daha duyarlıdır. Fototransistörlerin çok fazla ışıktan akıma kazancı vardır, ancak fotodiyotlar - normalde daha az gürültüye sahiptir, bu nedenle daha hassas dedektörler yaparlar. Şekil 4.37B'deki fototransistör dedektör olarak kullanılıyor. Fototransistöre düşen ışık, kollektör akımının akmasına neden olur, - kollektör voltajını amplifikatörün + girişindeki voltajın altına düşürür ve V OUT'ta bir değişikliğe neden olur.

FOTOVOLTAIC HÜCRELER

Aydınlatıldığında, ters taraflı fotodiyot, aşırı azınlık taşıyıcılarının neden olduğu ters bir akıma sahiptir. Ters voltaj azaldıkça, çoğunluk taşıyıcılarının ileri akışına yönelik potansiyel bariyer de azalır. Işık enerjisi hem çoğunluk hem de azınlık taşıyıcıların üretilmesine yol açtığından, çoğunluk taşıyıcılarının akışına direnç azaldığında, bu taşıyıcılar ileri bir akım oluşturur. İleri akımın ters akıma eşit olduğu voltaj, bağlantının fotovoltaik potansiyeli olarak adlandırılır. Aydınlatılmış PN bağlantısı bir yüke bağlı değilse, fotovoltaik potansiyele eşit bir voltaj, *terminal voltajı,* V veya *açık devre voltajı,* Voc olarak ölçülebilir.

Bu şekilde elektrik üretmek için güneşten gelen ışığı kullanan cihazlara *fotovoltaik (PV)* veya *güneş pilleri veya güneş pilleri denir.* Bir fotovoltaik hücrenin sembolü **Şekil 4.39A'de gösterilir.** Hücrenin elektriksel eşdeğer devresi Şekil 4.39B'de gösterilmiştir. Hücre temel olarak ışığa maruz kalan büyük, düz bir diyot bağlantısıdır. Bağlantının her iki tarafındaki metal elektrotlar, üretilen akımı toplar.

Aydınlatıldığında, hücre bir cur-



Şekil 4.39 - Bir **fotovoltaik hücrenin sembolü (A) bir bataryaya benzer. Elektriksel olarak, hücre (B)'deki eşdeğer devre olarak modellenebilir. Güneş panelleri (C), uygun bir voltajda güç sağlamak için bağlı hücre dizilerinden oluşur.**

Bir diyottan akan akımın bir kısmı (hücre ile aynı malzemeden yapılmış), kaçak akım için bir şant direnci ve hücrenin direncini temsil eden bir seri direnç ile rant kaynağı. İki miktar, ortak silikon fotovoltaik hücrelerin elektriksel özelliklerini tanımlar. Bunlar 0.5 ila 0.6 V arasında bir açık devre voltajı, V oc ve çıkış *kısa devre akımı, yukarıdaki* gibi İgc, ışığa maruz kalan hücrenin alanına ve aydınlatma derecesine bağlıdır. Hücrenin ışığı akıma dönüştürmedeki etkinliğinin bir ölçüsü, *dönüşüm verimliliğidir.* Tipik silikon güneş pilleri %10 ila 15'lik bir dönüşüm verimliliğine sahiptir, ancak istiflenmiş bağlantılara sahip veya özel ışık emici malzemeler kullanan özel hücreler %40 gibi yüksek bir verimlilik göstermiştir.

Güneş pilleri esas olarak diyotlara ve transistörlere benzer, ancak çok daha büyük bir alana sahip olan tekli silikon dilimlerinden yapılır. *Polikristalin silikon ve ince film hücreleri* daha ucuzdur, ancak daha düşük dönüşüm verimliliğine sahiptir. Fotovoltaik enerji alanında teknoloji hızla ilerlemektedir ve tek işlevli silikon hücrelerinin etkinliğini aşmayı vaat eden bir dizi farklı malzeme ve üretim tekniği vardır.

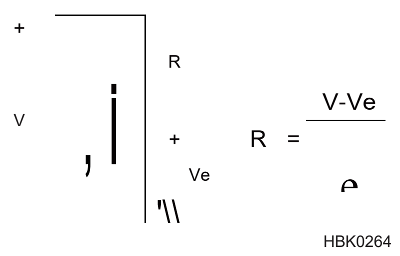
Güneş hücreleri, Şekil 4.39C'de gösterilen güneş panelleri adı verilen dizilere birleştirilir. Hücreler seri olarak bağlanır, böylece kombine çıkış voltajı 12 V gibi daha kullanışlı bir voltajdır. Daha sonra, mevcut çıkış akımını artırmak için birkaç hücre dizisi paralel olarak bağlanır. Güneş panelleri, birkaç watt'tan yüzlerce watt'a kadar çıkış güçleriyle mevcuttur. Pillerin aksine, güneş pilleri dizilerinin doğrudan paralel olarak bağlanabileceğini unutmayın.

Çünkü voltaj yerine sabit akım kaynağı olarak hareket ederler. (Radyo ekipmanlarına güç sağlamak için güneş panellerinin kullanımı hakkında daha fazla bilgi **Güç Kaynakları bölümünde bulunabilir.**)

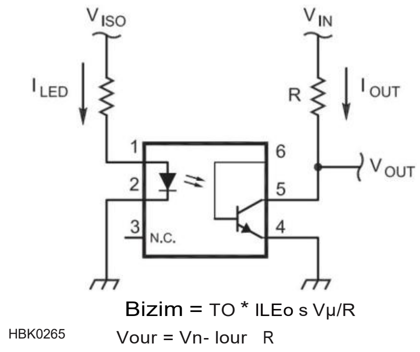
LİGHT EMITTİNG DİODES VE LAZER DİODES

Fotodiyotta, yarı iletken malzemeye düşen ışıktan gelen enerji, ek elektron deliği çiftleri oluşturmak için emilir. Elektronlar ve delikler yeniden birleştiğinde, aynı miktarda enerji verilir İn normal diyotlar, taşıyıcıların rekombinasyonundan gelen enerji ısı olarak verilir. Belirli yarı iletken malzeme formlarında, rekombinasyon enerjisi, *elektro lüminesans adı verilen bir mekanizma ile ışık olarak verilir.* Akkor ampulün aksine, elektrolüminesans tipik olarak düşük voltajlar ve akımlarla (1.5 V ve 10 mA gibi) çalışan soğuk (termal olmayan) bir ışık kaynağıdır. Bu amaçla üretilen cihazlara *ışık yayan diyotlar (LED) denir.* Düşük güç gereksinimleri, hızlı anahtarlama süreleri (10 ns) ve dar spektrumlar (nispeten saf renk) avantajlarına sahiptirler.

LED, ileri taraflı olduğunda ve fazla taşıyıcı mevcut olduğunda ışık yayar. Taşıyıcılar yeniden birleştikçe, ışık, kullanılan yarı iletken malzemenin özelliklerine bağlı bir renkle üretilir. Galyum-arsenit (GaAs) kızılötesi bölgede ışık üretir, galyum-fosfit (GaP) oksijen ile katkılandığında kırmızı ışık verir veya azot ile katkılandığında yeşil ışık verir. Turuncu ışık GaAs ve GaP (GaAsP) karışımı ile elde edilir. Silisyum-karbür (SiC) mavi bir LED oluşturur.



Şekil 4.40 - Işık yayan bir diyot (LED) ileri akım iletirken ışık yayar. Denklemine göre LED üzerinden akım ayarlamak için bir dizi akım sınırlayıcı direnç kullanılır.



Şekil 4.41 - Optoisolator oluşur Bir fototransistörün (çıkış) tabanını aydınlatan bir LED (giriş). Fototransistör - daha sonra çıkış devresinde akım iletir. CTR, optoisolator'un mevcut transfer oranıdır.

Beyaz LED'ler, LED lensin içini beyaz ışık yayan bir fosfor ile kaplayarak ve fosforu tek renkli bir LED'den gelen ışıkla aydınlatarak yapılır. Beyaz LED'ler şu anda coldflorescent (CFL) ampullerin maliyetine yaklaşıyor ve CFL'nin akkor ampulün yerini alması gibi, aydınlatma için CFL teknolojisinin yerini alacak.

Şekil 4.40'ta gösterilen LED'in kullanımı çok basittir. İt, üretilecek ışık miktarı için akımı istenen seviyeye (İ) sınırlayan bir seri direnç (R) ile bir voltaj kaynağı (V) boyunca bağlanır.

R-Y-Ve
Hμ

Burada Vμ, LED'in ileri voltajıdır.

Katot ucu daha düşük potansiyele bağlıdır ve üreticinin veri sayfasında gösterildiği gibi özel olarak işaretlenmiştir. LED'ler ek ışık için seri olarak bağlanabilir, aynı akım tüm diyotlarda akar. Her diyot için akım sınırlayıcı dirençler olmadan paralel olarak bağlanan diyotların akımı eşit olmayan şekilde paylaşması muhtemeldir, böylece Seri bağlantı tercih edilir.

Lazer diyot, LED'e benzer prensiplerle çalışır, ancak üretilen ışığın tümü *monokromatiktir (aynı* renk ve dalga boyunda) ve tutarlıdır*, yani* cihaz tarafından yayılan tüm ışık dalgaları fazdadır. Lazer diyotlar genellikle bir LED'den daha yüksek akım gerektirir ve kalıcı *akım seviyesine* ulaşılana kadar ışık yaymaz. Işık monokromatik ve tutarlı olduğundan, lazer diyotlar, yüksek hızlı veri bağlantıları gibi hassas aydınlatma ve modülasyon gerektiren uygulamalar ve CD-ROM ve DVD gibi veri depolama ortamlarında kullanılabilir. LED'ler, yüksek hızlı veya yüksek frekanslı analog modülasyon için kullanılmaz, çünkü tıpkı normal doğrultucularda olduğu gibi, geri kazanım zaman sınırlamaları vardır.

OPTOİFOLATORS

Optoelektronik bileşenlerin ilginç bir kombinasyonu, birçok analog sinyal işleme uygulamasında çok yararlıdır. *Bir optoizolator,* genellikle kapalı bir pakette bir fototransistöre optik olarak bağlanmış bir LED'den oluşur (bkz. **Şekil 4,41). Optoizolator**, adından da anlaşılacağı gibi, birbirinden farklı devreleri izole eder. Tipik olarak, izolasyon direnci [110 n mertebesindedir ve1] izolasyon kapasitesi 1 pF'den azdır. Maksimum voltaj izolasyonu 1000 ila 10.000 V arasında değişmektedir. En yaygın optoizolatörler 6 pinli DIP paketlerinde mevcuttur.

Optoizolatörler öncelikle voltaj seviyesi değiştirme ve sinyal izolasyonu için kullanılır. Voltaj seviyesi kayması, sinyallerin (genellikle dijital sinyaller) büyük ölçüde farklı voltajlarda çalışan devreler arasında geçmesine izin verir. İzolasyonun - iki amacı vardır: devreleri (ve operatörleri) aşırı voltajlardan korumak ve gürültülü devreleri gürültüye duyarlı devrelerden izole etmek .

Optoizolatörler ayrıca yüksek güç seviyelerine sahip sinyalleri aktaramazlar. Bir 4N25 cihazındaki LED'in güç derecesi 120 mW'dir. Optoizolatlar, LED'in yüksek kapasitansı nedeniyle sınırlı bir frekans tepkisine sahiptir. Tipik bir bant genişliği forthe4N25 serisi 300 kHz'dir. Birkaç MHz bant genişliğine sahip optoizolatlar mevcuttur, ancak biraz pahalıdır.

Voltaj seviyesi değişiminin bir örneği olarak, düşük voltajlı, katı hal elektronik Mors kodu anahtarlayıcısının, yüksek negatif voltajda (tipik olarak yaklaşık İ 00 V) çalışan bir vakum tüpü ızgara bloğu anahtarlama devresini etkinleştirmesine izin vermek için bir optoizolator kullanılabilir. ancak düşük akım. İki ekipman arasında ortak bir zemin gerekmez.

Optoizolatörler, yüksek voltajlara veya geçişlere maruz kalan devreler için giriş koruması görevi görebilir. Örneğin, bir yarı iletken devreyi yok edebilen kısa bir 1000-V geçici, sadece optoizolatordaki LED'i doyurarak devrenin zarar görmesini önler. Olabilecek en kötü şey, optoizolatordaki LED'in yok edilmesidir, ancak bu genellikle koruduğu devreden biraz daha ucuzdur.

Optoizolatlar ayrıca farklı zemin sistemlerini izole etmek için de kullanışlıdır. Giriş ve çıkış sinyalleri, her sinyalin referanslarına göre bile birbirinden tamamen izole edilmiştir. Optoizolatörler için yaygın bir uygulama, radyo ekipmanını kontrol etmek için bir bilgisayarın kullanılmasıdır. Bilgisayar sinyali ve hatta zemin referansı, tipik olarak dijital devrenin neden olduğu önemli ölçüde geniş bant gürültüsü içerir. Bu gürültüyü radyodan uzak tutmanın en iyi yolu hem sinyali hem de referansını izole etmektir; Bu bir optoisolator ile kolayca yapılır.

Optoizolatörlü devrelerin tasarımı, LED'li ve transistörlü devrelerin tasarımından büyük ölçüde farklı değildir. Giriş tarafında, LED ileri yanlıdır ve değeri akımı cihaz için maksimum değerden daha düşük bir değere sınırlayan bir dizi akım sınırlayıcı dirençle tahrik edilir (örneğin, 60 mA, bir 4N25 için maksimum LED akımıdır). Bu, bağımsız LED'lerle tasarım yapmakla aynıdır.

Çıkış tarafında, bir transistör için akım kazancı yerine, optoizolatörün *akım transfer oranı (TO)* kullanılır. TO, LED'den geçen akım miktarı ile çıkış transistörünün mevcut maksimum toplayıcı akımı arasında yüzde olarak verilen bir orandır. Örneğin, bir optoizolatörün TO = %25 ise, 20 mA'lık bir LED akımı, çıkış transistörünün toplayıcı devresinde 20 x 0.25 = 5 mA'ya kadar akım iletebilmesine neden olur.

Eğer optoizolator bir analog sinyal için kullanılacaksa, giriş sinyali LED'in her zaman ileri yönlü olması için uygun şekilde kaydırılmalıdır. Bağlantı için her üç potansiyel ile bir fototransistör gereklidir (Şekil 4.41'de olduğu gibi). Temel kurşun, optik sinyalin transistörün çalışma noktasının üstünde ve altında varyasyonlar oluşturmasına izin veren biasing için kullanılır. Toplayıcı ve yayıcı uçlar, herhangi bir transistör amplifikatör devresinde olduğu gibi kullanılır. (Yerleşik doğrusallaştırma devresini içeren doğrusal optoizolatlar da vardır.) Lineer optoizolatların kullanımı yaygın değildir.

FIBER OPTICS

Optoizolatördeki ilginç bir varyasyon *fiber optik bağlantıdır. Optoizolator gibi,* giriş sinyali modüle edilmiş ışık (genellikle ışık darbeleri) üreten bir LED veya lazer diyot sürmek için kullanılır. Işık, bir fiber optik kabloda, ışığı uzun mesafelerde ve oldukça keskin virajlarda verimli bir şekilde taşıyan ekstrüde edilmiş bir cam fiberde iletilir. Sinyal bir fotoğraf dedektörü (fotorezistör, fotodiyot veya fototransistör) tarafından kurtarılır. Fiber optik kablo iletken olmadığından -

Tive, verici ve alıcı sistemler elektriksel olarak izole edilmiştir.

Fiber optik kablolar genellikle koaksiyel kablo iletim hatlarından çok daha az kayba sahiptir. RF enerjisi sızdırmazlar ve elektriksel gürültü almazlar. Fiber optik kablolar elektromanyetik girişime karşı neredeyse bağışıktır! LED'lerin ve fototransistörlerin özel formları, fiber optik kablolara bağlanmak için uygun optik kuplörlerle mevcuttur. Bu cihazlar tipik olarak gigahertz bant genişliği ile daha yüksek frekanslı çalışma için tasarlanmıştır.

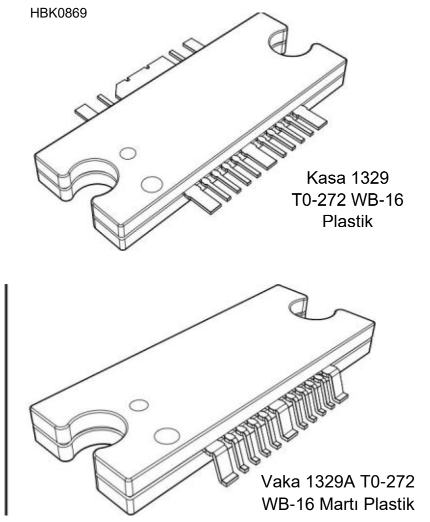
4.5.7 Entegre Devreler (İC)

Bir transistörün içine bakarsanız, yarı iletkenin gerçek boyutu ambalajın boyutuna kıyasla oldukça küçüktür. Çoğu yarı iletken için, ambalaj gerçek yarı iletkenden çok daha fazla yer kaplar. Bu nedenle, devrenin fiziksel boyutunu azaltmanın açık bir yolu, devrenin daha fazlasını tek bir paket içinde birleştirmektir.

HYBRID İNTEGRATED CIRCUITS

Aynı pakette birkaç küçük yarı iletken çip yerleştirmeyi hayal etmek kolaydır. Bu, *hibrit devre olarak bilinir,* birkaç yarı iletken çipin aynı pakete yerleştirildiği ve tam devreler yapmak için aralarında minyatür tellerin bağlandığı bir teknolojidir.

Hibrid devreler, ayrık elektronikte bulunan ambalaj ve ara bağlantıların çoğunu ortadan kaldırarak analog veya analog/dijital elektronik devreleri minyatürleştirir. *Ayrık terimi* bireysel compo- kullanımını ifade eder.



Şekil 4.42 - TO-272, UHF ve mikrodalga frekanslarında hibrit İC RF amplifikatör modülleri için kullanılan paketlerin tipik bir örneğidir.

Her biri kendi paketinde bir devre yapmak için nents. Tek tek bileşenler, küçük bir devre kartı veya bağlama telleri ile birbirine bağlanır. Üreticiler genellikle küçük boyutlu ve özel teknikler gerektiğinde hibritleri kullanırlar, ancak özel bir İC'nin masrafını haklı çıkarmak için yeterli hacim yoktur.

Hibrit devre için güncel bir uygulama UHF ve mikrodalga amplifikatörleridir - cep telefonu endüstrisi tarafından geniş çapta kullanılırlar. Örneğin, **Şekil 4.42'deki Motorola MW4IC915N Geniş Bant Entegre Güç Amplifikatörü** tam bir 15-W verici modüldür. İts TO-272 paketi sadece yaklaşık 1 inç uzunluğunda % -inch genişliğindedir. Bu özel cihaz 750 ila 1000 MHz arasında kullanım için tasarlanmıştır ve amatör 902 MHz bandında kullanılmak üzere uyarlanabilir. Hibrit devreler olarak kullanılabilen diğer cihazlar arasında osilatörler, sinyal işlemcileri, ön amplifikatörler ve benzeri bulunur. İhtiyaç fazlası hibritler, bir veri sayfası elde edilebilecek şekilde üretim tanımlaması ile açıkça tanımlanmadıkça amatör kullanıma uyu

MONOLITHİC İNTEGRATED CIRCUITS

Tüm devreleri tek bir yarı iletken parçası üzerine inşa etmek için, dirençleri ve kapasitörleri, transistörleri ve diyotları imal etmek mümkün olmalıdır. Ancak o zaman tüm devre *monolitik entegre devre adı verilen tek bir silikon parçası üzerinde oluşturulabilir*. *Aşağıdaki* açıklama, monolitik İC yapısının ve üretim - tekniklerinin nispeten basitleştirilmiş bir görünümüdür. İC teknolojisi birçok yönde çok hızlı bir şekilde ilerliyor. Mevcut İC'lerin kapsamlı bir tanımını vermek - Amatör Radyoda kullanılan sınırlı sayıda bile olsa - bu kitabın kapsamının çok ötesindedir. İlgili okuyucunun takip etmesi için her bölümün sonunda belirli teknolojilere ilişkin referanslar verilmektedir.

Bir entegre devre (İC) veya "çip" - katmanlar halinde üretilir. Bir yarı iletken - devre şematiğinin bir örneği ve bir İC'deki uygulaması **Şekil 4.43'te gösterilmiştir.** Devrenin temel tabakası, *alt tabaka,* P tipi yarı iletken malzemeden yapılmıştır. Daha az yaygın olmasına rağmen, substratın polaritesi de N tipi malzeme olabilir. Elektronların hareketliliği deliklerden yaklaşık üç kat daha yüksek olduğundan, N tipi toplayıcılarla yapılan bipolar transistörler ve N tipi kanallarla yapılan FET'ler daha yüksek hızlara ve güç kullanımına sahiptir. Bu nedenle, P tipi substratlar çok daha yaygındır. N tipi substratlara sahip cihazlar için, sonraki tartışmadaki tüm kutupluluklar tersine çevrilecektir.

Diğer substratlar kullanılmıştır, bunlardan en başarılılarından biri, entegre devrelerin bant genişliğini artırmak için kullanılan silikon-onsafir (SOS) yapısıdır. İts nispeten yüksek üretim maliyeti kullanımını engellemiştir, ancak, hariç

Zorlu askeri ve havacılık uygulamaları. Diğer birçok substrat türü çeşitli özel uygulamalarda kullanılır.

P tipi alt tabakanın üstünde, aktif ve pasif bileşenlerin inşa edildiği ince bir N tipi malzeme tabakası bulunur. Her konumda uygun bileşeni oluşturmak için bu katmanın içine iptürler dağıtılır. Kirliliklerin N katmanına rastgele yayılmasını önlemek için, üst yüzeyi korunmalıdır. Bu, N tabakasını bir silikon dioksit tabakası (SiO5) ile kaplayarak yapılır. Safsızlıkların yayılması istenen her yerde, SiO5 kazınır. Bileşenleri yarı iletken malzeme üzerine yerleştirme hassasiyeti esas olarak aşındırmanın inceliğine bağlıdır. Dördüncü katman olan İC, ofaluminum (bakır bazı yüksek hızlı dijital İ C'lerde kullanılır) ve bileşenler arasındaki bağlantıları yapmak için kullanılır.

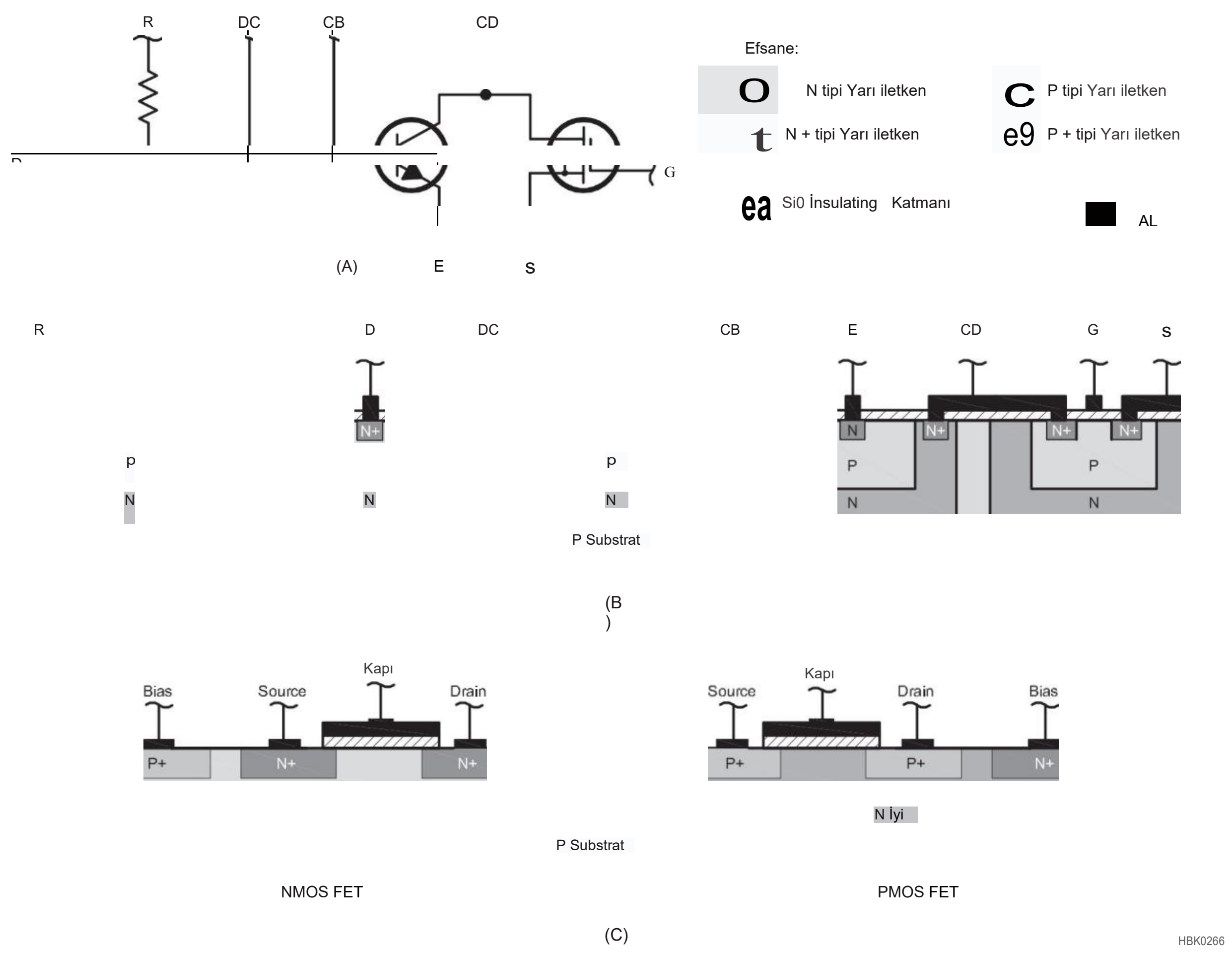
Farklı bileşenler, tek bir yarı iletken malzeme parçasında, ilk olarak yüksek bir alıcı yabancı madde konsantrasyonunun N tipi malzeme katmanına dağıtılmasıyla yapılır. Bu işlem, P-tipi yarı iletken oluşturur - genellikle yüksek alıcı atomları konsantrasyonu nedeniyle p + tipi yarı iletken olarak adlandırılır - bu, N-tipi malzemenin bölgelerini izole eder. Bu bölgelerin her biri daha sonra tek bileşenler oluşturmak için işlenir .

Bir bileşen, her izolasyon bölgesinin ortasına daha az miktarda alıcı atom konsantrasyonunun difüzyonuyla üretilir. Bu, P tipi malzeme içeren bir N tipi izolasyon kuyusu ile sonuçlanır, yanları P * tipi malzeme ile çevrilidir ve altında P tipi malzeme (substrat) bulunur. Şekil 4.43B'deki kesit görünümü çeşitli katmanları göstermektedir. Metal tabakaya bağlantılar genellikle yüksek konsantrasyonlarda donör atomlarının N tipi kuyunun küçük bölgelerine ve kuyudaki P tipi malzemeye dağıtılmasıyla yapılır. Bu küçük bölgelerdeki malzeme N * tipidir ve metal temas ile yarı iletken arasındaki elektron akışını kolaylaştırır. Bazı konfigürasyonlarda, metali doğrudan kuyudaki P tipi malzemeye bağlamak gerekir .

Üretim Dirençleri ve Kapasitörler

Bir izolasyon kuyusu, kuyudaki P tipi yarı iletkene iki kontak yaparak bir direnç haline getirilebilir. Direnç, kuyunun kesit alanı ile ters orantılıdır. Bir yarı iletken devreye entegre edilebilen alternatif bir direnç türü, - metalik bir filmin SiO, tabaka üzerine biriktirildiği, üst yüzeyinde daha fazla SiO ile maskelendiği ve daha sonra istenen geometriyi yapmak için kazındığı ince bir film direncidir.

Bir yarı iletkende kapasitörler oluşturmanın iki yolu vardır. Bunlardan biri, N tipi kuyu ile



Şekil 4.43 - Entegre devre yapımı. (A) İki diyot, bir direnç, bir kondansatör, bir NPN transistörü ve bir N-kanal MOSFET içeren devre. Etiketli uçlar diyot için D, direnç için R, diyot-kapasitör için DC, yayıcı için E, kaynak için S, kolektordrain için CD ve geçit için G'dir. (B) (A)'daki devre ile aynı olan entegre devre. Aynı ipuçları karşılaştırma için etiketlenmiştir. Devre, içine yayılan N tipi kuyuları olan P tipi bir yarı iletken substrat üzerine inşa edilmiştir. Yalıtkan bir Si0 tabakası yarı iletkenin üzerindedir ve alüminyum metal kontakların yarı iletken ile yapıldığı yere kazınır. Çoğu metal-yarı iletken kontak, ağır katkılı N tipi malzeme (N * tipi yarı iletken) ile yapılır.

Onu dolduran P tipi malzeme. Bir varaktör - diyot gibi, bu bağlantı ters taraflı olduğunda bir kapasitans sonuçlanır. Bir önyargı voltajı gerekli olduğundan, bu tip kondansatör bir elektrolitik kondansatör gibi polarize edilir. Polarize olmayan kapasitörler, ince film teknolojisi kullanılarak entegre bir devrede de oluşturulabilir. Bu durumda, çok yüksek bir donör iyonu konsantrasyonu kuyuya yayılır ve N * tipi bir bölge oluşturur. Kuyuyu kaplayan Si0 tabaka üzerinde ince bir metalik film biriktirilir ve metalik film ile kuyu arasında kapasitans oluşturulur. Kapasitansın değeri, SiO'nun kalınlığını, tabakayı ve kuyunun kesit boyutunu değiştirerek ayarlanır. Bu tip ince film kondansatör, metal oksit yarı iletken (MOS) kondansatör olarak da bilinir .

Dirençlerin ve kapasitörlerin aksine, entegre devrelerde indüktörler oluşturmak çok zordur. Genel olarak, indüksiyon gerektiren RF devreleri-Tance, harici indüktörlerin İC'ye bağlanmasını gerektirir. Bazı durumlarda, özellikle düşük frekanslarda, bir indüktörün davranışı bir amplifikatör devresi tarafından taklit edilebilir. Birçok durumda, İC amplifikatörlerinin uygun tasarımı, harici indüktörlere olan ihtiyacı azaltabilir veya ortadan kaldırabilir. Bununla birlikte, çalışma sıklığı arttıkça, gerekli indüktans miktarı eşdeğer bir reaktans miktarına düşer. Bu, İC'nin metalizasyon katmanlarını kullanarak küçük indüktörler oluşturmak için birkaç yenilikçi tekniğe yol açmıştı.

Diyot ve Transistör Üretimi

En basit diyot şekli, katot için kuyudaki bir N * tipi bağlantı noktasına ve anot için P tipi kuyu malzemesine bağlanarak üretilir. Diyotlar genellikle NPN transistör konfigürasyonlarından dönüştürülür. İntegrated devre diyotları bu şekilde yapılabilir

Ya toplayıcıyı tabana kısa bırakın ya da toplayıcıyı bağlantısız bırakın. Temel temas anot ve yayıcı temas katottur.

Transistörler, entegre devrelerde, ayrı formlarında üretildikleri şekilde oluşturulurlar. NPN transistörü, N tipi yarı iletkenden yapılmış kuyunun duvarı kolektörü oluşturduğundan, kuyudaki P tipi malzeme tabanı oluşturduğundan ve kuyunun merkezinde oluşan küçük bir N * tipi malzeme bölgesi yayıcı haline geldiğinden, yapılması en kolay olanıdır. Bir PNP transistörü, donör iyonlarının kuyudaki P-tipi yarı iletkene dağıtılmasıyla, merkezde (emitör) bir N-tipi malzeme halkası ile çevrili bir P-tipi malzeme ile bir model oluşturmak için yapılır. Bu, kuyu malzemesine (baz) kadar uzanır ve bu, P-tipi malzemenin (toplayıcı) başka bir halkası ile çevrilidir. Bu yapılandırma bir

Yayıcı ve toplayıcıyı ayıran geniş taban genişliği, bu cihazların NPN formundan çok daha düşük akım kazanımına sahip olmasına neden olur. Bu, entegre devrelerin PNP transistörlerinden çok daha fazla NPN transistörü kullanmak üzere tasarlanmasının bir nedenidir.

FET'ler inFigure4.43C gösterildiği gibi İC formunda da üretilebilir. Birçok işlevsel avantajı nedeniyle, MOSFET dijital İC'ler için kullanılan en yaygın formdur. MOSFET'ler, - daha önce açıklanan MOS kapasitörleriyle aynı şekilde yarı iletken bir çipte yapılır. MOSFET'lerin diğer transistörlere göre sunduğu sinyal işleme avantajlarına ek olarak, MOSFET cihazı bipolar transistörler için gereken fiziksel alanın %5'inde üretilebilir. CMOS İC'ler, aynı çip boyutuna sahip bipolar İC'lerden 20 kat daha fazla devre içerebilir, bu da cihazları temel alanlardan daha güçlü ve daha ucuz hale getirir.

Bipolar teknolojisinde. CMOS, en popüler entegre devre şeklidir.

Anahtarlama devresinin son konfigürasyonu, bu bölümün önceki bir bölümünde açıklandığı gibi CMOS'tur. CMOS kapıları, her formdan bir tane olmak üzere iki FET gerektirir (şekilde gösterildiği gibi NMOS ve PMOS). NMOS daha az işlem adımı gerektirir ve bireysel - FET'ler PMOS'tan daha düşük direnç gösterir. NMOS FET'lerin üretimi, bireysel yarı iletkenlerle aynıdır; P + kuyuları kaynağı oluşturur ve P tipi bir substratta akar. Yalıtkan bir Si0 tabakasının üstünde bir metal kapı elektrodu oluşturulur, böylece kanal kaynak ve drenaj arasındaki P tipi substratta oluşur. PMOS FET için süreç benzerdir, ancak P tipi substratta N tipi bir kuyu ile başlar .

Bu şekilde imal edilen MOSFET'ler de

Tahrip edici mandalları önlemek için pozitif güç kaynağına bağlı önyargı (B) terminalleri *vardır.* Bu CMOS kapılarında meydana gelebilir, çünkü iki MOSFET *parazitik bir SCR oluşturur.* SCR modu tetiklenirse ve her iki transistör aynı anda hareket ederse, büyük akımlar FET'den akabilir ve güç kaldırılmadıkça İC'yi yok edebilir. Ayrık MOSFET'ler kapı imha riski altında olduğu gibi, MOSFET cihazlarıyla yapılan İC yongaları da benzer bir riske sahiptir. Onları ayrı MOSFET'lerle statik elektrikten korumak için aynı özenle muamele edilmelidirler.

CMOS en yaygın kullanılan teknoloji olmasına rağmen, entegre devrelerin yalnızca MOSFET'ler veya bipolar transistörler ile yapılması gerekmez. Her iki teknolojiyle tasarlanmış İC çiplerini bulmak, her birinin güçlü yönlerinden yararlanmak yaygındır.

4.6 Amplifikatörler

Şimdiye kadar, en yaygın analog devre türü amplifikatördür. Çoğu elektroniğin temel bileşeni - transistör - küçük bir giriş sinyalinin - daha büyük bir sinyali kontrol ettiği bir amplifikatördür. Hem analog hem de dijital modem elektroniklerinin çoğu, giriş sinyalinin çıkışta yükseltilip yükseltilmediğine bakılmaksızın transistör amplifikatörüne veya anahtarına dayanır.

4.6.1 Amplifikatör Yapılandırmaları

Amplifikatör konfigürasyonları cihazın ortak kısmı ile tanımlanır. "Ortak" kelimesi, bir kurşunun doğrudan devrenin hem giriş hem de çıkış portları tarafından kullanılan bir referansa bağlanmasını tanımlamak için kullanılır. En yaygın referans zemindir, ancak pozitif ve negatif güç kaynakları da geçerli referanslardır.

Kullanılan devre referansının türü, cihazın tipine (transistör [NPN veya PNP] veya FET [P-kanalı veya N-kanalı]), hangi kurşunun ortak olarak seçildiğine ve sinyal seviyelerinin aralığına bağlıdır. Ortak bir yol seçildikten sonra, diğer iki yol sinyal girişi ve çıkışı için kullanılır. Önyargı koşullarına dayanarak, bu potansiyel müşterileri seçmenin tek bir yolu vardır. Böylece, üç-kurşun cihazın her türü için üç olası amplifikatör konfigürasyonları vardır. (Vakum tüpü amplifikatörleri **RF Güç Amplifikatörleri bölümünde tartışılmıştır.)**

DC güç kaynakları genellikle çıkış terminallerindeki ac sinyallerinin çok düşük bir empedans ile yere atlanacağı şekilde inşa edilir. Bu, güç kaynağının, devreye de voltajlar sağlıyor olmasına rağmen, bir ac toprağı olarak ele alınmasını sağlar. Ne zaman

Bir devre ac davranışı için analiz edilir, ac zemin genellikle zemin olarak kabul edilir, çünkü de önyargı ac analizinde göz ardı edilir. Bu nedenle, bir transistörün kolektörü devrenin "ortak" kısmı olarak kabul edilebilir, ancak gerçek operasyonda buna bir de voltaj uygulanır.

Şekil 4.44, bipolar transistör amplifikatörlerinin üç temel tipini göstermektedir: ortak taban, ortak yayıcı ve ortak toplayıcı. Ortak terminal toprağa bağlı olarak gösterilir, ancak daha önce de belirtildiği gibi, bir de önyargı voltajı mevcut olabilir. Her amplifikatör türü aşağıdaki bölümlerde açıklanmıştır. Amplifikatörün tanımını takiben, biasing transistörleri ve bunların yüksek frekanslarda ve büyük sinyallerde çalışması hakkında ek tartışmalar sunulmaktadır.

4.6.2 Transistör Yükselteçleri

Kullanışlı bir transistör amplifikatörü oluşturmak, transistörün kendisi için uygun bir model kullanmaya, amplifikatörün doğru konfigürasyonunu seçmeye, bu konfigürasyon için tasarım denklemlerini kullanmaya ve amplifikatörün farklı sıcaklıklarda düzgün çalışmasını sağlamaya bağlıdır. Bu bölüm, önce basit transistör modellerini tanıtan ve daha sonra bu bilgiyi bipolar ve FET kullanan ortak devreler için tasarım yönergeleri noktasına kadar genişleten bu diziyi izler.

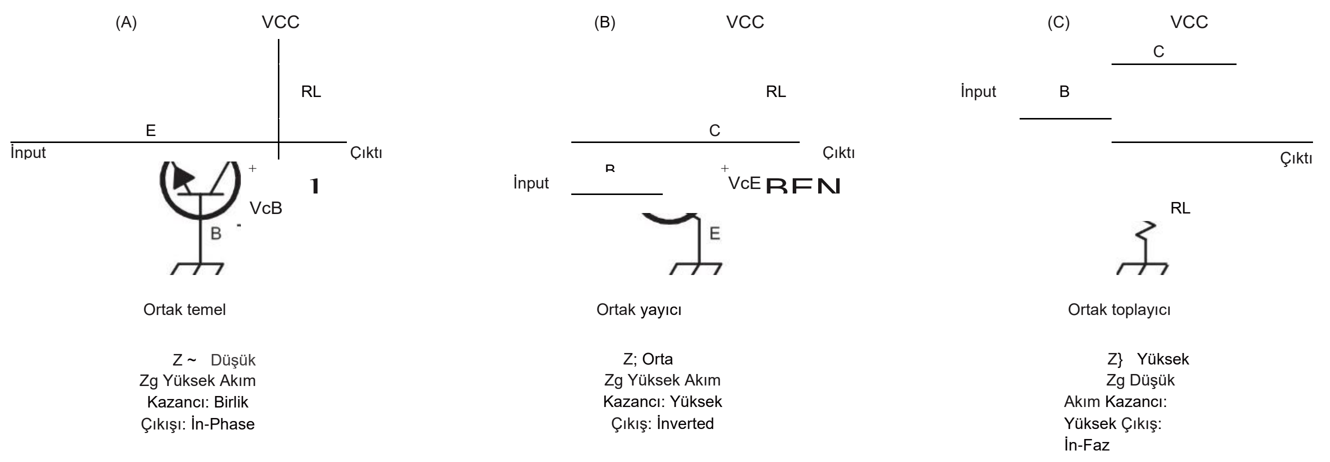
DEVICE MODELLER VE SINIFLAR Yarı iletken devre tasarımı, cihazların fiziğini tanımlayan eşdeğer devrelere dayanır. Gerilim ve akım kaynaklarından oluşan bu devreler ve - dirençler, kapasitörler gibi pasif bileşenler ve

İndüktörler model olarak adlandırılır. Bir transistörü tam olarak geniş bir frekans aralığında tanımlayan tam bir model oldukça karmaşık bir devredir. Sonuç olarak, belirli durumlarda daha basit modeller kullanılır. Örneğin, *küçük sinyal modeli,* cihaz bazı nominal özelliklere yakın çalıştırıldığında iyi çalışır, böylece akım ve voltaj oldukça doğrusal olarak etkileşime girer. *Büyük sinyal modeli,* cihaz çalıştırıldığında, örneğin doygunluk veya kesme bölgelerine girecek şekilde kullanılır.

Farklı frekans aralıkları da farklı modeller gerektirir. Bu bölümde kullanılan düşük frekanslı modeller de, ses ve çok düşük RF uygulamaları için devreler geliştirmek için kullanılabilir. Daha yüksek frekanslarda, düşük frekanslarda göz ardı edilebilen küçük kapasitanslar ve indüktanslar, kazanç veya empedans gibi cihaz davranışı üzerinde önemli etkilere sahip olmaya başlar. Ek olarak, cihazın fiziksel yapısı da kazanç düşmeye başladığında veya giriş ve çıkış sinyalleri arasındaki faz kaymaları büyümeye başladığında önemli hale gelir. Bu bölgede *yüksek frekanslı modeller kullanılır.*

Amplifikatörler ayrıca, giriş sinyalinin amplifikasyon şeklini tanımlayan işletim sınıflarına göre gruplandırılır. Birkaç analog amplifikatör sınıfı vardır; A, B, AB, AB 1, AB2 ve C.

Analog sınıf belirteçleri, aktif cihazın akım yürüttüğü giriş döngüsünün ne kadarını belirtir. A sınıfı bir amplifikatörün aktif cihazı, Şekil 4.25'te gösterildiği gibi giriş sinyal döngüsünün yüzde 100'ü için akım iletir. B sınıfı bir amplifikatör, giriş döngüsünün yarısı, AB sınıfı, AB 1 ve AB2 ve 50 arasındaki bazı kesirler sırasında iletir.



Şekil 4.44 - Her devrenin temel özelliklerine sahip bipolar transistör amplifikatörlerinin üç konfigürasyonu.

Giriş döngüsünün yüzde 100'ü ve giriş sinyal döngüsünün yüzde 50'sinden daha azı için C sınıfı.

Aktif cihazın, switchmode güç kaynaklarına benzer şekilde tamamen açık veya tamamen kapalı bir anahtar olarak çalıştırıldığı dijital amplifikatörler, D harfinden başlayarak sınıflara göre gruplandırılır. Her farklı sınıf, anahtarın çıkış dalga formunu istenen RF dalga formuna dönüştürmek için farklı bir yöntem kullanır.

Amplifikatör sınıfları, modelleri ve yüksek frekanslarda kullanımları, RF **Teknikleri bölümünde daha ayrıntılı olarak tartışılmaktadır.** Ek olarak, devre simülasyonu için modellerin kullanımı **Bilgisayar Destekli Devre Tasarımı** bölümünde uzun uzadıya tartışılmaktadır.

4.6.3 Bipolar Transistör Amplifikatörleri

Bu tartışmada, bipolar transistörler (BJT'ler) için basit modellere odaklanacağız. Bu tartışma NPN BJT'lere odaklanır, ancak önyargı voltajı ve akım kutupları tersine çevrilirse PNP BJT'lere eşit derecede iyi uygulanır. Bu bölüm, transistörler için küçük sinyalli, düşük frekanslı modelleri varsayar.

KÜÇÜK-SİGNAL BJT MODEL

Transistör genellikle temel akımın toplayıcı akımı kontrol ettiği akım kontrollü bir cihaz olarak kabul edilir:

nerede

Le = toplayıcı akımı

İ, = taban akımı

fl = ortak yayıcı akım kazancı, beta.

("Ortak yayıcı" terimi, transistörün giriş olarak temel akım ve çıkış olarak toplayıcı devre ile çalıştığı aşağıda açıklanan transistör devresinin tipini ifade eder.) Akım bir cihaz terminaline akarsa pozitiftir.

Transistör ayrıca, transistörün * s yayıcı akımının, le, baz yayıcı voltajı tarafından kontrol edildiği voltaj kontrollü bir cihaz olarak da ele alınabilir, V :

$$I_e = i_{es}[(qVbe/kT) _l]asl\ (qVbe/kT)$$

nerede

q = elektronik şarj

K = Boltzmann sabiti

T = derece cinsinden sıcaklık Kelvin (K)

İes = yayıcı doygunluk akımı, tipik olarak 1x 10-3 ¹A

Voltajlar için alt simgeler pozitif voltajın yönünü gösterir, böylece V'nin pozitif olması tabandan yayıcıya doğrudur. İt, akım kontrollü cihazı kullanarak devreleri tasarlamak için daha basittir, ancak transistörün sıcaklıkla davranışını hesaplamak, voltagekontrollü modelin anlaşılmasını gerektirir.

Transistörler genellikle hem biasing hem de sinyal voltajları ile tahrik edilir. Kollektör akımı için yukarıdaki her iki denklem hem transistör de biasing hem de sinyal tasarımı için geçerlidir. Bu denklemlerin her ikisi de gerçek transistörler tarafından sergilenen daha karmaşık davranışların yaklaşımlarıdır. İkinci denklem, ilk *Ebers-Moll modelinin basitleştirilmesi için geçerlidir (referanslara bakınız*). BJT'ler için daha sofistike modeller Getreu tarafından açıklanmıştır (referanslara bakınız). Küçük sinyal modelleri sadece sinyal bileşenlerini işler. Biat konusunu daha sonra ele alacağız.

Bir sonraki adım bu temel denklemleri kullanmaktır

devreleri tasarlamak. Smallsignal amplifikatör tasarımı ve tekniklerin uygulanabileceği sınırlarla başlayacağız. Daha sonra, büyük sinyal amplifikatör tasarımını ve transistörün giriş ve çıkış sinyalleri arasındaki ilişkinin doğrusal olmadığı bölgelerde çalıştırılmasından kaynaklanan bozulmayı tartışacağız.

Ortak Yayıcı Modeli

Şekil 4.45, ortak yayıcı konfigürasyonuna bağlı bir BJT amplifikatörünü göstermektedir. (Toprağa bağlı olarak gösterilen yayıcı, hem voltaj kaynağına sahip giriş devresinde hem de transistörün toplayıcısına sahip çıkış devresinde ortaktır.) Bu devrenin performansı, İ. = ~ İ basit denklemi ile yeterince açıklanmıştır. **Şekil 4.46,** tüm transistör smallsignal - modellerinin en yaygın olanını, emitör direncine sahip kontrollü bir akım kaynağını göstermektedir .

Şekilde gösterilen modelin iki varyasyonu vardır. Şekil 4.46B, tabanı, akım kontrollü bir akım kaynağının (İ = ~ İ,) ve bir direncin kavşağına doğrudan bir bağlantı olarak gösterir, re, V'deki değişimi temsil eden dinamik yayıcı res, le. Bu direnç ayrıca yayıcı akımı ile de değişir :

$$r_e = \frac{kT}{qI_E} = \frac{26}{I_E}$$

De bias akımı miliamperes cinsinden nerede.

Basitleştirilmiş yaklaşım sadece 300 K'lık tipik bir ortam sıcaklığında geçerlidir, çünkü sıcaklık ile re artar. Şekil 4.46A, yayıcı direnci (~ + İ) r değerine sahip olduğu temel bağlantıya taşındı... Bu modeller elektriksel olarak eşdeğerdir .

Transistörün çıkış direnci (Thevenin veya Norton eşdeğer direnci)

toplayıcı ve topraklanmış yayıcı arasında) - geçerli kaynak nedeniyle sonsuzdur. Bu, düşük frekanslardaki çoğu silikon transistör için iyi bir yaklaşımdır (transistör * s kazanç bant genişliği ürününün çok altında, F) ve takip eden tasarım örnekleri için kullanılacaktır .

Frekans arttıkça, BJT yapısında bulunan kapasitans önemli hale gelir ve **Şekil 4.47'de gösterilen hibrid-pi modeli** kullanılır ve giriş direncine paralel olarak C eklenir. Bu modelde transfer parametresi h; Genellikle burada düşük frekanslarda bir direnç olarak gösterilen giriş empedansını temsil eder.

ÜÇ BASİC BJT AMPLIFİERS **Şekil 4.48,** üç temel bipolar kavşak transistörü (BJT) amplifikatör devresine uygulanan küçük bir sinyal modelini göstermektedir: *ortak yayıcı (CE)*, *ortak taban (CB)* ve *ortak toplayıcı - (CC)*, daha yaygın olarak *yayıcı-takipçi* (EF) olarak bilinir. Daha önce tanımlandığı gibi, "ortak" kelimesi, başvurulan terminalin hem giriş hem de çıkış devrelerinin bir parçası olduğunu gösterir. Üç transistörlü amplifikatör konfigürasyonu Şekil 4.44'te basit devreler olarak gösterilmiştir. Farklı transistör amplifikatör konfigürasyonları farklı kazanımlara, giriş ve çıkış empedanslarına ve giriş ve çıkış sinyalleri arasındaki faz ilişkilerine sahiptir.

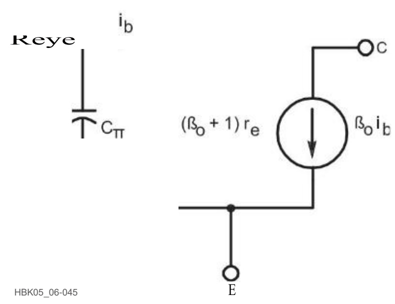
Bu basit modellerde, hem CE hem de CB konfigürasyonlarındaki transistörler sonsuz çıkış direncine sahiptir, çünkü toplayıcı akım kaynağı çıkış akımı ile seridir. (Amplifikatör devresinin çıkış empedansı Ri'nin etkilerini içermelidir.) EF konfigürasyonunda bağlanan transistör, diğer taraftan, sonlu bir çıkış direncine sahiptir, çünkü mevcut kaynak, temel devrenin eşdeğer direncine paralel olarak bağlanır. EF amplifikatörünün çıkış direncinin hesaplanması, giriş voltajı kaynağını, V'yi ve empedansını içerir.

Amplifikatörün performans ihtiyaçlarının incelenmesi (mühendisler bunları devrenin - performans *gereksinimleri olarak adlandırır)* üç devreden hangisinin uygun olduğunu belirler. Daha sonra, amplifikatör konfigürasyonu seçildikten sonra, devrenin davranışını tanımlayan denklemler, performans gereksinimlerini gerçek devre bileşen değerlerine dönüştürmek için kullanılır.

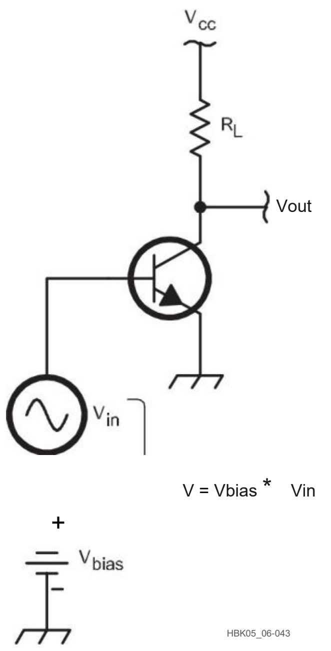
Bu metin, CE amplifikatörü için tasarım bilgilerini biraz ayrıntılı olarak sunar, daha sonra CC ve CB amplifikatörleri için tasarımları özetler. Her üç amplifikatör için ayrıntılı tasarım analizi, bu bölümün referans bölümünde listelenen metinlerde açıklanmıştır. Aşağıdaki bölümlerdeki analizlerin tümü, küçük sinyalli, düşük frekanslı modeli varsayar ve bağlantı kapasitörlerinin etkilerini göz ardı eder. **RF Teknikleri** bölümünde yüksek frekanslı hususlar tartışılmıştır ve bazıları BJT amplifikatörlerinin biasing ve büyük sinyal davranışının gelişmiş tartışması, indirilebilir ek içerikte mevcuttur.

LOAD LINES VE Q-POIGNT

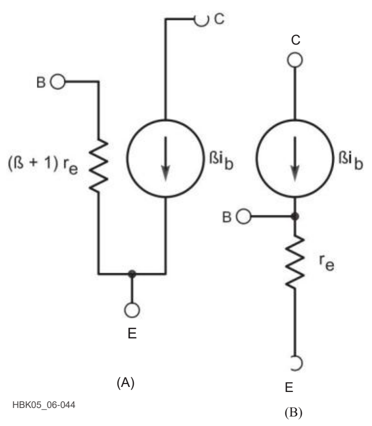
Transistörler sonsuz sayıda akım - (kollektör, emitör ve baz) ve voltaj (kollektör-emitör, kollektör-baz veya emitör-toplayıcı) kombinasyonu ile çalışabilir. Karakteristik eğriler (Şekil 4.24'e ve Bipolar Bağlantı ve Alan Etkili Transistörlerin bölümlerine bakınız) bu kombinasyonları, akımlardan birinin



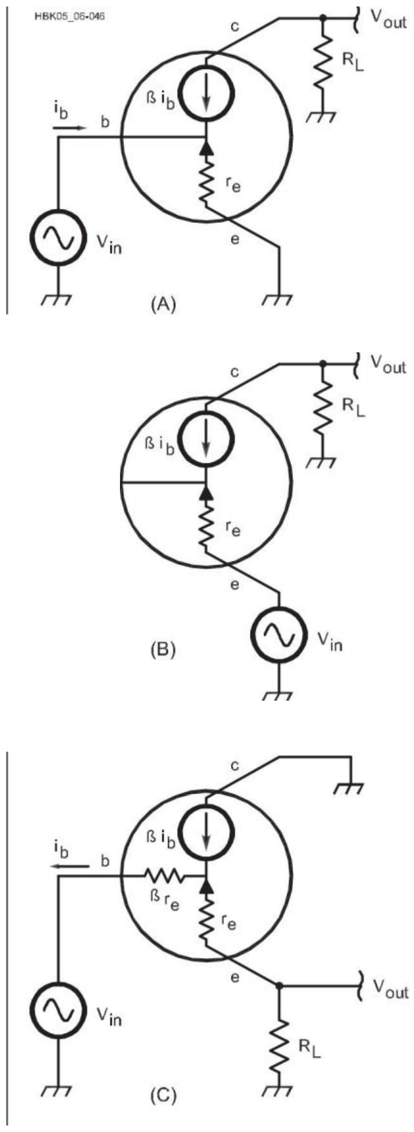
Şekil 4.47 - Bipolar transistör için hibrid-pi modeli.



Şekil 4.45 - **Voltaj önyargılı ve giriş sinyalli bipolar transistör.**



Şekil 4.46 - Bipolar transistör için basitleştirilmiş düşük frekanslı model, "yayıcı direncine sahip bir beta üreteci". r, = 26/İ, (mA dc).



Şekil 4.48 - **(A) CE amplifikatörü, (B) CB ve (C) EF (CC) bipolar kavşak transistör amplifikatörlerinin analizi için küçük sinyal modellerinin uygulanması.**

veya voltajlar adım adım değişir. Her tip transistör ve her tip amplifikatör devresi için farklı bir dizi eğri çizilebilir.

Amplifikatörün çalıştığı özel kombinasyon, *çalışma noktasıdır. Çalışma* noktası, amplifikatör devresini oluşturan bileşen değerlerinin seçimi ile kontrol edilir, böylece kazanç, doğrusallık vb. Sonuç, çalışma noktasının bir *yük hattı boyunca düşen bir dizi noktayla sınırlı olmasıdır.* Giriş sinyali uygulanmayan çalışma noktası, devrenin *sessiz noktası veya Q noktasıdır.* Giriş sinyali değiştikçe, çalışma noktası yük hattı boyunca hareket eder, ancak giriş sinyali kaldırıldığında Q noktasına geri döner.

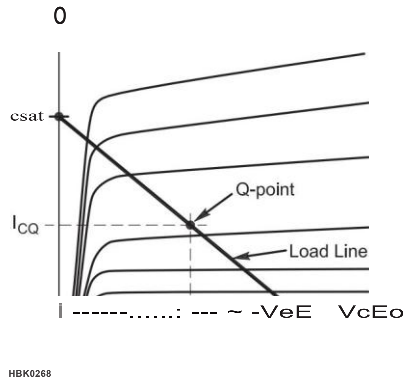
Karakteristik eğrileri ve yük çizgilerini kullanarak tasarım hakkında daha fazla bilgi metinlerde mevcuttur: Banzhaf veya Millman için referanslara veya **www.zen22142.zen.eo.uk/ Design/bjtbias.htm.'daki BJT devreleri için çevrimiçi örneğe bakın.**

Şekil 4.49, bir transistörün CE amplifikatör devresi için karakteristik eğriler setine çizilen bir amplifikatör için yük çizgisini ve Q noktasını göstermektedir. Yük hattının iki uç noktası transistör doygunluğuna (İe akım ekseni İcst 9n) ve kesmeye (V CE gerilim ekseninde Vcc) karşılık gelir.

Bir transistör doygunlukta olduğunda, temel akımdaki daha fazla artış, toplayıcı akımında daha fazla artışa neden olmaz. CE amplifikatöründe, bu, V CE'nin sıfıra çok yakın olduğu ve le'nin maksimum olduğu anlamına gelir. Şekil 4.44B devresinde, toplayıcı-yayıcı arasında bir kısa devre hayal edin, böylece tüm Vee Ri boyunca görünür. Taban akımının İncreasing herhangi bir ek toplayıcı akımı neden olmaz. Keserken, taban akımı o kadar küçüktür ki, V CE maksimumdadır, çünkü hiçbir kollektör - akımı akmaz ve temel akımdaki daha fazla azalma, VcE'de ek bir artışa neden olmaz:

Bu basit devre, Ver = Vcc - İcR ve le ve V CE arasındaki ilişki doygunluk ve kesme arasındaki düz bir çizgidir Bu devrenin yük hattı Ri = (Vcc - Veg)/İ bir eğime sahiptir. Transistörde hangi temel akım değeri akarsa aksın, sonuçta ortaya çıkan İ ve V CE kombinasyonu yük hattında bir yerde olacaktır .

Bu basit devreye giriş sinyali olmadan, transistör le = 0 ve V CE = V cc· Giriş sinyali arttıkça taban akımı büyür, Çalışma noktası yük çizgisi boyunca sola doğru hareket etmeye başlar, Böylece le artar ve yük boyunca voltaj düşer, İR, artar, V CE'yi azaltır· Sonunda, giriş sinyali, V CE "" 0'ın bulunduğu doygunluğa ulaşıldığı akışı sağlamak için yeterli baz akımına neden olur (genellikle silikon transistörler için 0.1 ila 0.3 V) ve İ = Vee/Re. İfr daha küçük yapılır, yük hattı daha dik hale gelir ve R artarsa,



Şekil 4.49 - Bir transistörün karakteristik eğrileri üzerine çizilen bir yük çizgisi. Bir devrenin yük hattı, seçilen belirli bileşen değerleri ile olası tüm çalışma noktalarını gösterir. Giriş sinyali yoksa, çalışma noktası sessiz veya Q noktasıdır.

Yük hattının eğimi azalır.

Bu basit devre negatif giriş sinyallerini üretemez, çünkü transistör zaten giriş sinyali olmadan kesilmiştir. Ek olarak, karakteristik eğrilerin şekli ve aralığı, transistörün, doygunluğa ve kesime (doğrusal olmayan bölgeler) eğrilerin ortasında (doğrusal veya aktif bölge) olduğundan daha yakın olduğunda doğrusal olmayan bir şekilde yanıt verdiğini göstermektedir. Devrenin doğrusal olmayan bölgelerde çalışmaması için biasing gereklidir, Şekil 4.25'te gösterildiği gibi sinyali bozar.

Devre ac sinyalleri için de sinyallerinden farklı davranırsa, ortak yayıcı amplifikatör için "AC Performansı" bölümünde aşağıda tartışıldığı gibi ayrı bir ac yük hattı çizilebilir. Örneğin, önceki devrede, R endüktif veya kapasitif reaktans içeren bir devre ile değiştirilirse, ac toplayıcı akımı devre boyunca de toplayıcı akımdan farklı bir voltaj düşüşüne neden olur. Bu, ac yük hattının eğiminin de yük hattından farklı olmasına neden olur.

Ac yük hattının eğimi de frekansa göre değişecektir, ancak genellikle devrenin çalışmak üzere tasarlandığı frekans aralığında sabit olarak kabul edilir. Ac ve de load hatları devrenin Q noktasında kesişir, çünkü ac giriş sinyali sıfırsa devrenin ac ve dc işlemi aynıdır.

COMMON-EMITTER AMPLIFİER *Ortak yayıcı amplifikatör* (CE*),* analog ve dijital devrelerde, mikrodalgalardan, ayrık bileşenlerden yapılmış ve İC'lerde imal edilmiş en yaygın amplifikatör konfigürasyonudur. CE amplifikatörünü anlarsanız, elektronikte iyi bir başlangıç yaptınız.

CE amplifikatörü, birkaç yüz ila birkaç kn'lik bir giriş empedansı (amplifiye edilecek sinyali sağlayan devreye sunulan yük) ile birlikte mütevazı voltaj kazancı gerektiğinde kullanılır. CE amplifikatörünün mevcut kazancı, transistörün mevcut kazancı ~.

En basit pratik CE amplifikatör devresi **Şekil 4.50'de gösterilmiştir.** Bu devre hem kaplin hem de biasing bileşenlerini içerir. Giriş (Cp) ve çıkıştaki (Cour) kapasitörler, DC akımının yüke veya amplifikatörü çalıştıran devreye akışını engeller. Bu ac-coupled bir tasarımdır. Bu kapasitörler aynı zamanda çok düşük frekanslarda kazancın azalmasına neden olur - de'de kazanç sıfırdır, örneğin, DC giriş akımı Cj tarafından engellendiğinden:

Resistor R, önyargı akımının tabana akması için bir yol sağlar, kollektör akımını sıfırdan dengeler ve devre için Q noktasını oluşturur.

Giriş sinyali pozitif olarak sallandıkça, daha fazla akım transistörün tabanına Cp üzerinden akar ve toplayıcıdan yayıcıya daha fazla akım akmasına neden olur. Bu, Ri boyunca daha fazla voltaj düşüşüne neden olur ve böylece toplayıcıdaki voltaj da düşer. Giriş sinyali negatif sallandığında tersi doğrudur. Böylece, CE amplifikatörünün çıkışı girişinden ters çevrilir.

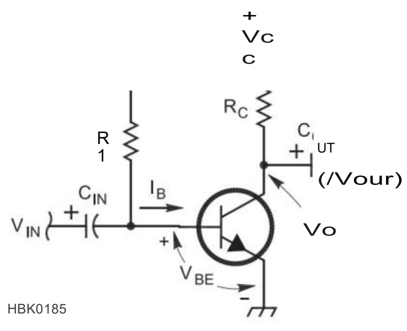
Kirchoff'un Voltaj Yasası devreyi analiz etmek için kullanılır. Kollektör devresiyle başlıyoruz ve güç kaynağını bir voltaj kaynağı olarak ele alıyoruz.

$$V_{cc} = I_c R_c + V_{ce}$$

Devrenin voltaj kazancını, Av, giriş voltajındaki değişikliklerin neden olduğu çıkış voltajındaki değişikliklerden belirleyebiliriz. Transistör kolektöründeki devreden çıkış voltajı

$$V_c = V_{CC} - I_c R_c = V_{CC} - \beta I_B R_C$$

Baz akımın giriş voltajına göre nasıl değiştiğini belirlemek için de gereklidir. Transistörün eşdeğer devre kullanarakŞekil 4.46A,



Şekil 4.50 - Sabit önyargı en basit ortak yayıcı (CE) amplifikatör devresidir.

$I_B = \frac{V_{BB}}{(\beta+1)\, r}$

Böylece bu

$V_{..} = V_{cc} - V_g,\ x\ \frac{\beta}{\beta+1}\ \frac{R_e}{r}$

Artık devrenin *voltaj kazancını,* çıkış voltajındaki değişimi, AVc, giriş voltajındaki değişikliklerden dolayı, AVμ. V cc sabit ve ~ modelimizde 1'den çok daha büyük olduğundan:

$$A_V \approx -\frac{R_C}{r_e}$$

Re oldukça küçük olduğundan (tipik olarak birkaç ohm, Common-Emitter Modelindeki re bölümüne bakınız), bu devre için Av oldukça yüksek olabilir.

Devre yük hattının uç noktaları V CE = V ccandic = V cclRc'dir. Thecircuit'in Q noktası, toplayıcı direnç, Re ve direnç R 1 tarafından belirlenir ve bu da önyargı akımının tabana akmasına neden olur. Q noktasını belirlemek için, yine güç kaynağından başlayarak ve V BE = 0 olduğunu varsayarak KVL kullanın. İleri yanlı olduğunda bir silikon transistörün PN bağlantısı için 7 V

$$V_{CC} - I_B R_1 = V_B = V_{BE} = 0.7\ V$$

Yani

$$I_B = \frac{V_{ee} - 0.7V}{R}$$

Bu nedenle Q noktası

Vero = Vee - BI4Re

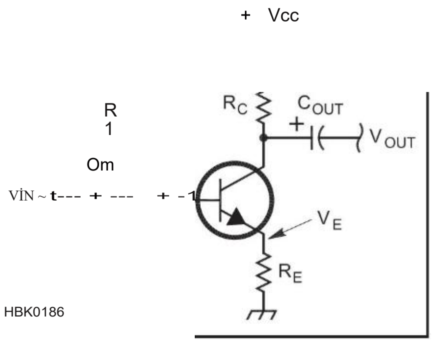
ve

$$I_{CQ} = \beta I_B$$

Silikon transistörlerin gerçek V BE'si, temel akım seviyesine bağlı olarak 0.6-0.75 V arasında değişecektir, ancak 0.7 Vis iyi bir uzlaşma değeri ve küçük sinyalli, düşük frekanslı tasarımda yaygın olarak kullanılmaktadır. Çok düşük güçlü amplifikatörler için 0.6 V ve yüksek akımlı anahtar devreleri için 0.75 V (veya daha fazla) kullanın.

Bu basit *sabit önyargı* devresi, temel amplifikatörlere iyi bir giriş, ancak tam değil! Y pratik, çünkü V BE'nin sıcaklıkla değişmesi nedeniyle önyargı akımı değişecek ve termal kararsızlığa yol açacaktır. Ek olarak, yüksek voltaj kazancı, yüksek frekanslarda pozitif geri besleme nedeniyle kararsızlığa yol açabilir.

De bias'ı stabilize etmek için, **Şekil 4.51, yayıcı** *dejenerasyonu adı verilen bir teknik olan RE'yi ekler,* çünkü ekstra yayıcı direnci negatif geri besleme oluşturur: temel akım arttıkça, VE, RE boyunca voltaj düşer. Bu, baz yayıcı voltajını azaltır ve düşürür



Şekil 4.51 - Yayıcı dejenerasyonu. **RE eklemek, önyargı noktasını sıcaklığa bağlı değişikliklere karşı stabilize etmek için negatif geri bildirim üretir. Önyargı akımı arttıkça, RE boyunca voltaj düşüşü Ayrıca artar ve VGG'de bir azalmaya neden olur. Bu, önyargı akımını azaltır ve çalışma noktasını stabilize eder.**

temel akım. Yayıcı dejenerasyonunun yararı, devrenin de davranışını sıcaklıkla stabilize etmekten gelir, ancak yayıcı devresindeki artan direnç nedeniyle kazançta bir azalma vardır. Şu an için R etkisini ignoring,

$$A_V \approx -\frac{R_e}{R_\mu}$$

İn etkisi, yük direnci şimdi Re ve RE arasında bölünür, çıkış voltajının bir kısmı her biri arasında görünür, çünkü değişen akım her iki dirençten de akar. Doğrudan toprağa bağlı yayıcıdan biraz daha düşük olsa da, voltaj kazancının kontrol edilmesi kolaylaşır, çünkü iki direncin oranıdır.

CE Amplifikatörünü Biasing

Şekil 4.52, taban voltajını sabitleyerek önyargı akımını kontrol eden bir voltaj bölücüsünden Rand R'yi ekler:

$$V_y = V_{cc}\ \frac{R3}{R + R}$$

Beri

Va = Vpr + (İμ + İe) Re =

0.7 V + (~ + 1) 1gRμ

taban akımı

$$1 - \frac{Y_u = 0.7}{B(B + D)\ R}$$

Ve Q noktası toplayıcı akımı yüksek ~ değerleri için olur

$$L_{co} = B\dot{I}_\mu \text{-}'\ R_\mu\ \frac{V_{ee} - 0.7}{R\} + R5}\ R3$$

Bu, *self-bias* veya *self-emitter olarak adlandırılır.*

Q noktasının ~ ve VBE'yi etkileyen sıcaklık değişimlerine çok daha az duyarlı olduğu önyargı

R ve R5'in toplamını belirlemek için iyi bir kural, voltaj bölücü V ccf (R1 + R2) üzerinden akan akımın, önyargı akımının en az 10 katı olması gerektiğidir. Bu, VB'yi transistör parametrelerindeki ve sıcaklığındaki küçük değişikliklerde bile nispeten sabit tutar .

Q noktası V CEQ şimdi Re ve RE arasındaki voltaj düşüşünü de hesaba katmalıdır,

$$V_{CEQ} \approx V_{CC} - \beta I_B (R_C + R_E)$$

Bipolar transistör devrelerinin önyargı ağlarını tasarlamak için daha karmaşık teknikler, bu bölümün sonunda listelenen referans metinlerinde açıklanmıştır.

İnput ve Çıktı İmpedance

Devredeki RE ile, giriş akımındaki küçük değişiklikler, transistörün akım kazancı ile çarpıldığında, p, PIBRE'ye eşit RE arasında büyük bir voltaj değişikliğine neden olur. Bu, İB'nin PRE'ye eşit bir dirençten akması gibi aynı voltaj düşüşüdür. Bu nedenle, ~ tabandaki empedans üzerindeki etkisi, yayıcı direncini, RE'yi de ~ ile çarpmaktır. Transistörün tabanında,

$$Z_B \approx (\beta + 1)\, R_E$$

Giriş kaynağı sadece tabanı sürmez, elbette, aynı zamanda biasing dirençleri olan Rl ve R2'nin kombinasyonunu da sürmelidir. Ac bakış açısından, hem Rl hem de R2, ac toprağa bağlı olarak kabul edilebilir ve paralel olarak bağlanmış gibi ele alınabilir. Rl//R2 transistör baz empedansı, ZB, giriş sinyal kaynağı 1s sunulan empedans ile birlikte düşünüldüğünde:

ZİN = Rl//R2//(P + l) RE

nerede//" paralel olarak "belirtir.

CE amplifikatörünün her iki versiyonu için, toplayıcı çıkış empedansı yeterince yüksektir.

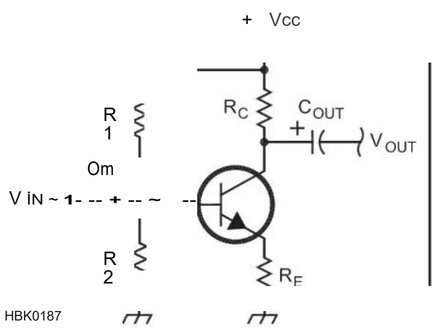
Zour Re

CE Amplifikatör Tasarım Örneği

Genel işlem, voltaj kazancı, empedanslar, güç tüketimi ve benzeri dahil olmak üzere devrenin birincil performans gereksinimlerine bağlıdır. Belirli bir voltaj kazanımının gerekli olduğu ve devrenin Q noktasının kullanılacak transistöre göre ve Şekil 4.52 devresi kullanılarak seçildiği en yaygın durum aşağıdaki gibidir:

1) Devrenin tasarımını belirleyerek

başlayın



Şekil 4.52 - Kendi kendine önyargı veya kendi kendine yayıcı önyargı. R1 ve R2, Vg ve önyargı akımını stabilize etmek için bir voltaj bölücü oluşturur. İyi bir kural, R1 ve R2'deki akım akışının istenen önyargı akımının 10 katı olmasıdır. Bu, transistör parametrelerindeki ve bileşen değerlerindeki değişikliklere karşı önyargıyı stabilize eder.

Kısıtlamalar ve varsayımlar: güç kaynağı V cc = 12 V, transistör f = 150 ve VBE = 0.7 V Devrenin tasarım gereksinimlerini belirtin: [A; = 5, İco'nun Q noktası 4 mA ve V CEQ = 5 V (A V CEQ ° % V cc, çıkış voltajında en az bozulma ile geniş bir salınım sağlar.)

2) Re ve RE değerlerini belirleyin: Re + Ra = (Vcc- Veto)/co = 1.75 kO

3) A = -5, yani Ro = 5 Re, böylece 6Rc 1.75 kO ve Re = 270 ©2

4) Baz önyargı akımını belirleyin, İg Icqll3 = 27 µA. Genel kural olarak, R} ve R üzerinden akım, = 10 İg = 270 µA

5) R5 = Vu = VpE + İ Re = 0.7 + 4mA (0.27k0) = 1.8 V arasındaki voltajı bulun. Böylece, R2 = 1.8 Vİ 270 µA = 6.7 kn

6) R 1 boyunca voltaj = V cc - V R2 = 12- 1.8 = 10.2 V ve R1 = 10.2 Vİ 270 µA = 37.8 kn

En yakın standart değerleri kullanın (RE = 270 n, R1 = 39 kn, R2 = 6.8 kn) ve devre davranışı tahmin edilen performansa yakın olacaktır.

AC Performansı

De bias stabilitesini korurken ac sinyalleri için yüksek kazançlar elde etmek için, *RE* - etrafındaki ac sinyalleri için düşük empedans yolu sağlamak için emitterbypass kapasitör, CE, Şekil 4.53'te eklenmiştir. Ek olarak, ac kazancı için daha doğru bir formül, toplayıcıdaki de blokaj kapasitöründen RL ekleme etkisini içerir. Bu devrede, ac voltajı İS kazanır

$$Ac \approx -\frac{Re//RE}{re}$$

Ac ve de sinyalleri için farklı sinyal yolları nedeniyle, ac performansı devre de performansından farklıdır. Bu, **Şekil 4.54'te "AC Yük Hattı've"** DC Yük Hattı "etiketli kesişen yük hatları ile gösterilmiştir. Yük hatları Q noktasında kesişir, çünkü o noktada performans, ac sinyali yoksa ac performansı ile aynıdır.

Ac voltaj kazancı denklemi, CIN, CouT ve CE'nin reaktanslarının ihmal edilebilecek kadar küçük olduğunu varsayar (ilgilenilen - frekansta bağlandıkları bileşenlerden daha az). Kapasitör reaktanslarının giderek büyüdüğü düşük frekanslarda, voltaj kazancı azalır. CİN ve CouT'nin ihmal edilmesi, amplifikatörün düşük frekanslı 3 dB noktası, f, Xcg = 0.414 ı,

$$2.42 \quad 'L- \frac{}{2mC\mu}$$

Bu, yayıcı devre empedansını arttırır, böylece Av, orta bant değerinin 0.707'sine düşürülür ve kazancı 3 dB düşürür. (Bu, devrenin düşük frekans performansını da etkileyecek olan CİN ve CouT'nin etkilerini göz ardı eder.)

CE amplifikatörünün bu versiyonunun ac giriş empedansı daha düşüktür, çünkü RE'nin ac sinyalleri üzerindeki etkisi bypass kondansatörü tarafından kaldırılır. Bu sadece iç yayıcı direnci bırakır, re, mevcut kazanç ile çarpılacak,

Zm = *Rİ//R2//PT* ve

Zour Re

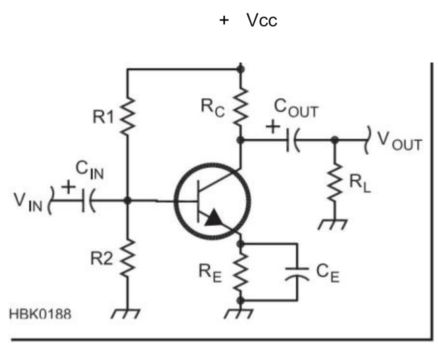
Yine üç kapasitörler reaktans ihmal.

Güç kazancı, Ap, emitterbypassed CE amplifikatör için çıkış gücünün oranı, giriş gücüne V ?/Zour, V ?/Zr :
Vo = VA olduğundan,

$$Ap = Ag^2 \frac{Rl\, i\, i\, R2\, i\, 7Br}{Re}$$

COMMON-COLLECTOR (EMITTER-TAKIPÇI) AMPLİFİER

Şekil 4.55'teki ortak toplayıcı (CC) amplifikatör, *emitterfollower* (EF) olarak da bilinir, çünkü emitör voltajı giriş voltajını "takip eder". Aslında, amplifikatörün voltaj kazancı yoktur (voltaj kazancı = İ), ancak osilatörler gibi hassas devreleri izole etmek veya koaksiyel kablolar gibi düşük empedanslı yükleri çalıştırmak için bir tampon amplifikatör olarak kullanılır. CE amplifikatöründe olduğu gibi, emitör takipçisinin akım kazancı transistörün akım kazancıdır, • İt, düşük çıkış empedansı ve iyi güç gamı ile nispeten yüksek giriş empedansına sahiptir.



Şekil 4.53 - Yayıcı bypass. CE'nin eklenmesi, ac akımlarının RE'nin "etrafında" akmasına izin verir, ac kazancını sabit önyargılı devre için değere döndürürken RE'nin de çalışma noktasını stabilize etmesine izin verir.

Transistörün toplayıcısı, bir direnç olmadan doğrudan güç kaynağına bağlanır ve çıkış sinyali, yayıcı direnç boyunca voltaj düşüşü ile oluşturulur. CE amplifikatöründe görüldüğü gibi 180 ° faz kayması yoktur; Çıkış voltajı 0 ° faz kayması ile giriş sinyalini takip eder, çünkü giriş sinyalindeki artışlar yayıcı akımında artışa ve yayıcı direnci boyunca voltaj düşüşüne neden olur .

EF amplifikatörü yüksek giriş - empedansına sahiptir: baskılanmamış bir emitör direncine sahip CE amplifikatörüyle aynı mantığı izleyerek,

Zm = Rİ//R2//(~ + 1) Rµ

EF amplifikatörünün çıkışındaki empedans, iç emitör direncinin seri kombinasyonuna paralel olarak RE, Rl ve R2 biasing dirençlerinin paralel kombinasyonu ve giriş sinyalini sağlayan kaynağın iç empedansından oluşur. Bu durumda, akım kazancı giriş devresinin empedansının çıkış empedansı üzerindeki etkisini azaltmak için hareket eder:

$$Z_{OUT} = \frac{[Rs\, İ\, İ\, Rl/1\, R2]}{(\sim+1)}\, İ\, İ\, R_E$$

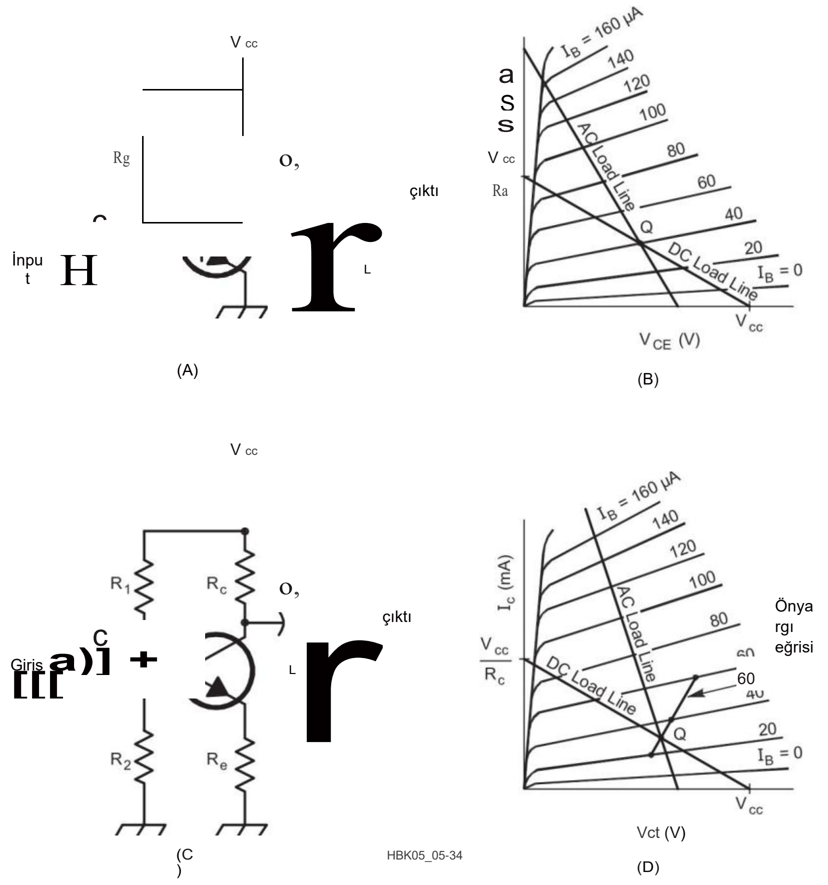
100 veya daha fazla transistör ~ ile uygulama, ZouT "'Rsll3. Bununla birlikte, - kristal mikrofon elemanı veya fotodetektör gibi çok yüksek bir empedans kaynağı kullanılıyorsa, biasing ve yayıcı dirençlerin etkileri dikkate alınmalıdır.

EF amplifikatörünün voltaj kazancı birlik olduğundan, güç kazancı sadece giriş empedansının çıkış empedansına oranıdır,

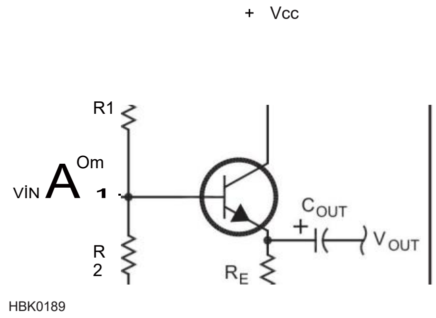
$$A \text{ ", } \frac{RU/R2//(+DRE}{R\mu}$$

EF Amplifikatör Tasarım Örneği

Aşağıdaki prosedür, önceki bölümdeki tasarım prosedürüne benzer:



Şekil 4.54 - Amplifikatör biasing ve ac ve de yük hatları. (A) Sabit önyargı. İnput sinyali C ile birleştirilmiş ac'dir. Çıkış, Vee'ye eşit bir voltaja sahiptir. - lex Re, Bu sinyal ac yüke bağlı, Ru'dan C. sinyallerine kadar, tüm çıkış voltajı Re değerine dayanır, Ac sinyalleri için, çıkış voltajı RL'ye paralel olarak Re değerine dayanır. (B) **(A)'da gösterilen transistör amplifikatörü için karakteristik eğri. De yük hattının eğimi eşittir - 1/Re, Ac sinyalleri için, ac yük hattının eğimi eşittir - 1/(Re//Rd, Sessiz nokta, Q, giriş sinyali uygulanmayan taban önyargı akımına ve bu karakteristik çizginin de yük çizgisini geçtiği noktaya dayanır. Ac yük hattı da Q noktasından geçmelidir. (C) Self-bias. Temel önyargı direnci ile sabit önyargı devresine benzer şekilde ikiye ayrılır: Vee'ye bağlı R1 ve toprağa bağlı R2. Ayrıca bir yayıcı önyargı direnci, RE, değişen cihaz özelliklerini telafi etmek için dahil edilmiştir. (D) Bu, (B)'de çizilen karakteristik eğriye benzer, ancak cihaz özellikleri sıcaklıkla değiştikçe temel önyargı akımının nasıl değiştiğini gösteren ek bir "önyargı eğrisi'ile benzerdir. Çalışma noktası Q, bu çizgi boyunca hareket eder ve yük hatları değiştikçe kesişmeye devam eder. Şekil 4.53'te olduğu gibi İf CE eklenmiştir, ac yük hattının eğimi daha da artacaktır.**



Şekil 4.55 - Yayıcı takipçisi (EF) amplifikatörü. EF amplifikatörünün voltaj kazancı birliktir. Amplifikatör, yüksek giriş empedansı ve düşük çıkış empedansına sahiptir, bu da bir tampon amplifikatör olarak kullanım için iyi bir seçimdir.

CE amplifikatörü, A hariç; = 1.

1) Devrenin tasarım kısıtlarını ve varsayımlarını belirleyerek başlayın: Vee = 12 V (güç kaynağı voltajı), bir transistörün p'si 150 ve Vyr 0.7 V. Devrenin tasarım gereksinimlerini belirtin: Q noktası İco 5 mA ve Vcto 6 V .

2)Ra = (Vcc- Veto)/co = 1.2 kO

3) Taban akımı, İy = İce/ ~ = 33 µA

4)Rl ve R2'den geçen akım = 10 İB = 330 µA (CE amplifikatöründe olduğu gibi 10 İg kuralı)

5) R2 boyunca gerilim = V BE + le RE = 0.7 + 5 mA (1.2 k0) = 6.7 V ve R2 = 6.7 V / 330 µA = 20.3 kn (22 k2 standart değerini kullanın)

6) Rl boyunca voltaj = V cc -6.7 V = 5.3 V

7)Rl = 5.3 V/330 µA = 16.1 k © (16 k kullanın)

8) Zn = R1/ /R2//Rµ (~ + 1) = 8,5 kO

COMMON-BASE AMPLIFİER

Şekil 4.56'nın ortak taban (CB) amplifikatörü, düşük giriş empedansının gerekli olduğu yerlerde kullanılır, örneğin bir alıcı preamp için

Giriş sinyali kaynağı olarak bir koaksiyel besleme hattı. EF amplifikatörüne tamamlayıcı olan CB amplifikatörünün birlik akımı kazancı ve yüksek çıkış empedansı vardır .

Şekil 4.56A, CB devresini genellikle çizildiği gibi, bias devre dirençleri bağlı olmadan ve transistör sembolü normal yönlendirmeden kendi tarafına çevrilmiş olarak gösterir, böylece yayıcı girişe bakar. Amplifikatörün işlevini daha iyi anlamak için Şekil 4.56B devreyi daha tanıdık bir tarzda yeniden yönlendirir. Artık girişin temel devreden yayıcı devreye geçtiğini açıkça görebiliyoruz.

Girişi yayıcı devresine yerleştirmek, CE ve EF amplifikatörlerinde olduğu gibi temel yayıcı akımında değişikliklere neden olmasını sağlar, CB amplifikatörü dışında, giriş genliğindeki pozitif bir değişiklik, V BE'yi düşürerek ve V c-'yi yükselterek temel akımı azaltır. Sonuç olarak, CB amplifikatörü, EF gibi, çıkış ve giriş sinyallerinin fazında olduğu gibi, girişsizdir.

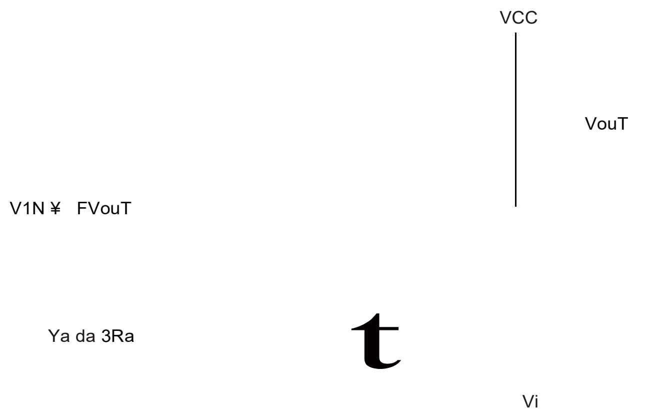
CB amplifikatörü için pratik bir devre **Şekil 4.57'de gösterilmiştir.** Bir bakış açısından (kapasitörleri açık devrelerle değiştirin), aynı - dirençlerin tümü CE amplifikatöründe olduğu gibi vardır. Giriş kondansatörü, CİN, de emitör akımının ac giriş sinyal kaynağını atlamasına izin verir ve CB, biasing için bir de voltaja izin verirken tabanı ac toprağa yerleştirir. (Tüm voltajlar ve akımlar, devrenin farklı yönünü anlamaya yardımcı olmak için etiketlenmiştir.)

CB amplifikatörünün mevcut kazancı,

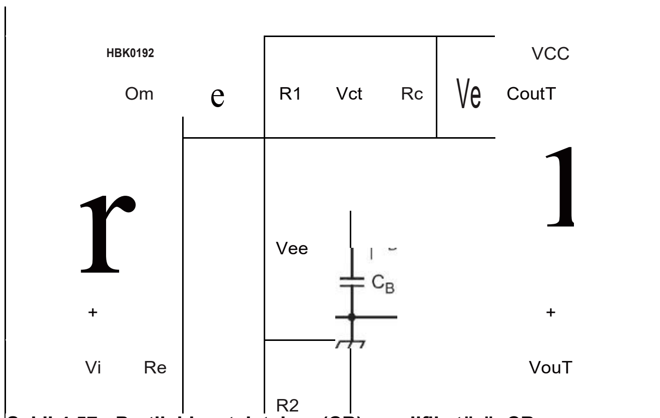
A - {e- _ P
İg B + 1

Giriş ve çıkış empedansından nispeten bağımsızdır, giriş ve çıkış devreleri arasında mükemmel izolasyon sağlar. Çıkış empedansı giriş empedansını etkilemez, bu da CB amplifikatörünün değişen bir yükte bile sabit giriş empedansını korumasına izin verir.

Bunun için benzer akıl yürütme Aşağıdaki



Şekil 4.56 - Ortak tabanlı (CB) amplifikatör genellikle çizilir Bilinmeyen bir tarzda (A), ancak CE ve EF amplifikatörlerine (B) benzer şekilde çizildiğinde daha kolay anlaşılır. CB amplifikatörüne giriş sinyali, baz yerine yayıcıya uygulanır.



Şekil 4.57 - Pratik bir ortak taban (CB) amplifikatörü. CB amplifikatörünün şu anki kazancı birliktir. İt, düşük giriş empedansına ve yüksek çıkış empedansına sahiptir, bu da yüksek voltaj kazanımına neden olur. CB amplifikatörü, koaksiyel kablolar gibi düşük empedanslı kaynaklardan gelen sinyalleri yükseltmek için kullanılır.

Mevcut kazancın RE üzerindeki etkisi için CE ve EF amplifikatörleri, CB amfi için giriş empedansının

$$Z_{IN} = R_E \, // \, (\beta+1) \, r_e$$

~ > 100 olan yüksek kazançlı transistörlerde, tipik r "(yaklaşık 1 kn) değerleri için giriş empedansı yaklaşık RE'dir. İf RE 50 © olarak seçilir, sonuç 50.92 besleme hatları ve sinyal kaynakları için iyi bir giriş empedans maç olacaktır .

CB amplifikatörünün çıkış empedansı yaklaşık olarak

$$Z_{OUT} = R_E // \text{-ss} R_e \frac{1}{h}$$

Burada h "transistörün toplayıcı çıkış kabulüdür. H0e'nin karşılıklı değeri düşük frekanslarda 100 kn aralığındadır.

CB amplifikatörü için voltaj kazancı

$$A \text{ "} \frac{E_e/R}{T_e}$$

Sonuç olarak, CB amplifikatörünün olağan işlevi, giriş akımını düşük empedanslı bir kaynaktan daha yüksek bir empedansta çıkış voltajına dönüştürmektir.

CB amplifikatörü için güç kazancı - yaklaşık olarak çıkış giriş empedansına oranıdır,

$$A_p =. \frac{R_e}{R_E//(13+1)\, r_e}$$

CB Amplifikatör Tasarım Örneği

Bir currentto-voltaj dönüştürücü olarak olağan işlevi nedeniyle, CB amplifikatörünün tasarım süreci, RL'nin bilindiği varsayılarak RE ve Av'nin seçilmesiyle başlar.

1) Devrenin tasarımını belirleyerek

başlayın

Kısıtlamalar ve varsayımlar: Vee = 12 V (güç kaynağı voltajı), 150 ve V BE = 0.7 V ~ bir transistör V Devrenin tasarım gereksinimlerini belirtin: RE = 50 Q, RL = 1 kn, İeQ = 5 mA, V eEQ = 6 V .

2) Taban akımı, I8 = Ieo/13 = 33 µA

3)Rl ve R2'den geçen akım = 10 I8 = 330 µA (CE amplifikatöründe olduğu gibi 10 x İy kuralı)

4) R2 boyunca gerilim = V8E + le RE = 0.7 + 5 mA (50 92) 0.95 V ve R2 = 0.95 V/330 µA = 2.87 kO (standart değeri 2.7 kn kullanın)

5) Gerilim boyunca Rl = V cc - 0.95 V = 11.05 V

6) Rl = 11.05 V/330 µA = 33.5 kO (33 kn kullanın)

7) Re = (Vee - İeo Re - Vco)/İco (12- 0.25 - 6)/5 mA = 1.15 kn (1.2 kn kullanın)

8) Av = (1.2 k0//1 kO)/(26 mV/İu) = 105

4.6.4 FET Amplifikatörleri

Alan etkili transistör (FET) radyo ve RF uygulamalarında yaygın olarak kullanılmaktadır. JFET'ler (kavşak FET) ve MOSFET'ler (metal-oksit-yarı iletken FET) en yaygın tiplerdir. Bu bölümde, MOSFET'lerin kullanımının benzer olduğu anlayışıyla JFET'leri tartışacağız. (Bu tartışma N-kanal JFET'lere dayanmaktadır, ancak aynı tartışma, önyargı voltajları ve akımları tersine çevrilirse P-kanal cihazları için de geçerlidir.)

SMALL-SIGNAL FET MODEL Bipolar transistörler en çok akım kontrollü cihazlar olarak görülürken,

Bununla birlikte, JFET tamamen voltaj kontrollü bir cihazdır - en azından düşük frekanslarda. Giriş kapısı, neredeyse hiç akım akışı olmayan ters taraflı bir diyot kavşağı olarak ele alınır. Bipolar transistör amplifikatör devrelerinde olduğu gibi, bu bölümdeki devreler çok basittir ve FET amplifikatör tasarımının daha kapsamlı işlemleri bölümün sonundaki referanslarda bulunabilir.

Hem biasing hem de sinyal amplifikasyonu için bir N-kanal JFET'in çalışması aşağıdaki denklem ile karakterize edilebilir:

$$\text{L-VsG)} \, 2 \, I_O = I_{OSS} \; \widetilde{(}$$

nerede

Kayıp = drenaj doygunluk akımı V GS = kapı kaynağı voltajı V p = sıkışma voltajı.

Kayıp, belirli bir drenaj-kaynak gerilimi değeri için drenaj ve kaynak arasında akacak maksimum akımdır, Vos· FET'in çıkış akımının bir giriş voltajının karesiyle orantılı olduğu bir kare yasalı cihaz olduğunu unutmayın. (Bipolar transistörün çıkış akımı, giriş akımının üstel bir fonksiyonudur.)

Ayrıca, bu denklemdeki V GS'nin, bipolar transistörün V BE'sinin tam tersi bir anlamı olduğunu unutmayın· Bu cihaz için, V GS arttıkça (kaynağı geçitten daha pozitif hale getirerek), drenaj akımı azalır, V p'de kanal tamamen "sıkışır" hale gelir ve hiçbir drenaj akımı akmaz. Bu denklem yalnızca, gate-to-channel diyot iletimli (V GS < 0) ile O ve V p- JFE Ts nadiren kullanılıyorsa geçerlidir.

Bu denklemdeki terimlerin hiçbiri açıkça sıcaklığa bağlı değildir. Bu nedenle, FET, - bipolar transistör tarafından sergilenen termal kararsızlıktan nispeten uzaktır. Sıcaklık arttıkça JFET üzerindeki genel etki

Drenaj akımını azaltmak ve işlemi stabilize etmek için.

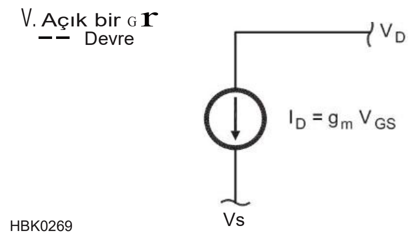
JFET için kullanılan küçük sinyal modeli **Şekil 4.58'de gösterilmiştir.** Drenaj kaynağı kanalı, çıkışı kapıdan kaynağa voltaj tarafından kontrol edilen bir akım kaynağı olarak kabul edilir, böylece İps £ "Yas. Yüksek giriş empedansı, girişin açık devre olarak modellenmesini sağlar (düşük frekanslarda). Bu, devre modellemesini önemli ölçüde basitleştirir, çünkü FET kapısının biasing'i, JFET'in kendisinde akan bias akımının etkilerini düşünmek zorunda kalmadan basit bir voltaj bölücü tarafından yapılabilir .

FET, Şekil 4.34'te gösterildiği gibi, bir bipolar transistöre benzeyen karakteristik eğrilere sahiptir. Çıkış karakteristik eğrileri, bipolar transistörlerinkine benzer, yatay eksen, Vos yerineV CE'yi ve dikey eksen, İ yerine İp'yi gösterir. Hem ac hem de dc yük çizgileri, bipolar transistörlerde olduğu gibi çıkış karakteristik eğrileri üzerinde geliştirilebilir ve çizilebilir.

Şekil 4.34'teki karakteristik eğriler kümesine *iletkenlik yanıt eğrileri denir ve* giriş voltajı (Vas), çıkış akımı (İp) ve çıkış voltajı (Vps) arasındaki ilişkiyi gösterirler. Çıkış karakteristik eğrileri, farklı değerler için İp ve Vps gösterir ve BJT çıkış karakteristik eğrisine benzer. Giriş karakteristik eğrileri, farklı Vps değerleri için İps'e karşı V GS'yi gösterir.

MOSFET'ler, bir amplifikatörde kullanıldığında JFET'lerle aynı şekilde hareket eder. Kapı ve kanal arasındaki yalıtım nedeniyle daha yüksek bir giriş empedansına sahiptirler. Yalıtımlı kapı ayrıca, V GS'nin polaritesi ile çalıştırılabilecekleri anlamına gelir, böylece bir JFET'in kapı-kanal kavşağı, V'nin ötesinde, ileri yanlı olacaktır "Depletion tartışmasına bakın ve geliştirme modu MOSFET'ler önceki bölümde Pratik Yarı İletkenler .

ÜÇ BASİC FET AMPLIFİERS Bipolar transistör amplifikatörlerinde olduğu gibi, -FET'leri kullanan amplifikatörlerin üç temel konfigürasyonu vardır; *Common-source (CS) (*common-emitter'a karşılık gelir), common-drain *(CD*) veya *source-follower (emitter-follower'a karşılık gelir)* ve *common-gate (*CG) (ortak tabana karşılık gelir). Basit devreler ve tasarım yöntemleri, düşük frekanslı çalışma ve FET için basit, voltaj kontrollü bir akım kaynağı modeli varsayılarak her biri için burada sunulmaktadır. Yüksek frekanslarda FET amplifikatörünün tartışılması **RF Teknikleri bölümünde mevcuttur** ve biasing FET amplifikatörlerinin ve onların büyük harflerle davranışlarının ileri bir tartışması bu kitabın indirilebilir ek bilgilerinde yer almaktadır.



Şekil 4.58 - **Küçük sinyalli FET modeli. FET, doygunluk bölgesinde voltagekontrollenmiş bir akım kaynağı olarak modellenebilir. Kapı, ters taraflı kapı-kanal bağlantısı nedeniyle açık devre olarak kabul edilir.**

COMMON-SOURCE AMPLIFİER Ortak kaynaklı bir FET amplifikatörünün temel devresi **Şekil 4.59'da gösterilmiştir.** Ohmik bölgede (FET özellikleri hakkındaki önceki tartışmaya bakınız), FET, V GS'nin drenaj ve kaynak arasındaki direnci etkili bir şekilde değiştirdiği Şekil 4.59A'de gösterildiği gibi değişken bir direnç olarak ele alınabilir. Bununla birlikte, çoğu FET amplifikatörü -doygunluk bölgesinde çalışacak şekilde tasarlanmıştır ve Şekil 4.58 modeli Şekil 4.59B devresinde kullanılır.

$$I_D = g_m V_{GS}$$

Burada gm, FET'in ileri iletkenliğidir.

İfv o drenaj terminalinde ölçülür (tıpkı ortak yayıcı çıkış voltajı kolektörde ölçülür), sonra

$$\Delta V_O = -g_m \Delta V_{GS} R_D$$

Eksi işareti, boşaltma akımı olarak azalan çıkış voltajından kaynaklanır ve R0'daki voltaj düşüşü, CE amplifikatöründe olduğu gibi artar. CE amplifikatörü gibi, giriş ve çıkış voltajları böylece 180 ° faz dışıdır. CS amplifikatörünün iletim ve tahliye direnci açısından voltaj kazancı :

$$A_V = -g_m R_D$$

Vas < 0 olduğu sürece, bu basit CS -amplifikatörünün düşük frekanslardaki giriş empedansı, ters önyargılı bir diyotunkidir - -çok küçük bir sızıntı akımı ile neredeyse sonsuzdur. CS amplifikatörünün çıkış empedansı yaklaşık R0'dır, çünkü FET drenaj-kaynak kanalı çok yüksek empedansa sahip bir akım kaynağı gibi davranır .

Zp = o ve Zour = Ro

BJT'de olduğu gibi, AC sinyallerinin çoğaltılmasına izin veren amplifikatör için bir Q noktası oluşturmak için biasing gereklidir. Pratik cir -

Şekil 4.59B Cuit kontrolü sağlamak için kullanılırV GS önyargı. Abipolar transistör devresinde olduğu gibi JFET çıkış karakteristiği eğrilerine bir yük çizgisi çizilir. Yük hattının bir uç noktası Vos = V DD ve diğeri ise İns = Vpp/Ro'dur. İpo ve V DSQ'daki CS amplifikatörünün Q noktası böylece deV GS değeri ile belirlenir .

Şekil 4.60'da gösterilen pratik JFET CS amplifikatörü, kaynak direnci, Rs boyunca gelişen voltajın, Ro boyunca de düşmediği için, İpR, volt ve Vas = -İpRs ile zeminin üzerinde Vs'yi yükselttiği kendi kendine önyargılı kullanır. Rs varlığı voltaj kazancı denklemini değiştirir

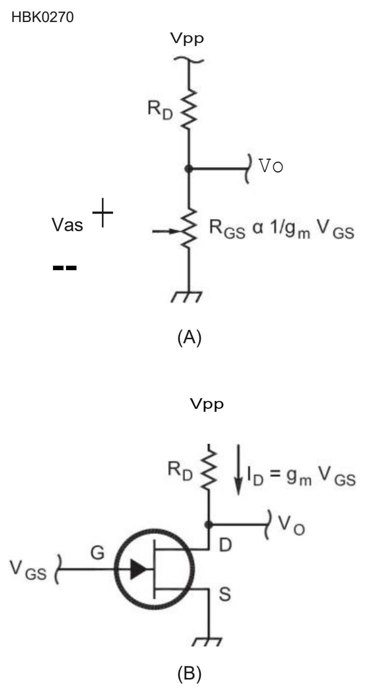
A = 8alp " 8p
1 + 2R Rs

R'nin değeri, Vas = İpR yerine, küçük sinyal modelinin İp denklemine ve Rs'nin aşağıdaki gibi çözülmesiyle elde edilir:

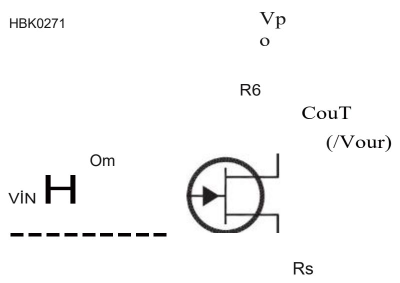
R < = 321 -- (..
lpo illpss

Rs bilinirse, voltaj kazancı denklemi Rp'yi bulmak için kullanılabilir.

Şekil 4.60 devresi için giriş empedansı esasen R0-



Şekil 4.59 - **Ohmik bölgede (A), FET değişken bir direnç gibi davranır, Rps: Vas tarafından kontrol edilen bir değerle. Alfa sembolü** (a) **"orantılı" anlamına gelir. Doygunluk bölgesinde (B), FET'in drenaj kaynağı kanalı, I,** = ile geçerli bir kaynak gibi ele alınabilir **9Vgs-**



Şekil 4.60 - Kendinden önyargılı ortak kaynaklı (CS) amplifikatör.

JFET genellikle ac bir de engelleme kondansatör, CİN, 1 MO 100 kn bir değer aracılığıyla giriş kaynağına bağlanmış, genellikle kapı sızıntısı akımı için toprağa bir yol sağlamak için Ra için kullanılır. İf R, ac bağlı bir JFET amplifikatöründe ihmal edilir, bir de voltaj, kanal iletkenliğini etkileyen kaçak akımdan veya statik elektrikten kapıda birikebilir.

$$Z_{IN} = R_G$$

Drenaj kaynak kanalının doygunluk bölgesindeki yüksek empedansından dolayı, devrenin çıkış empedansı:

$$Z_{OUT} \approx R_D$$

Ortak Kaynaklı Amplifikatör Tasarımı

CS amplifikatörünün tasarımı bir Q noktası seçimi ile başlar I00 < loss· V p'deki değişiklikler ve JFET'den JFET'e kayıp nedeniyle, istenen performansı elde etmek için cihazları ayrı ayrı seçmek gerekebilir.

1) Devrenin tasarım kısıtlamalarını ve varsayımlarını belirleyerek başlayın: Vpp 12 V (güç kaynağı voltajı) ve JFET'in 35 mA'lık bir kaybı ve küçük sinyalli JFET'lerin tipik bir Vp of-3.0V vardır. Devrenin tasarım gereksinimlerini belirtin: İAvl = 10 ve İpo 10 mA.

2) Rs = 139 bulmak için yukarıdaki denklemi kullanın.

3) beri [A/= 10, R 10 Rs = 1390 n. Rs = 150 Q ve R0 = 1,5 kn için standart değerler kullanın .

AC Performansı

CE bipolar transistör amplifikatöründe olduğu gibi, bir bypass kapasitörü, **Şekil 4.61'de gösterildiği gibi önyargı koşullarını değiştirmeden bırakırken ac kazancını artırmak için kullanılabilir.** CS amplifikatörünün durumunda, bir *kaynak bypass kapasitörü* Rs'ye yerleştirilir ve yük, Ri, bir de engelleme kapasitesinden bağlanır . Tor. İn bu devre voltaj kazancı olur:

$$A_V = -g_m (R_D // R_L)$$

CİN ve CouT'nin etkilerini görmezden gelecek kadar büyük olduğunu varsayarsak, amplifikatörün düşük frekanslı kesme frekansı, fL, yaklaşık olarak Xcs = 0.707 (Ro//Re),

2n (Rp//R}) Cs

Bu, Av'yi orta bant değerinin 0.707'sine düşürdüğü için, çıkış genliğinde 3 dB'lik bir düşüşe neden olur.

CS amplifikatörünün düşük frekanslı ac giriş ve çıkış empedansları kalır

Zn = Re ve Zour = Ry

COMMON-DRAİN (-SOURCEFOLLOWER) AMPLIFİER

Şekil 4.62'deki ortak drenaj amplifikatörü aynı zamanda bir *kaynak takipçisi* (SF) olarak da bilinir, çünkü amplifikatörün voltaj kazancı, emitör takipçisi (EF) bipolar transistör amplifikatörüne benzer şekilde birliktir. SF amplifikatörü öncelikle bir tampon aşaması olarak ve düşük empedanslı yükleri sürmek için kullanılır.

Düşük frekanslarda, SF amplifikatörünün giriş empedansı neredeyse sonsuz kalır. SF amplifikatörünün çıkış empedansı, kontrollü akım kaynağının empedansına paralel olarak kaynak direnci, Rs, 1/gm

1 Zour Rs //–
8m

$$\frac{R_S}{g_m R_S + 1} \approx \frac{1}{g_m} \text{ for } g_m R_S >> 1$$

SF amplifikatörünün tasarımı, Ro = 0 ile CS amplifikatörüyle aynı işlemi takip eder.

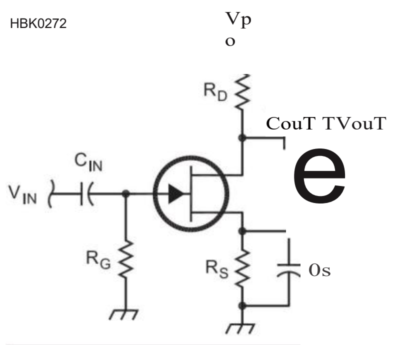
COMMON-GATE AMPLIFİER

Şekil 4.63'teki common-gate amplifikatörü, bipolar transistör common-base (CB) amplifikatörüne benzer özelliklere sahiptir; Birlik akım kazancı, yüksek voltaj kazancı, düşük giriş empedansı ve yüksek çıkış empedansı. (Girişin plasementası ve devre şemasının nasıl çizildiği ile ilgili CB amplifikatörünün tartışmasına bakın.) İt, özellikle koaksiyel kablo girişleri gibi düşük empedanslı kaynaklar için bir voltaj amplifikatörü olarak kullanılır.

CG amplifikatörünün voltaj kazancı

$$A_V = g_m (R_D // R_L)$$

CG amplifikatörünün çıkış empedansı çok yüksektir, kontrollü akımın çıkış direncini dikkate almalıyız



Şekil 4.61 - Devrenin performansını etkilemeden voltaj kazancını artırmak için kaynak baypas kapasitörü, Cg ile ortak kaynaklı amplifikatör.

Kaynak, r. Bu, bipolar transistör CG amplifikatörünün çıkış empedansı denklemindeki h'nin görünümüne benzer .

$$Z_O \approx r_o (g_m R_S + 1) // R_D$$

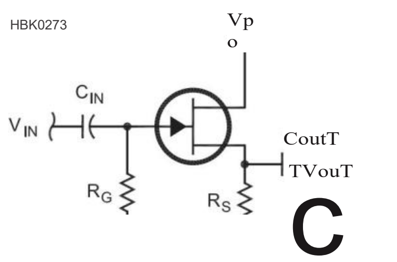
CG amplifikatör giriş empedansı yaklaşık olarak

Z = Rg //-1/8m

Giriş empedansı oldukça düşük olduğundan, daha sonra tamponlardaki bölümde açıklanan kaskod devresi genellikle sinyal kaynağına yüksek impedans girişi sunmak için kullanılır.

Bazen, giriş empedansının belirli bir değerini sağlamak için R'nin değeri sabitlenmelidir. IPO için küçük sinyalli FET model denklemini çözmek aşağıdaki - denklemle sonuçlanır:

'po -?(v--5) n %VP + VP -4RslossYP --
2Rs kaybı Rs



Şekil 4.62 - EF amplifikatörüne benzer şekilde, ortak drenaj (CD) amplifikatörü bir voltaj kazanımına sahiptir, ancak yüksek giriş ve düşük çıkış empedansları ile iyi bir tampon yapar.

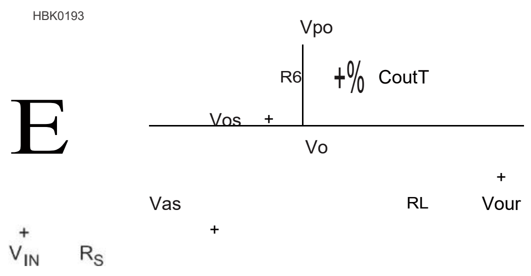
Common-Gate Amplifikatör Tasarımı

Voltaj kazancı, Ac için yukarıdaki denklemde gösterildiği gibi Rp değerini belirlemek dışında, bir CS amplifikatör tasarımı için prosedürü izleyin.

1) Devrenin tasarım kısıtlamalarını ve varsayımlarını belirleyerek başlayın: Vpp 12 V (güç kaynağı voltajı) ve JFET, 15 mA/V'lik bir gm'ye, 60 mA ve V'lik bir kayba sahiptir p = -6 V Devrenin tasarım gereksinimlerini belirtin: Av = 10, RL = 1 kn ve Rs = 50 Q.

2) Ri için A denklemini çözün: 10 = 0.015 Ry/R, yani Ry//R = 667 02. Rp = 667 R} / (RL - 667) = 2 kn.

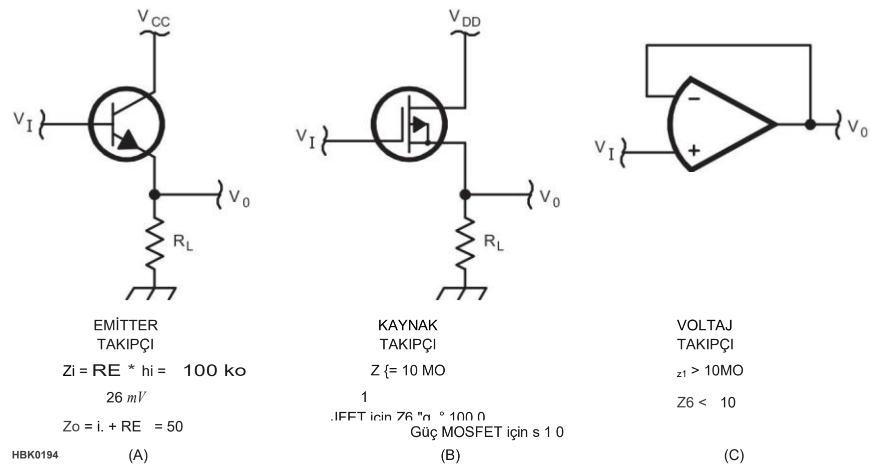
3) İoQ = 10 mA bulmak için yukarıdaki denklemi kullanın. İf İpo, Q noktasını ohmik bölgeye yerleştirir, A'yı azaltır ve hesaplamaları tekrarlar .



Şekil 4.63 - FET ortak kapı (CG) amplifikatörleri, - yüksek voltaj kazancı ve düşük giriş empedansı nedeniyle genellikle ön amplifikatör olarak kullanılır. Uygun transistör - ve sessiz nokta akımı seçimi ile, giriş empedansı koaksiyel kablo empedanslarıyla eşleşebilir doğrudan.

4.6.5 Tampon Amplifikatörler

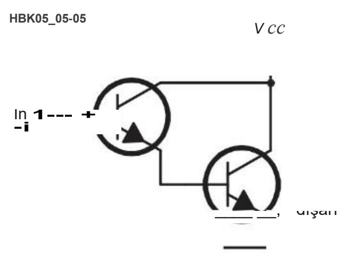
Şekil 4.64 düşük empedanslı çıkışlara sahip tamponların yaygın biçimlerini göstermektedir: bir bipolar transistör kullanan yayıcı takipçisi, bir alan etkili transistör kullanan kaynak takipçisi ve bir operasyonel amplifikatör kullanan voltaj takipçisi. (Operasyonel amplifikatör bu bölümde daha sonra tartışılmıştır.) Bu devrelere "takipçiler" denir, çünkü çıkış, giriş ve çıkış sinyalleri arasında yaklaşık olarak aynı voltaj ve küçük faz kayması ile girişi çok yakından "takip eder".



Şekil 4.64 - Ortak tampon aşamaları ve bazı tipik giriş (Z) ve çıkış (Zo) empedansları. (A) NPN bipolar transistör ile yapılan yayıcı takipçisi; (B) Bir FET ile yapılan kaynak takipçisi; Ve (C) Bir operasyonel amplifikatör ile yapılan voltaj takipçisi. Bu tamponların tümü bir yük direnci olan R ile sonlandırılır ve giriş voltajına yaklaşık olarak eşit bir çıkış voltajına sahiptir (kazanç = 1).

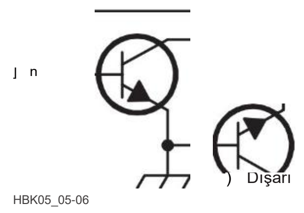
4.6.6 Basamaklı Tamponlar THE DARLINGTON PAİR

Tekli aktif cihazlarla yapılan tampon aşamaları, basamaklı ise daha etkili olabilir. Bu tür tamponların iki türü ortak kullanımdadır. *Darlington çifti,* **Şekil 4.65'te gösterildiği gibi emitör takipçileri olarak bağlanan iki transistörden oluşan bir kaskaddır.** Darlington çiftinin mevcut kazancı, 131 x 132 olan iki transistörün mevcut kazançlarının ürünüdür.



Şekil 4.65 - Darlington çifti iki yayıcı takipçisi ile yapıldı. İnput empedansı, 21, tek bir transistörden çok daha yüksektir ve çıkış empedansı, 20, neredeyse tek bir transistörle aynıdır. DC önyargı basitlik için ihmal edilmiştir.

Darlington çiftini bu kadar kullanışlı kılan şey, giriş empedansının yük empedansı çarpı akım kazancına eşit olması ve yük empedansını ($Z_I = Z_{LOAD} \times \beta_1 \times \beta_2$)ısıdır;



Şekil 4.66 - İki NPN bipolar transistörle yapılan kaskod tamponu orta giriş empedansına ve yüksek çıkış empedansına sahiptir. DC önyargı basitlik için ihmal edilmiştir.

Örneğin, tipik bir bipolar transistör ~ = 100 ve ZLOAD = 15 kn'ye sahipse, Darlington çifti konfigürasyonundaki bu transistörlerin bir çifti :

Z (= 15 kO x100 x100 = 150 MO

Bu empedans, Darlington çiftinin girişine bağlı devre üzerinde neredeyse hiç yük oluşturmaz. Gerçek transistörlerin girişindeki şant kapasitansı gerçek empedansı düşürebilir

Frekans arttıkça.

Darlington çiftinin dezavantajları arasında daha düşük bant genişliği ve anahtarlama hızı bulunur. Son derece yüksek de gain, biasing'i sıcaklık ve bileşen toleranslarına karşı çok hassas hale getirir. Bu nedenlerden dolayı, devre genellikle bir lineer amplifikatör olarak değil, bir anahtar olarak kullanılır.

CASCODE AMPLIFİERS

Ortak bir temel amplifikatör tarafından takip edilen bir ortak yayıcı amplifikatör, **Şekil 4.66'da en basit haliyle gösterilen bir kaskad arabellek olarak adlandırılır**. (Biasing ve de bloklama bileşenleri basitlik için ihmal edilir - transistörleri daha önce açıklanan pratik devrelerle değiştirin.) FE Ts kullanan kaskod aşamaları, ortak kapı konfigürasyonuna sahip ortak kaynaklı bir amplifikatör izler. Kaskod amplifikatörünün giriş empedansı ve akım kazancı yaklaşık olarak ilk aşamadakilerle aynıdır. Ortak taban veya -gate aşamasının çıkış empedansı, ortak yayıcı veya ortak kaynak amplifikatörünkinden çok daha yüksektir. Kaskod amplifikatörünün güç kazancı, giriş aşaması akım kazancının ve çıkış aşaması voltaj kazancının ürünüdür.

Örnek olarak, BJT'lerle yapılan tipik bir kaskod tamponu, orta düzeyde giriş empedansı (Zn = **1** k ©), yüksek akım kazancı (ha 50) ve yüksek çıkış empedansına (Zom = **1 MO) sahiptir.** Kaskod amplifikatörleri mükemmel giriş/çıkış izolasyonuna sahiptir (çok düşük istenmeyen dahili geri besleme), bu da iyi stabilite ile yüksek kazanç sağlar. Mükemmel izolasyonu nedeniyle, kaskod amplifikatörünün harici ayar bileşenleri üzerinde çok az etkisi vardır. Kaskod devreleri genellikle bu nedenlerle ayarlanmış amplifikatör tasarımlarında kullanılır .

4.6.7 Transistörün Anahtar Olarak Kullanılması

Amplifikatörler tasarlanırken amaç, transistörün çıkışını girişinin bir kopyası haline getirmekti, bu da transistörün doğrusal bölgesinde kalmasını ve her zaman bir miktar akım iletmesini gerektiriyordu. Bir anahtar devresi tamamen farklı özelliklere sahiptir - çıkış akımı sıfır veya bir miktar maksimum değerdir**. Figure4.67 iki** kutuplu ve metal oksit yarı iletken alan etkili transistör (veya MOSFET) anahtar devresini gösterir. Doğrusal amplifikatör devrelerinin aksine, her iki devrede de önyargı direnci yoktur. Bipolar transistörü bir anahtar olarak kullanırken, doygunlukta veya kesimde çalışmalıdır. Benzer şekilde, bir FET anahtarı tamamen açık veya tamamen kapalı olmalıdır. Şekil, her iki tip anahtar devresi ile ilişkili dalga formlarını göstermektedir.

Bu tartışma, bir röle veya motor veya lamba sürmek gibi güç kontrolü göz önünde bulundurularak yazılmıştır. Bununla birlikte, kavramlar, mantık seviyesindeki sinyalleri kontrol eden çok daha düşük güç devreleri için de geçerlidir. Anahtar

Aynı şekilde davranmalıdır - ister büyük ister küçük olsun, hızlı ve tamamen açma ve kapama arasında geçiş yapın.

DESİGNİNG SWİTCHİNG CİRCUİTS

İlk olarak, yük akımını idare edebilen bir transistör seçin ve ısı olarak dağıtılan gücü dağıtın. İkincisi, giriş sinyal kaynağının transistörü hem açık hem de kapalı olarak gerekli durumlara götürmek için yeterli bir giriş sinyali sağlayabildiğinden emin olun. Güvenilir sürücü çalışmasını sağlamak için bu koşulların her ikisi de karşılanmalıdır.

Uygun transistörü seçmek için, yük akımı ve besleme voltajının her ikisi de bilinmelidir. Besleme voltajı sabit olabilir, ancak bazen geniş ölçüde değişir. Örneğin, bir otomobilin 12 V güç veriyolu, pil durumuna bağlı olarak 9 ila 18 V arasında değişebilir. Transistör maksimum besleme voltajına dayanmalıdır, VMAx, Devre dışı bırakıldığında. Yük direnci de R_must. Anahtarın işlemesi gereken maksimum sabit durum akımı:

$$I_{MAX} = \frac{V_{MAX}}{R_E}$$

Eğer bir bipolar transistör kullanıyorsanız, transistörü bu toplayıcı akım seviyesinde çalıştırmak için ne kadar baz akım üretildiğini hesaplayın. Kollektör akımı arttıkça ~ azaldığından transistörün veri sayfasını incelemeniz gerekir, bu nedenle İMAX veya üzerindeki bir kollektör akımında belirtilen ~ için bir değer kullanın.

$$I_\mu = \frac{'ax}{p}$$

Şimdi transistörün veri sayfasını incele...

Kaynaklar bölümündeki RF Amplifikatör Tasarımı kaynaklarının bir listesi de dahil olmak üzere, transistör amplifikatör RF tasarımı hakkında daha fazla bilgi için RF Teknikleri bölümüne bakın.

V CEsat için ues ve bu İy değerinin transistörü bir İMAX kollektör akımında tamamen doygunluğa götürmek için yeterli olduğundan emin olun:

Gerekirse İncrease İg - bu Ipsat Yük akımı iletirken ısıtmayı en aza indirmek için transistör tamamen doymuş olmalıdır.

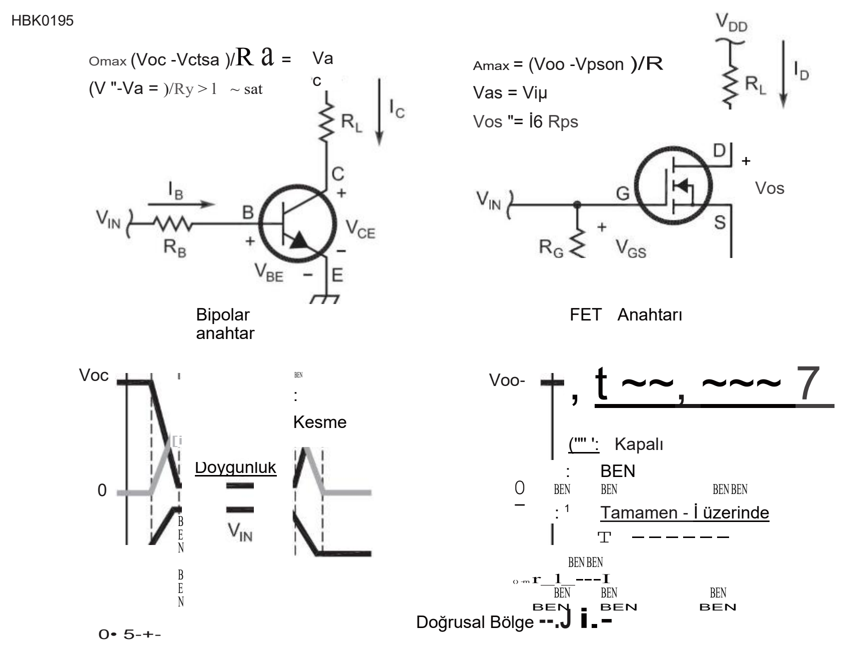
Giriş voltajı için minimum değeri kullanarak, Rg değerini hesaplayın:

$$R_B = \frac{VİN\ (dk) - VBE}{I_{psat}}$$

Giriş voltajının minimum değeri, devre voltajlarının ve akımların en kötü durum kombinasyonunu karşılamak için kullanılmalıdır.

Bir MOSFET ile tasarım yapmak biraz daha kolaydır, çünkü üretici genellikle transistörün tamamen açık olması için Vas'ın sahip olması gereken değeri belirtir, V GS (açık)· MOSFET'in kapısı, iletken kanaldan yalıtılmış olarak, birkaç yüz pF'lik küçük bir kapasitör gibi davranır ve çok az de akım çeker. Şekil 4.67'deki Ra, giriş voltajı kaynağı, pozitif bir voltaja bağlı bir anahtar gibi, kapandığında çıkışını aktif olarak sıfır volta çıkarmazsa gereklidir. MOSFET, kapısının "yüzmesine" izin verilirse güvenilir bir şekilde kapanmaz. Ra, giriş açık devre olduğunda kapı voltajını sıfıra çeker .

Güç dağılımı bir sonraki tasarım engelidir.



Şekil 4.67 - Bir çift kutuplu transistör ve bir MOSFET kullanılan bir çift transistör sürücü devresi. Giriş ve çıkış sinyalleri doğrusal, kesme ve doyma bölgelerini gösterir.

Transistörler tamamen açılsa bile, yine de bir miktar ısı yayarlar. Bir direnç için olduğu gibi, bir bipolar transistör anahtarı için güç dağılımı:

Po = Sebze! e = VcBtsao MAX

Burada V CE (sat), transistör doymuş olduğunda toplayıcı-yayıcı voltajıdır .

Bir MOSFET anahtarında güç dağılımı:

Po = Vpslp = Rps @ on) İMAX 2

Rps @ on), MOSFET açıkken kanalın drenajdan kaynağa direncidir. MOSFET'ler çok düşük direnç ile kullanılabilir, ancak ağır bir yük sürerken hala adil bir miktarda güç dağıtır. Transistörün veri sayfası, Rps (om) Spesifikasyonu ve ulaşılması için gereken Vs'yi içerecektir .

Güç dağılımı, bir anahtarlama - transistörünün doğrusal bölgesinden uzak tutulması gerektiğinin nedenidir. Tamamen kapatıldığında veya açıldığında, transistörden geçen akım veya voltaj düşüktür, ayrıca voltaj ve akım ürününü (dağıtılacak güç) düşük tutar. **Şekil** 4.67'deki dalga formu diyagramlarının gösterdiği gibi, doğrusal bölgede hem voltaj hem de akım önemli değerlere sahiptir ve bu nedenle transistör, kapalıdan açılana ve tersi yönde değişirken ısı üretir. Transistörü serin tutmak için doğrusal bölgeden geçişi hızlı bir şekilde yapmak önemlidir.

Her açma-kapama geçişi sırasında dağıtılan en kötü durumdaki güç miktarı yaklaşık olarak

Pasion - "7Yvax Ax 1

Voltaj ve akım doğrusal olarak artar ve azalır. Devre bir oranda açılıp kapanırsa, anahtarlama durumlarından kaynaklanan toplam ortalama güç dağılımı:

$$P = \frac{f}{2} VMAx \quad İMAX$$

Anahtarlama döngüsü başına iki açma-kapama geçişi olduğundan. Bu güç, anahtar akım iletirken dağıtılan güce eklenmelidir.

Anahtarın dağıtması gereken gücü hesapladıktan sonra, transistörün buna dayanıp dayanamayacağını kontrol etmelisiniz. Transistörün üreticisi, transistörün etrafında serbestçe dolaşan hiçbir ısı emici ve oda sıcaklığında hava varsayamayan bir serbest hava dağılımı belirleyecektir. Bu derecelendirme, hesaplanan güç dağılımınızdan en az %50 daha yüksek olmalıdır. Eğer değilse, daha büyük bir transistör kullanmalı veya ısı emici gibi ısıdan kurtulmanın bazı yollarını sağlamalısınız. Yöntemleri

Yayılan ısı, bu bölümün İsı Yönetimi bölümünde tartışılmaktadır.

İNDUCTİVE VE CAPACİTİVE YÜKLERİ

Solenoidler veya röleler gibi endüktif yükler için voltaj geçişleri, yük akımı aniden kesildiğinde güç kaynağı voltajının düzinelerce katına kolayca ulaşabilir. Transistörü korumak için, geçici voltaj sıkıştırılmalı veya enerjisi dağıtılmalıdır.

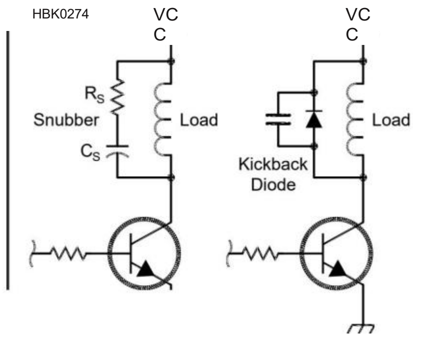
Değişken frekanslı sürücü veya anahtar modlu güç kontrolü gibi anahtarlamanın sık olduğu durumlarda, yük boyunca bir seri RC snubber devresi (bkz. Şekil 4,68) bağlanır. RC devresi geçici enerjiyi ısı olarak dağıtır. Aşağıdaki prosedür çoğu amatör tasarım için yeterli olacaktır ve N6LF Rudy Severns tarafından daha kapsamlı bir analiz Referanslar bölümünde listelenmiştir.

1) Transistörün çıkış kapasitansını ve cihaz montaj kapasitansını belirleyin. Bu değeri 2 ile çarpın ve C için en yakın standart değeri seçin. Örneğin, transistörün çıkış kapasitesi 150 pF ve montaj kapasitesi 70 pF ise, toplam of220 pF x 2 = 440 pF ve en yakın standart değer 470 pF'dir. Düşük kayıplı bir film veya seramik bileşeni kullanın .

2) R < = Vee/İt için gerekli direnç, İ'nin yük akımı olduğu yerde. Güç dağılımı, Ppiss = C < Vec? fs burada fs anahtarlama frekansıdır. Karbon bileşimi veya metal oksit gibi bağlayıcı olmayan bir bileşen kullanın .

Anahtarlama sık veya sürekli değilse geçici ile başa çıkmanın en yaygın yöntemi, yük enerjilendiğinde ters taraflı bir "geri tepme" diyot kullanmaktır. (Bkz. Şekil 4.68B.) Yük akımı kesildiğinde, diyot geçici olanın enerjisini güç kaynağına yönlendirir. Kickback diyot kullanımı hakkında daha fazla bilgi için Analog-Digital İnterfacing ile ilgili bu bölümün bölümüne bakın. Solenoid veya röle amatör bir istasyonda kullanılacaksa, harmonikler üretmesini veya güçlü RF'den ürünleri karıştırmasını önlemek için diyot boyunca küçük bir bypass kondansatör (0.001 -0.01 µF, değer kritik değildir) ekleyin .

Ağır filtrelenmiş güç girişleri gibi kapasitif yükler, yüke enerji verildiğinde veya enerji giderildiğinde geçici olarak kısa devreler gibi davranabilir. Dalgalanma akımı sadece yük kapasitansının iç direnci ile sınırlıdır. Transistör, geçici aşırı yükleri hasar görmeden veya aşırı ısınmadan işlemek zorunda kalacaktır. Genel çözüm, dalgalanma akımına daha büyük bir İx derecesine sahip bir transistör seçmektir. Bazen küçük bir akım sınırlayıcı direnç, tepe dalgalanma akımını azaltmak için yük ile seri olarak yerleştirilebilir



Şekil 4.68 - Snubber RC devresi
(A) hızlı yükselme ve düşme süreleri ile geçici maddelerden enerji emer. (B)'de bir geri tepme diyotu, indüktif yükte akım kesildiğinde anahtarlama cihazını korur ve enerjiyi güç kaynağına geri göndererek bir voltaj geçişine neden olur.

Yük akım çekerken gücü sürekli olarak dağıtmak pahasına.

HGH-SIDE VE DÜŞÜK SIDE SWITCHİNG

Şekil 4.68'de gösterilen anahtarlama devreleri düşük taraflı *anahtarlardır. Bu,* anahtarın yük ve toprak arasında bağlandığı anlamına gelir. Güç kaynağı ve yük arasında yüksek taraflı bir anahtar bağlanır. Güç dağıtımı için aynı endişeler geçerlidir, ancak anahtarlama cihazının yayıcı veya kaynağının voltajı nedeniyle anahtar değişimini sürdürme yöntemleri, anahtar açıkken güç kaynağı voltajında veya yakınında olacaktır.

Bir NPN bipolar transistörü veya bir N-kanal MOSFET'i yüksek taraflı bir devrede çalıştırmak için, anahtar giriş sinyalinin yüke verilen voltajın en az V BE (sat) veya V GS (on) olmasını gerektirir. Yük tam güç kaynağı voltajını görmeyi bekliyorsa, anahtar giriş sinyalinin güç kaynağı voltajından daha büyük olması gerekir. Sürücü devresi için gereken ekstra voltajı sağlamak için genellikle küçük bir adım atma veya yükseltme de-to-de dönüştürücü kullanılır .

Yüksek taraflı anahtarlamanın alternatif bir yöntemi, anahtarlama transistörü olarak bir PNP bipolar transistör kullanmaktır. Küçük bir giriş transistörü, daha büyük transistörün temel akımını kontrol ederek ana PNP transistörünü açar. Benzer şekilde, bir P-kanalı MOSFET, sürücüsü olarak hareket eden bir bipolar transistör veya FET ile de kullanılabilir. P tipi malzeme genellikle N tipi malzeme ile aynı yüksek iletkenliğe sahip değildir ve bu nedenle bu cihazlar aynı yük koşullarında N tipi cihazlardan biraz daha fazla güç harcarlar.

4.6.8 Transistör Seçimi

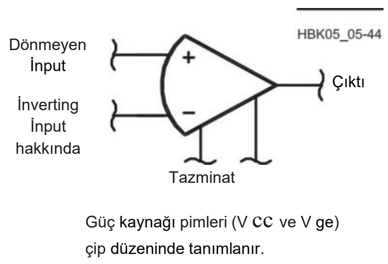
Transistörler için tüm seçeneklerle - web siteleri ve kataloglar yüzlerce listeleyebilir - uygun bir transistör seçmek korkutucu olabilir. Transistörün maksimum voltajını (VcEo veya Vps (MAx)), akımını (İMAx) ve güç dağılımını (Pp (MAX)) belirleyerek başlayın başa çıkmalı. Hangi de akım kazancını veya iletkenliği belirleyin. £, ", gereklidir. Ardından, tam kazancın gerekli olduğu en yüksek frekansı belirleyin ve f veya hu elde etmek için voltaj veya akım kazancı ile çarpın. Bu, seçeneklerin sayısını önemli ölçüde azaltacaktır.

Bileşen Verileri ile ilgili bölüm ve Referanslar, en düşük ve en uygun parçalar olma eğiliminde olan popüler transistörler için parametre tablolarına sahiptir. Bir avuç parça türünün bina ihtiyaçlarınızın çoğunu karşıladığını göreceksiniz. Sadece çok özel uygulamalarda karşılık gelen özel bir parça seçmeniz gerekecektir.

4. 7 Operasyonel Amplifikatörler

Operasyonel bir amplifikatör veya op amp, en kullanışlı doğrusal cihazlardan biridir. Ayrı bileşenlere sahip bir op amfi oluşturmak mümkün olsa da ve ilk sürümler olsa da, yüksek performans için talep edilen devrenin simetrisi birçok bileşenin yakın bir eşleşmesini gerektirir. İt, entegre bir devre olarak uygulamak için daha etkili ve çok daha kolaydır. ("Operasyonel" terimi, op amp'nin matematiksel işlemleri uygulamak için kullanıldığı analog bilgisayarlardaki kökeninden gelir.)

Op amfi'nin performansı ideal bir analog devre yapı bloğuna yaklaşır: sonsuz bir giriş empedansı (Z), sıfır çıkış empedansı (Z ") ve açık döngü voltaj kazancı (A,) sonsuzdur. Açıkçası, pratik op amfileri bu özellikleri karşılamıyor, ancak diğer amplifikatör türlerinin çoğundan daha yakınlar. Bu özellikler, devre tasarımcısının bir op amfi ve sadece birkaç harici bileşen ile birçok farklı işlevi uygulamasına izin verir .



Şekil 4.69 - Operasyonel amplifikatör şematik sembolü. + işaretiyle işaretlenen terminal, girmeyen girdidir. - işaretiyle işaretlenen terminal, ters çevirme girişidir. Çıkış sağda. Bazı op amfilerde, harici telafiye ihtiyaç duyulur ve burada cihazın altında resmedilen potansiyel müşteriler sağlanır. Genellikle, güç kaynağı uçları op amfi üzerinde gösterilmez, ancak veri sayfasında belirtilir.

4.7.1 Pratik Op-Amper Özellikleri

Bir op amfi üç sinyal terminaline sahiptir (bkz **Şekil 4.69).** İki giriş terminali vardır, + işareti ile işaretlenmiş girmeyen giriş ve - işareti ile işaretlenmiş ters çevirme girişi. Girmeyen girişe uygulanan voltajlar, op amp çıkış voltajının aynı polariteyle değişmesine neden olur.

Amplifikatörün çıkışı, harici devrenin referans voltajına referans verilen çıkış voltajına sahip tek bir terminaldir. Genellikle, bu referans topraktır, ancak op amfisinin iç devresi tüm voltajların *yüzmesine, yani* op amfisinin güç kaynağı voltajları arasındaki herhangi bir keyfi voltaja atıfta bulunulmasına izin verir. Referans negatif olabilir, zemin ya da pozitif. Örneğin, tek bir güç kaynağı voltajından güç alan bir op amfi, devre referans voltajı toprak ile besleme voltajı arasında yarı yarıya ise, aynı zamanda yükselir.

GAİN-BANDWIDTH ÜRÜN VE TELAFİSİ

İdeal bir op amfi sonsuz frekans tepkisine sahip olacaktır, ancak transistörlerin üst frekans sınırlarını işaretleyen bir fr'ye sahip olması gibi, op amfi de bir *kazanç bant genişliği ürününe (GBW veya BW) sahiptir.* GBW, herhangi bir sinyal veya devre için mevcut olan maksimum kazanç ve frekans ürününü temsil eder: voltaj kazancı x frekans = GBW. Eğer GBW değeri 10 MHz olan bir op-amp *x50* voltaj olarak bağlanırsa Amplifikatör, bu kazancın garanti edilebileceği maksimum frekans GBW/kazanç = 10 MHz/50 = 200 kHz'dir. GBW, tasarım denklemleri üzerinde çalıştıkları frekanslarda yüksek kazanç gerektiren yüksek performanslı filtreler ve sinyal işleme devrelerinde önemli bir husustur.

LM301 gibi eski operasyonel amplifikatörler, *telafi için ek iki bağlantıya sahiptir.* Amplifikatörün çok yüksek kazanımlarda salınmasını önlemek için, genellikle telafi terminalleri boyunca bir kondansatör yerleştirmek gerekir. Bu aynı zamanda op amplifikatörün frekans tepkisini azaltır, ancak çıkış sinyalinin girişlerinde pozitif geri bildirim oluşturmak için doğru faza sahip olmadığından emin olarak kararlılığını arttırır. Çoğu modem op amfisi dahili olarak telafi edilir ve tazminat - kapasitansı eklemek için ayrı pimlere sahip değildir. Ek kompanzasyon, op amfi çıkışı ve ters çevirme girişi arasında bir kondansatör bağlanarak oluşturulabilir.

CMRR VE PSRR

Bir op amp kullanmanın en büyük avantajlarından biri, çok yüksek *ortak mod - reddetme oranıdır* (CMRR). *Ortak mod sinyalleri,* tüm terminallerde eşit olarak görünen sinyallerdir. Örneğin, bir ses kablosunun her iki iletkeni de yakındaki bir güç transformatöründen 60 Hz'lik bir voltun birkaç onda birini alırsa, bu 60 Hz sinyali kablonun bağlı olduğu herhangi bir cihaza ortak modda bir sinyaldir. Op amfi yalnızca girişlerindeki voltaj farklılıklarına yanıt verdiğinden, ortak mod sinyallerini görmezden gelebilir veya reddedebilir. CMRR, op amp'nin ortak mod sinyalini ne kadar iyi reddettiğinin bir ölçüsüdür. Yüksek CMRR, devre yarıları arasındaki simetriden kaynaklanır. CMRR

Mikrofon sesi veya sensörlerden veya termokupllardan gelen V seviyesi de sinyalleri gibi düşük seviyeli sinyalleri işleyen devreler tasarlarken önemlidir.

Güç kaynağı dengesizliğinin reddi de önemli bir op-amp parametresidir. Güç kaynağı voltajındaki değişiklikler ve güç kaynağı voltajlarındaki gürültü veya dalgalanma doğrudan op amfisinin iç devresine bağlanır. Op amfisinin bu bozuklukları görmezden gelme yeteneği, *güç kaynağı reddetme oranı* (PSRR) ile ifade edilir. Yüksek PSRR, op amp devresinin güç kaynağı dengesiz veya gürültülü olsa bile iyi performans göstermeye devam edeceği anlamına gelir.

İNPUT VE ÇIKIŞ VOLTAJI LIMITS

Op amfi, *raylar olarak da adlandırılan güç kaynağı voltajları ile sınırlı seviyelerde sinyalleri kabul edebilir ve yükseltebilir*. İki ray arasındaki voltaj farkı, işlenebilecek sinyal voltajlarının aralığını sınırlar. Voltajlar simetrik pozitif ve negatif voltajlar (± 12 V), pozitif voltaj ve toprak, toprak ve negatif voltaj veya iki farklı, kararlı voltaj olabilir .

Çoğu op amper, ele alınabilecek sinyal seviyeleri, her raydan bir veya iki diyot ileri voltaj düşüşüdür (0.7 V ila 1.4 V). Bu nedenle, bir op amplifikatörün üst rayı (genellikle V * olarak gösterilir) ve alt rayı (V) olarak toprağa bağlı 15 V varsa, giriş sinyalleri 13.6 V kadar yüksek ve 1.4 Vin kadar düşük olacak şekilde yükseltilebilir. çoğu amplifikatör. Bu sınırların ötesinde yükseltilecek değerler kenetlenir (1.4 V veya daha az olması gereken çıkış voltajları 1.4 V olarak görünür ve 13.6 V veya daha fazla olması gerekenler 13.6 V olarak görünür). Bu sıkıştırma eylemi, **Radyo Temelleri - bölümündeki Şekil 3.49'da gösterilmiştir**.

"Raydan raya" op amper, birkaç on mV raydaki sinyal seviyelerini işlemek için geliştirilmiştir (örneğin, Maxim İntegrated Products'dan gelen MAX406, sinyalleri 10 mV güç kaynağı voltajları içinde işler). Raydan raya op-amper genellikle devrelerin mümkün olduğunca uzun süre düşük akü voltajlarından çalışmasına izin vermek için pille çalışan ürünlerde kullanılır.

İNPUT BIAS VE OFSET

Bir op amplifikatörünün girişleri, çok yüksek empedans olsa da, bazı giriş akımlarının akmasına izin verir. Bu *giriş önyargı akımıdır ve* modem op amfilerinde nA aralığındadır. Op amplifikatörün iç devresindeki hafif asimetriler, giriş terminalleri birlikte kısa devre yapmış olsa bile, op amplifikatörün çıkış voltajında hafif bir kaymaya neden olur. Neden olması gereken op amp girişleri arasındaki voltaj farkı miktarı

Çıkış voltajının tam olarak sıfır olması giriş *ofset voltajıdır, genellikle birkaç* mV veya daha azdır. LM7 41 gibi bazı op amfileri, iç dengesizliği düzelterek bir potansiyometrenin boş ofsete bağlanabileceği özel terminallere sahiptir. Küçük bir de düzeltme voltajının girmeyen terminale İntroduction bazen iç uyumsuzluğa karşı koyan ve sinyali demiryolu aralığında merkezleyen bir ofset voltaj uygulamak için kullanılır.

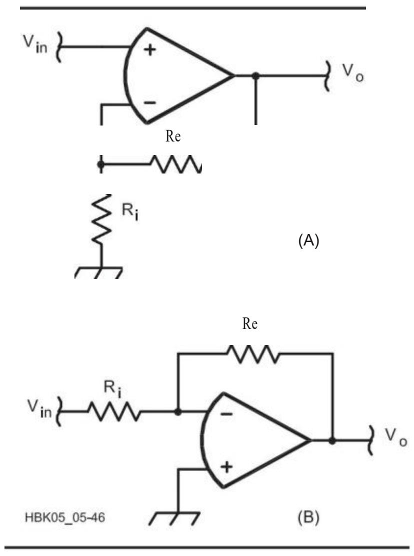
DC ofset iki nedenden dolayı op amper önemli bir husustur. Gerçek op amper, amplifikatör kazancına bağlı olarak, çıkışta önemli bir ofset haline gelebilen ters çevirme ve girmeyen terminaller arasında hafif bir uyumsuzluğa sahiptir. Op amp çıkış voltajı sıkıştırma sınırlarına çok yakın olmamalıdır, aksi takdirde bozulma meydana gelir.

BİR TYPICAL OP AMP

Bu parametreler için tipik değerlere bir örnek olarak, günümüzün bahçe tipi op amfilerinden biri olan, hem JFET hem de bipolar transistörleri içeren TL084, 80 dB garantili minimum CMRR'ye, 200 pA'nın altında olduğu garanti edilen bir giriş önyargı akımına sahiptir (1 pA = bir µA'nın 1 milyonda biri) ve bir kazanç bant genişliği ürünü 3 MHz İts giriş ofset voltajı 3 m V CMRR ve PSRR 86 dB'dir, yani 1 V'luk istenmeyen bir sinyal veya güç kaynağı dengesizliği sadece op amfisinin çıkışında 2.5 n V'lik bir değişikliğe neden olur! Tüm bunlar, tek miktarlarda bile satın alınan 50 sentten daha azına ve paket başına dört op-amper var - bu çok fazla performans.

4.7.2 Temel Op-Amp Devreleri

Bir sinyal, başka bir devre eklenmeden bir op amfisinin giriş terminallerine bağlanırsa, cihazın *açık döngü kazancında (genellikle* de ve düşük frekanslarda TL084 için 200.000 veya 106 dB) yükseltilecektir. Bu, güç kaynağı raylarındaki çıkışı hızla doyuracaktır. Böyle büyük kazançlar nadiren kullanılır. Çoğu uygulamada, negatif geri besleme, çıkış terminalinden ters çevirme giriş terminaline bir geri besleme yolu sağlayarak devre kazancını sınırlamak için kullanılır. Devrenin elde edilen kapalı döngü kazancı, yalnızca döngüyü oluşturmak için kullanılan pasif bileşenlerin değerlerine bağlıdır (genellikle dirençler ve frekans seçici devreler için kapasitörler). Op-amp'ın açık döngü kazancı ne kadar yüksek olursa, devrenin gerçek kazancı, bileşen değerlerinden tahmin edilen yaklaşıma o kadar yaklaşacaktır. Op amfisinin kazancının kendisinin değişmediğini unutmayın - devrenin genel kazancını belirleyen harici bileşenlerin konfigürasyonudur. Kapalı döngü kazancını manipüle eden farklı devre konfigürasyonlarının bazı örnekleri takip eder.



Şekil 4.70 - Operasyonel amplifikatör devreleri. (A) Kesintisiz yapılandırma. (B) İnverting yapılandırma.

İNVERTİNG VE NONİNVERTİNG AMPLIFİERS

Op amfi genellikle **Şekil 4.70'te gösterildiği gibi bir ters çevirme veya bir girmeyen amplifikatör devresinde kullanılır.** (İnversion, çıkış sinyalinin, aşağıda açıklandığı gibi devrenin voltaj referansı hakkındaki giriş sinyalinden ters çevrildiği anlamına gelir.) MiktarAmplifikasyon iki direnç tarafından belirlenir: geri besleme direnci, R ve giriş direnci, Rs.

Şekil 4.70A'de gösterilen girmeyen konfigürasyonda, giriş sinyali op-amp'nin girmeyen girişine bağlanır. Geri besleme - direnci çıkış ve ters çevirme giriş terminali arasında bağlanır. Ters çevirme giriş terminali, toprağa (veya devre referans voltajına) bağlı olan R;'ye bağlanır.

Bu devre, op-amp devrelerinin negatif geri beslemeyi, op-amp'nin yüksek açık döngü kazancını ve op-amp girişlerinin yüksek giriş empedansını sabit bir kazançla kararlı bir devre oluşturmak için nasıl kullandığını göstermektedir. Girmeyen girişe uygulanan sinyal, op-amp çıkış voltajının aynı polariteyle değişmesine neden olur. Yani, pozitif bir giriş sinyali, **op** amplifikatörün çıkış voltajında pozitif bir değişikliğe neden olur. Bu voltaj, akımın R ve R tarafından oluşturulan voltaj bölücüsünde akmasına neden olur. Ters çevirme girişine akım çok düşük olduğundan, R'den geçen akım RA ile aynıdır.

Toplama kavşağındaki voltaj, iki direnç ve ters çevirme terminali için bağlantı noktası, Vpv:

$$V_{INV} = V_O \left(\frac{R_i}{R_i + R_f} \right)$$

Op amplifikatörün çıkış voltajı, *döngü hata sinyali,* ters çevirme ve girmeyen girişler arasındaki voltaj farkı sıfıra yakın olana kadar yükselmeye devam edecektir. Bu noktada, ters çevirme terminalindeki voltaj yaklaşık olarak V ".deki voltaja eşittir, - böylece Viv = Va Vpy için denklemde yer alan bu devrenin kazancı:

$$\frac{V_O}{V_{in}} = \left(1 + \frac{R_f}{R_i}\right)$$

nerede

V = çıkış voltajı V "= giriş voltajı.

Op amplifikatörün açık döngü kazancı ne kadar yüksek olursa, devre dengelendiğinde ters çevrilen ve girmeyen terminallerdeki voltajlar o kadar yakın olur ve devrenin kapalı döngü kazancı denklemde o kadar yakın olur. Böylece negatif geri besleme, çıkış voltajını artıran op amfi ile elektronik bir dengeleme hareketi oluşturur, böylece giriş hatası sinyali mümkün olduğunca küçüktür.

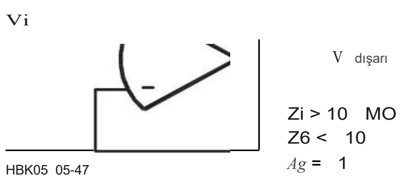
Şekil 4.70B'in ters çevirme konfigürasyonunda, giriş sinyali (V ") R ile bağlanır; Ters çevirme terminaline. Geri besleme direnci yine ters çevirme terminali ve çıkış arasında bağlanır. Girmeyen - terminal toprağa (veya devre referans voltajına) bağlanır. Bu konfigürasyonda geribildirim hareketi, çıkış voltajının ihtiyaç duyulan değere değişmesine neden olur, böylece R'den geçen akım R'den geçen eşit ve zıt bir akımla dengelenir. Bu devrenin kazancı:

Yo .Re
V Rµ

Burada V "" R'ye voltaj girişini temsil eder ;

Bu bölümün geri kalanı için, "toprak" veya "sıfır voltaj" devre referans voltajı olarak anlaşılmalıdır. Bu voltaj "toprak zemin potansiyeli" olmayabilir. Örneğin, 12 V'luk tek bir pozitif besleme kullanılıyorsa, devre referans voltajı olarak 6 V kullanılabilir. Devre referans voltajı, referans kaynağının son derece düşük ac empedansı nedeniyle bir ac toprağı olarak kabul edilebilecek sabit bir de voltajdır.

Voltaj kazanç denklemindeki negatif işaret, sinyalin ters çevrildiğini gösterir. AC sinyalleri için, inversiyon 180 ° faz kaymasını temsil eder. Değişmeyen konfigürasyonun kazancı, en az 1'den, op amp'nin, A tarafından belirtildiği gibi, de sinyalleri veya ac sinyalleri için gainbandwidth ürünü için yapabileceği maksimum değere kadar değişebilir. Ters çevirme konfigürasyonunun kazancı en az O arasında değişebilir (O'dan 1'e kadar olan kazançlar sinyali azaltırken, 1 ve daha yüksek kazançlar yükseltir



Şekil 4.71 - Voltaj takipçisi. Bu operasyonel amplifikatör devresi, yaklaşık bir voltaj kazancı ve son derece yüksek giriş empedansı ve son derece düşük çıkış empedansı ile neredeyse ideal bir tampon yapar.

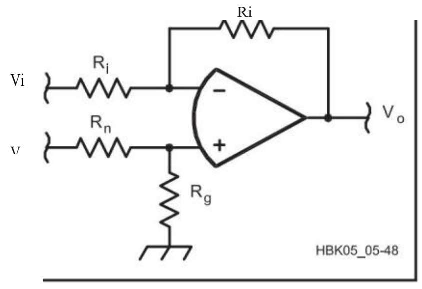
Sinyal) cihazın yapabileceği maksimum değere.

Ters çevirme amplifikatörü konfigürasyonu, op amfisinin *sanal zemin adı verilen ters çevirme girişinde özel bir durumla sonuçlanır.* Op amplifikatörün yüksek açık döngü kazancı, iki girişin birbirine çok yakın olmasını sağladığından, eğer girmeyen giriş toprak potansiyelinde ise, ters çevirme girişi de toprağa çok yakın olacaktır ve op amplifikatörün çıkışı, ters çevirme girişini korumak için giriş sinyali ile değişecektir. zemin. Bir voltmetre ile ölçülen girdi topraklanmış gibi görünür, ancak sadece op amplifikatörün ve geri besleme döngüsünün etkisiyle zemin potansiyelinde korunur. Devredeki bu nokta başka bir toprak bağlantısına veya devre noktasına bağlı olmayabilir, çünkü ortaya çıkan ek akım akışı devrenin dengesini bozacaktır.

Şekil 4.71'in voltaj takipçisi veya birlik-kazanç tampon devresi genellikle bir tampon aşaması olarak kullanılır. Voltaj takipçisi, doğrudan girmeyen terminale bağlı girişe ve doğrudan ters çevirme terminaline bağlı çıkışa sahiptir. Bu konfigürasyonun birlik kazancı vardır, çünkü çıkış ve giriş voltajları aynı olduğunda devre dengelenir (hata voltajı sıfıra eşittir). Ayrıca mümkün olan en yüksek giriş empedansını ve cihazın mümkün olan en düşük çıkış empedansını sağlar.

Diferansiyel ve Fark Amplifikatör

Diferansiyel amplifikatör, operasyonel bir amplifikatörün özel bir uygulamasıdır (bkz. **Şekil 4. 72). İt,** iki analog sinyal arasındaki farkı arttırır ve belirli koşullar altında gürültüyü iptal etmek için çok kullanışlıdır. Örneğin, bir analog sinyal ve bir referans sinyali aynı kablo üzerinden geçerse, gürültüyü alabilirler ve her iki sinyalin de aynı miktarda gürültüye sahip olması muhtemeldir. Diferansiyel amplifikatör bunları çıkardığında, sinyal değişmeyecek, ancak CMRR'nin sınırları dahilinde gürültü tamamen kaldırılacaktır. Diferansiyel amplifikatör işlemi için denklem



Şekil 4.72 - Fark amplifikatörü. Bu operasyonel amplifikatör devresi, iki giriş sinyali arasındaki farkı arttırır.

$$V_O = \frac{R_f}{R_i}\left[\frac{1}{\frac{R_n}{R_g}+1}\left(\frac{R_i}{R_f}+1\right)V_n - V_i\right]$$

R/Rand R "/R "oranları eşitse, şu şekilde basitleştirilir :

V = Yani, -v
BEN

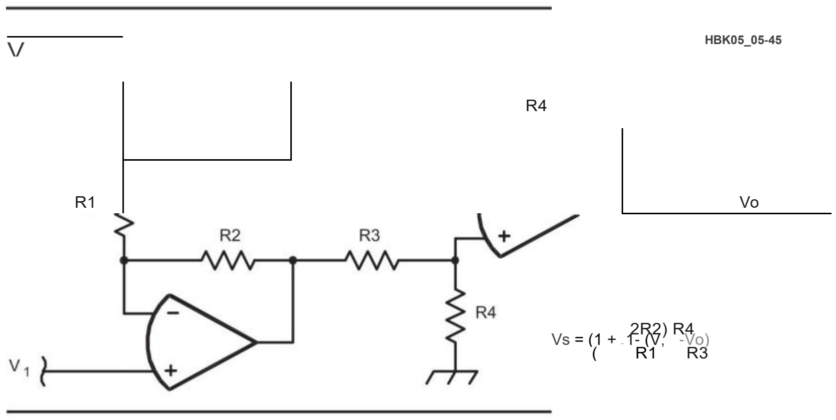
Diferansiyel amplifikatör kazancının, ters dönmeyen terminale uygulanan voltaj sıfıra eşitse, ters çevirici amplifikatör kazancıyla aynı olduğunu unutmayın. Eğer ters çevirme terminaline (V;) uygulanan voltaj sıfır ise, analiz biraz daha karmaşıktır ancak R've R "etkisini dikkate alarak diferansiyel amplifikatör kazancından girmeyen amplifikatör kazancını elde etmek mümkündür. Dört direncin hepsi *aynı değere sahipse, fark amplifikatörü* oluşturulur ve V sadece iki voltajın farkıdır.

$$V_O = V_n - V_1$$

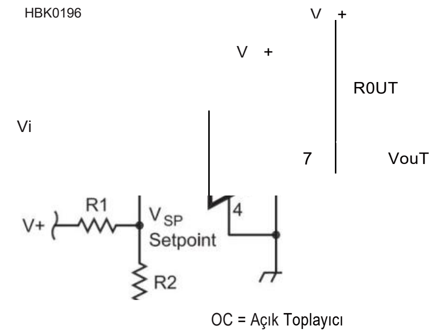
İnstrumentation Amplifikatör

Bir op amfi oluşturan transistörlerin simetrisi, Z, A ve CMRR'nin yüksek değerlerine ve Z'nin düşük bir değerine sahip bir cihaza yol açtığı gibi, op amperlerin simetrik bir kombinasyonu bu parametreleri daha da geliştirmek için kullanılır. **Şekil 4.73'te gösterilen bu devreye** bir *enstrümantasyon amplifikatörü denir. İt üç bölümden oluşur;* İki girişin her biri, 1 + R2/Rl kazançlı, girmeyen bir tampon amplifikatöre bağlanır. Bu tampon amplifikatörlerinin çıkışları daha sonra bir R4/R3 kazancı ile bir diferansiyel amplifikatöre bağlanır. V2, devrenin ters çevirme girişidir ve Vl, girmeyen girdidir.

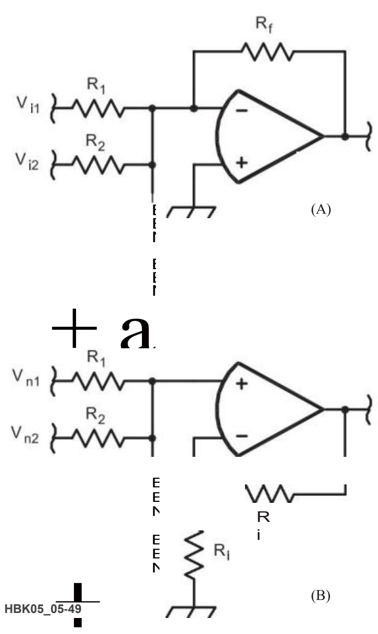
Üç amplifikatör modülü genellikle aynı entegre devrenin bir parçasıdır. Bu, esasen aynı sıcaklığa ve dahili transistörlere sahip oldukları anlamına gelir ve



Şekil 4.73 - Bir enstrümantasyon amplifikatörü olarak düzenlenmiş operasyonel amplifikatörler. Dengeli ve basamaklı op amper serisi, hem inverting (V,) hem de inverting (V) girişlerinde iyi ortak mod reddi ve çok yüksek giriş empedansı (yük direnci gerekmez) ile diferansiyel amplifikasyon gerçekleştirmek için birlikte çalışır.



Şekil 4.75 - Ters çevirme girişindeki voltaj, girmeyen girişteki ayar noktası voltajından daha yüksek olduğunda çıkış voltajının düşük olduğu bir karşılaştırma devresi.



Şekil 4.74 - Operasyonel amplifikatör devrelerinin toplanması. (A) İnverting yapılandırması. (B) Kesintisiz yapılandırma .

Dirençler çok iyi eşleştirilmiştir. Bu, sıcaklık farklılıklarının neden olduğu ince kazanç ve izleme hatalarının ve bireysel op amfileri arasındaki uyumsuz bileşenlerin iptal edilmesine veya önemli ölçüde azaltılmasına neden olur. Ek olarak, aynı belirteçleri (R2, R3, R4) kullanan harici dirençler, bazen tek bir entegre *direnç paketinin bir parçası olarak dikkatlice eşleştirilir.* Sonuç, daha geniş bir sıcaklık aralığında herhangi bir tek amplifikatörlü devreden daha iyi performansa sahip bir devredir.

Amplifikatör toplama

Bir op amfisinin yüksek giriş empedansı *Toplama amplifikatörü olarak kullanım için idealdir.* Ters çevirme veya girmeme - konfigürasyonunda, tek giriş sinyali, **Şekil 4.74'te gösterildiği gibi seri dirençler aracılığıyla birbirine bağlanan çoklu giriş sinyalleri ile değiştirilebilir.** Ters toplama amplifikatörü için, her giriş sinyalinin kazancı, amplifikatör kazancını ters çevirmek için denklemi kullanarak ayrı ayrı hesaplanabilir ve doğrusal devrelerin süperpozisyon özelliği nedeniyle, çıkış, her giriş sinyalinin kazancıyla çarpımının toplamıdır. Girmeyen konfigürasyonda, çıkış, m farklı giriş sinyallerinin ağırlıklı toplamının kazanç katıdır:

-R1 Rc2
V – Vr ", + V2, r + ...
R + R, 1 R5 + R, 2

Rm
+ Vmr
R "+ Rm

Burada *R, R* hariç tüm m dirençlerinin paralel direncidir ". Örneğin, üç sinyal toplanırken, R, R ve R'nin paralel kombinasyonudur.

Karşılaştırıcılar

Bir *voltaj karşılaştırıcısı,* **Şekil 4'te gösterilen başka özel op amp devresidir. 75. İt,** girişleri olarak iki analog sinyale sahiptir ve çıkışı, sırasıyla, girmeyen veya ters dönen sinyal voltajının daha yüksek olup olmadığına bağlı olarak DOĞRU veya YANLIŞ olur. Böylece, giriş voltajlarını "karşılaştırır". TRUE genellikle pozitif çıkış voltajına, FALSE ise negatif veya sıfır voltaja karşılık gelir. Şekil 4.75'teki devre, giriş sinyalinin karşılaştırıldığı ayar noktası olarak adlandırılan bir referans voltajı üretmek için harici dirençler kullanır. Bir karşılaştırıcı ayrıca iki değişken voltajı karşılaştırabilir .

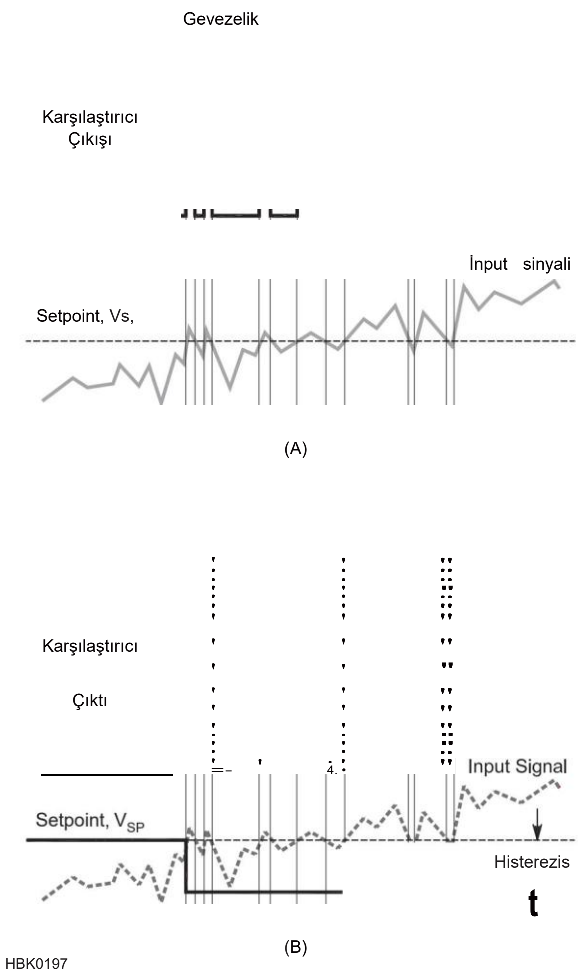
Standart bir operasyonel amplifikatör bağlanarak karşılaştırıcı olarak hareket ettirilebilir Giriş veya geri besleme direnci olmayan, girmeyen ve ters dönen girişlere iki giriş voltajı. Eğer girmeyen girişin voltajı ters çevirme girişinden daha yüksekse, çıkış voltajı pozitif sıkıştırma sınırına sürülecektir. Ters çevirme girişi, girmeyen girişten daha yüksek bir potansiyele sahipse, çıkış voltajı negatif sıkıştırma sınırına sürülecektir. Karşılaştırıcı bilinmeyen bir voltajı bilinen bir voltajla karşılaştırıyorsa, bilinen voltaj *ayar noktası olarak adlandırılır ve* karşılaştırıcı çıkışı bilinmeyen voltajın ayar noktasının üstünde veya altında olup olmadığını gösterir.

LM311 gibi karşılaştırıcı olarak kullanılması amaçlanan bir op amfi, giriş sinyallerine hızlı yanıt verecek şekilde optimize edilmiştir. Ek olarak, karşılaştırıcılar genellikle harici bir *çekme* direnci kullanan opencollector çıkışlarına sahiptir, Roup pozitif bir güç kaynağı voltajına bağlıdır. Karşılaştırıcı çıkışı TRUE olduğunda, çıkış transistörü kapatılır ve çekme direnci çıkış voltajını pozitif güç kaynağı voltajına "çeker". Karşılaştırıcı çıkışı FALSE olduğunda, transistör doygunluğa sürülür ve çıkış voltajı transistörün V CE'sidir (sat).

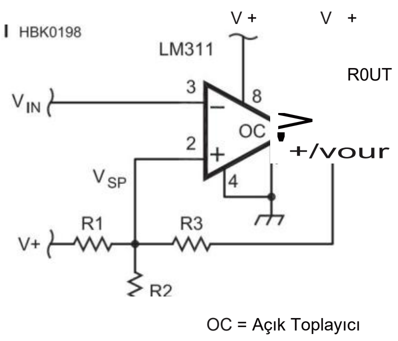
Histerezis

Karşılaştırıcı devreler ayrıca "gevezeliği" önlemek için histereziyi kullanır - **giriş** voltajı ayar noktası voltajında veya yakınında olduğunda karşılaştırıcının çıkışı hızla ileri geri geçiş yapar. Giriş sinyalinde, **Şekil 4.76A'te gösterildiği gibi,** giriş voltajının ayar noktası eşiğini tekrar tekrar geçmesine neden olan gürültü olabilir. Çıktının hızlı bir şekilde değiştirilmesi, karşılaştırıcı çıktısını izleyen devreler için kafa karıştırıcı olabilir.

Histerezis, ayar noktasını, giriş sinyalinin ayar noktası eşiğini geçtiği yönün tersi yönde birkaç m V "hareket ettiren'bir pozitif geri besleme şeklidir. Şekil 4.76B'de gösterildiği gibi,



Şekil 4.76 - Sohbet (A), giriş sinyali ayar noktasına yakın olduğunda gürültüden kaynaklanır. Gevezelik, ağır bir yük açılıp kapatıldığında meydana gelen voltaj kaymalarından da kaynaklanabilir. Histerezis (B), çıkışın geçiş yaptıktan sonra ayar noktasını giriş sinyalinden daha uzağa çektiği pozitif geri bildirim kullanarak ayar noktasını küçük bir miktar kaydırır.



Şekil 4.77 - Histerezis ile karşılaştırıcı devre. R3, karşılaştırıcı çıkışı düşük olduğunda daha fazla akımın R1 üzerinden akmasına izin vererek karşılaştırıcı ayar noktasında bir kaymaya neden olur.

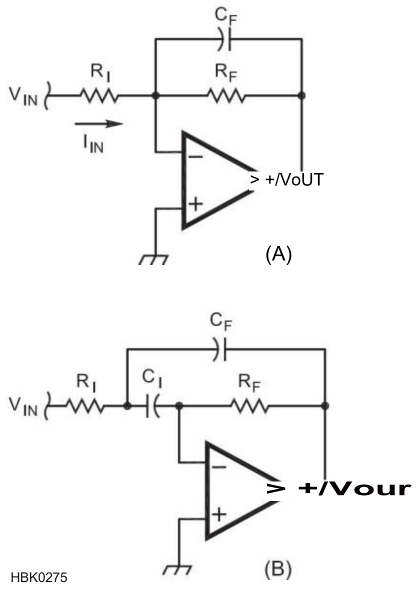
Ayar noktası, karşılaştırıcı çıktısını yeni durumda tutma eğilimindedir ve eski duruma geri dönmeyi önler. **Şekil 4.77,** karşılaştırıcının çıktısının, direnç R3 aracılığıyla pozitif girişe nasıl geri beslendiğini, bölücüden az miktarda akım eklediğini veya çıkardığını ve ayar noktasını kaydırdığını göstermektedir. İf VuYs istenen histerezis miktarıdır (ayar noktası voltajındaki kayma):

Vμvs > (Von) (*RI//R2)/[* R3 + (RÌ/ /R2)]

Burada V OH, karşılaştırıcının çıkışı ile yüksek seviyeli çıkış voltajıdır. Diğer değerler biliniyorsa R3 için çözme:

R3 = [(Von) (*R1/ /R2*)/Vμvs] - *(RÌ/* /R2)

Bir voltaj karşılaştırıcısının bazı uygulamaları



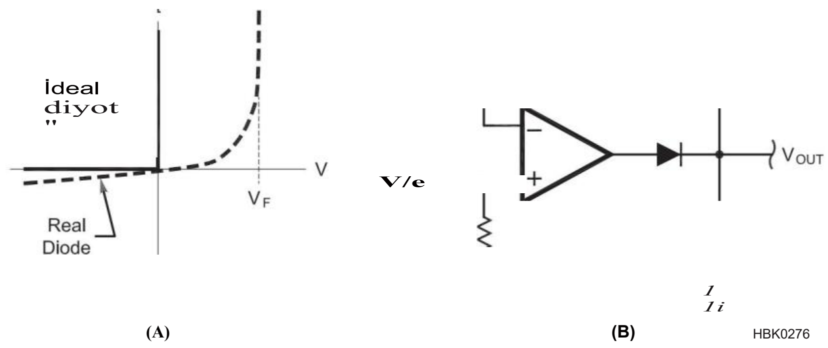
Şekil 4.78 - Op amp aktif filtreler. (A)'daki devre, bir RC filtresine benzer düşük geçişli bir yanıta sahiptir. -3 dB frekansı, Ci'nin reaktansı R'ye eşit olduğunda ortaya çıkar. (B)'deki band-pass filtresi çoklu geri besleme filtresidir .

Sıfır geçiş dedektörü, bir sinyal karesi (diğer döngüsel dalga formlarını kare dalgalara dönüştüren) ve bir tepe dedektörüdür. Amatör bir istasyon uygulaması: İ COM HF telsizlerinden Cİ-V bant veri çıkış voltajını izleyen devreler, voltaj seviyesini algılamak ve radyonun hangi bantta çalıştığını göstermek için bir dizi karşılaştırıcı kullanır.

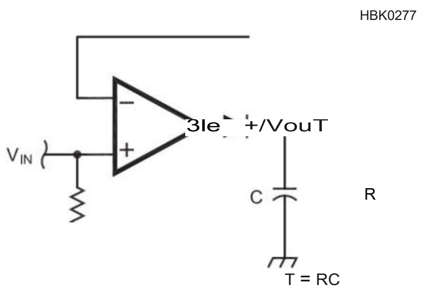
FILTERS

Op amfi devrelerinin en önemli türlerinden biri *aktif filtredir*. Op amp filtre devrelerinin iki örneği **Şekil 4'te gösterilmiştir. 78.** Şekil 4.78A'deki basit girmeyen alçak geçiren filtre, pasif tek kutuplu RC alçak geçiren filtre ile aynı tepkiye sahiptir, Ancak pasif filtrenin aksine, op amfi filtre devresi çok yüksek bir giriş empedansına ve çok düşük bir çıkış empedansına sahiptir, böylece filtrenin frekansı ve voltaj tepkisi, filtre giriş ve çıkışına bağlı devrelerden nispeten etkilenmez. Bu devre düşük geçişli bir filtredir, çünkü geri besleme kapasitörünün reaktansı frekansla azalır, ters çevirme ve girmeyen girişlerin voltajlarını dengelemek için daha az çıkış voltajı gerektirir.

Şekil 4.78B'deki çoklu geri besleme devresi, yalnızca dirençleri ve kapasitörleri kullanırken bir bant geçişi tepkisi ile sonuçlanır. Bu devre, birçok farklı aktif filtre türünden sadece biridir. Aktif filtreler **Analog ve Dijital Filtreleme** bölümünde tartışılmıştır.



Şekil 4.79 - İdeal ve gerçek diyot İ-V özellikleri (A)'da gösterilmiştir. Op amp hassas doğrultucu devresi (B) olarak gösterilir.



Şekil 4.81 - Tepe dedektörü. Şarj depolamak için bir kapasitör ile hassas bir diyotun birleştirilmesi bir tepe dedektörü oluşturur. Kapasitör, giriş voltajının tepe değerine şarj olacaktır. R zaman sabiti ile kapasitör deşarj, = RC ve
Dışarıda istenirse atlanabilir -

REKTIFLER VE TEPE DEDEKTÖRLERİ

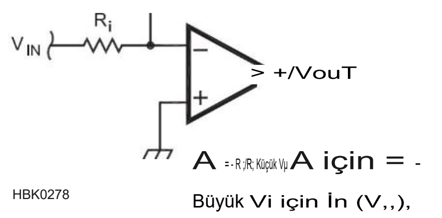
Op amfisinin yüksek açık döngü kazancı, ideal bir diyotun İ-V özelliklerini simüle etmek için de kullanılabilir. Şekil **4.79'da,** gerçek (kesikli çizgiler) ve ideal (katı çizgi) diyotun İ-V özellikleri ile birlikte hassas bir doğrultucu devresi gösterilmiştir. Op amfisinin yüksek kazancı, geri besleme döngüsündeki gerçek diyotun V ileri voltaj düşüşünü, giriş voltajı artı Vi'ye eşit bir çıkış voltajı ile telafi eder. Op amfisinin çıkışının, giriş voltajları dengelenene kadar arttığını unutmayın. Giriş voltajı negatif olduğunda, bu da diyotu ters çevirir, op amp'nin çıkışı girişi dengeleyemez, çünkü diyot geri besleme döngüsü boyunca herhangi bir akım akışını engeller. Çıkış direnci, giriş voltajı bir kez daha pozitif olana kadar voltajı sıfırda tutar. Hassas yarım dalga ve tam dalga doğrultucu devreler **Şekil 4.80'de gösterilmiştir** ve bunların çalışması birçok referans metinde açıklanmıştır.

Radyoda kullanılan hassas doğrultucu devresinin bir uygulaması, **Şekil 4.81'de gösterilen tepe dedektörüdür.** Pik voltajı tutan çıkış kapasitörünü şarj etmek için hassas bir doğrultucu kullanılır. Çıkış direnci Kondansatörün boşaldığı zaman sabitini ayarlar. Direnç, dedektörü sıfırlamak için bir anahtar görevi gören bir transistör ile de değiştirilebilir. Bu devre, AGC döngülerinde, spektrum analizörlerinde ve ac dalga formlarının tepe değerini ölçen diğer cihazlarda kullanılır.

LOG AMPLIFİER

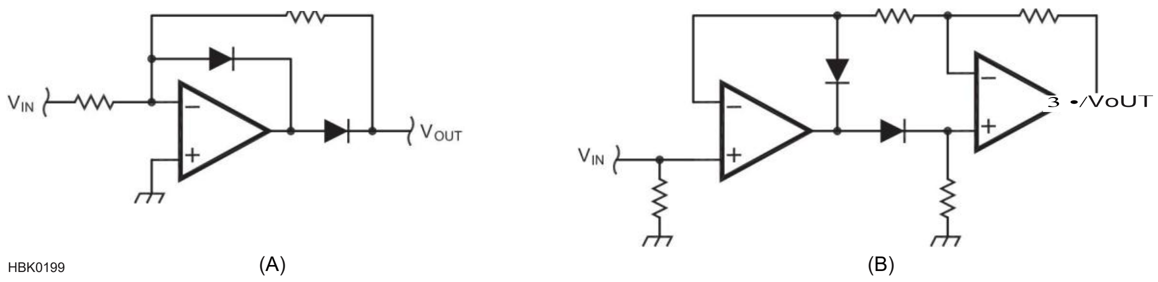
Radyoda, bir amplifikatörün kazancının - küçük giriş sinyalleri için büyük giriş sinyallerinden daha yüksek olmasının yararlı olduğu bir dizi uygulama vardır. Örneğin, bir ses kompresörü devresi, bir konuşma sinyalinin genliğindeki değişimleri azaltmak için kullanılır, böylece bir AM veya SSB vericisinin ortalama güç çıkışı artar. Büyük sinyaller için kazancı giriş sinyalinin genliğinin logaritması ile orantılı olan bir log amplifikatör devresi **Şekil 4.82'de gösterilmiştir.** Log amp devresi **kompresörlerde** ve sınırlayıcı devrelerde kullanılır.

Diyotlar boyunca önemli akım akışına neden olamayacak kadar küçük sinyal seviyelerinde, kazanç **normal bir** ters çevirme amplifikatöründe olduğu gibi ayarlanır, A = R/R. Bununla birlikte, sinyal seviyesi arttıkça, Temel Diyot Denklemine (seethe **Elektronik Temelleri) göre diyottan daha fazla akım akar.**

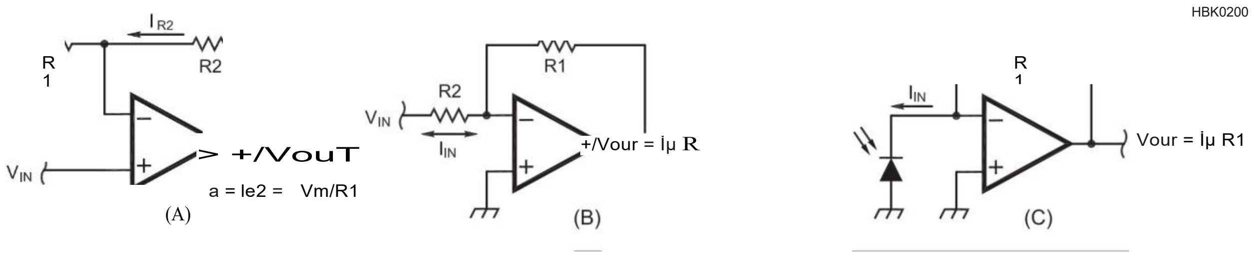


Şekil 4.82 - Log amplifikatör. Düşük voltajlarda, devrenin kazancı -R/R'dir, ancak diyotlar yüksek voltajlı sinyaller için hareket etmeye başladıkça, kazanç diyotun üstel akımı nedeniyle -İn (Vi)'ye dönüşür.

bölüm). Bu, op amp çıkış voltajının, R'den - akmak için yeterli akıma neden olmak için daha az (daha düşük kazanç) artması gerektiği anlamına gelir; Böylece giriş voltajları dengelenir. Giriş voltajı ne kadar büyük olursa, diyot o kadar fazla iletir



Şekil 4.80 - Yarım dalga hassas doğrultucu (A). Op amplifikatörün çıkışındaki ekstra diyot, op amfisinin negatif yarı döngülerde doygunlaşmasını önler ve yanıt süresini iyileştirir. (B)'deki hassas tam dalga doğrultucu devresi, giriş dalga formunun her iki yarısını da üretir.



Şekil 4.83 - Voltaj-akım dönüştürücüler. (A) içindeki R1'den geçen akım V "/R1'e eşittir, çünkü op amfi her iki giriş terminalini de yaklaşık olarak aynı voltajda tutar. (B)'de, giriş akımı op amp ile dengelenir ve sonuç olarak Vour = IR1 olur. Bir fotodiyottan (C) geçen akım bu şekilde bir voltaja dönüştürülebilir .

Ve devrenin kazancı ne kadar düşük olursa. Diyotun akımı voltaja tepki olarak üstel olduğundan, büyük giriş sinyalleri için devrenin kazancı logaritmiktir.

Voltaj-Akım Dönüştürücüler

Başka bir pairofuseful op amp devreleri - voltajı akıma ve akımı voltaja dönüştürür. Bunlar genellikle sensörlerden ve dedektörlerden gelen akımları ölçülmesi daha kolay voltajlara dönüştürmek için kullanılır. **Şekil 4.83A** içinde bir voltaj-akım dönüştürücü gösterir

Çıkış akımı aslında geri besleme döngüsündeki akımdır. Op amplifikatörün yüksek açık döngü kazancı, giriş voltajlarının eşit olmasını sağladığından, mevcut I_P = Vi/R1. Elbette, bu bir direnç ve Ohm Yasası ile de sağlanabilir, ancak op amp devresinin yüksek giriş empedansı, giriş voltaj kaynağı ile çıkış akımı arasında çok az etkileşim olduğu anlamına gelir.

Diğer taraftan, Şekil 4.83B bir akım-voltaj dönüştürücüsüdür. Op amfisinin çıktısı değişecek, böylece akım

Geri besleme direnci, Rl, tam olarak giriş akımına eşittir ve ters çevirme terminalini zemin potansiyelinde tutar. Çıkış voltajı, V_0 = İi Rİ. Yine, bu sadece bir direnç ile yapılabilir, ancak op amfi giriş akımı kaynağı ve çıkış voltajı arasında izolasyon sağlar. Şekil 4.83C, bir fotodiyottan gelen küçük akımların voltaja dönüştürüldüğü bir akım-voltaj dönüştürücüsünün uygulanmasını göstermektedir. Bu devre genlik modüle edilmiş ışık darbeleri veya dalga formları için bir dedektör olarak kullanılabilir.

4.8 Çeşitli Analog İ Cs

Bir devreyi bir İC'ye tasarlamanın üç ana avantajı, bileşenlerinin eşleşen özelliklerinden yararlanmak, oldukça karmaşık devreleri daha ekonomik hale getirmek ve devreyi küçültmek ve güç tüketimini azaltmaktır. Devreler - standartlaştıkça ve yaygın olarak kullanıldıkça, genellikle ayrı bileşenlerden entegre devrelere dönüştürülürler. Daha önce açıklanan op amfi ile birlikte, lineer İ C'lerin birçok sınıfı vardır.

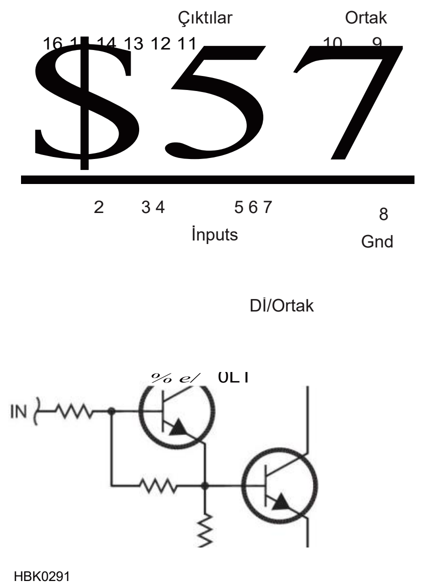
4.8.1 Transistör ve Sürücü Dizileri

Doğrusal entegre devrenin en temel biçimi ve ilk uygulananlardan biri bileşen dizisidir. Bunlardan en yaygın olanları direnç, diyot ve transistör dizileridir. Kondansatör dizileri de mümkün olsa da, daha az sıklıkla kullanılırlar. Bileşen dizileri genellikle yer tasarrufu sağlar, ancak bu, bu cihazların en büyük avantajı değildir. Bunlar, entegre - devrelerin en az yoğun şekilde paketlenmesidir, çünkü her cihaz ayrı bir çip dışı bağlantı gerektirir. Tek bir yarı iletken çip üzerine bir milyondan fazla transistör yerleştirmek mümkün olsa da, bunlara bireysel erişim toplam üç milyon pin gerektirir ve bu uygulanabilirlik sınırlarının ötesindedir. Daha yaygın olarak, direnç ve diyot dizileri beş ila 16 indi- içerir.

Vidual cihazlar ve transistör dizileri üç ila altı ayrı transistör içerir. Bu dizilerin avantajı, dizi içindeki bileşen değerlerinin çok yakın eşleşmesidir. Eşleşen bileşenlere ihtiyaç duyan bir devrede, bileşen dizisi genellikle bu özelliği elde etmek için iyi bir yöntemdir. Bir dizi içindeki bileşenler, sonlandırma dirençleri, diyot köprüleri ve Darlington çifti transistörleri gibi özel işlevler için dahili olarak birleştirilebilir. Bu bileşen kombinasyonları için neredeyse sonsuz sayıda olasılık vardır ve bunların çoğu dizilerde mevcuttur.

Şekil 4.84'te gösterilen ULN2000-series cihazları gibi sürücü dizileri, mikroişlemciler ve daha yüksek güç yükleri ve göstergeleri gibi düşük güç devreleri arasında bir arayüz oluşturmada çok kullanışlıdır. Her sürücü, bu bölümde daha önce açıklandığı gibi bir Darlington çift anahtarlama devresinden oluşur. Direnç ve diyotların farklı tip ve düzenlemelerine sahip farklı versiyonları vardır .

Birçok üretici sürücü dizileri sunar. Röleler gibi endüktif yükleri sürmelerine izin vermek için yerleşik geri tepme diyotlarıyla kullanılabilirler ve **1** A'ya kadar akım seviyelerini kaynaklayacak veya batıracak kadar ağırdırlar (Dizideki tüm sürücüler aynı anda tam yükte çalışamaz. Mevcut ve güç dağılımında hangi sınırlamaların olabileceğini belirlemek için veri sayfasını dikkatlice okuyun.)



Şekil 4.84 - Tipik ULN2000-series sürücü dizisi yapılandırması ve dahili devre. Sürücü dizisi İC'lerin kullanımı, mikroişlemci veya diğer düşük güçlü dijital devreler ile röleler, solenoidler veya lambalar gibi yükler arasında bir arayüz olarak çok popülerdir.

4.8.2 Voltaj Regülatörleri ve Referansları

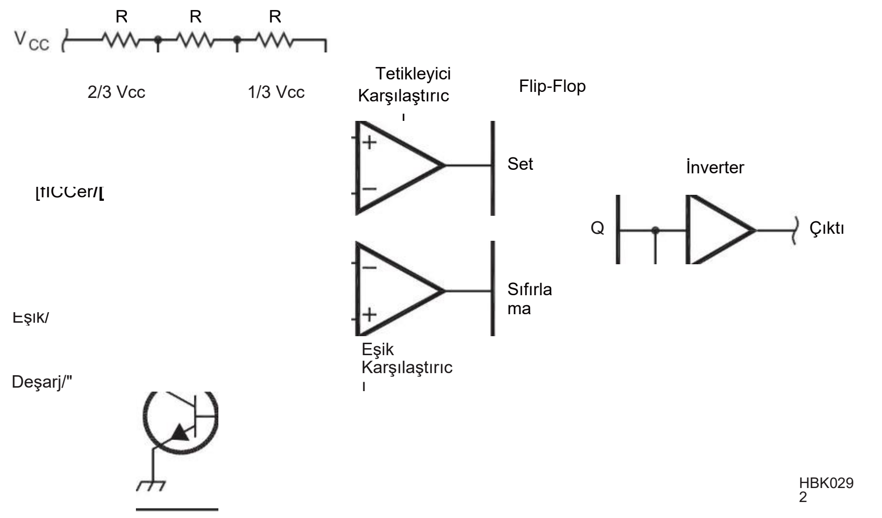
En popüler lineer İ C'lerden biri voltaj regülatörüdür. İki temel tip vardır, üç terminalli regülatör ve regülatör kontrolörü. Her ikisinin örnekleri **Güç Kaynakları** bölümünde açıklanmıştır.

Üç terminalli regülatör (giriş, zemin, çıkış), tüm voltaj düzenleme işlevlerini yerine getirmek için tasarlanmış tek bir pakettir. Çıkış voltajı, 7800 serisi regülatörlerde olduğu gibi veya LM317 regülatöründe olduğu gibi değişken olarak sabitlenebilir. İt bir voltaj referansı, karşılaştırıcı devreler, akım ve sıcaklık algılama koruyucu devreler ve ana geçiş elemanı içerir. Bu İ C'ler genellikle güç ile aynı paketlerde bulunur.

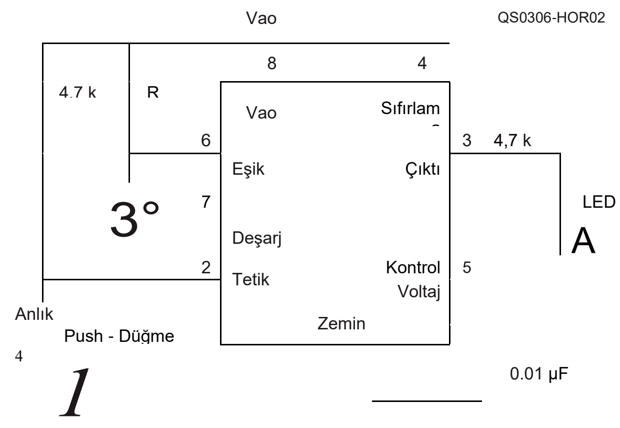
Transistörler ve aynı termal yönetim teknikleri aşırı ısıyı gidermek için kullanılır.

Popüler 723 cihazı gibi regülatör kontrolörleri, tüm kontrol ve voltaj referans devrelerini içerir, ancak ana geçiş elemanı, akım algılama ve bazı kontrol fonksiyonlarını yapılandırmak için harici bileşenler gerektirir.

Lineer Teknoloji LT1635 gibi voltaj referansları, hassas bir şekilde kontrol edilen İ-V karakteristiğine sahip özel yarı iletken diyotlardır. Bir tampon amplifikatör hassas diyotu izole eder ve voltaj sinyali için düşük çıkış empedansı sağlar. Voltaj referansları, güç regülatörlerinin bir parçası olarak ve analog-dijital dönüştürücü devreler tarafından kullanılır.



Şekil 4.85 - İnternal NE555 zamanlayıcı bileşenleri. Bu basit bileşen dizisi, en popüler analog İC'lerden birini yapmak için birleştirir. 555 zamanlayıcı İC, zaman aralıkları üretmek için hassas bir voltaj referansı üretmek için iç dirençlerin oranlarını kullanır Bir kapasitörün şarj edilmesi ve boşaltılmasına dayanır.



Şekil 4.86 - Monostable zamanlayıcı. Zamanlama kondansatörü, bir tetikleyici darbe şarj işlemini başlatana ve çıkışı açana kadar boşaltılır. Kondansatör 2/3 Vee'ye şarj edildiğinde, çıkış kapatılır, kondansatör boşaltılır ve zamanlayıcı bir sonraki tetikleme darbesini bekler.

4.8.3 Zamanlayıcılar (Multivibratörler)

Bir multivibratör, genellikle bir kare dalga veya darbe treni çıkışı ile iki durum arasında salınan bir devredir. Salınım frekansı, uygun dış direnç ve kapasitans değerlerinin eklenmesiyle doğru bir şekilde kontrol edilir. Günümüzde kullanılan en yaygın multivibratör 555 zamanlayıcı İC'dir (Signetics [şimdi Philips] tarafından NE555 veya National Semiconductor tarafından LM555). Bu çok basit sekiz pinli cihaz, bir hertz'den birkaç yüz kilohertz'e kadar bir frekans aralığına sahiptir. Böyle bir cihaz, - bir giriş darbesinin farklı bir süreye sahip bir çıkış darbesi ürettiği monostable işlemde veya cihazın sürekli olarak salındığı kararlı veya serbest çalışan bir işlemde de kullanılabilir. Bir multivibratörün diğer uygulamaları arasında bir frekans bölücü, bir gecikme çizgisi, bir darbe genişliği modülatörü ve bir darbe pozisyonu modülatörü bulunur. (Bunlar İC'nin veri sayfasında veya bu bölümün sonunda listelenen referansta bulunabilir.)

Şekil 4.85, bir 555'in temel bileşenlerini göstermektedir. Güç girişi (V) ve toprak arasında bağlanan, şeklin sol üst kısmında "R" etiketli üç direnç, V cc'yi ½ V cc'de ve 4 V cc'de iki eşit stepsona bölen bir voltaj bölücü oluşturur. - Bunlar devrenin geri kalanı için referans voltajları olarak hizmet eder.

Referans voltajlara bağlı olarak, *tetikleyici karşılaştırıcı ve eşik karşılaştırıcı olarak etiketlenmiş bloklardır.* (Karşılaştırıcılar önceki bölümde tartışılmıştır.) 555'teki tetik karşılaştırıcısı kabloludur, böylece tetik girişi ½ V cc'den az olduğunda çıkışı yüksektir ve bunun tersi de geçerlidir. Benzer şekilde, eşik karşılaştırıcı çıkışı, eşik girişi % *V* cc'den büyük olduğunda yüksektir.

Bu iki çıkış, *setinin durumu* ve sıfırlama girişi değiştiğinde yüksek veya düşük olarak değişen Q çıkışlı bir dijital flip-flop devresini kontrol eder. Q çıkışı, ters giriş değişene kadar yüksek veya düşük kalır (mandallar veya geçiş yapar). Set girişi düşükten yükseğe değiştiğinde, Q düşük olur. Sıfırlama düşükten yükseğe doğru değiştiğinde, Q yükselir. Flip-flop diğer değişiklikleri yok sayar. Bir invertör, Q düşük olduğunda 555 çıkışını yüksek yapar ve bunun tersi de geçerlidir - bu, zamanlayıcı devresinin harici devrelerle arayüzlenmesini kolaylaştırır.

Q'ya bağlı transistör bir anahtar görevi görür. Q yüksek olduğunda, transistör açıktır ve toprağa bağlı kapalı bir anahtar gibi davranır. Q düşük olduğunda, transistör kapalıdır ve anahtar açıktır. Bu basit yapı taşları - voltaj bölücü, karşılaştırıcı, flipflop ve anahtar - şaşırtıcı sayıda

MONOSTABLE OR "ONE-SHOT" TİMER

En basit 555 devresi monostable devredir. Bu yapılandırma bir giriş tarafından tetiklendiğinde bir sabit uzunlukta darbe verecektir

nabız. **Şekil 4.86** bu devre için bağlantıları gösterir.

Kapasitör C boşaldıktan sonra, flip-flop çıkışı, Q, deşarj transistörünü açık tutan ve C'deki voltajı *½ V cc'nin altında tutan yüksektir.* Devre kararlı durumda, bir tetikleme darbesi bekliyor.

Tetik girişindeki voltaj ½ V cc'nin altına düştüğünde, tetik karşılaştırıcı çıkışı düşükten yükseğe değişir, bu da Q'nun düşük duruma geçmesine neden olur. Bu, transistörü kapatır (anahtarı açar) ve C'nin V'ye doğru şarj etmeye başlamasına izin verir.

C % *V* cc'ye ulaştığında, bu eşik karşılaştırıcısının çıkışını düşükten yükseğe değiştirmesine neden olur ve bu da flip-flop'u sıfırlar. Q yüksek döner, transistörü açar ve boşalır C. Devre kararlı durumuna geri döndü. Monostable konfigürasyonu için çıkış darbe uzunluğu:

T = L.IR C}

Zamanlamanın V cc'nin mutlak değerinden bağımsız olduğuna dikkat edin - çıkış darbe genişliği, 15 V'luk bir kaynakta olduğu gibi 5 V'luk bir kaynakla aynıdır. Bunun nedeni, 555 tasarımının mutlak voltaj seviyelerine değil oranlara dayanmasıdır.

ASTABLE MULTIVIBRATOR

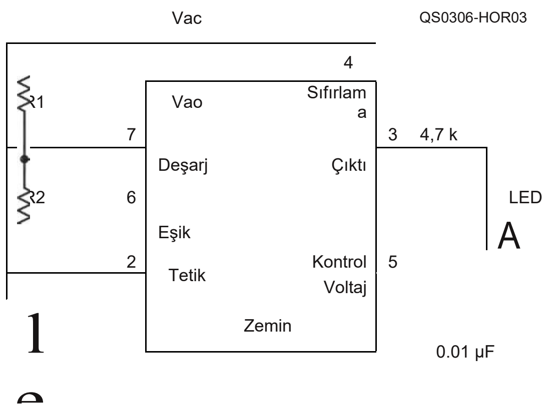
Monostable devrenin tamamlayıcısı **Şekil 4.87'deki astable devredir.** 2, 6 ve 7 numaralı pinler farklı şekilde yapılandırılmıştır ve zamanlama direnci artık Rl ve R2 olmak üzere iki dirence ayrılmıştır.

Monostable devre ile aynı durumdan başlayın, C tamamen boşaltılır. Monostable devre, zamanlama döngüsünü başlatmak için bir tetikleyici darbe gerektirir. Şaşkın devrede, tetik girişi doğrudan kondansatöre bağlanır, bu nedenle kondansatör boşalırsa, tetik karşılaştırıcı çıkışı yüksek olmalıdır. Q düşüktür, C'nin hemen şarj etmeye başlamasını sağlayan deşarj transistörünü kapatır.

C, V cc'ye doğru şarj olur, ancak şimdi Rl ve R2 kombinasyonu ile. Kapasitör voltajı 2/3 V cc'yi geçtiğinde, eşik karşılaştırıcı çıkışı düşükten yükseğe değişir ve Q'yu yükseğe sıfırlar. Bu, deşarj transistörünü açar ve kapasitör R2 üzerinden boşalmaya başlar. Kapasitör ½ V cc'nin altında boşaldığında, tetikleyici karşılaştırıcı yüksekten düşüğe değişir ve döngü otomatik olarak tekrar başlar. Bu, tekrar tekrar meydana gelir ve çıkışta bir darbe trenine neden olurken, C, şekilde görüldüğü gibi % ve 4 V cc arasında şarj ve deşarj olur.

Tam bir döngü için gereken toplam süre, şarj süresi, T, artı deşarj süresi, Ta:

T = T. + T = 0.693 (R} + R3) C + 0.693
RC = 0.693 (R, + 2R,) C



Şekil 4.87 - Astable zamanlayıcı. Eğer kapasitör deşarj işlemi bir sonraki şarj döngüsünü başlatırsa, zamanlayıcı sürekli olarak bir darbe treni verecektir.

Ve çıkış frekansı:

r-1. 14
T (R + 2R,) C

555'i radyolarda veya çevresinde bir uygulamada kullanırken, İC güç kaynağından veya zamanlama kontrol girişlerinden gelen RF sinyallerini engellemek önemlidir. Bu girişlerde, özellikle de Kontrol Voltajı girişinde bulunan istenmeyen herhangi bir sinyal, zamanlayıcının çalışmasını bozacak ve yanlış çalışmasına neden olacaktır. Her zamanki uygulama, gürültü veya RF gibi ac sinyallerini toprağa atlamak için 0.01 µF baypas kondansatörü (hem Şekil 4.86 hem de 4.87'de pin 5'te gösterilmiştir) kullanmaktır. V cc'deki ani değişiklikler de zamanlamada nlar V cc toprağa bağlayarak önlenebilir.

4.8.4 Analog Anahtarlar ve Çoklayıcılar

Maxim MAX3 I 2 serisi gibi analog anahtar dizileri, mekanik anahtarlar olmadan düşük frekanslı RF sinyalleri aracılığıyla sesin yönlendirilmesine izin verir. Birkaç çeşit anahtar dizisi vardır. Bağımsız anahtarların izole giriş ve çıkışları vardır ve bağımsız olarak açılıp kapatılır. Hem SPST hem de SPDT konfigürasyonları mevcuttur. Çoklu kutup konfigürasyonlarını uygulamak için ortak kontrol sinyalleri ile birden fazla anahtar bağlanabilir.

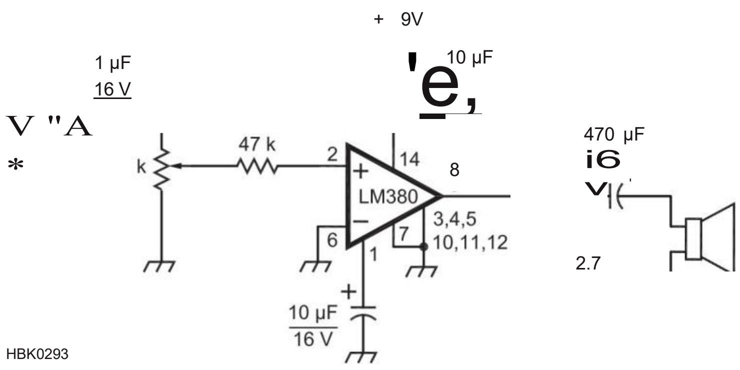
Mikrodalga frekansları aracılığıyla RF'de analog anahtarların kullanılması, bu frekanslar için özel olarak tasarlanmış cihazlar gerektirir. Analog Devices ADG901, 2.5 GHz'e kadar kullanılabilen bir anahtardır. İt, kapatıldığında sinyali emer ve sonlandırıcı bir yük olarak hareket eder. Bunun yerine ADG902, kapalı olduğunda sinyali açık devre olarak yansıtır. Giriş ve çıkış arasında çok yüksek izolasyon gerektiğinde "teeswitches'adı verilen üç anahtardan oluşan diziler kullanılır.

Çoklayıcılar veya "muxlar", dört ila on altı giriş sinyalinden birini tek bir çıkışa bağlayan bir çok konumlu anahtar olarak işlev görecek şekilde yapılandırılmış SPST anahtarlarının dizileridir. Demultiplexers ("demuxes") tek bir girişe ve birden fazla çıkışa sahiptir. Çoklayıcı İC'ler tek N-to-1 anahtarlar (MAX4617 8-l mux) veya gruplar ofN-to-1 anahtarlar (MAX4618 çift 4-to- l mux) olarak mevcuttur.

Çapraz nokta anahtar dizileri, dört ila on altı sinyal girişinden herhangi birinin dört ila on altı çıkış sinyal hattından herhangi birine bağlanabileceği şekilde düzenlenmiştir. Analog Devices AD8 l 08, sekiz girişi ve sekiz çıkışı olan 8 x 8 çapraz anahtardır. Bu diziler, birden fazla sinyal alıcısı arasında birden fazla sinyal kaynağını değiştirmek gerektiğinde kullanılır. En çok telekomünikasyonda kullanılır .

Tüm analog anahtarlar anahtarlama elemanı olarak FET teknolojisini kullanır. AC sinyallerini değiştirmek için, çoğu analog anahtar hem pozitif hem de negatif voltajlı güç kaynakları gerektirir. Bir alternatif, tek bir güç kaynağı voltajı ve zemini kullanmaktır, ancak tüm giriş ve çıkışları güç kaynağı voltajının yarısında önyargılıdır. Bu, hem giriş hem de çıkış olmak üzere tüm sinyal yollarındaki kapasitörlerin bloke edilmesini gerektirir ve cihaz çıkışlarında yükleme dirençleri gerekebilir. Bloke edici kapasitörler ayrıca düşük frekanslı roll-off'u da tanıtabilir .

Anahtarlama elemanının empedansı birkaç ohm'dan 100 ohm'a kadar değişir. Anahtarların işleyebileceği güç ve akım sınırlarını belirlemek için anahtar veri sayfasını kontrol edin. Anahtar dizileri, dizinin fiziksel boyutu nedeniyle, sinyal yolları arasında önemli bir bağlantı veya karışıklık olabilir. Yüksek frekanslı sinyaller için analog anahtarlar kullanırken dikkatli olun, çünkü bağlantı genellikle frekans ile artar ve gerekli izolasyonu tehlikeye atabilir.



Şekil 4.88 - Hoparlör sürücüsü. Ses çıkış sürücülerinin LM380-series, kulaklıklar ve küçük hoparlörler gibi düşük güçlü ses çıkışları için çok uygundur. İC ses çıkış sürücülerini kullanırken, düzen ve güç kaynağı yönergeleri için üreticinin veri sayfasına bakın.

Alıcılarda ve diğer RF sinyal işleme ekipmanlarında yüksek seçicilik.

4.8.5 Ses Çıkışı Amplifikatörleri

Op amfileri kulaklıklar için düşük güçlü ses çıkış sürücüleri olarak kullanmak mümkün olsa da, genellikle hoparlörler ve kulaklıklar gibi çoğu ses dönüştürücüsü için çok yüksek çıkış empedanslarına sahiptirler. Ses sürücüsü İC'lerin LM380 serisi radyo devrelerinde uzun yıllardır kullanılmaktadır ve bir hoparlör sürücüsü için basit bir şematik **Şekil 4.88'de gösterilmiştir .**

Kişisel müzik çalarların popülaritesi, National Semiconductor LM4800- ve LM4900-series gibi birçok yeni ve ucuz ses sürücüsü İC'nin oluşturulmasına neden oldu. Pille çalışan cihazlar için 1,5 V'a kadar düşük voltajlardan ve araçlarda kullanım için 18 V'a kadar çalışan sürücüler artık mevcut.

İletişim sesi için bir ses sürücüsü İC seçerken, değerlendirilmesi gereken en önemli parametreler güç gereksinimleri ve güç çıkışı yetenekleridir. Aşırı yüklenmiş veya güçsüz bir sürücü Bozulmaya neden olur. Müzik çalarlar için tasarlanan Sürücü İC'leri, iletişim için gereken 3000 Hz'den fazla frekans tepkisine sahiptir. Bu, devrenin frekans tepkisini azaltmak için adımlar atılmadıkça can sıkıcı ve yorucu tıslamaya yol açabilir.

Ses gücü amplifikatörleri ayrıca güç kaynağından dikkatlice ayrılmalıdır ve üretici, salınımı veya geri bildirimi önlemek için belirli devre düzenleri önerebilir. Bu bilgi için cihazın veri sayfasını kontrol edin.

4.8.6 Sıcaklık sensörleri

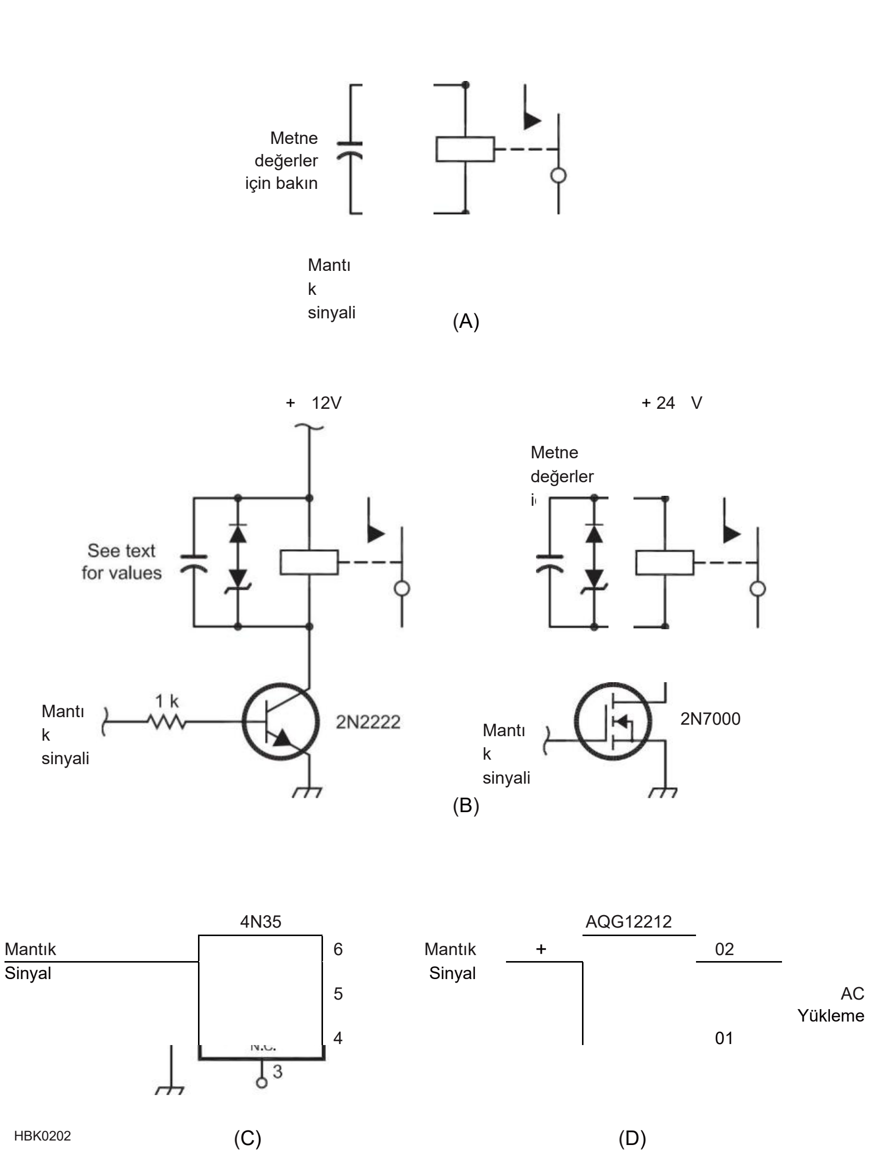
Aktif sıcaklık sensörleri, Fahrenheit (LM34) veya Santigrat (LM35) derecelerinde mutlak sıcaklığa karşılık gelen voltajlar oluşturmak için yarı iletken cihazların sıcaklığa bağlı özelliklerini kullanır. Bu sensörler (burada verilen iki örnekten daha fazlası mevcuttur), sıcaklık değişikliklerine hızlı bir şekilde yanıt veren hem kurşunlu hem de yüzeye monte edilmiş küçük plastik ambalajlarda mevcuttur. Çok - düşük akım ve toprakta sadece bir voltaj kaynağı gerektiren %1 ve daha iyi doğrulukla kullanılabilirler. Tam uygulama bilgileri üretici veri sayfalarında mevcuttur. Bir tür pasif sıcaklık sensörü olan termistörler, bu bölümün Termal Yönetim bölümünde tartışılmaktadır. Sıcaklık sensörleri **radyoda** çoğunlukla soğutma ve sıcaklık kontrol devrelerinde kullanılır.

4.9 Analog-Dijital İnterfacing

Çoğu zaman, mantık devreleri ya mantıksal olmayan kaynaklardan sürülmeli ya da sürülmelidir. Çok yaygın bir gereksinim, yüksek (+ 5 V ile karşılaştırıldığında) bir voltajın varlığını veya yokluğunu algılamak veya belki de 120 V ac cihazını açmak veya kapatmak veya motoru bir anten rotatöründe hareket ettirmektir. Benzer bir sorun, kulübedeki iki farklı birimin arabirim haline getirilmesi gerektiğinde ortaya çıkar, çünkü indüklenen ac voltajları veya toprak döngüleri istenen sinyallerde sorunlara neden olabilir .

Bu tür devreleri arayüzlemenin yavaş ama güvenli bir yolu bir röle kullanmaktır. Bu, - mantık devreleri ve yük arasında mutlak izolasyon sağlar**.** **Şekil 4.89A** doğru yolu gösterir Bu bağlantıyı sağlamak için. Röle bobini, sürüş mantığı devresinden mevcut akımdan daha az çekmek için seçilir.

Bobin (veya herhangi bir endüktif yük) boyunca akım aniden anahtarlama transistörü tarafından kesildiğinde, anahtarlama cihazında geri EMF adı verilen bir voltaj geçici üretilir. Geçici, güç kaynağı voltajının düzinelerce katına kolayca ulaşabilir, bir anahtarlama transistörüne zarar verebilir veya yok edebilir. Voltajı kelepçelemek ve depolanan enerjiyi güç kaynağına geri döndürmek için, bir geri tepme *veya* flyback *diyot kullanılır*. Diyot, anahtarlama transistöründeki voltajı güç kaynağına sınırlar Voltaj artı diyotun ileri voltaj düşüşü.



Şekil 4.89 - Gerçek dünya yüklerini süren mantık için İnterface devreleri. (A) bir mantık çıkışından bir röleyi sürmek; (B) mevcut kapasiteyi artırmak için bir bipolar transistör veya MOSFET kullanmak; (C) elektriksel izolasyon için bir optoizolatör kullanmak; (D) ac yüklerini anahtarlamak için bir katı hal rölesi kullanarak.

Çalışma voltajının en az iki katı PIV derecesine sahip bir diyot kullanın (5, 12 veya 24 Vin Şekil 4.89). Diyotun tepe akım derecesi, bobinin sabit durum akımının birkaç katı olmalıdır. Hemen hemen tüm katı hal devrelerinde, ucuz bir 1N4001 (100 V, 1 A) diyot yeterli olacaktır.

Bir geri tepme diyodunun kullanılması, rölenin tum-off süresini artırabilir. Eğer tum-off süresi tasarımın önemli bir parçası ise, geri tepme diyotu ile seri bir Zener diyotu kullanılabilir. Zener voltajı, besleme voltajının yaklaşık iki katı olmalıdır (bir 1N5252 bir 24V Zener'dir). Bu hala bazı tum-off gecikme neden olacaktır. Zener voltajı ve kritik devreler için tum-off süresi arasındaki en iyi takası bulmak için deney gerekli olabilir.

Tranzorlar ve MOV'lar da kullanılabilir. MOV s, uzun kullanımdan sonra sıkma voltajlarını değiştirebilir. Röle sürücü korumasının kapsamlı bir tartışması - STMicrolectronics Uygulama Not AN-319, "Röle Sürücü Koruması" çeşitli kaynaklardan çevrimiçi olarak mevcuttur.

Anten anahtarları, rotatör kontrol kabloları veya ayar devreleri gibi güçlü RF'nin mevcut olabileceği devrelere rölenin bağlandığı uygulamalar için, diyot (lar) ın veya sıkma cihazlarının karıştırma ürünleri veya harmonikler üretmesini önlemek için bobine paralel olarak 0.01 ila 0.001 µF seramik kondansatör (50 V veya daha fazla) ekleyin .

Yük gereksinimlerini karşılayan *ve* doğrudan mantık çıkışından sürülebilen bir bobine sahip bir röle bulmak genellikle mümkün değildir. Figure4.89B, mantık kapıları ile daha yüksek güç rölelerinin kullanılmasına izin vermek için transistörlerin kullanılmasının iki yöntemini göstermektedir.

Optoizolatörler ve katı hal röleleri gibi elektro-optik bağlayıcılar da bu devre arabirimi için kullanılabilir. Şekil 4.89C, elektriksel olarak izole edilmesi gereken iki set logik devreyi arayüzlemek için bir optoizolatör kullanır ve Şekil 4.89D, bir ac hattı kaynağını yüksek akım yüküne kontrol etmek için bir katı hal rölesi kullanır. Bu örneğin, giriş tarafında iç akım sınırlaması olan bir katı hal rölesi kullandığını unutmayın; LED girişi yaklaşık 300 © 2 empedansa sahiptir. Bazı cihazlar LED akımını ayarlamak için bir seri direnç gerektirebilir; Rölenin veya işlemcinin *VO* pininin cihaz sınırlarını aşmamak için daima cihaz veri sayfasına bakın .

Giriş olarak mantık seviyelerinden daha yüksek voltajlara sahip sinyalleri güvenli bir şekilde kullanmak için, Şekil 4.29'da gösterilene benzer aynı basit direnç ve Zener diyot devresi, giriş voltajını kabul edilebilir bir seviyeye sıkıştırmak için kullanılabilir. Giriş sinyalini kabul edilemez şekilde yüklemeyecek bir direnç değeri seçmek için özen gösterilmelidir.

4.10 Analog Cihaz ve Devreler Sözlüğü

AC toprak - AC sinyallerine çok düşük bir empedans sunan bir devre bağlantı noktası.
Active - Çalışması için güç gerektiren bir cihaz.
Aktif bölge - Sinyali doğrusal olarak işleyebildiği bir analog cihazın karakteristik eğrisindeki bölge.
Amplifikasyon - Bir sinyalin genliğinin arttırıldığı işlem. Kazanç, sinyalin güçlendirildiği miktardır.
Analog sinyal - Herhangi bir genlik (voltaj veya akım) değerine sahip olabilen ve zamanın herhangi bir noktasında bulunan bir sinyal.
Anot - Elektronları kabul eden veya elektronların aktığı bir analog cihazın elemanı.
Zayıflama - Bir sinyalin genliğini azaltma işlemi.
Çığ dağılımı - Cihazın akım akışını kontrol etme veya engelleme yeteneğinin ötesinde uygulanan bir voltaja yanıt olarak yarı iletken bir cihazdan akım akışı.
Temel - Kontrol akımının aktığı bir bipolar transistörün terminali.
Beta *(P)* - Bir bipolar transistörün de akım kazancı, ayrıca hpg:
Biasing - Analog bir cihazın girişindeki bir sinyale bir de voltaj veya akım eklenmesi, cihazın çalışma noktasının karakteristik eğri üzerindeki konumunun değiştirilmesi veya kontrol edilmesi.
Bipolar transistör - Karşıt tipteki iki katman arasında katkılı yarı iletken bir tabakanın sandviç edilmesiyle yapılan bir analog cihaz: PNP veya NPN.
Kara kutu - Sadece dış davranışı açısından analiz edilen devre veya ekipman.
Bode grafiği - dB'de genlik yanıtını ve logaritmik ölçekte frekans karşısında derece cinsinden faz yanıtını gösteren grafikler.
Tampon - Bir analog aşamanın bir başkası tarafından yüklenmesini önleyen bir analog aşama.
Taşıyıcı - (1) Yarı iletken malzemede serbest elektronlar ve delikler. (2) Modüle edilmiş bir sinyalin modüle edilmemiş bir bileşeni.
Cascade - Sinyal üzerindeki etkilerini birleştirmek için bir analog aşamayı birbiri ardına yerleştirmek.
Katot - Elektron yayan veya elektronların yayıldığı veya itildiği analog bir cihazın elemanı.
Karakteristik eğri - Genellikle bir girdiye göre bir çıktının iki veya üç analogdevice parametresinin göreceli tepkilerinin bir grafiği. (İ-V veya *V-İ eğrisi olarak da adlandırılır.)*
Sınıf (amplifikatör) - Analog amplifikatörler için (Sınıf A, B, AB, C), amplifikatör cihazının bulunduğu giriş sinyal döngüsünün fraksiyonunun bir kategorizasyonu
aktif. Dijital veya anahtarlama amplifikatörleri için (Sınıf D ve üstü), sinyalin yükseltildiği yöntemin bir kategorizasyonu.
Kırpma - Amplifikasyonda, sinyalin genliğinin artık arttırılamadığı, genellikle dalga formunun bozulmasına neden olan bir doğrusal olmayan. (Sıkma veya *sınırlama olarak da adlandırılır.)*
Kapalı döngü kazancı - Bağlı bir harici geri besleme devresi ile amplifikatör kazancı.
Toplayıcı - Elektronların çıkarıldığı bipolar transistörün terminali.
Ortak - Bir devrenin veya ağın birden fazla portu tarafından paylaşılan bir terminal.
Ortak mod - Bir sinyal portunun tüm terminallerinde eşit olarak görünen sinyaller.
Karşılaştırıcı - Bir devre, genellikle çıkışı iki giriş sinyalinin göreceli genliğini gösteren bir amplifikatör.
Tazminat - Yanlışlıkla çıkıştan analog bir sistemin girişine geri beslenen sinyallerin etkilerini önleme işlemi. Dengeleme stabiliteyi arttırır ve salınımı önler.
Sıkıştırma - Sinyalin ortalama gücünü artırmak veya aşırı sinyal seviyelerini önlemek için bir sinyalin dinamik aralığını azaltmak.
Dönüşüm verimliliği - Bir fotoelektrik cihaz tarafından elektrik enerjisine dönüştürülen ışık enerjisi miktarı, yüzde olarak ifade edilir.
Kuplaj (ac veya de) - İki devre arasındaki bağlantı türü. DC bağlantı, de akımın bağlantı boyunca akmasını sağlar. AC kuplaj, ac akımının akmasına izin verirken de akımı engeller.
Kesme frekansı - Bir devrenin genlik yanıtının orta bant değerinin yarısına düşürüldüğü frekans (yarı güç *veya* köşe *frekansı olarak da adlandırılır*).
Kesme (bölge) - Cihaz boyunca akım bulunmayan bir analog cihazın karakteristik eğrisindeki bölge. OFF bölgesi olarak da adlandırılır.
Dejenerasyon (yayıcı veya kaynak) - Bir - devrenin önyargısını ve çalışma noktasını stabilize etmek için bir yayıcı veya kaynak direnci boyunca voltaj düşüşünden negatif geri besleme.
Tükenme modu - Sıfır kapı-tosource voltajı ile akım ileten ve iletkenliği ters önyargı uygulandığında aşamalı olarak azaltılan bir kanala sahip bir FET.
Tükenme bölgesi - Bir dar bölge Çoğunluk taşıyıcılarının çıkarıldığı PN kavşağı. (Spacecharge veya *geçiş* bölgesi olarak da adlandırılır.)
Diyot - Bir katot ve sadece bir yönde akım ileten bir anot ile iki elementli bir yarı iletken.
Drenaj - Elektronların çıkarıldığı bir alan etkili transistör kanalının bir ucundaki bağlantı.
Dinamik aralık - Bir devrenin düzgün çalıştığı sinyal seviyelerinin aralığı. Genellikle sinyallerin doğrusal olarak işlendiği aralığı ifade eder.
Emitör - Elektronların enjekte edildiği bipolar transistörün terminali.
Geliştirme modu - Sıfır kapıdan kaynağa voltaj ile iletmeyen ve iletkenliği ileri önyargı uygulandıkça giderek artan bir kanala sahip bir FET.
Feedback - Çıkış sinyalinin bir bölümünü bir devrenin girişine geri yönlendirme. Pozitif geri besleme, giriş sinyalinin güçlendirilmesine neden olur. Negatif geri besleme, giriş sinyalinin kısmen iptal edilmesine neden olur.
Alan etkili transistör (FET) - Genişliği bir elektrik alanı tarafından değiştirilebilen yarı iletken bir kanala sahip bir analog cihaz. (Tek *kutuplu transistör olarak da adlandırılır.)*
İleri önyargı - Akım akışına neden olacak yönde bir PN kavşağı boyunca uygulanan voltaj.
İleri voltaj - İleri akımın bir PN kavşağından akmasına neden olmak için gereken voltaj.
Serbest elektron - Herhangi bir atoma bağlı olmayan bir yarı iletken kristal kafesindeki bir elektron.
Frekans yanıtı - Bir devrenin kazancının (veya diğer davranışının) frekansla tanımlanması.
Kazanç - Amplifikasyona bakın***. Kazanç bant genişliği ürünü - Bir*** cihazın doğrusal bir amplifikatör olarak hareket etme kabiliyetinin sınırlarını tanımlayan amplifikasyon ve frekans arasındaki ilişki. Birçok amplifikatör, kazanç kez bant genişliği yaklaşık sabittir .
Kapı - Bir alan etkili transistörün kontrol elektrodu.
Yüksek taraf Bir güç kaynağı ile yük arasında bağlantı kuran bir anahtar veya kontrol cihazı.
Delik - Bir yarı iletken kristal yapıdaki bir atomdan bir elektron çıkarıldığında ortaya çıkan pozitif yüklü bir taşıyıcı.
Histerezis - Bir karşılaştırma devresi, giriş ayar noktasını şu şekilde değiştirmek için pozitif geri besleme kullanma uygulaması

Giriş sinyalleri ayar noktasına yakın olduğunda çıkış değişikliklerini en aza indirmek için .
İntegrated circuit (İC) - Diyotlar, bipolar transistörler, alan etkili transistörler, dirençler ve kapasitörler gibi birçok bileşenin tüm bir devre yapmak için üretildiği yarı iletken bir cihaz.
İsolasyon - Bir devrenin bir kısmı ile diğeri veya ekipman parçaları arasındaki elektrik temasını ortadan kaldırmak veya azaltmak.
Junction FET (JFET) - Kapı elektrodu kanal ile bir PN bağlantısı oluşturan alan etkili bir transistör.
Doğrusallık - Analog sinyallerin genlikten bağımsız olarak işlenmesi ve birleştirilmesi.
Yük çizgisi - Belirli bir yük veya devre bileşeni değerleri için bir analog cihazın çalışma noktalarını gösteren karakteristik eğriler ailesi boyunca çizilen bir çizgi.
Yükleme - Bir devrenin çıkış davranışı olduğunda ortaya çıkan koşul Başka bir devrenin bu çıkışa bağlanmasından etkilenir.
Low-side - Bir yük ve toprak arasında bağlı bir anahtar veya kontrol cihazı.
Metal oksit yarı iletken (MOSFET) - Kapısı kanaldan bir oksit tabakası ile yalıtılmış bir alan etkili transistör. (Yalıtımlı *kapı FET* veya *İGFET olarak da adlandırılır)*
Multivibratör İki durum arasında salınan bir devre.
NMOS -N-kanal MOSFET.
N tipi safsızlık - Serbest elektron kaynağı olarak hareket etmek için yarı iletken malzemeye eklenen aşırı değerlik elektronuna sahip bir doping atomu.
Ağ - Herhangi bir devre türü için genel ad.
Gürültü - Herhangi bir istenmeyen sinyal, genellikle doğada rastgele .
Açık döngü kazancı - Geri besleme bağlantısı olmayan bir amplifikatörün kazancı.
Çalışma noktası - ***Bir*** cihazın belirli bir zamanda çalışmasını belirten bir dizi devre parametresinin değerleri.
Operasyonel amplifikatör (op amp) - Yüksek açık döngü kazancı, yüksek giriş empedansı ve düşük çıkış empedansı ile entegre bir devre amplifikatörü.
Optoisolator - Işık yayan bir diyottaki akımın, aralarında doğrudan bir elektrik bağlantısı olmadan bir fototransistörün çalışmasını kontrol ettiği bir cihaz.
Osilatör - Çıkışı sürekli ve tekrar tekrar, genellikle tek bir frekansta değişen bir devre.
P tipi safsızlık - Aşırı miktarda delik oluşturmak için yarı iletken malzemeye eklenen değerlik elektron sıkıntısı olan bir doping atomu.
Pasif - Çalışması için güç gerektirmeyen bir cihaz.
Tepe ters voltaj (PIV) - Akım gerçekleştirilmeden önce ters taraflı bir PN kavşağı tarafından tolere edilebilen en yüksek voltaj. ***(Ayrıca bakınız çığ dökümü.)***
Fotoiletkenlik Işığın yarı iletken malzemenin iletkenliğini etkilediği fenomen.
Fotoelektriklik **Işığın** akımın yarı iletken malzemede akmasına neden olduğu fenomen.
PMOS -P-kanal MOSFET.
PN bağlantısı - P tipi yarı iletken malzeme N tipi yarı iletken malzeme ile temas ettiğinde oluşan yapı.
Kutup - Bir devrenin transfer fonksiyonunun sonsuz hale geldiği frekans.
Port - Bir sinyalin bir devreye uygulandığı veya bir devreden çıktığı bir çift terminal.
Sessiz (Q-) noktası - Giriş sinyali uygulanmadan devre veya cihazın çalışma noktası. (Ayrıca *önyargı noktası denir.)*
Çimdikleme - Kanal iletkenliğinin sıfıra indirildiği bir FET'deki koşul.
Demiryolu - Bir devre için güç kaynağı voltajı .
Aralık - Analog-todigital dönüşüm ile işlenebilen analog değerlerin toplam aralığı.
Rekombinasyon - Serbest elektronların ve deliklerin bir PN kavşağı boyunca akım akışı üretmek için birleştirildiği süreç.
Kurtarma süresi - Taşıyıcıların bir PN bağlantı cihazının tükenme bölgesinden çıkarılması için gereken süre, akım akışını durdurur.
Rectify - ac'yi atımlı de'ye dönüştürün.
Çözünürlük - Analog ve dijital miktarlar arasındaki bir dönüşümde temsil edilebilecek bir analog değerdeki en küçük değişiklik. (Adım *boyutu olarak da adlandırılır.)*
Ters önyargı - Akım akışına neden olmayan yönde bir PN kavşağı boyunca uygulanan voltaj.
Ters bozulma - Bir PN kavşağındaki ters önyargının, tükenme bölgesinin akım akışını engelleme yeteneğini aştığı durum. (Ayrıca bakınız ***çığ dökümü.)***
Roll-off - Bir devrenin amplitüd yanıtında oktav veya on yıllık frekans başına değişiklik.
Güvenli çalışma alanı (SOA) - Bir cihazın hasar görmeden çalışabileceği karakteristik eğrisinin bölgesi.
Doygunluk (bölge) - Çıkış sinyalinin artık yapamayacağı bir analog cihazın karakteristik eğrisindeki bölge Giriş sinyali ile artırılır. ***Bkz. Kırpma.***
Schottky bariyeri - Bir PN kavşağına benzer şekilde bir tükenme bölgesinin oluştuğu metal-yarı iletken bir kavşak.
Yarı iletken - (1) Bir yalıtkan ve bir metal arasında toplu iletkenliğe sahip silikon gibi bir eleman. (2) Kimyasal olarak modifiye edilmiş yarı iletken malzemelerin bir yapısı tarafından işlevi oluşturulan bir elektronik cihaz.
Sinyal-gürültü oranı (SNR) - İstenilen sinyalin gücünün, genellikle dB olarak ifade edilen istenmeyen sinyalin (gürültü) gücüne oranı.
Slew oranı - Bir cihazın çıkışının genliğini değiştirebileceği maksimum oran.
Küçük sinyal - Hangi koşullar altında Giriş sinyali nedeniyle devre parametrelerindeki değişiklikler, Sessiz çalışma noktası ve cihaz aktif bölgesinde çalışıyor.
Kaynak - Elektronların enjekte edildiği bir alan etkili transistörün kanalının bir ucundaki bağlantı.
Aşama - Bir dizi sıralı sinyal işleme devresi veya cihazından biri.
Substrat - Yarı iletken bir cihazın yapısının inşa edildiği malzemenin taban tabakası.
Süperpozisyon - **İki** veya daha fazla sinyalin doğrusal olarak birbirine eklendiği süreç.
Toplam harmonik bozulma (THD) - Bir - sinyal işleme fonksiyonu tarafından ne kadar gürültü ve bozulmanın ortaya çıktığının bir ölçüsü.
Termal kaçak - Artan cihaz sıcaklığının pozitif bir geri besleme döngüsünde cihaz akımını arttırdığı durum.
İletkenlik - Çıkış akımının giriş voltajına oranı, Siemens (S) birimleri ile.
Transfer özellikleri - Bir devrenin veya ağın sinyal arayüzlerinde ve aralarında nasıl davrandığını açıklayan bir dizi parametre.
Transfer fonksiyonu - Bir devrenin bir giriş sinyalini nasıl değiştirdiğinin matematiksel bir ifadesi.
Unipolar transistör - ***bakınız Alan etkili transistör (FET).***
Sanal zemin - Aslında zemine bağlı olmadan devre tarafından zemin potansiyelinde tutulan bir devredeki nokta.
Zener diyot - Voltaj referansı veya regülatörü olarak kullanılan kontrollü bir ters kırılma voltajına sahip ağır katkılı bir PN-bağlantı diyotu.
Sıfır - Bir devrenin transfer fonksiyonunun sıfır olduğu frekans.

4.11 Isı yönetimi

Kesinlikle elektriksel bir temel olmasa da, elektronik devreler tarafından üretilen ısıyı yönetmek, hemen hemen tüm radio ekipmanlarında önemlidir. Böylece, konu bu bölümde yer almaktadır. Bu bölümde ele alınan cihazlar ve devreler hakkında bilgi diğer bölümlerde bulunabilir.

Herhangi bir gerçek enerjili devre elektrik enerjisi tüketir, çünkü böyle bir devre - elektriği diğer enerji biçimlerine dönüştüren bileşenler içerir. Bu dağıtılmış güç birçok biçimde görünür. Örneğin, bir hoparlör - elektrik enerjisini sese, hava moleküllerinin hareketine dönüştürür. Bir anten (veya bir ampul) elektriği elektromanyetik radyasyona dönüştürür. Bir bataryayı şarj etmek, elektrik enerjisini kimyasal enerjiye dönüştürür (daha sonra deşarj olduğunda tekrar elektrik enerjisine dönüştürülür). Ancak en yaygın dönüşüm, elektriğin bir tür direnç yoluyla - ısıya dönüştürülmesidir.

Bazen ısıda kaybedilen güç yararlı bir amaca hizmet eder - tost makineleri ve saç kurutma makineleri akla gelir. Ancak çoğu zaman, bu ısı mümkün olan her yerde en aza indirilecek veya en azından dikkate alınacak bir güç kaybını temsil eder. Tüm gerçek devreler direnç içerdiğinden, birincil amacı elektriği *başka bir* enerji biçimine dönüştürmek olan devreler (hoparlör gibi) bile giriş güçlerinin bir kısmını ısıya dönüştürür. Çoğu zaman, bu tür kayıplar ihmal edilebilir, ancak bazen değildir.

İstenmeyen ısı üretimi önemli hale gelirse, ilgili bileşenler ısınır. Sıcaklık artışı devre çalışmasını etkilediğinde sorunlar ortaya çıkar

- bileşenin patlama, erime veya diğer felaket olaylarıyla başarısız olmasına veya daha ince bir şekilde,
- sıcaklık katsayısı (TC) gibi bileşenin özelliklerinde hafif bir değişikliğe neden olur.

İlk durumda, muhafazakar bir şekilde tasarlayabilir, bileşenlerin, dağılmalarını beklediğimiz maksimum gücün iki, üç veya daha fazlasını güvenli bir şekilde işleyecek şekilde derecelendirilmesini sağlayabiliriz. İkinci durumda, düşük TC'li bileşenleri belirtebiliriz veya herhangi bir bileşenin etkisini en aza indirmek için devreyi tasarlayabiliriz. Bazen sıcaklık etkilerinden bile yararlanırız (örneğin, sıcaklık sensörü olarak bir direnç, kapasitör veya diyot kullanarak). İki ana termal etki kategorisine daha yakından bakalım.

Şaşırtıcı olmayan bir şekilde, ısı dağılımı (daha doğrusu, üretilen ısının verimli bir şekilde uzaklaştırılması) orta ila yüksek güç devrelerinde önemli hale gelir: güç kaynakları, iletim devreleri vb. Bunlar yüksek sıcaklıkların olduğu tek örnek olmasa da Ve ilgili başarısızlıklar endişe vericidir, - burada tartışacağımız teknikler tüm devrelere uygulanabilir.

4.11.1 Termal direnç

İsı enerjisinin transferi ve dolayısıyla sıcaklıktaki değişim, bir malzeme bloğunun iki ucu arasında aşağıdaki ısı akışı denklemi tarafından yönetilir ve **Şekil 4.90'da gösterilmiştir):**

P_5AT_AT LO

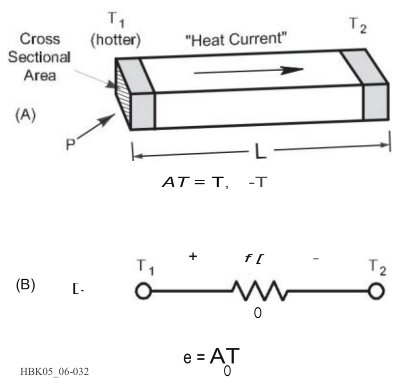
nerede

İki nokta arasında yürütülen P = güç (ısı şeklinde)

k = W/(m C) cinsinden ölçülen termal iletkenlik, iki nokta arasındaki malzemenin, çelik, silikon, bakır, PC kartı malzemesi vb.

L = bloğun uzunluğu

A = bloğun alanı ve



Şekil 4.90 - İsı akışı denklemi için fiziksel ve "devre" modelleri.

Tablo 4.3

Çeşitli Malzemelerin Termal İletkenlikleri

0 ° C'de gazlar, diğerleri 25 ° C'de; *Fizikten*, Halliday ve Resnick, 3rd Ed .

Malzeme	*W/m ° C birimlerinde k*
Alüminyum	200
Pirinç	110
Bakır	390
Kurşun	35
Gümüş	410
Çelik	46
Silikon	150
Hava	0.024
Cam	0.8

AT = iki nokta arasındaki sıcaklık farkı .

Oda sıcaklığında çeşitli ortak malzemelerin termal iletkenlikleri **Tablo 4.3'te verilmiştir.**

Isı akışı denklemi, akım akışını potansiyeldeki bir farkın dirence oranına ilişkin Ohm Yasasının değişimi ile aynı forma sahiptir; İ = E/R Bu durumda, akan şey ısıdır (P), potansiyel farkı bir sıcaklık farkıdır (AT) ve ısı akışına direnen şey *termal dirençtir;*

o-!
kA

° C/W birimleriyle. (Direnç birimleri V/A'ya eşdeğerdir) Analoji o kadar uygundur ki, aynı prensipler ve yöntemler ısı akışı problemlerine devre problemleri olarak uygulanır. Aşağıdaki yazışmalar geçerlidir:

- Termal iletkenlik W/(m ° C) "> Elektrik iletkenliği (S/m).
- Termal direnç (° C/W) "- > Elektrik direnci (ve 2).
- Termal akım (ısı akışı) (W) "> Elektrik akımı (A).
- Termal potansiyel (T) "- > Elektrik - potansiyeli (V).
- İsı kaynağı "- > Güç kaynağı .

Örneğin, ortam sıcaklığı 25 ° C (77 ° F) ise, 25 W (giriş gücü) havya ile ısıtılan ve diğer ucu büyük bir metal mengeneye (sonsuz bir ısı emici olduğu varsayılır) sıkıştırılan 2 inç (0.05 m) uzunluğundaki # 12 bakır tel parçasının sıcaklığını hesaplayın.

İlk olarak, bakır telin ısıl direncini hesaplayın (çap # İ2 tel is2.052 mm, kesit alanı 3.31 x 10 ° m ?)

0 _ + - (0.05 m)

kA (390 W/(m ° C)) x (3.31x10 ° m *)

= 38.7 ° C/W

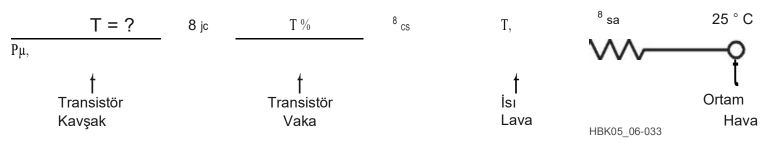
Daha sonra, yukarıdaki ısı akışı denkleminin yeniden düzenlenmesi (aslında tele aktarılan ısı enerjisinin lOW civarında olduğunu varsaydıktan sonra)

AT = **P** 0 = (10 W) x (38.7 ° C/W) = 387 ° C

Bu nedenle, sıcak uçtaki tel sıcaklığı 25 C + AT = 412 ° C'dir (veya 774 ° F). Bu biraz yüksek geliyorsa, bunun demiri uzun süre tele tuttuğunuz sabit durum durumu için olduğunu unutmayın.

Bu örnekten, ılımlı güç seviyelerinin uygulanmasıyla bile işlerin çok ısınabileceğini görebilirsiniz. Bu nedenle, devreler

Değiştirmek için yeterli ısı üreten, mutlaka zarar vermek zorunda olmayan bileşenler, aktif veya pasif bir soğutma yöntemi kullanmalıdır. Pasif yöntemler, ısı emicileri veya iyi havalandırma için dikkatli bileşen düzenini içerir. Aktif yöntemler arasında zorla hava (fanlar) veya bir çeşit sıvı soğutma (bazı yüksek güçlü vericilerde) bulunur.



Şekil 4.91 - Bir **güç transistöründe ve ilgili ısı emicisinde dirençli ısı iletimi modeli. Hesaplamalar için metne bakın.**

4.11.2 Isı Emici Seçimi ve Kullanımı

Bir ısı emicinin amacı, ısıyı dağıtmak için geniş bir yüzey alanına sahip yüksek güçlü bir bileşen sağlamaktır. Yukarıdaki modelleri kullanmak için, daha soğuk bir sıcaklığa düşük bir ısıya dayanıklılık yolu sağlar, böylece sıcak bileşenin kendisinden uzakta büyük bir "termal akım" yürütmesine izin verir.

Güç kaynakları muhtemelen amatörlerin - karşılaşabileceği en yaygın yüksek güç devrelerinden birini temsil eder. Herkes, uygun şekilde havalandırılmadığı takdirde güç kaynaklarının ısındığını veya hatta ısındığını fark etmiştir. Uygun şekilde soğutulmuş bir güç kaynağı için termal tasarımın gerçekleştirilmesi çok iyi tanımlanmış bir süreçtir ve ısı akışı kavramlarının iyi bir örneğidir .

Bu malzeme ilk olarak ARRL Teknik Danışmanı Dick Jansson, KDlK tarafından 28-V, 10-A bir güç kaynağının tasarımı sırasında hazırlanmıştır. **(Güç Kaynakları bölümünde** güç kaynağı tasarımı hakkında daha fazla bilgi vardır.) Tasarım prosedürünün bir taslağı, uygulanan mantığı gösterir :

1. Beklenen güç dağılımını belirler (P,).
2. Dağıtıcı elemanlar için gerekliliklerin belirlenmesi (maksimum bileşen sıcaklığı).
3. Isı emici gereksinimlerini tahmin edin.
4. Termal gereksinimleri karşılamak için elektronik cihazı (gerekirse) yeniden işleyin.
5. Isı eşanjörünü seçin (ısı emici veri sayfalarından).

İlk adım, tam yük altında filtrelenmiş, düzenlenmemiş besleme voltajını tahmin etmektir. Transformatör ikincil çıkışı 32 V ac (RMS) olduğundan ve tam dalga köprü doğrultucusunu beslediğinden, 10-A bir yükte filtrelenmiş de çıkış olarak 40 V tahmin edelim.

Bir sonraki adım, kritik bileşenlerimizi belirlemek ve onların powerdissipasyonlarını tahmin etmektir. Düzenlenmiş bir güç kaynağı olan geçiş transistörleri, ısıda kaybedilen neredeyse tüm güçten sorumludur. Tam yük altında ve güç aktarıcı yayıcı devresinde bazı küçük voltaj düşüşlerine izin vererek, seri geçiş transistörlerinin çıkışı, 10-A bir yük altında teslim edilen 28 V için yaklaşık 29 V'dur. 40 V'luk düzenlenmemiş bir giriş voltajı ile, geçiş transistörlerinde dağıtılan toplam enerji ısısı (40 V-29 V) x 10 A = 110 W'dir. Bu güç kaynağı için ısı alıcısı, bu miktarda dağılımı idare edebilmeli ve hala

Transistör bağlantılarını belirtilen güvenli çalışma sıcaklığı sınırlarının altında tutun. İt, istenen çıkış gücünün iki katı maksimum güç dağılımına sahip bir transistör seçmek için iyi bir kuraldır.

Şimdi, kullanılacak geçiş transistörlerinin derecelendirmelerini düşünün. Bu tedarik, geçiş transistörleri olarak 2N3055s gerektirir. Veri sayfası, bir 2N3055 15-A hizmet ve 115-W dağılımı için derecelendirildiğini gösterir. Ancak tasarım *dört* paralel kullanıyor. Niçin? Burada, veri sayfasının üst kısmındaki büyük, kalın türe, kavşaktan duruma termal direnç, 0µ ve izin verilen maksimum bağlantı sıcaklığı, T; gibi ince özelliklere bakmalıyız.

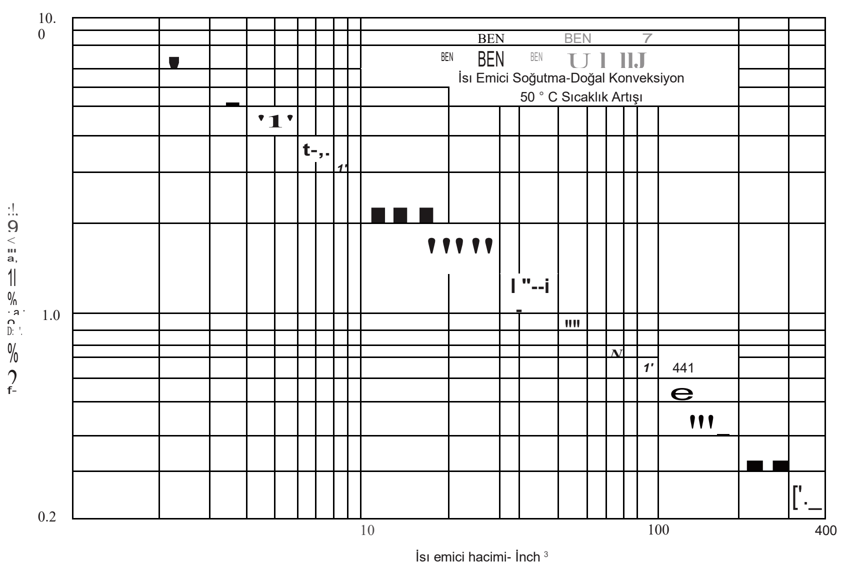
2N3055 veri sayfası 0jc = 1.52 ° C/W ve izin verilen maksimum durum (ve bağlantı) sıcaklığı 220 ° C'yi göstermektedir. Bir 2N3055, en azından kağıt üzerinde, elektrik gereksinimlerini zar zor halledebileceği görülüyor olsa da, hangi ortamda çalışacaktı?

Bunu cevaplamak için, bir uçtaki transistör bağlantısından başlayarak ve bir noktada ortam havasıyla biten tüm "termal devreyi" modellemeliyiz. Makul bir model **Şekil 4.91'de gösterilmiştir. Ortam** havası burada sonsuz olarak kabul edilir

Isı emici; Yani, sıcaklığının sabit bir 25 ° C (77 ° F) olduğu varsayılır. 0jc, transistör bağlantısından kasasına kadar olan termal dirençtir. 0, transistör kasası ve ısı emici arasındaki montaj arayüzünün direncidir. 0sa, ısı emici ile ortam havası arasındaki termal dirençtir. Bu "devre'ile, ısı üretimi (" termal akım kaynağı ") Pin-'deki transistörde gerçekleşir .

TO-3 gibi çoğu 2N3055 paket güç transistörünün uygun şekilde monte edilmesi, transistör kasası ile soğutucu arasında bir elektrik yalıtkanı olmasını gerektirir. Bununla birlikte, bu elektriksel yalıtkan aynı zamanda düşük bir termal direnç göstermelidir. Kaliteli bir montaj elde etmek için, ince poliimid veya mika formlu yıkayıcılar ve havayı interstisyel alandan çıkarmak için uygun bir termal bileşik kullanın. Bu işlev için "termal gresler" yaygın olarak mevcuttur. Herhangi bir silikon gres kullanılabilir, ancak bu amaç için özel olarak yapılmış doldurulmuş silikon yağlar daha iyidir.

Bu tür teknikleri kullanarak, 0cs için konservatif olarak yüksek bir değer 0.50 ° C/W'dir. Daha düşük değerler mümkündür, ancak bunları elde etmek için gereken teknikler pahalıdır ve genellikle ortalama amatör için mevcut değildir. İleri -



Şekil 4.92 - Doğal konveksiyon soğutma ve 50 ° C sıcaklık artışı için ısı emici hacmine karşı termal direnç. Grafik, Wakefield Thermal Solutions, İnc'nin mühendislik verilerine dayanmaktadır .

Dahası, O'nun bu değeri, zaten biraz daha egzotik bir geçiş transistörüne gitmeden düşürülemeyen Oμ'dan çok daha düşüktür.

Son olarak, O'nun bir tahminine ihtiyacımız var. " **Şekil 4.92,** ısı alıcı -hacminin doğal konveksiyonlu soğutma için termal direnç ile ilişkisini göstermektedir. Bu ilişki, uygun aralıklı yüzgeçlerin (0.35 inç veya daha büyük) kullanımını varsayar ve bir ısı emicinin boyutlandırılması için "kaba bir büyüklük sırası" değeri sağlar. İlk hesaplama için, bir ısı emici varsayalımKabaca 6 x 4 x 2 inç (48 kübik inç). Şekil 4.92'den, bu **yaklaşık 1** ° C/W'lik bir 0 "verir .

Şekil 4.91'e dönersek, şimdi tek bir 2N3055 yaklaşık sıcaklık artışını hesaplayabiliriz:

8T = P Otat

= 110 W x (1.52 ° C/W + 0.5 ° C/W + 1.0 ° C/W)

= 332 ° C

25 ° C ortam sıcaklığı göz önüne alındığında, bu bağlantı sıcaklığı T koyar; 25 + 332 = 357 ° C'deki 2N3055! Bu açıkça çok yüksek, bu yüzden hava ucundan geriye doğru çalışalım ve ısıyı işlemek için kaç transistöre ihtiyacımız olduğunu hesaplayalım .

İlk olarak, paralel olarak daha fazla 2N3055s koymak, **Şekil 4.93'te gösterilen termal modele sahip olacağımız anlamına gelir,** birkaç özdeş 0 ve O, paralel olarak, hepsi aynı 0 ", (bir ısı emicimiz var).

Projenin fiziksel boyutunu göz önünde bulundurarak, ticari olarak temin edilebilen ısı alıcıları aralığında yaklaşık 120 kübik inçlik (6 x 5 x 4 inç) bir ısı emiciyi rahatça sığdırabiliriz. Ayrıca, bu uygulama, transistör bağlantılarına yalnızca "tel erişiminin" gerekli olduğu bir soğutucu kullanabilir. Bu, daha verimli bir tasarımın seçilmesini sağlar. İn kontrast, RF tasarımları Transistör montaj yüzeyinin tamamen açığa çıkmasını gerektirir, böylece PC kartı - parazitliği en aza indirmek için transistörlere yakın monte edilebilir. Şekil 4.92'ye baktığımızda, 120 kübik inçlik bir ısı emicinin 0.55 ° C/W'lik bir O verdiğini görüyoruz. Bu, 110 W dağılırken ısı emicinin sıcaklığının 25 ° C + (110 w x 0.55 ° C/W) = 85.5 ° C olacağı anlamına gelir.

İndustrial deneyimi, silikon transistörlerin kavşaklar çok yüksek sıcaklıklarda çalıştırıldığında önemli bir başarısızlığa uğradığını göstermiştir. Çoğu ticari ve askeri şartname genellikle tasarım bağlantı noktası sıcaklıklarının 125 ° C'yi aşmasına izin vermez. Maksimum izin verilen T için güvenli bir rakama ulaşmak için; güç kaynağının amaçlanan kullanımını göz önünde bulundurmalıyız. İfwe, RTTY veya FM gibi %100 görev döngüsü ileten bir uygulamada kullanıyor, devre sürekli olarak 110 W dağıtıyor olacak. CW veya SSB gibi daha hafif bir iş döngüsü yükü için, "keydown" sıcaklığı ortalama 125 ° C'den az olduğu sürece biraz daha yüksek olabilir. Bu aralıklı servis tipinde, kullanılacak iyi bir muhafazakar rakam T'dir; = 150 ° C.

Bu senaryo göz önüne alındığında, her bir transistör boyunca sıcaklık artışı 150 - 85.5 = 64.5 ° C olabilir. Şimdi, Şekil 2.4.93'e atıfta bulunarak, her 2N3055 için toplam 0'ın 1.52 + 0.5 = 2.02 ° C/W olduğunu hatırlayarak, her 2N3055 güvenli bir şekilde dağıtabileceği maksimum gücü hesaplayabiliriz :

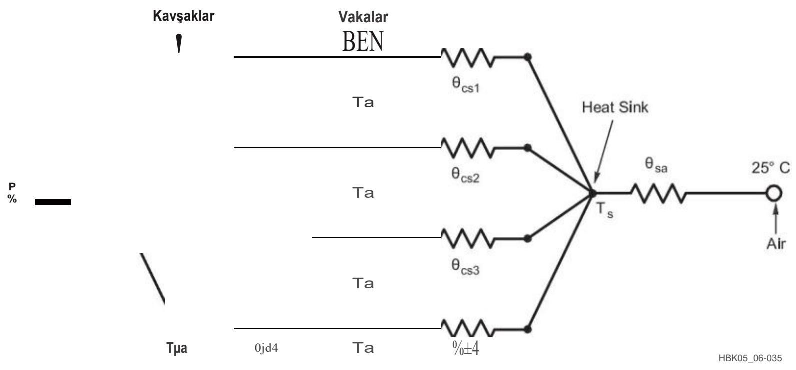
P = 8T = 64.5 ° C 31.9W
0 2.02 ° C/W

Bu nedenle, 110 W tam yük için, tasarımın termal gereksinimlerini karşılamak için dört 2N3055s ihtiyacımız var. Şimdi büyük soru geliyor: Kullanılacak "doğru" ısı emici nedir? Gereksinimlerini zaten belirledik: 110 W'yi dağıtabilmeli ve 0.55 ° C/W'lik bir O "olmalıdır (yukarıya bakınız).

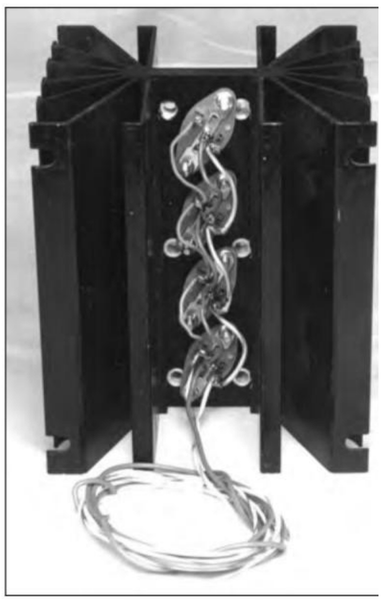
Birkaç üreticinin kataloglarıyla hızlı bir istişare Wakefield'ın Termal Çözümler, İnc. model nos. 441 ve 435 ısı emiciler bu uygulamanın ihtiyaçlarını karşılar. 6441 numaralı Thermalloy modeli de uygundur. Bu üreticilerin kataloglarında yayınlanan veriler, doğal konveksiyon - hizmetinde, 100 W dağılımı için beklenen sıcaklık artışının, bu uygulama için neredeyse mükemmel bir uyum olan 60 ° C'nin altında olacağını göstermektedir. Ayrıca, 441 numaralı ısı emici, **Şekil 4.94'te gösterildiği gibi dört T0-3-style 2N3055 transistörü kolayca monte edebilir.** Unutmayın: ısı alıcıları, konveksiyon - soğutmasını teşvik etmek için kanatçıklar ve transistormounting alanı dikey olarak monte edilmelidir .

Az önce açıklanan tasarım prosedürü, ısı birikiminin potansiyel bir sorun olduğu herhangi bir devre için geçerlidir. - Termalresistance modelini kullanarak, kolayca hesaplayabiliriz





Şekil 4.93 - Ortak bir ısı emici üzerine monte edilmiş çoklu güç transistörleri için termal model.



Şekil 4.94 - Dört 2N3055 transistörlü bir Wakefield 441 soğutucu monte edildi.

Harici bir soğutma aracının gerekli olup olmadığı ve eğer öyleyse, nasıl seçileceği. Isı emicilerinin yanı sıra, zorla hava soğutma (fanlar) başka bir yaygın yöntemdir. Ticari alıcı-vericiler, zorla hava soğutmalı ısı emiciler yaygındır.

4.11.3 Yarı iletken sıcaklık etkileri

Yarı iletken malzemedeki fazla delik ve elektron sayısı, bir yarı iletkenin sıcaklığı arttıkça artar. Bir yarı iletkenin iletkenliği fazla taşıyıcıların sayısı ile ilgili olduğundan, bu da sıcaklık ile artar. Dirençle ilgili olarak, yarı iletkenler negatif sıcaklık katsayısına sahiptir. Silikonun direnci, germanyum için ° C başına yaklaşık %8 ve ° C başına yaklaşık %6 azalır. Yarı iletken tortemperatür - özellikleri, çoğu metalin tersidir ve bu da dirençlerini ° C başına yaklaşık %0.4 oranında artırır. Bu karşıt sıcaklık özellikleri, birbirlerini iptal eden zıt sıcaklık katsayılarına sahip devrelerin tasarımına izin verir ve sıcaklığa duyarsız bir devre oluşturur .

Yarı iletken cihazlar, akım sıcaklıkta bir artışa neden olduğu için termal kaçak adı verilen bir etki yaşayabilir. (Bu öncelikle bipolar transistörlerle ilgili bir sorundur.) Artan sıcaklık direnci azaltır ve ek bir sıcaklık artışına yol açan akımda (devreye bağlı olarak) daha fazla artışa neden olabilir. Bu olaylar dizisi yarı iletken kendini yok edene kadar devam edebilir, bu nedenle devre tasarımı sıcaklığın etkilerini telafi eden önlemleri içermelidir.

Yarı iletken arızası Isının neden olduğu

Yarı iletkenler için ısıyla ilgili birkaç yaygın arıza modu vardır. Yarı iletken malzeme, metalik *bağlama uçları aracılığıyla dış dünyaya bağlanır.* Kurşun ve yarı iletkenin bağlandığı nokta, yarı iletken cihazın başarısız olması için ortak bir yerdir. Cihaz ısındıkça ve soğudukça, malzemeler genişler ve büzülür. Yarı iletken malzemenin genleşme ve büzülme oranı metalinkinden farklıdır. Birçok ısıtma ve soğutma döngüsünde, yarı iletken ve metal arasındaki bağ kırılabilir. Bazı uzmanlar, yarı iletken ekipmanın ömrünün, cihazları her zaman açık bırakarak uzatılabileceğini öne sürmüşlerdir, ancak bu, normal çalışma sırasında üretilen ısının çıkarılmasını gerektirir.

Yarı iletkenlerin ortak bir arıza modu, yarı iletken kullanımı sırasında üretilen ısıdan kaynaklanır. PN kavşaklarının sıcaklıkları yeterince uzun süre yeterince yüksek seviyelerde kalırsa, safsızlıklar PN kavşakları boyunca yayılmalarını sürdürürler. Yeterince safsızlık atomu tükenme bölgesini geçtiğinde, çoğunluk taşıyıcı rekombinasyonu düzgün çalışmayı durdurur! Y ve yarı iletken cihaz kalıcı olarak başarısız olur.

Aşırı sıcaklık ayrıca, bir FET kanalı veya bağlama uçları gibi herhangi bir akım taşıyan iletken içindeki ısı üretiminden yarı iletkenin herhangi bir yerinde arızaya neden olabilir. Birden fazla çıkışa sahip İntegrated devreler, bir seferde çıkışların kaç tanesinin aktif olduğuna bağlı olarak güç dağılım sınırlarına sahip olabilir. Yüksek sıcaklık, yarı iletken malzemenin lokalize erimesine veya çatlamasına neden olarak kalıcı bir arızaya neden olabilir.

Genellikle yarı iletken için ölümcül olmayan bir başka ısıyla çalışan arıza modu, aşırı sızıntı akımı veya devrenin yanlış çalışmasına neden olan çalışma noktasındaki bir kaymadır. Bu, karmaşık entegre - devrelerde - analog ve dijital - normal çalışma koşullarında önemli miktarda ısı dağıtan özel bir sorundur. Bilgisayar mikroişlemcileri genellikle kendi soğutma sistemlerini gerektiren iyi bir örnektir. Cihaz soğuduktan sonra, normal çalışma genellikle geri yüklenir.

Termal arıza riskini azaltmak için, tasarımcı, üreticinin veri sayfasında belirtilen sınırlara uymalı ve yeterli bir ısı giderme sistemi tasarlamalıdır. (Termal konular **Elektrik Temelleri** bölümünde tartışılmaktadır.)

4.11.4 Güvenli Çalışma Alanı (SOA)

Yüksek akım veya voltaj kullanan devrelerde kullanılması amaçlanan cihazlar *güvenli bir çalışma alanına (SOA) sahip olacak şekilde belirtilmiştir.* Bu, cihazın belirli koşullar altında zarar görmeden kontrol etmesi beklenebilecek voltaj ve akım kombinasyonlarını içeren cihazın karakteristik eğrisine çizilen alanı ifade eder. SOA, koruyucu devrelerin tasarımını basitleştirmek için bir dizi sınırı (voltaj, akım, güç, sıcaklık ve çeşitli arıza mekanizmaları) birleştirir. SOA ayrıca kullanım-kararlı, uzun darbeler, kısa darbeler ve benzeri belirli sürelere uygulanacak şekilde belirtilmiştir. Cihaz, dirençli ve endüktif yükler için ayrı SO As'a sahip olabilir.

Cihazı açmak ve *kapatmak için iki özel SOA türü ile de karşılaşabilirsiniz. Ters önyargı güvenli çalışma alanı (RBSOA),* cihaz açıldığında geçerlidir. Cihazı açarken ileri önyargı güvenli çalışma alanı (FBSOA) uygulanır. Bu SOA'lar kullanılır, çünkü - akımın ve voltajın yüksek değişim hızı yarı iletken üzerinde ek gerilmeler oluşturur.

4.11.5 Yarı iletken Derating

Güç transistörleri için maksimum değerler genellikle 25 ° C'lik bir kasa sıcaklığına dayanır. Bu değerler artan çalışma sıcaklığı ile azalacaktır. Üreticinin veri sayfaları genellikle maksimum derecelerin sıcaklıktaki derece artışı başına nasıl değiştiğini gösteren bir şekil veya eğri belirtir. Bu tür bilgiler mevcut değilse (hatta ifit ise!), İstenen çıkış gücünün en az iki katı maksimum güç dağılımına sahip bir güç transistörü seçmek iyi bir kuraldır .

REKTİFİERS

Diyotlar fiziksel olarak oldukça küçüktür ve yüksek akım yoğunluklarında çalışırlar. Sonuç olarak, ısı işleme yetenekleri biraz sınırlıdır. Normalde, bu, eksenel-kurşun DO tipi paketlerdeki doğrultucuların kullanıldığı yüksek voltajlı, düşük akımlı kaynaklarda bir sorun değildir. (Aygıt paketleri hakkında bilgi için Bileşen Verileri ve Referanslar bölümüne bakın.) Bununla birlikte, yüksek akımlı (2 A veya daha büyük) doğrultucuların maksimum değerlerinde veya yakınında kullanılması, bir tür ısı batması gerektirir. Bir doğrultucu İS tarafından dağıtılan ortalama güç

$P = I_{AVG} \times V_e$

nerede

Lav ortalama akımdır ve Vc ileri voltaj düşüşüdür.

Ortalama akım iletim görev döngüsünü hesaba katmalı ve ileri gerilim düşüşü ortalama akım seviyesinde belirlenmelidir.

Bu tür yüksek akım uygulamaları için tasarlanan doğrultucular, düz yüzeylere monte edilmeye uygun çeşitli paketlerde mevcuttur. Sık sık, doğrultucunun ana şasiye (doğrudan veya ince mika yalıtım yıkayıcıları ile) monte edilmesi yeterli olacaktır. Diyot şasiden yalıtılmışsa, iyi ısı iletimini sağlamak için ince termal bileşik katmanları veya ısı yalıtım yıkayıcıları kullanılmalıdır. Büyük, yüksek akımlı doğrultucular genellikle güvenli bir çalışma sıcaklığını korumak için özel ısı emiciler gerektirir. Zorla hava soğutma bazen başka bir yardım olarak kullanılır.

4.11.6 RF İsıtma

RF akımı genellikle aynı de akım seviyesinin olmayabileceği bileşen ısıtma sorunlarına neden olur. Bir örnek, bir RF osilatörünün tank devresidir. İstenilen kapasitansı elde etmek için birkaç küçük kapasitör paralel olarak bağlanırsa, cilt etkisi azaltılacak ve ısı dağılımı için mevcut toplam yüzey alanı artırılacak, böylece karşılaştırıldığında RF ısıtma etkileri önemli ölçüde azaltılacaktır.

Tek bir büyük kapasitöre. Bu teknik benzer herhangi bir duruma uygulanabilir; Genel fikir, ısıtmayı mümkün olduğunca çok bileşen arasında bölmektir.

4.11.7 Zorla Hava ve Su Soğutma

Bugün, zorla hava soğutması en çok vakum tüpü devrelerinde veya katı hal alıcı-vericilerinde veya bilgisayarlarda olduğu gibi küçük muhafazalarda inşa edilmiş güç kaynaklarında bulunur. Fanlar veya üfleyiciler genellikle dakikada kübik feet (CFM) cinsinden belirtilir. İsimlendirme ve spesifikasyonlar ısı emicileri için kullanılanlardan farklı olsa da, fikir aynı kalır: muhafazanın içi ile (ortam) dış arasında düşük bir termal direnç sunmak.

Zorla hava soğutması için, temel olarak Şekil 4.90'ın'bir direnç "termal modelini kullanıyoruz. Belirlenecek önemli miktar ısı üretimi, P "". Bir güç kaynağı için bu, transformatörde birincil olarak ölçülen giriş gücü ile tam yükte çıkış gücü arasındaki fark olarak kolayca tahmin edilebilir. Değişken voltajlı kaynaklar için, en kötü durum çıkış koşulu maksimum akımla minimum voltajdır. Vakum tüpü ekipmanı için zorla hava soğutması tartışması **RF Güç Amplifikatörleri** bölümünde yer almaktadır. Fan soğutmasının derinlemesine bir tartışması için, Rabassa'nın Şubat 2019 *QST* makalesi için Referanslar girişine bakın .

Toz birikimi, güçlü üfleyiciler ve fanlarla bile, zorla hava soğutma sistemleri için yaygın bir sorundur. Hava giriş ızgaraları ve havalandırma delikleri temiz tutulmaz ve tiftik ve döküntü içermez, hava akışı önemli ölçüde azaltılabilir, bu da aşırı ekipman sıcaklığına ve erken arızaya neden olur. Hava geçitlerinin temizlenmesi, iyi performans ve maksimum ekipman ömrü için düzenli ekipman bakımına dahil edilmelidir.

Su soğutma sistemleri amatör ekipmanlarda çok daha az yaygındır, öncelikle RTTY gibi yüksek iş döngüsü için ve UHF ve mikrodalgalar gibi amplifikatörün verimliliğinin nispeten düşük olduğu frekanslarda kullanılır. Bu durumlarda, su soğutması kullanılır, çünkü su aynı hacimdeki havanın 3000 katından daha fazla ısıyı emebilir ve aktarabilir!

Su soğutmanın ana dezavantajı, pompalar, hortumlar ve rezervuarlar gerektirmesidir, oysa bir fan veya üfleyici, zorla hava soğutması için gereken tek şeydir. Yüksek voltajlı devreler için, su soğutmanın kullanılması, suyun elektriksel olarak izole kalırken, ısı kaynağı ile yakın temas halinde dolaşmasına izin vermek için özel yalıtım teknikleri ve malzemeleri gerektirir.

Bununla birlikte, teknik etkili olabilir. Artan kullanılabilirlikEv fıskiyesi için tasarlanmış pahalı malzemeler ve Diğer düşük basınçlı su dağıtım sistemleri, su soğutmasının uygulanmasını daha az zorlaştırır. İlgili okuyucunun su soğutma sistemlerinin başarılı bir şekilde uygulanmasını gözlemlemek için amatör literatürdeki makaleleri ve projeleri gözden geçirmesi önerilir.

4.11.8 Isı borusu soğutma

Isı borusu, ısının emildiği bir rezervuarda bir çalışma sıvısı ve ısının dağıldığı ikinci bir rezervuara bir kanal içeren bir cihazdır. Isı boruları *evaporatif soğutma ile çalışır.* Isı emici rezervuar, ısıyı çalışma sıvısına, genellikle oda sıcaklığının hemen üzerinde bir kaynama noktasına sahip sıvı bir maddeye aktaran ısı kaynağı ile termal temas halinde yerleştirilir. - Çalışma sıvısı buharlaşır ve ortaya çıkan buhar basıncı, sıcak buharı kanaldan soğutma rezervuarına iter.

Soğutma rezervuarında, çalışma sıvısı buharlaşma ısısından vazgeçerek sıvı durumuna geri döner. Soğutulmuş sıvı daha sonra kanaldan, işlemin tekrarlandığı ısı emici rezervuara geri akar.

Isı boruları fan veya pompa gerektirmez - çalışma akışkanının hareketi tamamen iki rezervuar arasındaki sıcaklık farkından kaynaklanır. Emici ve dağıtıcı rezervuarlar arasındaki sıcaklık farkı ne kadar yüksek olursa, ısı pompası, ısıyı dağıtmak için dağıtıcı rezervuarın sınırına kadar daha etkili hale gelir.

Isı boruları için temel uygulama alanı işlemleri içindir. Karasal uygulamalarda ısı borusu uygulamaları, ısı borularının yerçekimi gradyan hassasiyeti nedeniyle sınırlıdır. Şu anda, ısı borularını kullanan tek amatör ekipman bilgisayarlar ve belirli amplifikatör modülleridir. Bununla birlikte, daha genel amaçlı ürünler mevcut hale geldikçe, bu teknik daha yaygın hale gelecektir.

4.11.9 Termoelektrik Soğutma

Termoelektrik soğutma, iki farklı malzeme tipinin birleşimi boyunca ısı akışı oluşturmak için Peltier etkisini kullanır. Bu süreç, termokuplların benzer bir bağlantının sıcaklığına bağlı olarak voltaj ürettiği termoelektrik etki ile ilgilidir. Bir *termoelektrik soğutucu* veya *TEC (Peltier soğutucu olarak da bilinir),* cihazın bir tarafının soğumasına ve diğer tarafının ısınmasına neden olmak için yalnızca bir güç kaynağı gerektirir. TEC'ler farklı uygulamalar için farklı boyutlarda ve güç derecelerinde mevcuttur.

TEC'ler, RF amplifikatörleri gibi yüksek güçlü uygulamalarda kullanılabilecek yeterli ısı transfer yeteneklerine sahip değildir. Bununla birlikte, hassas alıcı devrelerin sıcaklığını düşürmede yararlı olabilirler, UHF ve mikrodalga frekanslarında kullanılan ön amplifikatörler veya şarj bağlı cihazlar (CCD'ler) gibi görüntüleme cihazları gibi. Uydular, TEC'leri ısıyı doğrudan termal veya kızılötesi radyasyon olarak dağıtan radyatif soğutucular olarak kullanır. TEC'ler ayrıca, mikroişlemcilerden ve diğer büyük entegre devrelerden ısıyı çıkarmak için kullanılan bazı bilgi işlem ekipmanlarında da bulunur.

4.11.10 Sıcaklık telafisi

Felaket arızasının yanı sıra, bir veya daha fazla bileşenin sıcaklık katsayısı (TC) çok büyükse, sıcaklık değişiklikleri devreleri olumsuz yönde etkileyebilir. Ortaya çıkan değişim çok kritik değilse, yeterli sıcaklık kararlılığı genellikle düşük TC'li (NP0/C0G kapasitörler veya metal film dirençleri gibi) daha yüksek hassasiyetli bileşenler kullanılarak elde edilebilir. Bunun pratik olmadığı veya imkansız olduğu uygulamalar için (birçok katı hal devresi gibi), sıcaklık duyarlılığını *telafi* ederek veya *eşleştirerek en aza indirebiliriz* - sıcaklık katsayılarını kendi avantajımıza kullanarak.

Tazminat iki yoldan biriyle gerçekleştirilir. Belirli bir devre miktarını sabit tutmak istersek, eşit ancak zıt TC'lere sahip bileşen çiftlerini birbirine bağlayabiliriz. Örneğin, negatif TC'li bir direnç, toplam direnci sabit tutmak için pozitif TC dirençli bir seri halinde yerleştirilebilir. Tersine, eğer önemli nokta iki miktar arasındaki farkı sabit tutmaksa, *aynı TC'ye sahip bileşenleri kullanabiliriz, böylece* çift "izler". Yani, her ikisi de sıcaklıkla aynı miktarda değişir.

Bunun bir örneği bir Zener referans devresidir. Bir diyot çalışma sıcaklığından güçlü bir şekilde etkilendiğinden, kararlı referans voltajları üretmek için diyot veya transistör kullanan devreler bir çeşit sıcaklık kompanzasyonu kullanmalıdır. Sabit bir akım için, ters yanlı bir PN bağlantısı negatif bir voltaj TC'ye sahipken, ileri yanlı bir bağlantı pozitif bir voltaj TC'ye sahip olduğundan, bir Zener referans diyotunu sıcaklık dengelemek için iyi bir yol, bir veya daha fazla ileri yanlı diyotu seri olarak yerleştirmektir.

4.11.11 Termistörler

Termistörler sıcaklığı kontrol etmek ve devre davranışını iyileştirmek veya aşırı sıcaklıklara, sıcak veya soğuğa karşı korumak için kullanılabilir. Circuittemperature varyasyonları, alıcı AGC veya verici ALC gibi kazanç, bozulma veya kontrol fonksiyonlarını etkileyebilir. Termistörler, sıcaklık değişimlerini telafi eden devrelerde kullanılabilir.

Bir *termistör,* iki tel ucu arasında küçük bir miktar içsel (N veya P doping yok) metal oksit yarı iletken bileşik malzemedir.

Sıcaklık arttıkça, serbest kalan delik/elektron çiftlerinin sayısı katlanarak artar ve direncin katlanarak azalmasına neden olur. Bunu direnç denkleminde görebilirsiniz:

R (T) = R (TO) e BOU/TO-1/T)

T, Kelvin'lerde bir miktar sıcaklık ve TO, üreticinin R (TO) olarak belirttiği, genellikle 298 K (25 ° C) referans sıcaklıktır.

Sürekli ~ deneysel olarak caydırıcıdır.

Çeşitli sıcaklıklarda direnci ölçerek ve ölçümlerle en iyi uyuşan ~ değerini bularak çıkarıldı. Yaklaşık bir ~ değeri elde etmenin basit bir yolu, biri oda sıcaklığında, 25 ° C (298 K) ve kaynar suda 100 ° C (373 K) olmak üzere iki ölçüm yapmaktır. Dirençlerin 10 k © 2 ve 938 © 2 olduğunu varsayalım.

89 lam " +.727 1000 350
1 1 1 1 7
T TO 373 298

Bilinen termistörün davranışı ile - denklem veya kalibrasyon tablosu ile - dirençteki değişimi, davranışı bilinen bir şekilde sıcaklık tarafından kontrol edilen bir elektronik devre oluşturmak için kullanılabilir. Böyle bir devre sıcaklığı kontrol etmek veya belirli sıcaklıkları tespit etmek için kullanılabilir.

Bill Sabin, W0IYH tarafından "Homebrew Projelerinde Termistörler've Bill Sabin tarafından" Termistör Tabanlı Sıcaklık Kontrolörü'ne bakın, bu kitabın termistörleri kullanan pratik projeler için indirilebilir ek bilgilerini W0IYH.

Referanslar ve Bibliyografya

BOOKS AND PERİODİCALS

Alexander ve Sadiku, *Elektrik Devrelerinin Temelleri (McGraw-Hill*)

ARRL Lab Personeli, "Laboratuar Notları - Kapasitör Temelleri*", QST, Ocak 1997*, pp 85-86

Banzhaf, W., WBlANE, *Temel Elektroniği Anlama, 2nd* ed (ARRL)

B. Bergeron, NUlN, "Kaputun Altında II: Dirençler ", *QST,* Kasım 1993, pp 41-44

B. Bergeron, NUlN, "Kaputun Altında II: Kapasitörler ", *QST, Ocak* 1994, pp 45-48

B. Bergeron, NUlN, "Kaputun Altında IV: İnduktörler ", *QST, Mar* 1994, pp 37-40

B. Bergeron, NUlN, "Kaputun Altında: Lambalar, İndicators ve Görüntüler ", *QST, Eylül* 1994, pp 34-37

Ebers, J. ve Moll, J., "Kavşak Transistörlerinin Büyük Sinyal Davranışı", *IRE Bildirileri, 42,* Aralık 1954, pp 1761-1772

Getreu, İ., *Bipolar Transistörün Modellenmesi* (Elsevier, New York, 1979). Ayrıca Tektronix, İnc, Beaverton, Oregon'dan ciltsiz olarak temin edilebilir. Parça Numarası 062-2841-00 olarak sipariş edilmelidir.

Grover, F., İnductance Hesaplamaları (Dover Yayınları)

Glover, T., *Pocket* Ref (Sequoia Publishing)

Hayward, W., *Radyo Frekansı Tasarımına Giriş* (ARRL, 2004)

Hayward, Campbell ve Larkin, *RF Tasarımında Deneysel Yöntemler (ARRL*, 2009)

Horowitz ve Hill, *Elektronik Sanatı (Cambridge* University Press)

Jung, W. *İC Op Amp Yemek Kitabı (PrenticeHall*, 1986)

Kaiser, C., *Direnç El Kitabı (Saddleman* Press, 1998)

Kaiser, C., *Kapasitör El Kitabı (Saddleman* Press, 1995)

Kaiser, C., *İnductor El Kitabı (Saddleman* Press, 1996)

Kaiser, C., *Diyot El Kitabı (Saddleman* Press, 1999)

Kaiser, C., *Transistör El Kitabı (Saddleman* Press, 1999)

Kaplan, S., *Wiley Elektrik ve Elektronik Sözlük (Wiley* Press)

McClanahan, J., W4JBM, "Anlama ve Kondansatör ESR Test", *QST, Eylül* 2003, pp 30-32

Millman ve Grabel, *Mikroelektronik: Dijital ve Analog Devreler ve Sistemler* (McGraw-Hill, 1988)

Mims, F., *Zamanlayıcı, Op Amp ve Optoelektronik Devreler ve Projeler (Master* Publishing , 2004)

Orr, W., *Radyo El Kitabı* (Newnes)

A.Rabassa, NW2M, "Fan Soğutma Temelleri", *QST, Şubat* 2019, pp 34-35

B. Severns, N6LF, "Güç Devreleri için Snubbers Tasarımı", Cornell-Dublier (CDE), - **www.cde.com/resources/technicalpapers/design.pdf**

W. Gümüş, N0AX, "Deney # 24 Isı Yönetimi*", QST,* Ocak 2005, pp 64-65

W. Silver, N0AX, "Experiment # 33 - The Transformer", *QST,* Ekim 2005, pp 62-63

W. Silver, N0AX, "Experiment # 62- About Resistors*", QST,* Mar 2008 , pp 66-67

W. Gümüş, N0AX, "Deney # 63 Kapasitörler Hakkında", *QST,* Nisan 2008, pp 70-71

W. Gümüş, N0AX, "Deney # 132 - Direnç Ağları", *QST,* Ocak 2014, pp 63-64

J. Smith, K8ZOA, "Karbon Kompozisyonu, Karbon Filmi ve Metal Oksit Film Dirençleri", *QEX, Marl Nisan* 2008 , pp 46-57

Terman, F., *Radyo Mühendisinin El Kitabı (McGraw-Hill*)

J. Beyaz, "Transistör Amplifikatör Tasarımı, Parçalar 1-8", Mikrodalgalar ve RF, Temmuz 2004 - Ocak 2005 sorunları

WEBSITES

Hiperfizik Op-Amp Devre Öğreticileri, **hyperphysics.phy-astr.gsu.edu/Hbase/Electronic/opampvar.html#c2**

Rohde & Schwarz, "dB veya dB değil ? Desibeller hakkında bilmek istediğiniz ama sormaya korktuğunuz her şey "... Uygulama Notu 1MA98**, www.rohdeschwarz.us/en/applications/db-or-notdb-application-note_56280-15534.html**

Güç Yarı İletkenleri için Güvenli Çalışma Alanı (ON Yarı İletken AN-875-D), **www.onsemi.cn/pub/Teminat/ AN875-D.PDF**

"Doğru CMOS Analog Anahtarının Seçilmesi", Maxim Semiconductor Uygulama Notu 5299**, www.maximintegrated.com/en/design/technicaldocuments/app-notes/5/5299.html**

İçerik

Bölüm 5

RF Teknikleri

Bu bölüm bir özetdir
ARRL yayınları ve diğer kaynaklardan malzeme. Okuyucunun **Elektrik Temelleri, Radyo Temelleri ve Devreler ve Bileşenler** bölümlerinde tanıtılan kavramlara aşina olduğunu varsayar. Burada tartışılan konular ve teknikler ilişkilidir
HF ve VHF serilerinde devre tasarımının özel talepleri ile. Materyal bu kitabın önceki baskılarından toplanır
Leonard Kay, K1 NU tarafından yazılmıştır; *Radyo Frekansı Tasarımına Giriş,* Wes Hayward, W7ZOI; Ve *RF Tasarımında Deneysel Yöntemler,* Wes Hayward, W7ZOI, Rick Campbell, KK7B ve Bob Larkin, W7PUA. Ferritler hakkındaki materyaller Jim Brown, K9YC tarafından yapılan yayınlardan alınmıştır. Gürültü bölümü Paul Wade, W1 GHZ tarafından Joe Taylor, K1JT katkılarıyla yazılmıştır.

Bölüm 5-
İndirilebilir Ek İçerik

Makaleler
- Chris Trask tarafından HF ve VHF Güç Amplifikatörleri için Geniş Bantlı Transformatörler Tasarlamak, N7ZWY
- Smith Chart Üzerine Düşünceler, Wes Hayward, W7ZOI
- George Grammer, W1 OF tarafından İmpedance-Matching Networks, Parts İ to İll'in Basitleştirilmiş Tasarımı
- Üst HF Bandında Galaktik Arka Plan Dave Typinski, AJ4CO

Araçlar ve Veriler
- Parazitik Karakteristiklerin Etkileri için LTSpice simülasyon dosyaları (Bölüm 5.3)
- *MATCH.EXE* yazılımı (Tuned (Resonant) Networks tartışması ile kullanım için)

5.1 Üretim

Bir indüktör ne zaman bir indüktör değildir? Kondansatör olduğu zaman! Bu ifade garip görünebilir, ancak bu bölümün ana mesajını önerir. Daha önceki bölümde**, Elektrik Temelleri**, elektronik devrelerin temel bileşenleri tanıtıldı. Deneyimden bildiğiniz gibi, bu basit bileşen resimleri idealdir. Yani, ideal bir bileşen (veya eleman) tanım gereği tam olarak onu tanımlayan matematiksel denklemler gibi davranır ve sadece bu şekilde. Örneğin, ideal bir kondansatörden geçen akım, gerçek bir kondansatörün üretildiği malzemeler veya teknikler dikkate alınmadan, kapasitans çarpı voltajın değişim hızına eşittir.

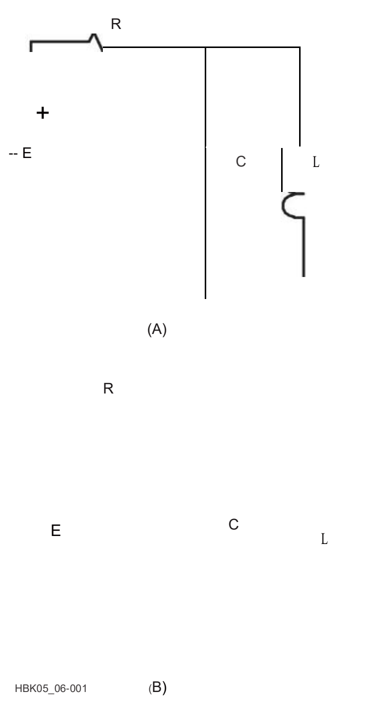
Genellikle, "Parasitics istemediğiniz bir şeydir", yani bileşenin amaçlanan kullanımından uzaklaşan veya ödün veren bazı davranışlar sergilediği anlamına gelir. Gerçek bileşenler sadece ideal bileşenlere yaklaşır, ancak bazen oldukça yakından. Bir bileşenin sergilediği ideal davranıştan herhangi bir sapma, *ideal olmayan, parazitik veya başıboş olarak adlandırılır.* Parazitik ve başıboş etkiler hakkında düşünmenin bir yolu - bu hiçbir şekilde evrensel olmasa da - paraziter etkilerin bileşene özgü olması ve başıboş etkilerin hem parazitleri hem de yakındaki malzemelere bağlanma gibi çevresel etkileri içermesidir. İlerleyen bölümlerde tartışacağımız şeylerin çoğu, gerçek bileşenlerin özellikleriyle ilgilendiğinden, parazitik terimini kullanacağız. Başıboş ve parazitlerin genellikle değiştirilebilir terimler olarak ele alındığını unutmayın.

Fark edilmesi gereken önemli şey, *her bileşenin* belirli şekillerde kullanıldığında önemli hale gelen paraziter yönlere sahip olmasıdır. Bu bölüm, radyo frekanslarında yaygın olarak karşılaşılan paraziter etkilerle ilgilidir. Gerçek bileşenlerin ne ölçüde ve hangi koşullar altında ideal benzerleri gibi davranmayı bıraktığını ve bu davranışları hesaba katmak için neler yapılabileceğini bilmek, devre tasarımcısının veya teknisyeninin radyo frekanslarındaki devrelerle çalışmasına izin verir. Gerçek bileşenlerin ideal bileşenlerden nasıl ve neden farklı davrandığını, devreleri analiz ederken bu farklılıkları nasıl açıklayabileceğimizi ve ideal olmayan davranışları en aza indirgemek veya istismar etmek için bileşenlerin nasıl seçileceğini keşfedeceğiz.

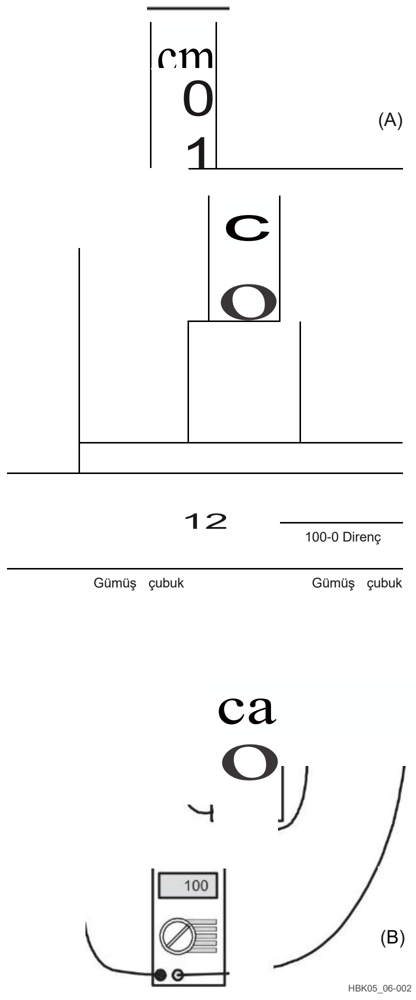
5.2 Topaklı Element ve Dağıtılmış Özellikler

Her gün kullandığımız elektronik devrelerin çoğu, doğal ve matematiksel olarak *topaklı elemanlardan oluştuğu düşünülmektedir. Yani,* her bileşenin uzayda tek bir noktada hareket ettiğini varsayıyoruz ve bu topaklı elemanları birbirine bağlayan tellerin mükemmel iletkenler olduğu varsayılıyor (sıfır direnç ve önemsiz uzunluk ile). Bu kavram **Şekil 5.1'de gösterilmiştir.** Bu varsayımlar birçok uygulama için tamamen mantıklıdır, ancak sınırları vardır. Topaklı eleman modelleri şu durumlarda bozulur:

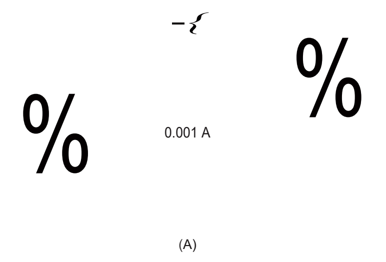
- Devre empedansı o kadar düşüktür ki, tellerdeki küçük ama sıfır olmayan direnç önemlidir. (Devre gücünün önemli bir kısmı iletkenlerde ısıya kaybolabilir.)
- Kurşun ve ara bağlantı indüktansı, ek reaktansın devre davranışını etkilemesi için yeterince yüksektir (veya frekans yeterince yüksektir).
- Çalışma frekansı, bağlantı tellerinin uzunluğunun önemli olduğu kadar yüksektir



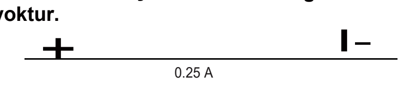
Şekil 5.1 - Topaklı eleman kavramı. İdeally, A'daki devrenin B'de gösterildiği gibi, bileşenlerin Per- ile bağlı izole noktalardır Fect iletkenler. Birçok bileşen Bu varsayımlar artık geçerli olmadığında ideal olmayan davranışlar sergiler.



Şekil 5.2 - Dağıtılmış (A) ve topaklı (B) dirençler. Tartışma için metne bakın.



Şekil 5.3 - Dağıtılmış direncin sinüzoidal akımın fazı üzerindeki etkileri. Topaklanmış bir elementin uçları arasında faz gecikmesi yoktur.



Dalga boyunun kesri (> 0.1), iletken boyunca yayılma gecikmesine veya kullanıldığı devreyi etkilemek için ondan gelen radyasyona neden olur .

- İletim hatları iletken olarak kullanılır. (Karakteristik empedansları genellikle önemlidir ve onlara bağlı empedanslar çizgi uzunluğunun bir fonksiyonu olarak dönüştürülür. Daha fazla bilgi için İletim Hatları bölümüne bakın.)

Bunlar gibi etkiler *dağıtılmış olarak adlandırılır* ve *dağıtılmış öğelerden veya* topaklı öğelerle kontrast oluşturan etkilerden bahsederiz.

Topaklı ve dağıtılmış elemanlar arasındaki farkları göstermek için, Şekil 5.2'deki her ikisi de 12 inç uzunluğundaki iki direnci düşünün. A'daki direnç düzgün bir karbon çubuğudur. İkinci "direnç" B, aralarında lehimlenmiş küçük bir direnç ile iki adet 6 inç gümüş çubuk (veya diğer yüksek iletken malzeme) parçasından yapılır. Şimdi, bir ohmmetrenin iki probunu, iki direncin her birine, şekildeki gibi bağlamayı hayal edin. Uzak uçlardaki problardan başlayarak, probları merkeze doğru kaydırdığımızda, karbon çubuk ohmmetre üzerinde sürekli azalan bir direnç gösterecektir. Dağıtılmış bir direniş. Öte yandan, diğer 12 inç "direnç'e bağlı ohmmetre, bir prob küçük direncin her iki tarafında kaldığı ve gümüş çubukların direncini ihmal ettiğimiz sürece sabit bir direnç gösterecektir! Bu, mükemmel iletkenlerle bağlı topaklı bir direnci temsil eder.

Topaklı elemanlar ayrıca çok arzu edilen - özelliklere sahiptirlerElement boyunca yayılma gecikmesinden kaynaklanan faz kayması yoktur. (Topaklanmış elemanların kombinasyonları R, L ve C özellikleri sayesinde faz kaymaları üretebilir.) **Şekil 5.3A'de olduğu gibi sinüzoidal akım taşıyan topaklı bir elementi düşünün.** Eleman ihmal edilebilir uzunluğa sahip olduğundan, elemanın iki tarafı arasındaki akımda faz farkı yoktur - *frekans ne kadar yüksek olursa olsun - tam olarak* eleman uzunluğu ihmal edilebilir olduğundan. İf fiziksel uzunluğu

Eleman uzundu, Şekil 5.3B'de gösterildiği gibi 0.25 dalga boyu (0.25 2), mevcut faz uçtan uca aynı olmazdı. Bu örnekte, akım element boyunca hareket ederken 90 elektrik derecesi gecikir. Faz farkı miktarı devrenin elektriksel uzunluğuna bağlıdır.

Bir devrenin fiziksel boyutu ile devrede bulunan bir ac akımının dalga boyu arasındaki ilişki, ac sinyalinin frekansı değiştikçe değişeceğinden, topaklı ve dağıtılmış etkilerin fikirleri aslında bir spektrumun iki ucunu işgal eder. HF'de (30 MHz ve altı), 2 2 10 m, topaklı eleman kavramı neredeyse her zaman geçerlidir. 2 < İ m ve fiziksel bileşen boyutunun bir dalga boyunun önemli bir kısmını temsil edebileceği UHF ve mikrodalga bölgesinde (300 MHz ve üstü), neredeyse tüm bileşenler ve kablolama bir degreoranother'a dağıtılmış etkiler sergiler. Kabaca 30 ila 300 MHz arasında, dağıtılan etkilerin önemli olup olmadığı duruma göre değerlendirilmelidir.

Tabii ki, dirençler, kapasitörler, indüktörler ve benzeri şeyleri çok küçük yapabilirsek, onları çok daha yüksek frekanslarda topaklı elemanlar olarak ele alabiliriz. Örneğin, çok küçük, kurşunsuz paketlerde üretilen yüzey akış bileşenleri, kurşunlu bileşenlerden çok daha yüksek frekanslarda ve daha az ideal olmayan etkilerle kullanılabilir.

Bu nedenlerden dolayı, devreler ve ekipmanlar genellikle belirli frekans aralıklarında çalışmak üzere belirtilir. Bu aralıkların dışında, tasarımcının bileşenlerin fiziksel özellikleri ve devre montajının yöntem ve malzemeleri hakkındaki varsayımları giderek geçersiz hale gelir. Tasarım aralığından yeterince çıkarılan frekanslarda, devre davranışı genellikle öngörülemeyen şekillerde değişir.

5.3 Parazitik (Başıboş) Özelliklerin Etkileri

Paraziter etkiler, performansın sıkı spesifikasyonlarda tutulduğu hemen hemen her frekansta önemli olabilir. Başıboş reaktanslar, örneğin ses frekanslarında bile büyük bir etkiye sahip olabilir. Yıldırım koruması topraklama iletkeni indüktansına karşı çok hassastır. Yüksek akım katı hal amplifikatörlerine güç bağlantıları çok düşük dirence sahip olmalıdır, vb. HF ve üzerinde (devre tasarımımızın çoğunu yaptığımız) bu düşünceler, bazı durumlarda bileşenlerimizi tanımlamak için kullandığımız modellerde baskın hale gelir. Bazı elektromanyetik ve mikrodalga teorisi kavramlarının kısa bir tartışmasına tocircuitsatRFwetum ne olduğunu anlamak.

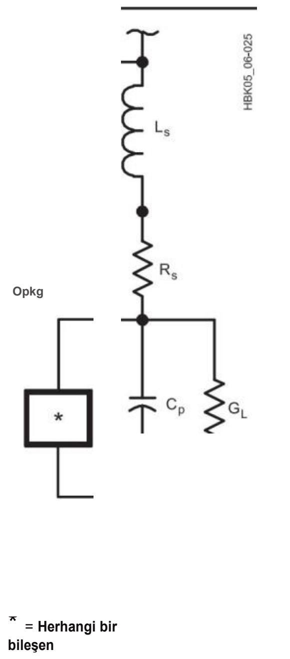
Bileşen uçları, paketleme, sızıntı ve benzeri nedeniyle paraziter etkiler tüm bileşenlerde nispeten yaygındır. Parazitlerin çoğunun veya tamamının önemli hale geldiği frekanslarda çalışırken, **Şekil 5.4'teki gibi karmaşık ama tamamen genel bir model,** kutuya yerleştirilen asıl bileşen ile hemen hemen her bileşen için kullanılabilir *. Parazitik kapasitans, C've kaçak iletkenlik, GL, cihaz boyunca paralel olarak görünürken, seri direnç, Rs ve parazitik indüktans, Ls, onunla seri olarak görünür. Paket kapasitans, Cpkg'tüm cihaz boyunca paralel olarak ek bir kapasitans olarak görünür.

Bu küçük parazitler RF devrelerinin frekans tepkilerini önemli ölçüde etkileyebilir. Bunları en aza indirmek veya ortadan kaldırmak için adımlar atın veya değişiklikleri tahmin etmek ve tahmin etmek için basit devre teorisini kullanın. Bu etki labirenti ezici görünebilir, ancak tüm parazitleri tüm frekanslarda ve tüm uygulamalar için düşünmenin nadiren gerekli olduğunu unutmayın. **Bilgisayar Destekli Devre Tasarımı bölümü,** çoklu parazitlerin etkisinin devre tasarımına ve performans modellemesine nasıl dahil edileceğini gösterir. Bir direnç, kapasitör ve indüktör için parazitik özellikler içeren LTSpice simülasyon paketi için dosyalar, bu *El Kitabı için indirilebilir ek bilgilerde verilmiştir.*

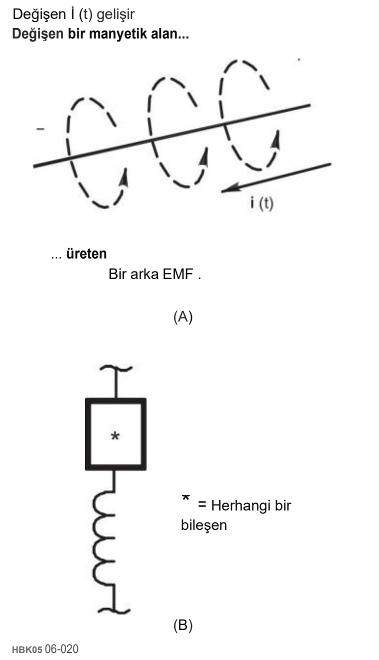
5.3.1 Parazitik İnduktans

Maxwell denklemleri - elektromanyetik dalgaların yayılmasını ve tüm elektronik bileşenlerin çalışmasını yöneten elektromanyetizmanın temel yasaları - bize zamanla değişen bir akım taşıyan herhangi bir telin (bir örnek sinüs dalgasıdır) etrafında değişen bir manyetik alan geliştirdiğini söyler. Tumdaki bu değişen manyetik alan, tel üzerinde bir karşıt voltaj veya arka EMF'yi indükler. Arka EMF, akımın ne kadar hızlı değiştiği ile orantılıdır (bakınız **Şekil 5.5).**

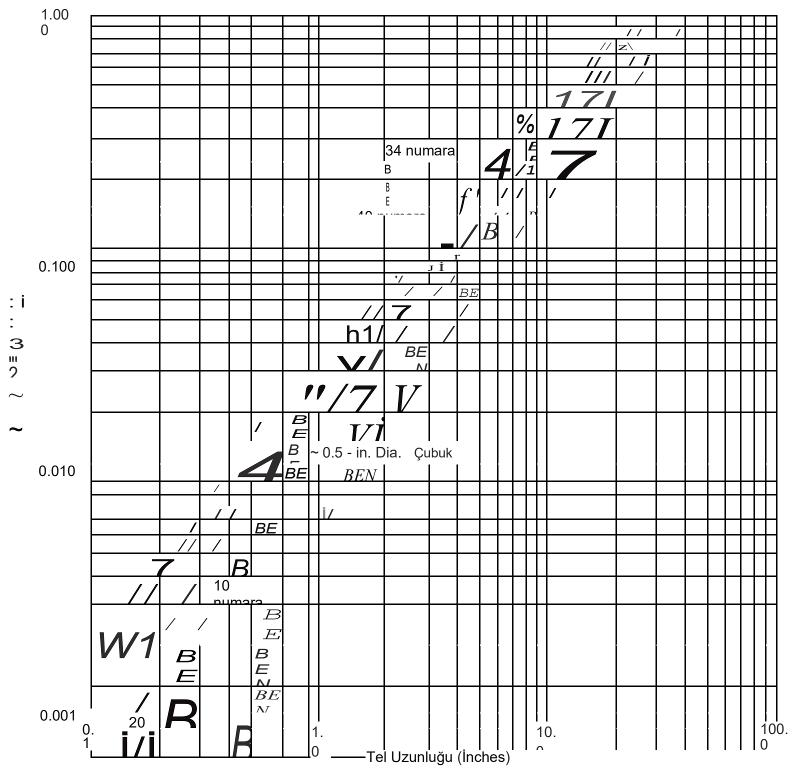
Bir indüktör yaptığımızda bu fenomeni kullanırız. Tipik olarak bir bobin şeklinde indüktörler oluşturmamızın nedeni, manyetik alanı yoğunlaştırmak ve böylece maksi-



Şekil 5.4 - VHF frekansları ve üzeri elektrik bileşenleri için genel bir model. • işaretli kutu bileşeni temsil eder. Tartışma için metne bakın.



Şekil 5.5 - İnductive sonuçları Maxwell denklemleri. A'da, değişen bir akım taşıyan herhangi bir tel, boyunca bir voltaj farkı geliştirir. Bu matematiksel olarak etkili bir endüktans olarak tanımlanabilir. B, genel bir bileşen modeline parazitik indüktans ekler.



Şekil 5.6 - Birkaç tel boyutunda düz iletkenler için endüktans ve uzunluk grafiği.

Belirli bir fiziksel boyut için indüktansı mize edin. Bununla birlikte, farklı akımlar taşıyan tüm teller bu endüktif özelliklere sahiptir. Bu, devrelerimizi bağlamak için kullandığımız telleri ve hatta kondansatörlerin, dirençlerin ve benzerlerinin uçlarını içerir. Düz, yuvarlak, manyetik olmayan bir telin serbest alandaki indüktansı şu şekilde verilir:

t-oosos] u "[] -os] a nerede

L = indüktans, µH cinsinden

a = tel yarıçapı, inç cinsinden b = tel uzunluğu, inç cinsinden

İn = doğal logaritma (2.303 x logy)

Cilt etkisi (aşağıda tartışılmıştır) bunu

değiştirir

Formül biraz VHF ve üzerinde. Frekans sonsuza yaklaştıkça, yukarıdaki denklemdeki 0.75 değeri 1'e yaklaşır. Bu etki genellikle yüzde birkaç'dan fazla olmayan bir değişikliğe neden olur.

Örnek olarak, 4 inç uzunluğunda (b = 4) tipik bir # 18 telin indüktansını bulalım (çap = 0.0403 inç ve a = 0.0201):

cowososv] v [g %;) - 0v]
0.0201

= 0.0203 [5.98-0.75] = 0.106 µH

Bu çaptaki tel, inç uzunluk başına yaklaşık 25 nH'lik bir indüktansa sahiptir. Yüksek hızlı dijital devreler de dahil olmak üzere VHF ve daha yüksek frekanslarda çalışan İn devreleri, - bileşen uçlarının indüktansı sig- olabilir önemsiz. (Tipik olarak bileşen uçları için kullanılan # 24 AWG teli, inç başına 20 nH sipariş üzerinde bir indüktansa sahiptir.) Bu frekanslarda, kurşun indüktansı devre davranışını etkileyebilir ve devrenin orrepair üretmesini zorlaştırır. İyi tasarım ve inşaat uygulaması, yüzeye monte bileşenleri kullanarak veya uçları mümkün olduğunca kısa olacak şekilde kırparak kurşun indüktansının etkilerini en aza indirmektir .

Parazitik indüktansa bağlı reaktansın etkisi genellikle çok küçüktür; AF veya LF'de, çoğu bileşenin parazitik endüktif reaktansı pratik olarak sıfırdır. Bu örneği kullanmak için, 10 MHz'de bile bir 0.106 µH indüktörün reaktansı sadece 6.6 n. **Şekil 5.6, çeşitli** göstergelerin (yarıçapların) telleri için indüktansın bir grafiğini göstermektedir. Reaktansın önemli olup olmadığı uygulamaya ve kullanım sıklığına bağlıdır.

Bileşen modellerinde parazitik indüktansı, - kablo uçları elemanla seri olduğundan, bileşene seri olarak uygun değerde bir indüktör ekleyerek temsil edebiliriz. Bu (diğer nedenlerin yanı sıra), VHF ve üstü için devreler tasarlarken kurşun uzunluklarını en aza indirmenin ve telleri birbirine bağlamanın çok önemli olmasının nedenidir.

PARASITİC İNDUCTANCE İN RESISTORS

Ortak direnç tiplerinin temel yapısı **Şekil 5.7'de gösterilmiştir.** Dirençlerle ilişkili birincil paraziter etki parazitik indüktansdır. (Ambalaj nedeniyle kurşun veya elektrotlar arasında bazı parazitik kapasitans vardır.) **Şekil 5.8** biraz daha gösterir

Düşük ve orta frekanslardaki dirençler için doğru devre modelleri. En parazitik indüktansa sahip direnç tipi, esasen direnç olarak kullanılan indüktörler olan wirewound dirençlerdir. Bu nedenle kullanımları, reaktanslarının ihmal edilebilir olduğu de veya düşük frekanslı ac uygulamaları ile sınırlıdır. Bu indüktansın geçici dalga formlarını değiştirmeyi de etkileyeceğini unutmayın, çünkü bileşen bir RL devresi olarak hareket edecektir. Wirewound - dirençlerinin endüktif etkileri, birkaç kHz'in üzerindeki ses aralığında önemli olmaya başlar.

Örnek olarak, # 24 telin 300 dönüşünden oluşan bir l-0 tel-yara direncini, 0.5 inç çapında bir formda 6.3 inç uzunluğunda tek bir tabaka halinde sarılmış olarak düşünün. Yaklaşık indüktansı nedir? **Elektrik Temelleri** bölümündeki hava sargılı bobinler için endüktans formülünden :

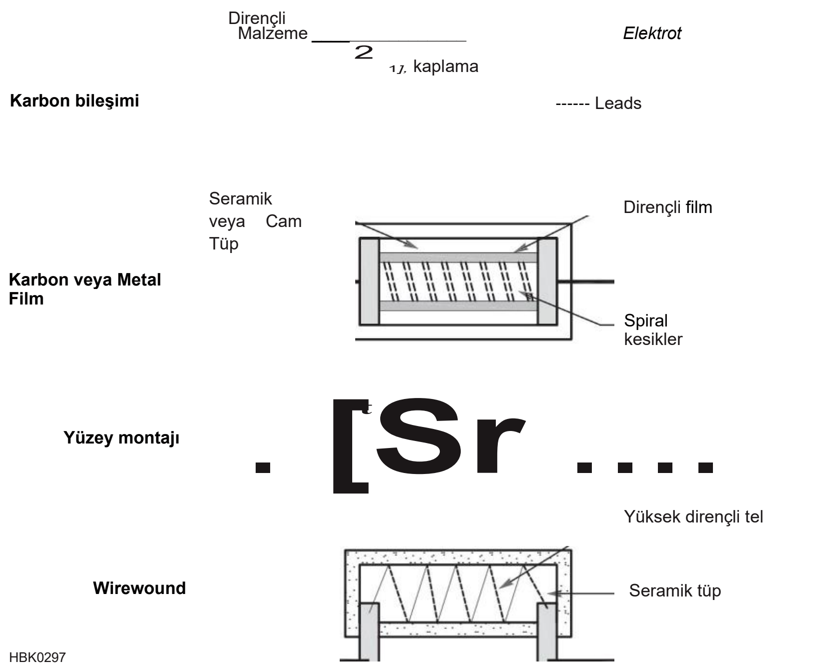
Bir? 0.5? 300°
L = ---- 18d + (18 x 0.5) + (40 X 6.3) 86µH
401

Eğer endüktif reaktansın direnç değerinin %10'undan az olmasını istiyorsak, bu direnç f = 0.1/(*2n x* 86 µH) = 185 Hz'in üzerinde kullanılamaz! Gerçek tel sargılı dirençler, hem boyut hem de parazitik indüktansı en aza indirgemek için birbiri üzerine katmanlı çoklu sargılara sahiptir (her katmanı zıt yönlerde sararak, indüktansın çoğu iptal edilir). İfwe beş katmanlı bir sargı varsayalım, uzunluk 1.8 inç'e ve indüktans yaklaşık 17 µH'ye düşürülür, böylece direnç daha sonra 937 Hz'in altında kullanılabilir. (Bununla birlikte, bu, direncin parazitik kapasitansını arttırma etkisine sahiptir.)

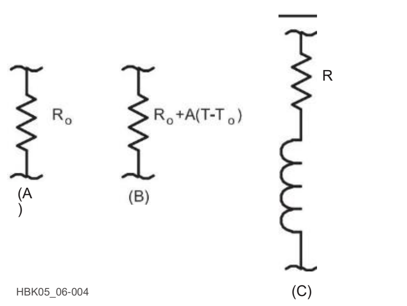
Bazı tübüler film direnç tiplerinin direnci, tüpün içindeki film boyunca spiral bir yol yazılarak kontrol edilir. Bu, daha yüksek ses frekanslarında ve üzerinde önemli olabilecek küçük bir indüktans oluşturur.

NON-İNDUCTİVE RESISTORS

En az miktarda parazitik indüktansa sahip dirençler, toplu dirençlerdir, örneğin



Şekil 5.7 - Farklı direnç tiplerinin elektriksel özellikleri, yapılarından güçlü bir şekilde etkilenir. Parazitik indüktans ve kapasitans reaktansı, direncin RF'deki davranışını güçlü bir şekilde etkiler.



Şekil 5.8 - Dirençler için devre modelleri. İlişkili endüktans ile tel-yara modeli C'de gösterilir B sıcaklığın etkisini içerir (T). VHF ve daha yüksek frekanslardaki tasarımlar için, C'deki model, kurşun indüktansını temsil eden L ile kullanılabilir.

karbon bileşimi, metal oksit ve seramik dirençler olarak. Bu dirençler tek bir doğrusal silindir, tüp veya dirençli malzeme bloğundan yapılır, böylece indüktans en aza indirilir. Her direnç tipi, üzerinde parazitik kapasitans ve indüktansın önemli olmaya başladığı maksimum kullanılabilir bir frekansa sahiptir. Bileşenin yüksek frekanslardaki performansı hakkında bilgi edinmek için üreticinin veri sayfasını inceleyin.

"Noninductive'olarak ilan edilen bazı dirençler aslında indüktansı en aza indiren özel bir sargı tekniği ile tel sargılı dirençlerdir. Bu dirençler ses frekanslarında kullanılmak üzere tasarlanmıştır ve RF'de kullanım için uygun değildir. Emin değilseniz, dirençlerin RF devrelerinde kullanım için uygun olup olmadığını satıcıya sorun.

Dirençler yalıtkan bir kaplama ile üretildiğinden, iç yapılarını belirlemek ve böylece parazitik indüktanslarını tahmin etmek zor olabilir. Fazla veya kullanılmış bir bileşenin dahil edileceği durumlarda, direnç için üreticinin özelliklerine erişemiyorsanız, bileşeni bir empedans ölçer ile test etmeniz veya başka bir reaktans ölçümü yapmanız önerilir.

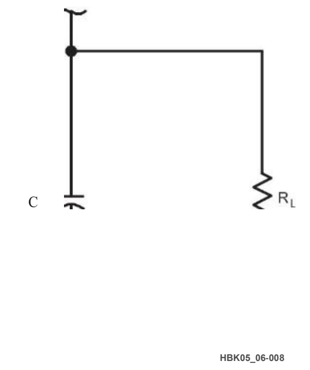
PARASITİC İNDUCTANCE İN KAPASITÖRLER

Bir kondansatör plakalarının boyutu ve şekli ve bunları devrelere bağlamak için kullanılan uçlar, genellikle kondansatör üreticileri tarafından eşdeğer seri endüktans (ESL) olarak adlandırılan parazitik endüktans oluşturur. **Şekil 5.9** ve **5.10,** VHF'ye kadar iyi olan kapasitörler için makul modeller göstermektedir.

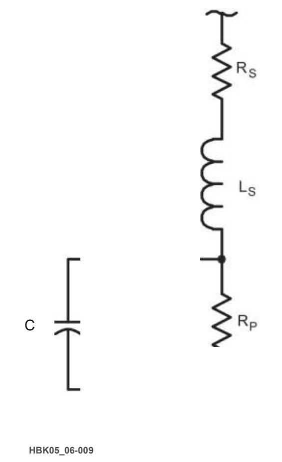
Şekil 5.11 çok ince metal folyo iki şerit yapılmış ve bir dielektrik ile ayrılmış bir rulo tipi kapasitör gösterir. Uçlar folyo şeritlerine bağlandıktan sonra, sandviç yuvarlanır ve metal bir kutuya yerleştirilir veya plastikle kaplanır. *Radyal uçların her ikisi de* rulonun bir ucundan dışarı çıkar ve rulonun ekseni boyunca her iki uçtan eksenel uçlar. Haddelenmiş şeritler nedeniyle, ESL yüksektir. Elektrolitik ve birçok film kapasitör türü rulo konstrüksiyon ile yapılır. Sonuç olarak, genellikle RF devrelerinde yararlı değildirler.

Yığın kapasitöründe, ince dielektrik levhalar bir tarafta ince bir metal tabaka ile kaplanır. Tabakaların bir yığını basınç altına yerleştirilir ve tek bir katı ünite yapmak için ısıtılır. Uçları bağlı olan metal yan kapaklar metal katmanlara temas eder. Yığın kapasitörlerinin ESL'si çok düşüktür ve bu nedenle yüksek frekanslarda kullanışlıdırlar. Seramik ve mika kapasitörler en yaygın yığın tarzı kapasitör vardır.

RF'de kullanılan paralel plakalı hava ve vakum kondansatörleri nispeten düşük parazitik indüktansa sahiptir, ancak yüksek voltajlara ve akıma dayanacak şekilde üretilen kapasitörler, parazitik indüktansın önemli hale gelmesi için yeterince büyüktür ve kullanımlarını düşük VHF ve



Şekil 5.9 - Kendinden rezonansın çok altındaki frekanslar için basit bir kapasitör modeli.



Şekil 5.10 - Seri direnç ve dağıtılmış indüktansı içeren VHF ve üstü için bir kapasitör modeli.

daha düşük frekanslar. Düşük güç devrelerini ayarlamak için ayarlanabilir kapasitörler (hava değişkenleri ve sıkıştırma veya piston düzeltici kapasitörler) çok daha küçüktür ve buna bağlı olarak daha düşük parazitik indüktansa sahiptir .

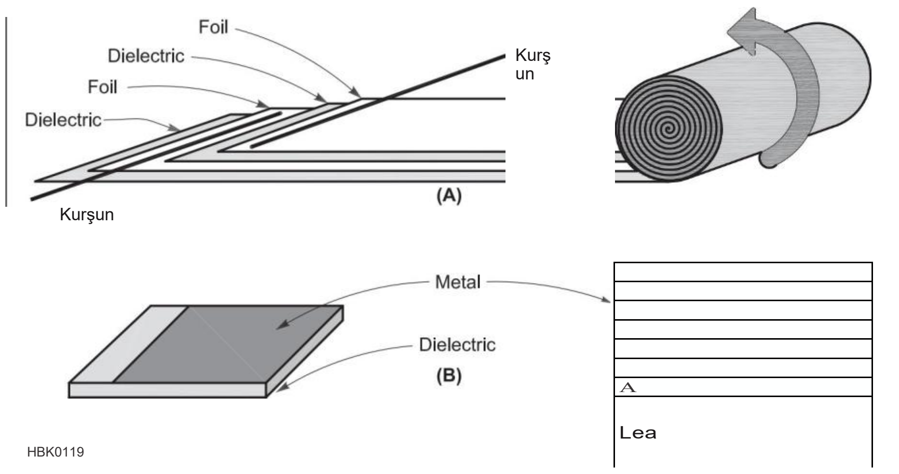
Tek bir kapasitörün çok geniş bir frekans aralığında iyi çalışması zordur, bu nedenle kapasitörler genellikle aşağıdaki Bypassing ve Decoupling bölümünde tartışıldığı gibi paralel olarak yerleştirilir. Çoğu zaman, farklı frekanslarda parazitik indüktansın etkilerinden kaçınmak için farklı tipte kapasitörlerin paralel olarak bağlanması önerilmektedir, ancak test ve dikkatli modelleme olmadan sonuçlar genellikle öngörülemez ve hatta atıfta bulunulan tartışmanın gösterdiği gibi verimsizdir.

5.3.2 Parazitik Kapasitans

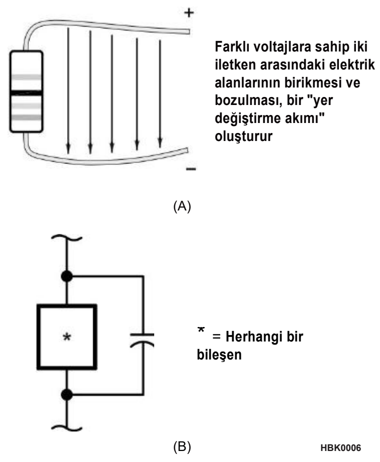
Maxwell denklemleri ayrıca, herhangi iki nokta arasındaki voltaj zamanla değişirse, **Şekil 5.12'de gösterildiği gibi bu noktalar arasında bir yer değiştirme akımı üretildiğini söyler.** Bu *yer değiştirme akımı,* iki nokta arasındaki elektromanyetik alanın yayılmasından kaynaklanır ve elektronların hareketi olan iletim akımı ile karıştırılmamalıdır. Yer değiştirme akımı, voltajın değişim hızıyla doğru orantılıdır.

Bir kondansatör bir ac voltaj kaynağına bağlandığında, sabit bir ac akımı akabilir, çünkü birlikte alındığında, iletim akımı ve yer değiştirme akımı pozitif kaynak terminalinden, kondansatörün plakaları boyunca ve negatif - terminale geri "döngüyü tamamlar".

Genel olarak, parazitik kapasitans, iki nokta arasındaki voltajın zamanla değiştiği her yerde ortaya çıkar, çünkü



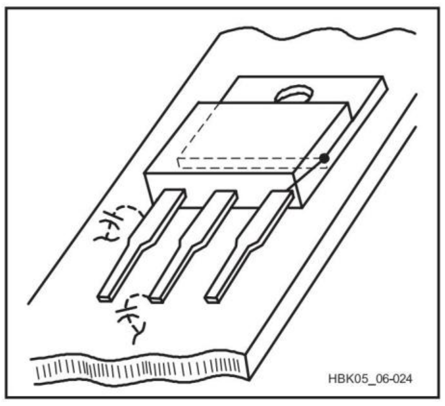
Şekil 5.11 - İki yaygın kondansatör yapımı türü. (A) Rulo konstrüksiyon, bir dielektrik şerit ile ayrılmış iki folyo şeridi kullanır. (B) Yığın yapı katmanları dielektrik malzeme (seramik veya film gibi), bir tarafı metal ile kaplanmıştır. Uçlar tutturulur ve montaj epoksi reçine ile kaplanır.



Şekil 5.12 - Maxwell denklemlerinin kapasitif sonuçları. C: İki nokta arasında, örneğin bükülmüş bir tel boyunca değişen herhangi bir voltaj, aralarında çalışan bir yer değiştirme akımı üretir. Bu bir kapasitans olarak matematiksel olarak ele alınabilir. B, genel bir bileşen modeline parazitik kapasitans ekler.

Elektromanyetikler akmak için bir yer değiştirme akımı gerektirir. Bu fenomen, uzayda bir noktadan diğerine ek bir akım yolunu temsil ettiğinden, bileşene *paralel olarak uygun değerde bir kapasitör ekleyerek bu parazitik kapasitansı* bileşen modellerimize ekleyebiliriz. Bu parazitik kapasitanslar tipik olarak **1** pF'den azdır, böylece VHF'nin altında açık devreler (sonsuz reaktanslar) olarak kabul edilebilir ve bu nedenle ihmal edilebilirler.

PACKAGE CAPACİTANCE Bir başka kapasitans kaynağı, aynı zamanda 1-pF aralığında ve bu nedenle sadece VHF ve yukarısında önemlidir, ürünün ambalajıdır.



Şekil 5.13 - Beklenmedik başıboş kapasitans. TO- montaj sekmesi 220 transistör genellikle bağlanır Cihazlardan biri yol gösteriyor. Çünkü bir Kurşun kasaya bağlıdır, diğer uçtan kasaya kadar olan küçük kapasitanslar cihazda ek paket kapasitansı olarak görünür. Benzer kapasitans iletken bir paket ile herhangi bir cihazda görünebilir.

Ponent'in kendisi. Örneğin, TO-220 bir durumda paketlenmiş bir güç transistörü (bkz Şekil **5.13), genellikle** metal sekmenin kendisine bağlı yayıcı veya toplayıcıya sahiptir. Bu, kavşaklar boyunca ekstra bir elektrotlar arası kapasitans sunar.

Bir PC kartındaki bakır izler ayrıca devre bileşenleri, diğer izler ve güç ve yer düzlemleri ile kapasitans oluşturur. Çift taraflı PC kartları, kartın her iki tarafındaki bakır katmanları arasında inç kare başına belirli bir kapasitansa sahiptir. (Çok katmanlı PC kartları, katmanlar arasındaki daha küçük ayrım nedeniyle daha yüksek kapasitans değerlerine sahiptir.) Kartın her iki tarafında kazınmamış bakır alanları bırakarak kapasitörler oluşturmak mümkündür. Düşük frekanslarda kullanılmak üzere tasarlanmış ucuz PC kartı malzemelerinin dielektrik sabiti iyi kontrol edilmemektedir, ancak kapasitansta önemli değişikliklere yol açmaktadır. Bu nedenle, çift taraflı bir kartın bir tarafındaki bakır, VFO'lar gibi frekans belirleyici devreler altında tamamen çıkarılmalıdır.

Başıboş kapasitans (fiziksel yapı nedeniyle var olan herhangi bir "ekstra" kapasitans için kullanılan genel bir terim), iki metal yüzeyin farklı voltajlarda bulunduğu herhangi bir devrede görülür. Bu tür etkiler devrede verilen noktalara paralel olarak ekstra bir kapasitör olarak modellenebilir. **Elektrik Temelleri bölümünde verilen paralel plaka formülü ile kaba bir değer elde edilebilir.** Parazitik indüktansa benzer şekilde, kendisine bağlı telleri olan veya telden imal edilen veya metale yakın veya bağlı olan herhangi bir devre bileşeni, onunla ilişkili bir parazitik kapasitansa sahip olacaktır, bu da yine sadece RF'de önemli hale gelir.

Başıboş kapasitans, devre tasarımında hesaba katılması zor olabilir, çünkü bileşenin fiziksel yönüne bağlı olarak bileşenler ve diğer devre yapıları arasında bulunur. İts varlığı, sinyallerin bir devrenin normal çalışmasını bozacak şekilde akmasına izin verebilir ve kapasitif reaktans devre empedansının daha büyük bir yüzdesi olabileceğinden, yüksek empedanslı bir devrede daha büyük bir etkiye sahip olabilir. Ayrıca, başıboş kapasitans genellikle devre ile paralel olarak göründüğü için, başıboş kondansatör daha yüksek frekanslarda istenen sinyalin daha atlayabilir. Bir RF devresinin dikkatli fiziksel tasarımı ve bileşenlerin seçimi, başıboş kapasitansın etkilerini en aza indirebilir.

5.3.3 Kendinden Rezonans

Parazitik etkiler nedeniyle, bir kapasitör veya indüktör - hepsi kendi başına - parazitik etkilerin önemli olduğu frekanslarda rezonant bir RLC devresinin özelliklerini sergiler. Şekil 5. 10 ve 5. 14, Şekil 5.4'teki genel modele dayanan kapasitör ve indüktör için RF modellerini göstermektedir.

Ambalaj kapasitansı dışarı. Konfigürasyondaki hafif farka dikkat edin; C, -R ve L-R çiftleri seri **olarak** kondansatörde, ancak indüktörde paraleldir. Bunun nedeni bileşenlerin farklı fiziksel yapısıdır .

Yeterince yüksek bir frekansta, hem indüktörler hem de kapasitörler, parazitik reaktans, amaçlanan reaktansı iptal ettiğinde veya eşitlediğinde, bir seri rezonans devresi oluşturarak kendi kendine rezonans olurlar. - Ayrı bileşenlerden oluşan bir seri rezonans devresine benzer şekilde, kendinden rezonans frekansının üzerinde bir kondansatör endüktif görünecek ve bir indüktör kapasitif görünecektir .

Bir örnek için, uçları # 20 AWG telinden (0) yapılan 4 70-pF bir kapasitörün yaklaşık rezonans frekansını hesaplayalım. 03 2 inç çap), toplam uzunluğu inç. Denklem 1'i kullanarak, yaklaşık parazitik indüktansı hesaplıyoruz

Mom- **ooso**] U ["*"] - (0.032 İ 2)"v]

= 0.021 μH

ve kendi kendine rezonans frekansı kabaca **1**
f = – 7 = 50.6 MHz
21LC

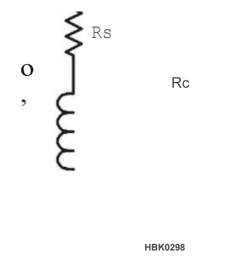
Benzer! y, bir indüktör de paralel bir öz rezonansa sahip olabilir.

Bu hesaplamaları yapmanın amacı, gerçek bileşen değerleri için bir his sağlamaktır. Kaba bir tasarım kılavuzu olarak kullanılabilirler, - ancak nicel olarak kullanılmamalıdırlar. Kurşun yönlendirme, koruma ve benzeri gibi diğer faktörler paraziter etkileri büyük ölçüde değiştirebilir. Büyük değerli kondansatörler, - küçük değerli kondansatörlerden daha yüksek parazitik indüktanslara (ve dolayısıyla daha düşük bir rezonans frekansına) sahip olma eğilimindedir.

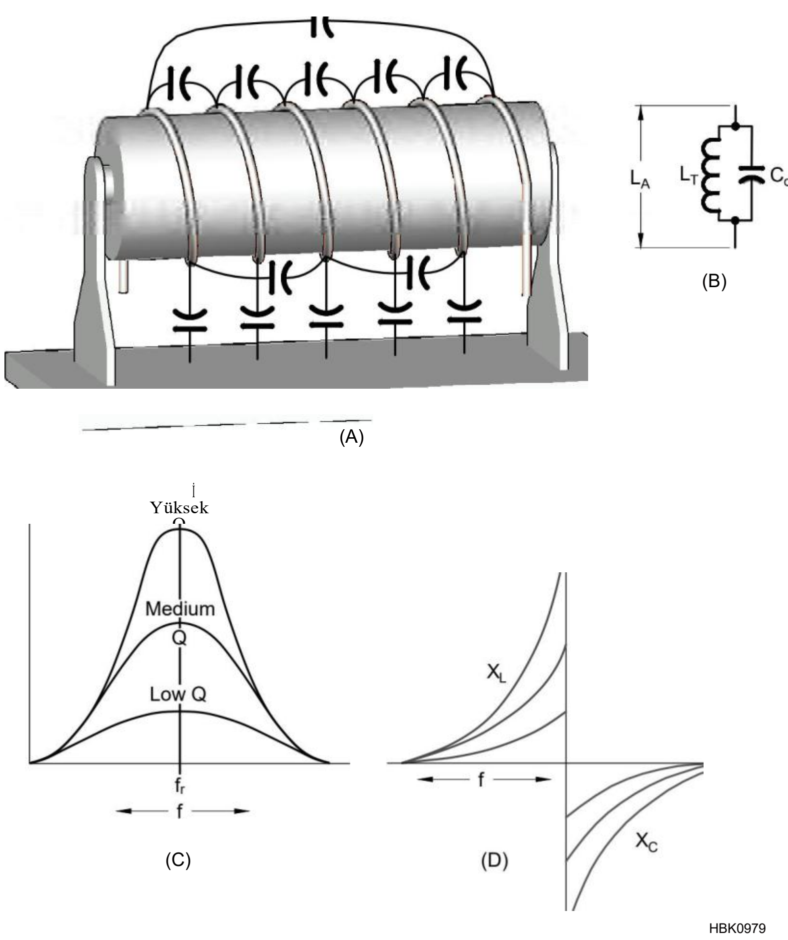
Kendinden rezonans, VHF ve UHF'de kritik öneme sahiptir, çünkü birçok ortak bileşenin kendinden rezonans frekansı, bileşenin kullanılacağı frekansta veya altındadır. Bu durumda, ya parazitik etkileri azaltarak bu frekanslarda çalışacak bileşenler oluşturmak için özel teknikler kullanılabilir ya da topaklı elemanlar fikri, striplinler ve dalga kılavuzları gibi mikrodalga teknikleri lehine tamamen terk edilmelidir.

5.3.4 Radyo Frekanslarında İnduktörler ve RF Boğucular

İnduktorlar belki de en önemli paraziter etkilere sahip bileşendir. Kondansatörler ve dirençler için birçok farklı form çeşidi olduğunda, çoğu indüktör temelde benzerdir: boru veya toroidal formda bir tel bobin. Bu nedenle, basit indüktörde gösterildiği gibi hem parazitik direnç hem de kapasitans tarafından etkilenirler.



Şekil 5.14 - Parazitik kapasitans ve direnç ile indüktör için genel model. Parazitik kapasitans temsil eder Kablonun farklı dönüşleri arasındaki kapasitansın kümülatif etkisi. Parazitер direnç, R ", nedeniyle frekansa bağlıdır Cilt etkisine. R, sızıntı direncini temsil eder. Düşük frekanslarda, parazitik kapasitans, C ", ihmal edilebilir.



Şekil 5.15 - Bobinler sargılar arasında ve bobinden bitişik yapılara kapasitans (A) dağıtmıştır. Bu, B'de rezonans frekansı, f ile gösterildiği gibi paralel ayarlı bir devre oluşturur. " Bobinin empedansı ve reaktansı frekansa göre değişir C ve D'de rezonansın altında, reaktans endüktif ve rezonansın üstünde reaktans kapasitiftir.

Şekil 5.14'ün modeli.

Bir kapasitörün kaçak iletkenliği genellikle ihmal edilebilir olsa da, bir indüktörün seri direnci genellikle değildir. Bu, RF devrelerinde kullanılan tipik endüktans değerlerini ve cilt etkisini (aşağıda tartışılmıştır) oluşturmak için gereken ince telin uzun uzunluklarından kaynaklanır. L = 33 µHand aminimumQ of30measuredat2.5 MHz ile tipik bir hava çekirdeği indüktörünü düşünün. Bu, bir devrenin bant genişliğini önemli ölçüde değiştirebilecek R_= 2 7t f L/Q = 17 92 seri direncini gösterir. Cilt etkisi ayrıca üst HF aralıklarında ve üstünde paraziter direnç ile sonuçlanır. Cilt etkisinden kaynaklanan kayıpları en aza indirmek için, bu frekanslardaki indüktörler, özellikle vericiler ve amplifikatörlerde kullanılması amaçlanan ve önemli akımlar taşıması beklenen indüktörler, genellikle büyük çaplı telden veya borudan veya hatta düz kayıştan yapılır.

Büyük iletkenlerin pratik olmadığı birçok dönüşlü bobinler için, bazen Litz teli kullanılır. Litz teli, her biri beklenen kullanım sıklığında cilt derinliğinden daha küçük bir çapa sahip, böylece sağlam bir telden veya normal telli telden daha büyük bir yüzey alanı sunan, birlikte dokunmuş birçok ince yalıtımlı telden yapılmıştır. Bu, paralel olarak birden fazla dirençli indüktör oluşturur ve bu da toplam empedansı azaltır. Bununla birlikte, azalma paralel yolların sayısıyla orantılı değildir, çünkü bunlar endüktif olarak birleşmiştir .

Bir indüktör manyetik bir çekirdeğe sarılırsa, çekirdeğin kendisi paraziter direnç olarak kabul edilen kayıplara sahip olabilir. Her çekirdek türü - demir, toz demir veya ferrit - maksimum verimlilik için tasarlandığı bir frekans aralığına sahiptir. Bu aralığın dışında, çekirdek indüktörün parazitik direncini yükselterek önemli kayıplara sahip olabilir.

Parazitik kapasitans özel bir con-

Yapıları nedeniyle indüktörler için cern. **Şekil 5.15'teki indüktörü düşünün.** Bu bobin n dönüşe sahipse, iki komşu dönüşün aynı noktaları arasındaki ac voltajı, tüm bobin boyunca ac voltajının 1/n katıdır. Bu voltaj, bobinden geçen bir ac akımı nedeniyle değiştiğinde, etki, bobinin endüktansına paralel olarak hareket eden birçok küçük kapasitörün etkisidir. Böylece, uçlardan kaynaklanan kapasitansa ek olarak, indüktörler fiziksel şekillerinden dolayı daha yüksek parazitik kapasitansa sahiptir.

Bu çeşitli etkiler, indüktör yapımının performans üzerinde neden bu kadar büyük bir etkiye sahip olduğunu göstermektedir. Örnek olarak, 5 µH'lık bir indüktör kullanmanızı gerektiren bir proje üzerinde çalıştığınızı varsayalım. **Elektriksel Temeller** bölümündeki bobin endüktans formülüne bakıldığında, birçok uzunluk ve çap kombinasyonunun istenen endüktansı verebileceği akla gelir. Eğer varsa

Hem 0.5 hem de İ-inç bobin formları, neden diğerini seçmelisiniz? Diğer bazı değişkenleri ortadan kaldırmak için, her iki bobini de 1 inç uzunluğunda, yakın sarımlı yapalım ve her iki uçta da İ inç uçları verelim.

Her biri için gerekli dönüş sayısını hesaplayalım. 0,5 inç çapında bir formda:

n [L @ s +
401) d
{stasso.sy + @
0sm0.5 31.3 dönüş

Bu, bobin 1'in # 20 AWG telinden (inç başına 29.9 dönüş) yapılacağı anlamına gelir. Bobin 2, İ-inç formunda , verim

{s issue @ 0soy 1 '= 17 tur
n

Yakın sarılı olmak için # 15 AWG tel gerektirir .

Her biriyle ilişkili seri dirençler nelerdir? Bobin 1 için, toplam tel uzunluğu 2 inç + (31.3 x π X 0.5) = 51 inç olup, 10.1 92/1000 ft'de R = 0.043 ©2 de verir. Bobin 2, 2 inç + (17 .0 x π X 1) = 55 inç toplam tel uzunluğuna sahiptir, bu da 3.18 ©/1000 ft'de R_=0.015 © 2 veya bobin 1'in yaklaşık %'si kadar bir direnç verir. Ayrıca, RF'de, bobin 1, daha küçük iletken çapı nedeniyle bobin 2'den yaklaşık 3 kat daha düşük bir frekansta cilt etkisinden muzdarip olmaya başlayacaktır. Bu nedenle, eğer Q tek düşünce olsaydı, daha büyük çaplı bobini kullanmak daha iyi olurdu .

Bununla birlikte, Q tek endişe değildir. Bu tür bobinler genellikle korumalı muhafazalara yerleştirilir. Ortak bir kural, muhafazanın indüktörü etkilemesini önlemek için, muhafazanın her taraftaki bobinden en az bir bobin çapı olması gerektiğini söylüyor. Yani, büyük bobin için 3x3 x2 inç ve küçük bobin için 1.5 x 1.5x 1.5, %500'ün üzerinde bir hacim farkı.

RF CHOKES

Bir RF boğucu, RF'ye yüksek bir empedans sunarken düşük frekanslı ac ve de gücünü geçirmeyi amaçlayan bir indüktördür. Ayarlanmış devrelerde, filtrelerde veya diğer yüksek Q uygulamalarında kullanılmak üzere tasarlanmamıştır. (Detaylı bir çevrimiçi makale "R.F. Chokes Nasıl Seçilir" RF Cafe web sitesinde mevcuttur, **www. rfcafe.com/references/electronics-world/ select-rf-chokes-may-1966-electronicsworld.htm .)**

Minyatür ve minyatür boğucular, hem delikten hem de SMT'den dirençlere benzer boyuttadır. Küçük bir ferrit çekirdek ve çok ince tel kullanırlar. Kuplajı azaltmak için etraflarında metal bir kalkan bulunan boğucular mevcuttur (bir sonraki bölüme bakın). Bu boğucular için DC akım değerleri oldukça düşüktür - tipik olarak en fazla onlarca mA. İnductance değerleri, düşük güçlü ses ve RF devrelerinde veya EMİ'yi yönetmek için nanohenries'ten milihenries'e kadar değişir.

Güç kaynakları genellikle ortak mod - RF'nin ekipmana girmesini veya çıkmasını engellemek için ferrit çubuklara sarılmış yüksek akımlı boğucular kullanır. 10 µH ila birkaç yüz µH İnductance ve 10 A'ya kadar akım dereceleri, ağır katı emaye teller kullanan tel sargıları ile tipiktir.

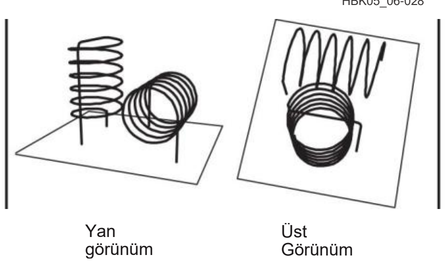
Birkaç yüz µH ila birkaç mH arasındaki orta ağırlıktaki boğumlar, dağıtılmış kapasitansı en aza indirmek için genellikle çeşitli bölümlerde seramik formlara sarılır. Her bölüm, küçük bir disk haline getirilmiş çoklu dönüşlerden oluşur. Diskler biraz pastaya benziyor, bu yüzden bu boğmalara "pasta-yara" (ayrıca "pi-yara") denir. Bunlar eski tüp ekipmanlarında ve yüksek güçlü RF devrelerinde yaygındır. Bu tür bir RF boğulmasının bir fotoğrafı, Elektrik **Temelleri bölümünün** indüktörler bölümünde gösterilir .

tipi iletim boğumları genellikle RF'nin - yüksek voltaj kaynağına geri dönmesini engellemek için plaka devresinde kullanılır. 100 µH değerleri

Birkaç yüz µH HF kullanılan plaka chokes için birkaç amper dereceleri ile tipiktir. Filament boğucular, aynı indüktans değerleri aralığında birçok düşük voltajlı ac amperini işlemek zorundadır.

Bir RF boğucu, kendi kendine rezonans frekansının (SRF) altında en iyi performansı gösterir, ancak kabul edilebilir derecede yüksek bir empedansa sahip olduğu aralık boyunca kullanılabilir. Boğmanın empedansı SRF'nin altında endüktif ve SRF'nin üstünde kapasitif olacaktır (bakınız Şekil 5.15). Eğer boğucu yüksek güçlü bir iletim devresinde kullanılacaksa, rezonanslar bobin boyunca bir veya daha fazla noktada çok yüksek voltajlar üretebilir. Bu, arklama ve boğulmaya zarar verebilir. Bu boğmalar genellikle rezonansların etkisini en aza indirmek için özel olarak sarılır, ancak muhafaza ve diğer bileşenlere dağıtılmış kapasitans SRF'yi etkilediğinden, bu tam uygulamaya uyacak şekilde yapılmalıdır.

W8JI yaşındaki Tom Rauch, www'de - görülebilen SRF ve plaka tıkanıklıkları hakkında bilgilendirici bir makale yazdı. **w8ji.com/rf plate_choke.htm.** Yüksek güçlü RF devrelerinde **(www.w8ji.com/loading_inductors.htm) kullanılan indüktörlerle ilgili eşlik eden web sayfası** da çok bilgilendiricidir .



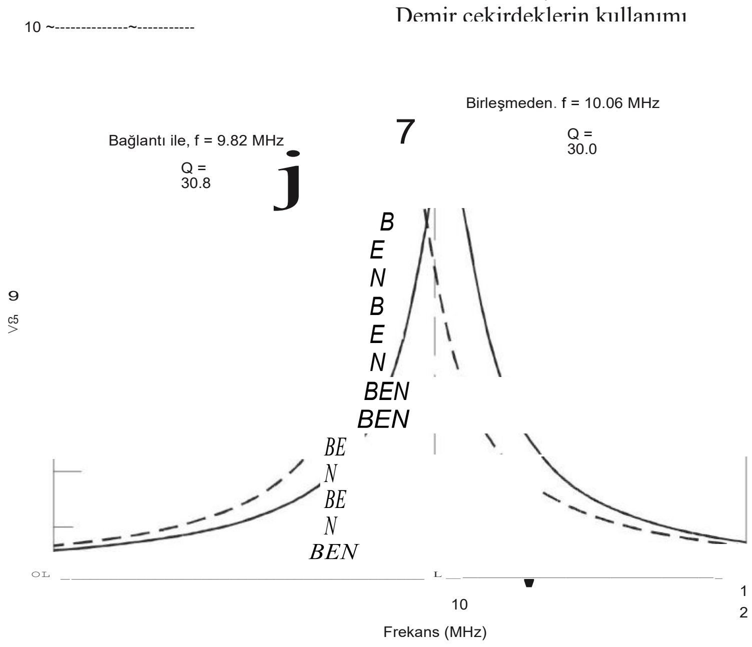
Şekil 5.16 - Yakın **mesafedeki korumasız bobinler, eşleşmeyi en aza indirmek için birbirine dik olarak monte edilmelidir.**

Doğru boğulma tipini seçmek, devrenin başarısı için önemlidir. Kondansatörler gibi, farklı özelliklere sahip birçok boğucu türü vardır. Güvenilir bir kılavuz, ne tür indüktörlerin kullanıldığını görmek için aynı tip ve frekans aralığındaki iyi tasarlanmış ticari ekipmanı incelemektir. Ekipman ve boğma tasarımı ile ilgili el kitapları ve makaleler, özellikle yüksek güçlü uygulamalar için de yararlıdır. Coilcraft "RF İnductor Design Center" (www.coilcraft.com/rfdc.cfm**) gibi üretici uygulama notları ve seçim kılavuzları** da - düşük güç devreleri için yararlıdır.

Boğucuyu seçerken, boğucunuzun düşük de voltaj düşüşü ile de akım yükü için yeterince derecelendirilmesi gerekecektir. SRF, kullanım sıklığından daha yüksek olmalı veya en azından yüksek empedansa sahip olmalıdır. Q'nun aşırı RF güç dağılımını önlemek için yeterince yüksek olduğundan emin olun. Son olarak, herhangi bir manyetik çekirdek (demir veya ferrit tozu) kullanım sıklığı için tasarlanmalıdır.

İNDUCTOR COUPLING

Karşılıklı indüktans (Elektrik **Temelleri** bölümüne bakınız) ayrıca RF devrelerinin rezonans frekansı ve Q üzerinde bir etkiye sahip olacaktır. Bu nedenle, frekans-kritik devrelerdeki indüktörler her zaman yönlendirilmeli ve kuplajı en aza indirmek için yeterli aralıklarla olmalıdır. Örneğin, Şekil 5.16'daki gibi birbirine dik eksenleri olan birbirine yakın bobinleri monte **edin.** Demir çekirdeklerin kullanımı



Şekil 5.17 - **Şekil 5.19A'in iki özdeş devresi arasındaki ışık eşleşmesinin (k = 0.05) frekans yanıtları üzerindeki sonucu.**

Ayrıca manyetik alanları çekirdeğin içinde tutma eğilimindedir ve istenmeyen eşleşmeleri azaltır .

Örnek olarak, hem giriş hem de çıkış rezonans devrelerine sahip bir osilatör devresi oluşturduğumuzu varsayalım. İfwe, bu devrelerdeki iki bobinin ayrılmamasına dikkat eder, iki devrenin herhangi birinin frekans tepkisi, **Şekil 5.17'deki katı çizgi ile gösterilir.**

İki bobin dikkatsiz yerleştirme veya uygun olmayan koruma yoluyla birleştirilirse, rezonans frekansı ve Q etkilenecektir. Şekil 5 .1 7'deki kesikli çizgi, bir devre şasisi üzerine yakın bir şekilde dik olarak monte edilen hava sargılı indüktörler için makul bir değer olan k = 0.05'in eşleşme katsayısından kaynaklanan frekans yanıtını göstermektedir. Rezonans frekansının 10.06'dan 9.82 MHz'e veya %2.4'e kaydığını unutmayın. Q, rezonans frekansındaki biraz daha yüksek endüktif reaktansın bir sonucu olarak 30.0'dan 30.8'e hafifçe yükseldi.

Bobinler arasındaki kapasitans, bir devrenin frekans tepkisini de etkileyebilir. Korumalı indüktörlerin veya teneke kutu monte edilmiş bobinlerin kullanılması,

5.3.5 Cilt etkisi

Bir iletkenin ac'ye direnci, ac alanlarının iletkenle etkileşim şekli nedeniyle de için olan değerinden farklıdır. Sonuç olarak, kalın, mükemmele yakın iletkenler (metaller gibi) ac'yi sadece *belirli bir cilt derinliğine iletir,* 0, akımın frekansının karekökü ile ters orantılıdır. *Cilt etkisi olarak adlandırılan bu,* iletkenin yüksek frekanslarda etkili çapraz kesitini azaltır ve böylece direncini arttırır.

$$8 --- \frac{1}{fat\mu} \quad (2)$$

nerede

µ iletkenin geçirgenliğidir ve

o İletken malzemenin iletkenliğidir.

Deri etkisinin neden olduğu direnç artışı, ses frekanslarında ve altında önemsizdir, ancak yaklaşık 1 MHz'den başlayarak (iletkenin boyutuna bağlı olarak), neredeyse tüm akımın iletkenin yüzeyine yakın çok ince bir tabaka halinde aktığı çok belirgindir. Örneğin, 10 MHz'de, bir bakır iletkenin yüzey derinliği yaklaşık 0.02 mm'dir (0.00079 inç). Bu nedenle, RF'de içi boş bir tüp ve aynı çaptaki ve aynı metalden yapılmış katı bir çubuk aynı dirence sahip olacaktır ve bir iletkenin RF direnci genellikle de direncinden çok daha yüksektir. Manyetik olmayan bir telin (demir dışı metalden yapılmış) kayda değer bir cilt etkisi göstermeye başlayacağı frekansın kaba bir tahmini hesaplanabilir.

$$\frac{r\,12}{4a} \quad (3)$$

nerede

f = frekans, MHz cinsinden

D = mil cinsinden çap (bir mil 0.001 inç)

Bu frekansın üstünde, direnci artırın-Telin her 2 yıllık frekans için 1 Ox tarafından tance (her on yıl için kabaca 3.2x). Örneğin, 2 inç uzunluğundaki # 18 AW G bakır telin RF direncini 100 MHz'de bulmak istediğimizi varsayalım. **Bileşen Verileri ve Referanslar - bölümündeki tel tablolardan,** bu telin 2 inç x 6.386 9/1000 ft = 1.06 m &. Yukarıdaki formülden, frekans 124/40.3 ^{2}= 76 kHz olarak bulunur. 100 MHz bunun yaklaşık otuz yıl üzerinde olduğundan (100 kHz ila 100 MHz), RF direnci yaklaşık 1.06 mn x 3.23 = 1.06 mo x 32.8 = 34.8 mo. Yine, bu şekilde hesaplanan değerler yaklaşık - değerlerdir ve niteliksel olarak kullanılmalıdır - örneğin, "100 MHz'de bu uzunluktaki bağlantı telinin RF direncini ihmal edebilir miyim?" Kaplama etkisi ile ilgili çeşitli yararlı grafikler, bu bölümün Referanslar bölümünde listelenen Mühendisler için Referans Verileri'nde mevcuttur .

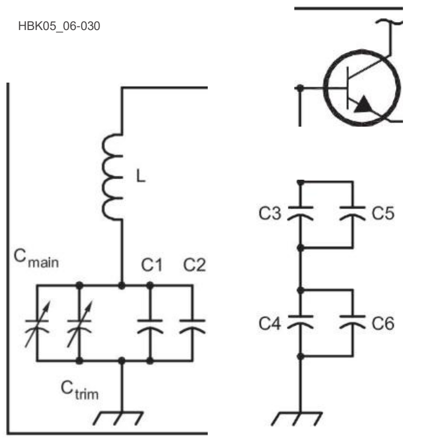
Cilt etkisi ile ilişkili kayıplar, RF akımını taşıyan iletkenin yüzey alanını artırarak azaltılabilir. Düz, sağlam kayış ve boru genellikle bu nedenle kullanılır. Ek olarak, akım taşıyan katman UHF ve mikrodalga frekanslarında çok ince olduğundan, gümüş kaplama gibi iletkenin yüzeyindeki ince, yüksek iletken bir tabaka direnci düşürebilir. Gümüş kaplama, HF iletkenliğini önemli ölçüde iyileştirmek için çok incedir.

5.3.6 RF İsıtma

RF akımı genellikle aynı seviyede de veya düşük frekanslı ac akımının olamayacağı bileşen ısıtma sorunlarına neden olur. Bu kayıplar hem cilt etkisinden hem de bir kapasitör dielektrik gibi yalıtım malzemesindeki dielektrik kayıplardan kaynaklanır.

Bir örnek, bir RF osilatörünün tank devresidir. İstenilen kapasitansı elde etmek için birkaç küçük kapasitör paralel olarak bağlanırsa, cilt etkisi azaltılacak ve ısı dağılımı için mevcut toplam yüzey alanı artırılacak, böylece tek bir büyük kapasitöre kıyasla RF ısıtma etkileri önemli ölçüde azaltılacaktır. Bu teknik benzer herhangi bir duruma uygulanabilir; Genel fikir, ısıtmayı mümkün olduğunca çok bileşen arasında bölmektir.

Bir örnek, birçok HF VFO'da kullanılan giriş tankı devresini temsil eden Şekil 5.18'deki devre bloğunda gösterilmektedir. L, Cai Siam CÎ ve C3 set ile birlikte



Şekil 5.18 - Bir **tank devresi VFO'larda yaygın olarak kullanılan tip. RF akımını dağıtmak için paralel olarak birkaç kondansatör kullanılır, bu da sıcaklık etkilerini azaltır .**

osilatör frekansı. Bu nedenle, sıcaklık etkileri bu bileşenlerde kritik öneme sahiptir. Paralel olarak birkaç kapasitör kullanarak, RF akımı (ve akımın karesiyle orantılı olan sonuç ısıtma) her bileşende azaltılır. Paralel kombinasyonlar aynı nedenle geri besleme kapasitörler için kullanılır.

Yüksek güç seviyelerinde, RF ısıtmaya bağlı kayıplar - dirençli veya dielektrik kayıplardan - önemli olabilir. İnsulating - malzemeler, mükemmel izolatörler olmalarına rağmen dielektrik kayıplar sergileyebilirler. Örneğin, naylon plastik izolatörler düşük frekanslarda çok iyi çalışabilir, ancak VHF'de ve üstünde oldukça kayıplı olduklarından, bu frekanslarda RF devrelerinde kullanım için uygun değildirler. Malzemenin RF'de bir yalıtkan olarak kullanıma uygun olup olmadığını belirlemek için, malzemeyi bir mikrodalga fırında birkaç saniye ısıtarak ve sıcaklık artışını ölçerek hızlı bir test yapılabilir. (Mikrodalgada herhangi bir metal içeren parçaları veya malzemeleri yerleştirmekten kaçının!) İsınan malzemeler kayıplıdır ve bu nedenle RF devrelerinde kullanım için uygun

5.3.7 Q üzerindeki etkisi

Elektrik Temelleri bölümünden, ayarlanmış RLC devreleri için faydalı bir değer olan Q devresinin çeşitli şekillerde tanımlanabileceğini hatırlayın:

$$o\text{-}AL \quad \text{döne mi ¢ R} \quad (4)$$

çevrim başına depolanan

enerji çevrim başına dağılan

Q ayrıca ayarlanmış bir devrenin yanıtının bant genişliği ile ilgilidir.

$$Q = \frac{F_0}{BW;\ aB} \quad (5)$$

Parazitik indüktans, kapasitans ve direnç, tasarım frekansı bileşenlerin kendinden rezonans frekanslarına yakınsa, ayarlanmış bir devrenin performansını ve özelliklerini önemli ölçüde değiştirebilir.

Örnek olarak, bir osilatörün frekans belirleyici rezonans devresini temsil edebilen Şekil 5.19A'in rezonant devresini düşünün. Herhangi bir paraziti ihmal etmek,

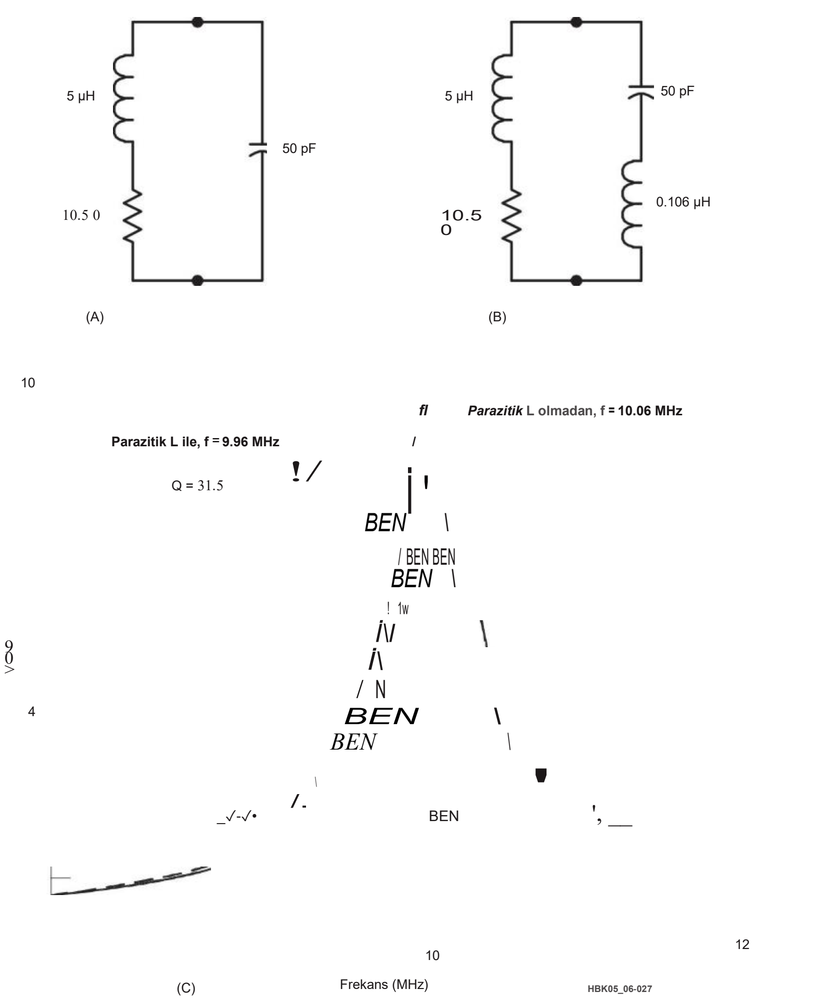
Fo = 1 / 2nLC = 10.06 MHz

Birçok pratik durumda olduğu gibi, direncin tamamen indüktör serisi direncinden kaynaklandığını varsayalım. İndüktörün veri sayfası minimum Q of30 belirtmiştir, bu nedenle Q = 30'un R değerini verdiğini varsayarsak

XL_27 (0,06 MHz) (Hİ _10.5 0 / Q 30

Daha sonra, kapasitörün parazitik indüktansını ekleyelim (Şekil 5.19B). Makul bir varsayım, bu kapasitörün, L = 0.106 **µH hesapladığımız Parazitik İnduktans bölümündeki örnekle aynı fiziksel boyuta sahip olmasıdır.** Bu, kapasitöre 434 MHz'lik bir kendi kendine rezonans frekansı verecektir - ilgi frekansımızın çok üstünde. Bununla birlikte, eklenen parazitik indüktans ekstra bir 0.106/5.0 = %2 indüktans oluşturur. Bu devre artık kesinlikle seri veya paralel olmadığından, yeni fi hesaplamadan önce eşdeğer bir forma dönüştürmeliyiz.

Daha kolay ve hızlı bir yol, değiştirilmiş devreyi bilgisayar tarafından simüle etmektir. Bu analiz, **Bilgisayar Destekli Devre Tasarımı** bölümünde açıklanan standart bir devre simülasyon programı olan SPICE kullanılarak bir masaüstü bilgisayarda gerçekleştirildi. Voltaj tepkisi



Şekil 5.19 - A, parazitleri ihmal eden bir tank devresidir. Ben kondansatör dahil aynı devre Bis. C, A ve B için frekans yanıt eğrileridir Katı çizgi, değiştirilmemiş devreyi temsil ederken (ayrıca Şekil 5.17'ye bakınız), kesikli çizgi parazitik indüktans eklemenin etkilerini gösterir.

Devrenin (1 mA'lık bir giriş akımı verildiğinde), parazitli ve parazitsiz her iki durum için bir frekans fonksiyonu olarak hesaplanmıştır. Sonuçlar Şekil 5'teki grafikte gösterilmiştir. Parazitik devrenin 9,96 MHz'lik bir f (%1'lik bir kayma) **ve** bir Q (-3 dB noktasından ölçülen) 31,5 sahip olduğunu görebildiğimiz 19 ° C. Karşılaştırma için, değiştirilmemiş devrenin simülasyonu aslında fi 10.06 MHz ve Q = 30 gösterir.

5.3.8 Dielektrik Dağılımı ve Arklama

Verici bir kondansatörün plakaları arasında bir ark formu gören, statik deşarjların bir anten izolatörü üzerinden atladığını veya kuru bir günde metal bir kapı koluna dokunduğunu gören herkes, dielektrik bozulmasının etkilerini yaşamıştır.

İdeal dünyada, herhangi iki iletkeni alabilir ve birbirine ne kadar yakın olursa olsun, onlara istediğimiz kadar büyük bir voltaj koyabiliriz. Gerçek dünyada, yalıtkanın parçalanacağı bir voltaj sınırı (kV/cm cinsinden ölçülen ve iki iletken arasındaki yalıtım malzemesi tarafından belirlenen dielektrik mukavemeti) vardır.

Yüklü parçacıklar oldukları için, bir dielektrik malzemenin atomlarındaki elektronlar, bir elektrik alana yerleştirildiğinde çekici bir kuvvet hissederler. Alan yeterince güçlüyse, kuvvet elektronu atomdan ayırır. Bu elektron akımı iletmek için kullanılabilir ve dahası, son derece yüksek bir hızda hareket ediyor. Bu elektronun başka bir atoma çarpması ve başka bir elektronu serbest bırakması çok muhtemeldir. Çok geçmeden, büyük bir akım üreten ve bir *yay oluşturan birçok soyulmuş elektron vardır. Bu* olduğunda, dielektriğin *bozulduğunu söylüyoruz.* RF devrelerinde ark, yüksek voltajların yaygın olduğu vericilerde ve iletim hattı bileşenlerinde en yaygın olanıdır, ancak önemli ölçüde farklı voltaj seviyelerinde iki bileşenin yakından aralıklı olması her yerde mümkündür.

Dielektrik sıvı veya gaz ise, uygulanan voltaj çıkarıldığında ve dielektrik içindeki moleküller normal durumuna geri döndüğünde kendini onarır. Bununla birlikte, katı bir dielektrik kendini onaramaz, çünkü molekülleri yerinde sabitlenir ve ark tarafından yaratılan düşük dirençli yol kalıcıdır. Bunun iyi bir örneği CMOS entegre devredir. Statik elektrikle ilişkili çok yüksek voltajlara maruz kaldığında, çok ince kapı oksit tabakası boyunca elektrik alanı, silikon dioksitin dielektrik gücünü aşar ve cihaz, -oksit tabakasında oluşturulan delik tarafından kalıcı olarak hasar görür.

Bir dielektrik tabakanın kırılma voltajı bileşimine ve kalınlığına bağlıdır (bkz. Tablo 5.1). Kalınlık ile varyasyon doğrusal değildir; Kalınlığı iki katına çıkarmak, arıza voltajını iki katına çıkarmaz. Break-

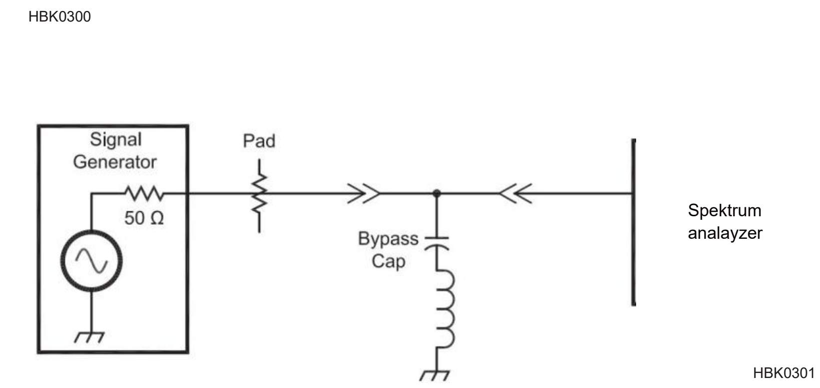
Tablo 5.1
Dielektrik Sabitleri ve Arıza Voltajları

Malzeme	*Dielektrik sabit* * 5.7	*Delinme gerilimi* *
Aisimag	4.4-5.4	* 240
	4.7	240
196 Bakalit	3.3-3.	325-375
Bakalit, mika dolu	9 5-7.5	250-600
Selüloz asetat	4.6-4.	150-180
Fiber	9 7.6-8	450
Formica	4.8	200-250
Cam, pencere	5.4	335
Cam, Pyrex	7.4	3800-560
Mika, yakut	3.0	0 250
Mycalex	2.8	200
Kağıt,	2.3	990
Royalgrey	2.6	1200
Pleksiglas	5.1-5.9	500-700
Polietilen	3.8	40-100
Polistiren	5.8	1000
Porselen	2.1	150-315
Kuvars,		1000-200
kaynaşmış		0

* 1 MHz'de
* * Mil başına İn volt (0,001 inç)



Şekil 5.20 - Bir bypass kondansatör için model.



Şekil 5.21 - Bir bypass kondansatörünün ev laboratuarı ölçümü için test seti.

Aşağı voltaj da geometrinin bir fonksiyonudur: Elektromanyetik hususlar nedeniyle, sabit bir mesafeyle ayrılmış iki iletken arasındaki arıza voltajı, yüzeyler sivri veya keskin kenarlı ise, pürüzsüz veya yuvarlak olduklarından daha azdır. Bu nedenle, birçok projede bozulmayı önlemeye yardımcı olmanın basit bir yolu, iletkenlerin kenarlarını dosyalamak ve düzleştirmektir. (Yüksek voltaj uygulamaları hakkında ek bilgi için Güç Kaynakları ve RF Güç Amplifikatörü bölümlerine bakın.)

Kondansatörler, doğası gereği, en sık dielektrik arızası ile ilişkili bileşendir. Hasarı önlemek için, bir kondansatörün çalışma voltajı - ve ayrı de ve ac değerleri vardır - ideal olarak devrede beklenen maksimum voltajın iki veya üç katı olmalıdır. Hava yalıtımlı olmayan veya *kendi kendini iyileştiren bir dielektrik olan kapasitörler, bir* dielektrik arızası meydana gelirse değiştirilmelidir.

Dirençler ve indüktörler ayrıca yalıtım kaplamalarının parçalanmasıyla ilişkili voltaj değerlerine sahiptir. Özellikle yüksek değerli dirençler, direnç yüzeyi boyunca akan sızıntı akımı ile atlanabilir. Yüksek voltajlı dirençler genellikle sızıntı akımına karşı yüksek bir direnç sunmak için uzun bir sızıntı yolu oluşturmak için uzatılmış gövdelere sahiptir. - Yüksek voltajlı devrelerde dirençlerin ve indüktörlerin gövdelerinin temizlenmesi, arkların oluşmasını önlemeye yardımcı olur ve kaçak akımı en aza indirir.

5.3.9 Radyasyon kayıpları

Elektromanyetik bir alana yerleştirilen herhangi bir iletken, içinde indüklenen bir akıma sahip olacaktır. Bir anten yaparken bu prensibi iyi kullanıyoruz. Bu doğa yasasının istenmeyen tarafı, "herhangi bir iletken" ifadesidir; Hatta Anten olarak hareket etmeyi düşünmediğimiz iletkenler bu şekilde yanıt verecektir.

Neyse ki, bu tür "antenlerin" verimliliği iletken uzunluğuna göre değişir. Sadece uzunlukları bir dalga boyunun önemli bir kısmı ise önemli olacaktır. Bir anten yaptığımızda, genellikle/2 sırasına göre bir uzunluk seçeriz. Bu nedenle, bir anten istemediğimizde, iletken uzunluğunun 2/2'den çok daha az, 0.1 'A'dan fazla olmadığından emin olmalıyız. Bu nedenle, eşlenmemiş 60-Hz güç hatları bile taşıdıkları gücün önemli bir kısmını kaybetmez - 60 Hz, 0.1 2. Yaklaşık 300 mil!

Ek olarak, korumalı kablolar kullanabiliriz. Bu tür kablolar, kalkan katı değilse, EM alanlarının bir miktar nüfuz etmesine izin verir, ancak özellikle kalkan akımını azaltmak için bir çeşit RF boğucu kullanılıyorsa, %95 kapsama alanı bile genellikle yeterlidir.

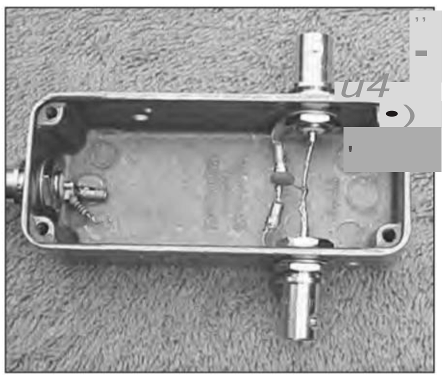
Radyatif kayıplar ve kuplaj, bükülmüş veya paralel iletken çiftleri kullanılarak da azaltılabilir - alanlar iptal etme eğilimindedir. Ses kabloları gibi bazı uygulamalarda bu, ekranlamadan daha iyi çalışabilir. Ayarlanmış devreler gibi kritik aşamalar mümkün olduğunda korumalı bölmelere yerleştirilmelidir.

Bu argüman aynı zamanda büyük bileşenler için de geçerlidir - bir bileşenin veya uzun telin hem RF enerjisini yayabileceğini hem de alabileceğini unutmayın. Radyasyon kayıplarını azaltan önlemler, istenmeyen RF alımını da azaltacaktır. Daha fazla bilgi için RF İnterference bölümüne bakın.

5.3.10 Atlama ve Ayırma

BYPASSİNG

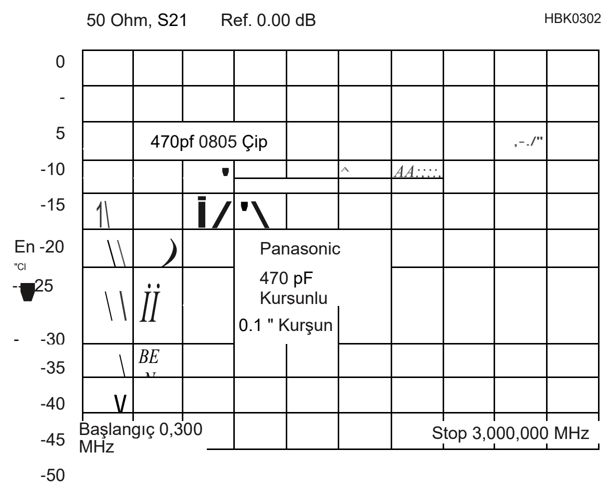
Ac davranışını gösteren devre modelleri genellikle de ground'da olmayan zemin bağlantılarını gösterir. Devrenin nasıl olduğunu göstermek için önyargı voltajları ve akımları ihmal edilir



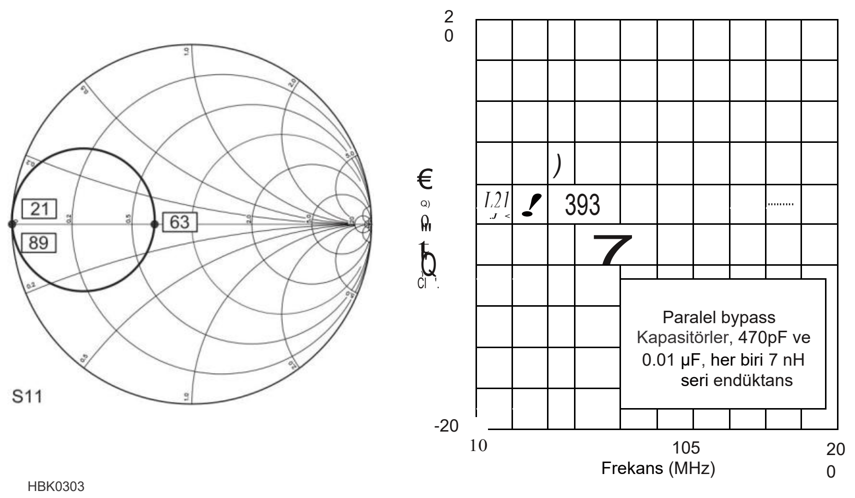
Şekil 5.22 - Kapasitörlerin kendinden rezonans frekansını ölçmek için test fikstürü.

AC sinyallerine cevap verir. Aksine, bu noktalar bypass kapasitörler aracılığıyla "sinyal topraklı'dır. Etkili bir bypass elde etmek zor olabilir ve genellikle tasarım zorluğunun yoludur. Sorun parazitik endüktans. Parçaları "kapasitörler'olarak etiketlememize ve modellememize rağmen, daha eksiksiz bir modele ihtiyaç vardır. Daha iyi model, **Şekil 5.20'de gösterilen bir seri RLC devresidir.** Kapasitans işaretli değere yakındır, indüktans ise bileşen kurşun uzunluğu ile büyüyen küçük bir değerdir. Direnç, genellikle parazitik indüktörün Q'su tarafından kontrol edilen bir kayıp terimidir. Kurşunsuz bir SMT (yüzey montaj teknolojisi) bileşeni bile boyutlarıyla orantılı endüktans gösterecektir. Parazitik - İnduktans bölümünde gösterildiği gibi, tel bileşen uçları mm uzunluk başına yaklaşık 1 nH'lik bir indüktansa sahiptir (inç başına 20-25 nH).

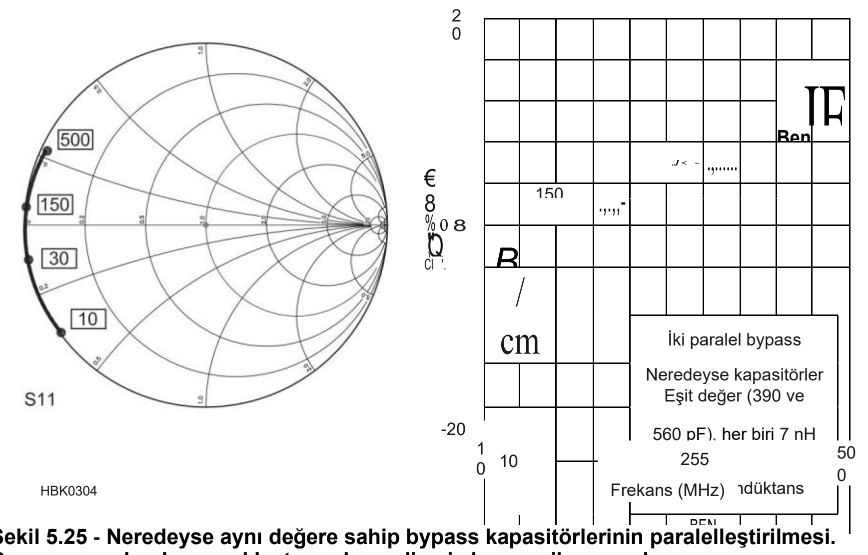
Bypass kondansatör özellikleri, **Şekil 5.21'in test kurulumuyla ev laboratuvarında ölçülebilir.** Şekil **5.22,** kurulu 470-pF kurşunlu bir kapasitöre sahip bir test fikstürünü göstermektedir. Fikstür, kapasitörleri değerlendirmek için bir sinyal jeneratörü ve spektrum analizörü ile kullanılır. Nispeten uzun kapasitör uçları BNC con- arayüz için gerekli



Şekil 5.23 - **Ağ analizörü ölçümü 470-pF şant kapasitörler. Hem SMT hem de kurşunlu bölümler incelenmiştir .**



Şekil 5.24 - İki değerin bypass kapasitörlerini paralel hale getiren klasik teknik, burada 470 pF ve 0.01 µF. Onun *korkunç bir* baypas! Metne bakın .



Şekil 5.25 - Neredeyse aynı değere sahip bypass kapasitörlerinin paralelleştirilmesi. Bu, rezonansları karmaşıklaştırmadan gelişmiş bypass ile sonuçlanır.

Kondansatörün kendisi küçük olsa da, nectors. Sinyal jeneratörü, spektrum analizörü yanıtını incelerken menzili üzerinde ayarlandı ve seri rezonans frekansında minimum gösterildi. Parazitik endüktans bu frekanstan hesaplanır. C değeri düşük frekanslı bir LC metre ile ölçülmüştür. Ek test aletleri ve teknikleri **Test Cihazları ve Ölçüm** bölümünde tartışılmıştır.

Ölçülen 4 70-pF kapasitör, 7 endüktans ile seri olarak 485 pF olarak modellenmiştir. 7 nH. Lis, daha kısa ipuçlarıyla görebileceğimizden daha büyük. Sıfır kurşun uzunluğuna sahip 0.25 inç 470-pF seramik disk kapasitörü, 3 nH'a yakın tipik bir endüktans gösterecektir. Ölçülen kapasitör Q, 82 MHz'lik kendi kendine rezonansında 28 idi, ancak daha düşük frekansta daha yüksektir. Benzer bir ölçümden, ancak bir ağ analizörüne sahip veriler **Şekil 5.23'te gösterilmiştir. İki adet 4** 70-pF kapasitör ölçülür, bir yüzeye monte edilir ve diğeri 0.1 inç uçlu kurşunlu bir parçadır.

Genellikle, bypass için bant genişliğinin, spektrumun farklı bir bölümünü barındırmak için bir frekansta diğeriyle iyi çalışan bir kapasitöre paralel olarak genişletilebileceği önerilmektedir. Bu nedenle, 470 pF'yi 0.01-µF bir kapasitörle paralel hale getirmek, bypass'ı daha düşük frekanslara genişletmelidir. Hesaplamalar **Şekil 5.24'te gösterilmiştir.** Sonuçlar korkunç! Düşük frekanslı bypass gerçekten geliştirilmiş olsa da, 63 MHz'de yüksek empedans tepkisi oluşturulur. Bu karmaşık davranış yine indüktansın sonucudur. Her kapasitörün 7 nH'lık bir seri indüktansa sahip olduğu varsayılmıştır. Paralel rezonans yaklaşık olarak büyük kapasitörün L'si ile küçük kapasitörün C'si arasında oluşur. Smith Chart grafiği bize empedansın 63 MHz'de yaklaşık 50 © olduğunu göstermektedir. İmpedance daha büyük kapasitör Q ile daha da yüksek olurdu.

Bypass, kapasitörlerin paralel hale getirilmesiyle geliştirilebilir. Bununla birlikte, kapasitörler yaklaşık olarak **aynı olmalıdır. Şekil 5.25,** aynı değere sahip iki kondansatörün paralelleştirilmesinin sonucunu göstermektedir. 390 ve 560 pF'de biraz farklılık gösterirler ve bir rezonans ipucu oluştururlar. Bu, reaktans grafiğinde küçük bir pertürbasyon ve Smith Grafiğinde küçük bir döngü olarak görünür. Bu anomaliler C değerleri eşit hale geldikçe kaybolur. Genel olarak, paralellik en iyi bypass üreten şemadır. İdeal çözüm, bir -baskılı devre izinin veya telin her iki tarafına baypas edilecek bir noktaya bir SMT kapasitör yerleştirmektir.

Eşleşen kondansatör çiftleri, makul bir frekans aralığında etkili bir bypass oluşturur. İki 0.01-µF disk kapasitörü, 2 ila 265 MHz arasında 5 92'den daha küçük bir reaktans büyüklüğüne sahiptir. Bir çift 0.1-µF kondansatör daha da iyiydi, aynı bypass -empedansını 0.2 ila 318 MHz arasında üretti. En 0.1-µF kondansatörler, bağlı tel uçlu çip tarzı bileşenlerdir. Daha iyi sonuçlar

Çok katmanlı seramik çip kapasitörler ile elde edilebilir. Birden fazla katmana sahip yapı, entegre bir paralellik oluşturur.

Bazı uygulamalar (örneğin, İF amplifikatörleri) daha düşük frekanslarda etkili bypass gerektirir. Modem tantal elektrolitik kondansatörler, RF spektrumu boyunca şaşırtıcı derecede etkilidir ve seste faydalı olmak için yeterince yüksek C sunar. Bununla birlikte, kritik uygulamalarda, parçaların etkililiğinden emin olmak için test edilmelidir.

DECOUPLING

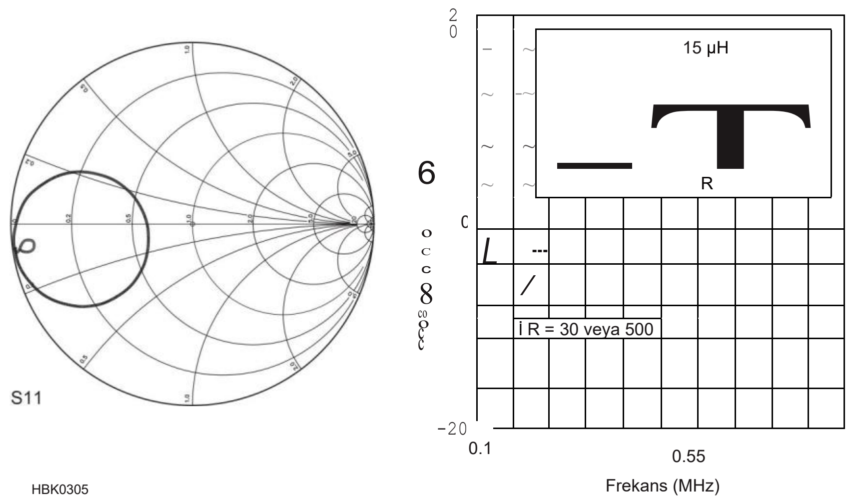
Bypass kondansatörü genellikle ikili bir rol oynar, önce bir "sinyal" zemini oluşturmak için gereken düşük empedansı yaratır. Ayrıca, sinyalleri azaltırken de geçen bir dekuplaj alçak geçiş filtresinin bir parçası haline gelir. Zayıflama her iki yönde de çalışmalı, amplifikatör sinyallerinin güç kaynağına ulaşmasını engellerken bir amplifikatöre ulaşabilecek güç kaynağındaki gürültüyü bastırmalıdır. Düşük geçişli bir filtre, alternatif seri ve paralel bileşen bağlantıları ile oluşturulur. Paralel bir bypass'ı bir seri empedans, ideal olarak bir direnç izler.

Daha sonra ek şant elemanları eklenebilir, ancak bu dikkatle yapılmalıdır. Şant kapasitörleri arasındaki bir indüktör yüksek indüktansa sahip olmalıdır. İt, şant kondansatörleri ile rezonansa girerek tıpkı - bypass'larda parazitik endüktansdan gelenler gibi yüksek empedanslar yaratacaktır. Bu, herhangi bir rezonansın ilgili bandın altında olması için yeterince yüksek bir indüktansa sahip olmasını arzu eder. Ancak seri indüktörlerin kendi sorunları vardır; Parazitik kapasitansları vardır, kendi rezonanslarını yaratırlar. Örnek olarak, daha önce açıklandığı gibi bir çift tipik RF boğucu (RFC) ölçülmüştür (şimdi seri elemanlar olarak). 2.7-µH kalıplanmış bir boğucu, 200 MHz'de paralel rezonanstı ve 0.24 pF'lik bir paralel kapasitansı gösteriyordu. 20 MHz'de Q 52 idi. 15-µH kalıplanmış bir boğucu 47 MHz'de paralel rezonansa sahipti ve paralel bir C of0.79 pF elde etti. Bu bölüm 8 MHz'de 44'lük bir Q'ya sahipti.

Büyük indüktörler, daha küçük olanların seri bağlantılarından üretilebilir. En iyi geniş bant performansı, yalnızca bir zincirdeki tüm indüktörler yaklaşık aynı değere sahip olduğunda ortaya çıkar. Bunun nedenleri (ve - davranışı tanımlayan matematik), aynı kapasitörlere paralel olanlarla aynıdır.

Düşük indüktör Q, ayrıştırma uygulamalarında genellikle yararlıdır ve bizi ferrit çekirdekli indüktörler kullanmaya teşvik eder. Fair-Rite Type # 43 materyalini kullanan İnduktörler, HF spektrumu üzerinde 4 ila 10 aralığında düşük Qin'e sahiptir. Ayrıca, mütevazı Q'nun bir seri indüktörünü bir dirençle paralel hale getirerek düşük Q devreleri oluşturulabilir .

Şekil 5.26, bir ayrıştırma ağını ve "bypass" ucundan bakıldığında ortaya çıkan empedansı göstermektedir. 0,1 MHz'in üzerindeki bypass etkisini yok etmek için 15-µHRFCresonates bir kapasitöre sahip 0.1-µF. Bir düşük değerli - paralel direnç sorunu çözer.



Şekil 5.26 - İki farklı direnç değeri bir dekuplaj boğumuna paralel. Daha düşük, 30-92 değeri daha etkilidir. Metne bakın.

Dikkatli geniş bantlı baypas ve ayrıştırma için önemli bir nedeni amplifikatör salınım potansiyeli. Salınımlara izin veren stabilite - genellikle düşük empedans sonlandırmaları ile bastırılır. Taban ve toplayıcı (veya kapı ve drenaj), stabiliteyi sağlamak için düşük empedansları "görmeli". Ancak bu, cihazın kazanç sağlayabileceği tüm frekanslarda doğru olmalıdır. Sadece amplifikatörün çalışma frekansını düşünmek asla yeterli değildir. Baz veya toplayıcı devrelerdeki paralel rezonans bir felaket olabilir. Geniş bantlı bypass mümkün olmadığında, geniş bantlı stabiliteyi artıran negatif geri besleme sıklıkla kullanılır.

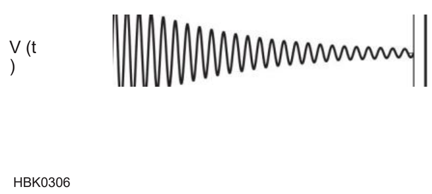
Yayıcı bypass genellikle kritik bir - uygulamadır. **Devreler ve Bileşenler** bölümünde gösterildiği gibi, yayıcı devresindeki birkaç ekstra ohm, amplifikatör performansını büyük ölçüde değiştirebilir. Paralel rezonanslı bir yayıcı baypas derin bir zorluk olabilirken, seri rezonanslı bir baypas özellikle etkili olabilir.

Kapasitörler ayrıca devrelerde engelleme - elemanları olarak da görünür. Örneğin, aşamalar arasında bir blokaj kondansatörü ortaya çıkar ve iki tarafta farklı de voltajları barındırırken ac sinyalleri için yakın bir kısa devre oluşturur. Bir blokaj kondansatörü bir bypass kadar kritik değildir, çünkü her iki taraftaki empedanslar genellikle bloktan daha yüksek olacaktır.

Devre performansını güçlü bir şekilde etkileme potansiyeline sahip paraziter etkilerle, devre tasarımcısı önemli oldukları her yerde bunları hesaba katmalıdır. Parazitik elemanların dahil edilmesinin ek karmaşıklığı, manuel olarak analiz edilemeyecek kadar karmaşık bir tasarıma neden olabilir. Açıkçası, ayrıntılı modelleme, bileşen seçimine ve paraziter etkilerin kontrolüne cevaptır.

5.3.11 Filtre Performansına Etkileri

LC bandpass filtreleri kritik bir performans gösterir



Şekil 5.27 - Bir çekiç tarafından vurulduktan sonra bir çanın halkasının genliği. Birimler keyfi.

Alıcı gibi tipik bir RF sisteminin performansını belirlemede işlev görür. Bir giriş filtresi, genellikle bir bandpass, alıcının işlemesi gereken frekans aralığını kısıtlar. Vericiler, harmonik çıkışı azaltmak için LC filtreleri kullanır. Ses ve LF filtreleri de LC öğelerini kullanabilir. Bu bölümde bahsettiğimiz LC filtreleri, orta frekansın %1 ila 20'si arasında bir bant genişliği ile dardır. Daha dar filtreler bile - daha yüksek Q'ya sahip rezonatörler ile oluşturulmuştur; **Analog ve Dijital Filtreleme** bölümünde tartışılan kuvars kristal filtre, binde bir parçadan daha az bant genişliğinin mümkün olduğu durumlarda kullanılır. LC devreleri ile incelediğimiz temel kavramlar kristal filtreye aktarılacaktır.

KAYIPLAR İN FILTERS VE Q

Dar filtrelerdeki anahtar elemanlar indüktör-kondansatör çiftlerinden, kuvars kristallerinden veya iletim hattı bölümlerinden yapılmış ayarlı devrelerdir. Bu rezonatörler enerji depoladıkları özelliği paylaşırlar, ancak kayıpları vardır. Çan bir örnektir. Çana bir çekiçle vurmak **Şekil 5.27'nin dalga biçimini oluşturur.** Çekiç darbesinden sonra genliğin zamanla azaldığı oran, **Devreler ve Bileşenler bölümünde tartışılan filtrenin Q'su tarafından belirlenir.** The

Q daha yüksekse, sesin kaybolması daha uzun sürer. Osilatör genliği, rezonatörde depolanan enerjiyi harcayan kayıplar olmasaydı azalmazdı. Salınımı gözlemleme eylemi, bir miktar enerjinin dağılmasına neden olacaktır.

Bir zil sesi akustik bir rezonatördür, ancak aynı davranış **elektrik** rezonatörlerinde de görülür. Bir LC devresine bir darbe girişi çalmasına neden olur; Kayıplar genliğin azalmasına neden olur. **Bir LC devresindeki en belirgin kayıp,** indüktör telindekini de içeren iletken direncidir. Bu direnç, yüksek frekanslı akımı iletken yüzeyine doğru zorlayan cilt etkisi nedeniyle de değerinden daha yüksektir. Diğer kayıplar, bir indüktör çekirdeğindeki histerezis kayıplarından veya bir kapasitördeki dielektrik kayıplarından kaynaklanabilir.

Bir indüktör, bir seri veya paralel dirençli ideal bir parça olarak modellenir. İndüktör bu kalitede bir rezonatörün parçasıysa direnç Q'ya bağlı olacaktır. İki direnç **Şekil 5.28'de gösterilmiştir.**

2nfL ve

8s =

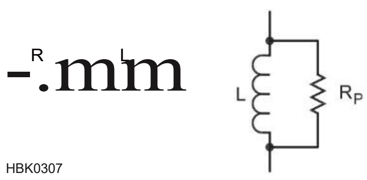
R paralel = Q x2nf L (6)

İndüktör Q ne kadar yüksekse, seri direnci o kadar küçüktür veya Q. İt'nin hangi konfigürasyonun kullanıldığı önemli değildir. Bir rezonatörün Q değeri, ayarlanan devrenin bant genişliği ile ilgilidir.

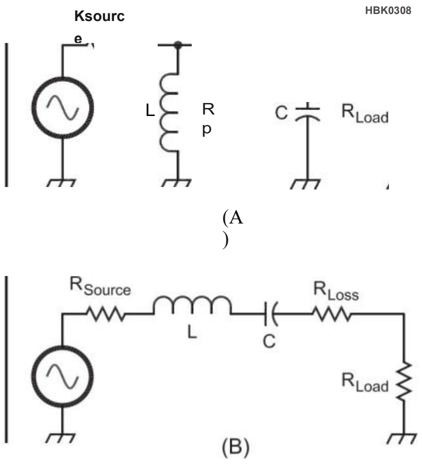
Bw Jc ()
Q

Burada f ayarlı devrenin merkez frekansıdır. Bu aynı zamanda, kapasitör kayıpsızsa, ayarlanmış bir devredeki bir indüktörün Q'sudur.

Tek ayarlı devre **Şekil 5.29'da iki farklı biçimde sunulmaktadır.** Üst kısımda, L ve C'den oluşan paralel ayarlı bir devre, üç direnç tarafından modellenen kayıplara sahiptir. Direnç R ", indüktörün ideal olmayan doğasını temsil eden paralel kayıp direncidir. (Kapasitör kayıplarını temsil etmek için bir başkası dahil edilebilir.) Butthe LC burada üç dirençle paraleldir: kaynak, yük ve kayıp elemanı. R, ", ayarlanmış devre mükemmel bileşenlerden yapılmışsa kaybolur.



Şekil 5.28 - İnductor Q bir seri veya paralel direnç ile modellenebilir.



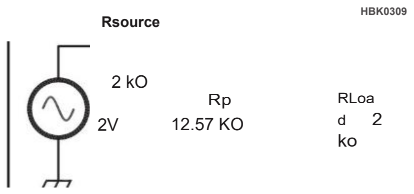
Şekil 5.29 - Tek ayarlı devrenin iki basit formu.

Kaynak ve yük kalır; Güç mevcutsa bulunması gereken kaynak direncini ve güç çıkarılacaksa dahil edilmesi gereken bir yük direncini temsil ederler.

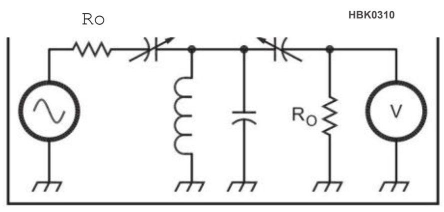
Denklem 6 ve 7 çeşitli şekillerde uygulanabilir. Rezonatör sadece içsel kayıp direnci ile değerlendirilirse (seri veya paralel formda), ortaya çıkan Q, *yüksüz Q veya Q olarak adlandırılır.* Bununla birlikte, eğer net direnç, yükün, kaynağın ve paralel ayarlı devredeki kaybın paralel kombinasyonu olan kullanılırsa, ortaya çıkan Q, *yüklenen Q, Qi olarak adlandırılır*. Seri ayarlı devre formu ile çalışıyorsak, yüklü Q toplam seri R ile ilgili olacaktır .

Bir örnek düşünün, 5.29A bir kapasitör ile 5 MHz'e ayarlanmış bir 2-μH indüktöre sahip paralel ayarlı bir devre (Şekil 507-pF). - Paralel kayıp direncinin 12.57 kn olduğunu varsayalım. 6 denkleminden hesaplanan boş Q 200'dür. Boş bant genişliği 5 MHz/200 = 25 kHz olacaktır. Kaynak ve yük dirençlerinin eşit olduğunu varsayalım, her biri 2 k & 2. LC'ye paralel net direnç daha sonra üç direncin kombinasyonu olacaktır, 926 ©. Yüklenen Q, 399 kHz'lik yüklü bir bant genişliği ile 14,7 hale gelir. Yüklenen Q aynı zamanda Q filtresidir, çünkü en basit bant geçişli filtreler olan tek ayarlı devrenin bant genişliğini tanımlar .

Bu filtre ayrıca *ekleme kaybına* (IL) sahiptir. Bu, paralel rezonans LC kombinasyonunun çıkarıldığını (rezonansta, LC kombinasyonunun sonsuz empedansa sahip olduğunu) gösteren ve sadece 12.57 kn kayıp direncini bırakan Şekil 5.30'da gösterilmiştir. Keyfi bir açık devre kaynak voltajı 2 kullanıyoruz. Bir yükün mevcut gücü, 2-k © kaynağına eşit bir direnç boyunca 1 V'tur. Rezonatörün iç kayıpları yoksa, bu mevcut güç 2-k © yüküne verilecektir. Bununla birlikte, R kaybı yüke paraleldir ve çıkış voltajının ideal **1 V'dan biraz daha az olan 0.926 V olmasına neden olur.**



Şekil 5.30 - Rezonansta basitleştirilmiş paralel ayarlı devre. Kaybın etkisi, rezonansta sonsuz empedansa sahip olan paralel-LC kombinasyonunun çıkarılmasıyla gösterilir.



Şekil 5.31 - Bir rezonatörün Q'sunu ölçmek için test kurulumu. Kaynağı ve Yük empedanslarının, Ro, aynı olduğu varsayılır. İki bağlantı kapasitörü Birbirlerine eşit olacak şekilde ayarlanır. Çıkış sinyali uygun bir ac voltmetre, bir osiloskop veya bir spektrum analizörü ile ölçülür.

2-k9 yük direnci ve mevcut güç ekleme kaybı 0.67 dB olduğunu gösterir.

Bu alıştırma, tüm bandpass filtreleri için genel olan iki hayati noktayı göstermektedir. İlk olarak, herhangi bir filtrenin bant genişliği her zaman filtreyi oluşturmak için kullanılan rezonatörlerin boşaltılmış bant genişliğinden daha büyük olmalıdır. İkincisi, gerçek dünyadaki bileşenlerden oluşturulan herhangi bir filtrenin ekleme kaybı olacaktır. Filtrenin Q'su ne kadar yakınsaBoşaltılmış rezonatör Q, ekleme kaybı o kadar büyük olur. Paralel ayarlı bir devre bu fikirleri gösterdi; Seri ayarlı filtre aynı sonuçları verirdi. Genel olarak, tek ayarlı bir devrenin ekleme kaybı, yüklenen ve boşaltılan Q ile ilgilidir.

Ram- aw i {5] o

Ayarlanmış bir LC devresinin Q'su, - bilinen çıkış empedansına sahip bir sinyal üreteci (genellikle 50 © 2) ve yine bilinen bir empedans seviyesine sahip, genellikle jeneratörünkine eşit olan hassas bir dedektör ile kolayca ölçülür. Test konfigürasyonu **Şekil 5.31'de gösterilmiştir. İt,** sonlanmalardan rezonatöre çift olmak için eşit yükler ve eşit kapasitörler kullanır. Eşit kapasitörler, Cl ve C2, her sonlandırmanın - rezonatör paralel yük direncine eşit olarak katkıda bulunduğunu garanti eder. Yük boyunca voltmetre dB olarak kalibre edilir .

Ölçüme başlamak için ayarlanmış devreyi çıkarırız ve doğrudan bir bağlantıyla değiştiririz

Jeneratörden yüke. Yüke verilen mevcut güç, voltaj ölçüldükten sonra hesaplanır. Rezonatör daha sonra jeneratör ve yük arasına yerleştirilir ve jeneratör bir tepe için ayarlanır. Ölçülen güç, kaynaktan elde edilenden daha azdır, fark, basit filtre için ekleme kaybıdır. Kapasitörler Cl ve C2, kayıp 30 dB veya daha fazla olana kadar ayarlanır. Bu kadar yüksek kayıpla, rezonatörün içsel kayıp direnci kayba hükmedecektir. Jeneratör şimdi ilk ayarlanır

Tepenin bir tarafında ve sonra diğer tarafında, yanıtın zirveden 3 dB daha düşük olduğu frekansları belirterek. Boş bant genişliği, *AF,* iki 3 dB frekansı arasındaki farktır. Yüksüz Q şu şekilde hesaplanır

F
Q0 *
Ar (9)

Q ölçümü için bu yöntem oldukça evrenseldir, ses ayarlı devreler, basit LC RF devreleri, VHF sarmal rezonatörleri veya mikrodalga rezonatörleri için etkilidir. Değişken kapasitörlerin, Cl ve C2'nin formu, spektrumun çeşitli kısımları için farklı olabilir, ancak kavramlar geneldir. İndeed, eşleşmenin nasıl gerçekleştiği bile önemli değil. Q ölçümü normalde yüksüz bir değer belirler, ancak yüklenen değerler filtreleri test ederken de ilgi çekicidir.

5.4 RF'de Yarı İletken Devreler

Devrelerde kullanılan modeller ve Com-Ponents bölümü düşük frekanslarda oldukça doğrudur ve RF'de bazı kullanımları vardır, ancak daha yüksek frekanslarda tutarlı sonuçlar için daha karmaşık modeller gereklidir. Bu bölüm, basit modellerin geliştirilmesi gereken birkaç alanı not eder. RF'de, özellikle büyük sinyaller için doğru modelleri kullanan devre tasarımı, bugün bu kitabın Bilgisayar Destekli Devre Tasarımı bölümünde açıklandığı gibi tasarım yazılımı kullanılarak gerçekleştirilmektedir. RF devre tasarımının unsurlarının derinlemesine tartışmaları, Hayward'ın Radyo *Frekansı Tasarımına Giriş bölümünde,* başlangıç RF tasarımcısı için mükemmel bir metin (seethe Referanslar bölümü). Ayrıca bu bölümün Referanslar bölümündeki RF Amplifikatör Tasarımı makalelerinin ve uygulama notlarının bölümüne bakın.

5.4.1 Yüksek Frekanslarda Diyot

BİR DIODE AC MODELI

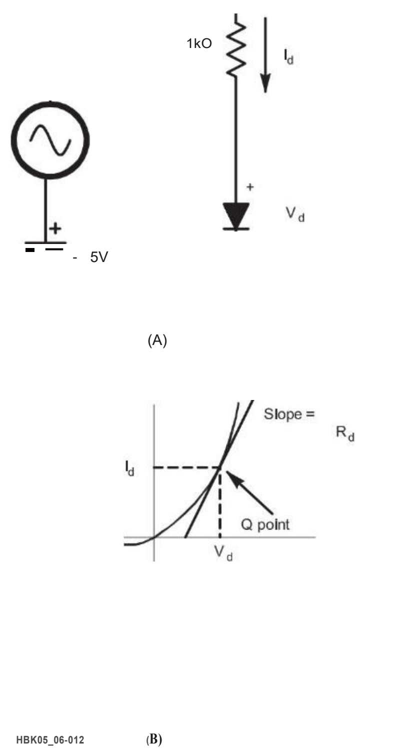
Yüksek frekanslarda, diyotun davranışı, özellikle diyotun çalışma noktasının büyük miktarlarda hareket etmesine neden olmayan küçük sinyaller için bir anahtar gibi daha az olur. Bu durumda, diyotun küçük sinyal dinamik davranışı önemli hale gelir.

Şekil 5.32, bir de önyargı voltajı artı bir ac sinyali uygulanan basit bir direnç diyot devresini göstermektedir. Diyot boyunca voltaj düşüşünün 0.6 V ve R olduğunu varsayarsak, ihmal edilebilir, önyargı akımını İ = (5-0.6)/1 k © 2 = 4.4 mA olarak hesaplayabiliriz. Bu nokta, Şekil 5.32'deki diyot İ-V eğrisinde işaretlenmiştir. İfwe, bu noktaya teğet bir çizgi çizer, gösterildiği gibi, bu çizginin eğimi, küçük bir ac sinyali tarafından deneyimlenen diyot R'nin dinamik direncini temsil eder. Oda sıcaklığında, dinamik direnç yaklaşık

8, -z * a (10)
BEN

Burada ben mA'daki diyot akımıyım.

Bu direnç önyargı akımı ile değişir ve benzer bir değere sahip ancak farklı bir kavramı temsil eden Devreler ve Bileşenler bölümünde tartışılan ileri direnç ile karıştırılmamalıdır. **Şekil 5.33,** dinamik direnç ve bağlantı kapasitesi dahil olmak üzere diyot için düşük frekanslı bir ac modeli göstermektedir. Bu model sadece diyotun de çalışma parametreleri ihmal edilebildiğinde kullanılmalıdır.



Şekil 5.32 - Dinamik direnci göstermek için kullanılan basit bir direnç diyot devresi. Ac giriş voltajı, değeri B'de gösterilen Q noktasındaki çizginin eğimi olan bir diyot direncini "görür".

HBK05_06-013

Şekil 5.33 - Diyotlar için bir ac modeli. R, dinamik dirençtir ve C bağlantı kapasitansıdır.

SWITCHİNG TİME

İdeal diyota uygulanan bir sinyalin polaritesini değiştirirseniz, akım akışı durur veya anında başlar. Gerçek bir diyottaki akım bunu yapamaz, çünkü elektronları ve delikleri diyotun içinde veya dışında hareket ettirmek için sınırlı bir süre gerekir. Etkili bir şekilde, Şekil 5.33'teki diyot bağlantı kapasitesi, Cy, şarj edilmeli veya boşaltılmalıdır. Sonuç olarak, diyotlar anahtarlama uygulamalarında kullanıldığında maksimum kullanışlı frekansa sahiptir.

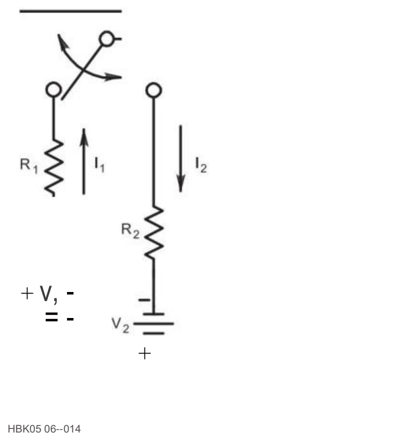
Diyot anahtarlama devrelerinin çalışması genellikle **Şekil 5.34'teki devre tarafından modellenebilir.** Bu devre için yaklaşık anahtarlama süresi (saniye cinsinden) şu

18İ. •
I (11)

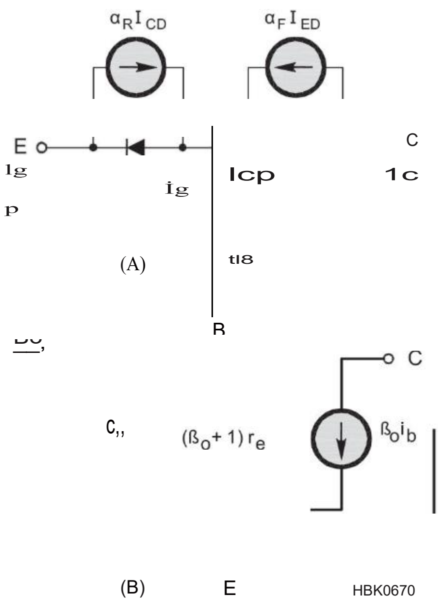
Nerede, diyotun azınlık taşıyıcı ömrü, üretim sırasında belirlenen bir malzeme sabiti, **1** bayan I ve İ > anahtarlama işlemi sırasında akan akımlardır. Bir diyotun bulunduğu minimum süre

Bir durumdan diğerine geçiş yapabilir ve tekrar 2t'dir ve bu nedenle maksimum kullanılabilir anahtarlama frekansı f "(Hz) = l/(2tJ'dir. Bunun altında iki faktörle kalmak genellikle iyi bir fikirdir. Diyot veri sayfaları genellikle tipik anahtarlama süreleri verir ve bunları ölçmek için kullanılan devreyi gösterir.

Fsw'nin İ ve İ (veya eşdeğer olarak V, V,, R ve R) tarafından belirlenen ileri ve geri akımlara bağlı olduğunu unutmayın. Makul bir aralıkta, bu akımlar manipüle edilerek anahtarlama süresi azaltılabilir. Tabii ki, diğer devre elemanlarının işleyebileceği maksimum güç, anahtarlama akımlarına bir üst sınır koyar.



Şekil 5.34 - Diyot anahtarlama zamanının hesaplanması için kullanılan devre.



Şekil 5.35 - (A) Bipolar kavşak transistörünün (BJT) Ebers-Moll modeli, transistör aktif bölgesindeyken de ve düşük frekanslarda kullanılır. (B) Hibrit pi modeli frekans bağımlılığını içerir.

5.4.2 Yüksek Frekanslarda Transistör

RF'deki aktif cihazlar için uygun modellerin geliştirilmesi ve seçilmesi, ilgili ve nüanslı bir süreçtir. Bu bölümde, ilgili konulara örnek olarak bipolar kavşak transistörleri (BJT) ve alan etkili transistörler (FET) için kullanılan modellerden birkaçı sunulmaktadır. Model ayrıntıları hakkında daha fazla bilgi için, **bwrc.eecs adresindeki SPICE giriş sayfasıyla başlayın. berkeley.edu/classes/icbook/spice ve** kullanmayı düşündüğünüz simülasyon yazılımı için kullanıcı kılavuzu.

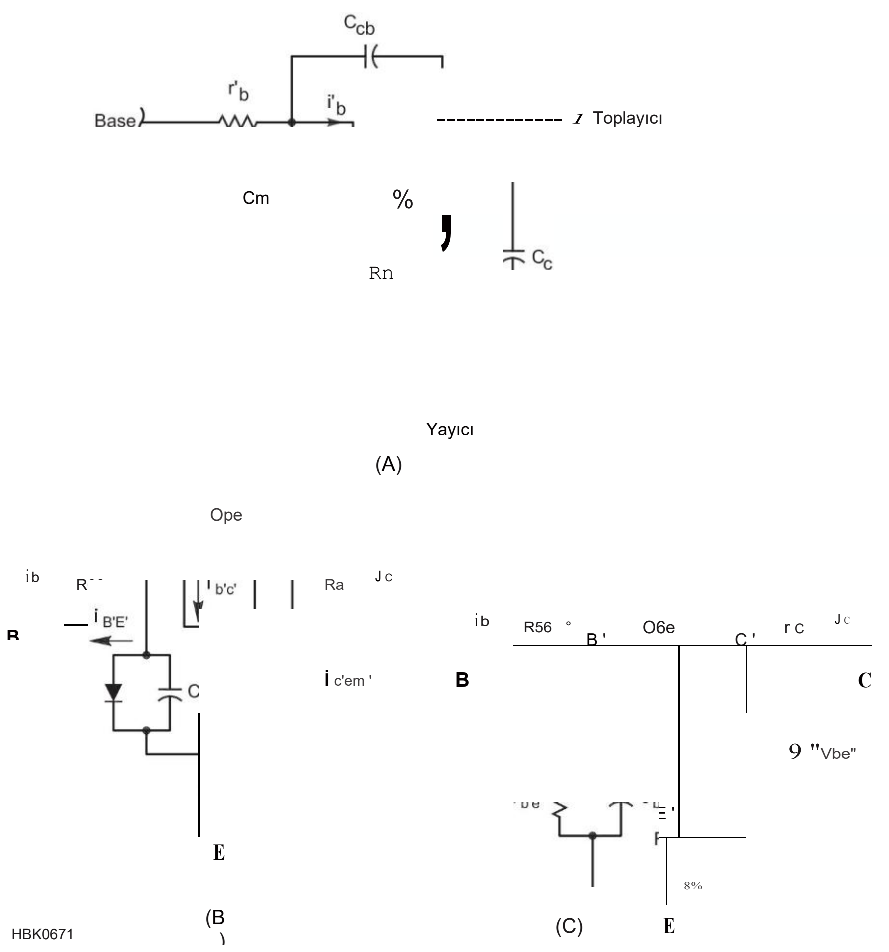
GAİN KARŞI FREKANS

Devreler ve Bileşenlerdeki devre tasarım denklemleri genellikle bipolar transistördeki akım kazancının frekanstan bağımsız olduğunu varsayıyordu. Bununla birlikte, sinyal frekansı arttıkça, akım kazancı azalır. Düşük frekanslı akım kazancı, fi, ses spektrumu boyunca sabittir, ancak sonunda azalır ve bazı yüksek frekanslarda her iki katına 2 kat düşecektir.

Sinyal frekansının. (H-parametresi [hFE] genellikle ac akım kazancı için de ve hFE'de ~ yerine geçer. H parametreleri bu bölümde daha sonra tartışılmıştır.) Bir transistörün frekansı ve akım kazancı ilişkisi, *kazanç bant genişliği ürünü (GBW)* veya F, mevcut kazancın İ olduğu frekans ile belirlenir. Düşük RF uygulamaları için ortak transistörler ~ = 100 ve F, = 500 MHz olabilir. Akım kazancının Po'ya eşit olduğu frekansa Fy denir ve F = F/Pg ile F ile ilişkilidir.

Şekil 5.35A'de gösterilen bipolar transistör için Ebers-Moll modeli bir "büyük sinyal modeli'dir. Transistör aktif moddayken kullanılır ve de collector ve emitter akımları için iyi sonuçlar verir. Bu, örneğin bir geçiş transistörlü voltaj regülatörü devresi tasarlarken kullanmak için iyi bir model olacaktır.

Akım kazancının frekans bağımlılığı, Şekil 5.35B'in temel direnci boyunca bir kapasitör ekleyerek modellenir, *hibridpi modeli sonuçlanır*. Kondansatörün reaktansı, F'deki düşük frekanslı giriş direncine (~ + İ) r eşit olmalıdır. Bu, frekansa bağlı bir akım kazancını simüle eder .



Şekil 5.36 - Bipolar kavşak transistörü için yüksek frekanslı modeller. (A) Ek cihaz kapasiteleri dahil olmak üzere hibrit-pi modelinin geliştirilmiş bir versiyonu. (B), de ve düşük frekanslarda kullanılan büyük harfli Gummel-Poon modelidir - *SPICE3 dayalı simülatörler tarafından bipolar transistörler için kullanılan standart* ve (C) küçük sinyalli ac versiyonudur.

Benzer hususlar, kapıdan kaynağa ve kapıdan drenaja kapasitansların yüksek frekans - kazancını azaltmak için hareket ettiği için FET'lerin iletkenliğini etkiler. F'nin İnstead'i, - amplifikatör kullanımı için tasarlanmış çoğu FET, farklı frekanslarda giriş ve çıkış iletkenliğini, duyarlılığı ve güç kazancını belirtir.

Transistör kazancının frekansa göre değiştiğini kabul ederek, daha basit modelin yararlı olduğu koşulları bilmek önemlidir. Hesaplamalar, basit modelin ~ = F ,/F, F ~ üzerindeki frekanslar için geçerli olduğunu göstermektedir. Bununla birlikte, çalışma frekansı (f) F'ye yaklaştıkça yaklaşım kötüleşir .

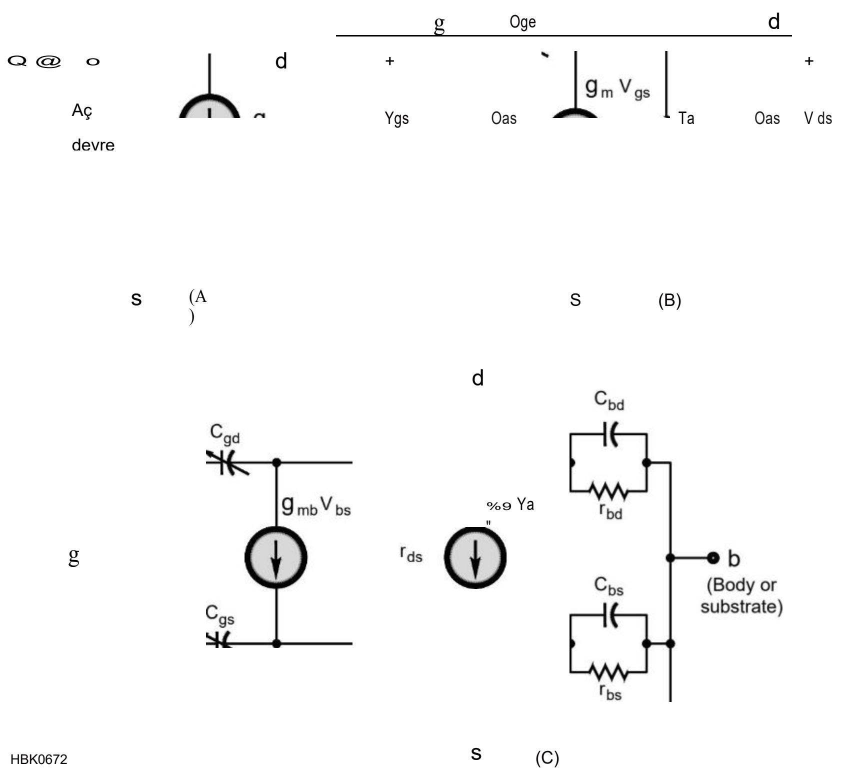
RF'DE SMALL-SIGNAL DESIGN

Şekil 5 .35B basitleştirilmiş hibrid-pi modeli genellikle kritik tasarımlar için uygundur, **ancak Şekil 5.36A,** hibrid-pi üzerinde genişleyen RF tasarımı için daha iyi bir küçük sinyal modeli gösterir. Gerçek bir transistörün fiziksel yönlerini düşünün: PN kavşaklarının (Cy ve C) her birinde bir kapasitans ve toplayıcıdan yayıcıya (C ') kapasitans vardır. Cihaz uçları arasında kapasitanslar da vardır (C ", Cy ve C,). Her mevcut yolda bir direnç var, baz ve toplayıcıya yayıcı. Yayıcıdan tabana, r ", hibrit-pi modelinden ve r'b," taban yayma "direncinden. Yayıcıdan toplayıcıya K, çıkış direncidir. Silikon kalıbı dış devreye bağlayan uçlar üç indüksiyon sunar .

Bu modelle manuel devre analizi, bir bilgisayar ve özel yazılım yardımıyla en iyi şekilde ele alınır. Diğer yöntemler Hayward'ın *Radyo Frekansı Tasarımına Giriş bölümünde sunulmuştur.* RF'de bile basit modellerden şaşırtıcı derecede doğru sonuçlar elde edilebilir. Basit modeller ayrıca, daha titiz bir tedavinin matematiği tarafından gizlenebilecek cihaz özellikleri için daha iyi bir "his" verir. Eldeki cihazın ve devrenin önemli özelliklerini tanımlayan en basit modeli kullanın.

Figures 5.36B ve 5.36C'da gösterilen Gummel-Poon modeli, *SP ICE3 dayanan simülasyon yazılımı tarafından kullanılan standarttır.* Kurşun indüktansı ve kurşun-paket kapasitansları gibi ek parazitik elemanlar ekleyerek, küçük sinyal ac modeli yüksek frekanslarda doğru bir şekilde kullanılabilir. AC modelinin Şekil 5.35A through5.36C'den nasıl giderek daha sofistike hale geldiğine dikkat edin.

Düşük frekanslarda FET, **Devreler ve Bileşenler** bölümünde Şekil 3.49'da olduğu gibi gateto-kaynak voltajı tarafından kontrol edilen basit bir akım kaynağı olarak ele alınabilir. Frekans arttıkça, elektrotlar arası kapasitanslar önemli hale gelir ve **Şekil 5.37 A'daki modelde olduğu gibi dahil edilmelidir.** BJT'de olduğu gibi, küçük için ayrı modeller kullanılır-



Şekil 5.37 - Alan etkili transistör (FET) için küçük sinyal modelleri. (A) basit bir düşük frekanslı modeldir. (B) yaygın *SPICE3 büyük sinyalli bir* modeldir ve (C) JFET için tipik bir yüksek frekanslı modeldir.

Sinyal ve büyük sinyal uygulamaları. Şekil 5.37B, JFET için küçük sinyalli bir SPICE] simülasyon modelini göstermektedir. Modelin tüm kapasiteleri sıcaklık ve cihaz çalışma özelliklerine göre değişir. Şekil 5.37C, gövde veya substrat elemanlarının etkisini içeren SPICE] tarafından kullanılan tipik bir yüksek frekanslı MOSFET modelini göstermektedir.

CMOS entegre devre teknolojisindeki gelişmeler, RF tasarım çalışmalarında kullanım için yeterli performansa sahip transistörler (ve kapasitörler ve indüktörler) ile sonuçlanmıştır. Aslında, cep telefonları, kablosuz LAN'lar ve benzeri yüksek volümlü uygulamalar için çoğu radyo alıcı-vericisi, mevcut yüksek entegrasyon nedeniyle neredeyse sadece CMOS teknolojisinde uygulanmaktadır. MOSFET RF tasarım ilkeleri BJT ve JFET tasarımlarına benzer ve çoğu devre simülatörü MOSFET cihazları için iyi modeller sunar. Bu ek teknikler, İC teknolojisinde mevcut olan mükemmel cihaz eşleştirmesi ve ek devreleri düşük artan maliyetle entegre etme yeteneği ile sağlanır.

PARASITİC UNSURLARI VE NOISE

Doğru RF simülasyonu için ek paraziter elemanların etkileri dahil edilmelidir. En önemlisi kurşun indüksiyonualetin dış bağlantıları ile seri olarak yerleştirilmiş. Paket arası ve

Kurşun-kurşun kapasiteleri de çoğu yüksek frekanslı simülasyonlara dahildir. Kullanılan simülasyon paketine bağlı olarak, kullanıcının bu parazitik elemanları ayrı devre elemanları olarak kurması gerekebilir veya simülatör veya üretici yüksek frekanslı simülasyon için özel modeller sağlayabilir.

Cihaz gürültüsünün simülasyonu burada ele alınmaz, ancak birçok simülatör paketi çeşitli aktif cihazlar için ayrı gürültü modelleri içerir. Simülasyonunuza gürültüyü nasıl dahil edeceğiniz hakkında bilgi için simülatörün belgelerini inceleyin.

5.4.3 Amplifikatör Sınıfları

Bir amplifikatörün çalışma sınıfı, - amplifikatör cihazında veya switchmode cihazlarında iletimin gerçekleştiği bir sürücü döngüsünün fraksiyonu ile belirlenir. (Switchmode amplifikatörleri farklı kriterler kullanır.) A Sınıfı amplifikatör, döngünün %100'ünü gerçekleştirir. İt, sürüş sinyalinin gücüne bakılmaksızın sürekli besleme akımı akışı ile karakterizedir. RF uygulamaları için kullandığımız amplifikatörlerin çoğu ve alıcılardaki birçok ses devresi A Sınıfı'nda çalışır.

Bir B Sınıfı amplifikatör, devrenin %50'sini iletir, bu da 180 derecedir, eğer devreyi bir sürüş sinüs dalgasıyla ilgili olarak inceleriz. Bir B Sınıfı amplifikatör,

Giriş sinyali uygulanmaz, ancak akım giriş gücü ile büyüyen herhangi bir giriş ile akmaya başlar. Bir ClassB amplifikatörü iyi *bir zarf doğrusallığı gösterebilir,* yani sürücü frekansındaki çıkış genliği giriş sinyaliyle doğrusal olarak değişir. Sürücü döngüsünün yarısı için toplam akım akışı yokluğu, sinyal sürücüsünün harmoniklerini oluşturacaktır.

Bir C Sınıfı amplifikatör, bir döngünün yarısından daha azını ileten bir amplifikatördür. Sürücü olmadan akım akmaz. Küçük bir sürücünün uygulanması hiçbir çıkış ve akım akışı üretmez. Ancak bir eşiğe ulaşıldıktan sonra cihaz çalışmaya başlar ve çıktı sağlar. Baz için önyargı kaynağı olmayan bir bipolar transistör tipik olarak Sınıf C'de çalışır.

Daha önce tartışılan büyük sinyal modelleri tüm amplifikatör sınıflarının analizi için uygundur. Küçük sinyal modelleri genellikle A Sınıfı amplifikatörler için ayrılmıştır. En yaygın güç amplifikatör sınıfı, Sınıf A ve B arasında bir çaprazdır - her döngünün yarısından fazlasını yürüten Sınıf AB amplifikatörü. Düşük sürücü seviyelerinde bir AB Sınıfı amplifikatör, A Sınıfı tasarımdan ayırt edilemez. Bununla birlikte, artan tahrik daha fazla toplayıcı (veya drenaj) akım ve greateroutput üretir .

Vakum tüpü amplifikatörleri için amplifikatör sınıfı harf belirteçleri sayısal bir alt simge ile artırıldı. AB İ sınıfı bir amplifikatör AB'de çalışır, ancak şebeke akımı akmaz. Bir AB-Sınıfı amplifikatörün ızgarası katoda göre pozitif tahrik edilir ve bu nedenle bazı ızgara akımı akar. İzgaraları olmayan, sayısal alt simgeleri olmayan katı hal amplifikatörleri kullanılır.

Geniş bant genişliğine sahip Sınıf A ve Sınıf B amplifikatörleri yaygın olsa da, Sınıf C ve daha yüksek seviyelerde çalışan çoğu devre çıkışta ayarlanır. Akort iki şeyi başarır. Birincisi, farklı frekanslar için farklı sonlanmaların var olmasına izin verir. Örneğin, bazı veya tüm harmoniklerde kısa devre sunarken sürücü frekansında dirençli bir yük sunulabilir. Ayarlamanın ikinci sonucu, reaktif yüklerin oluşturulabilmesi ve amplifikatör kollektörüne veya drenaja sunulabilmesidir. Bu daha sonra akım ve voltaj dalga formlarının bağımsız kontrolünü sağlar.

A, B ve C kadar yaygın olmasa da, Sınıf D ve E amplifikatörleri giderek daha fazla ilgi çekmektedir. D sınıfı devre, girişin kare dalga toplayıcı dalga formları üretmek için yeterince sert sürüldüğü dengeli (iki transistör) bir anahtarlama formatıdır. E sınıfı amplifikatörler genellikle, yalnızca çıkış voltajı düşük olduğunda cihazda yüksek akımın akmasına izin veren çıkış ayarına sahip tek bir anahtarlama cihazı kullanır. Diğer "anahtarlama amplifikatörü" sınıfı belirleyicileri, anahtarlanmış akımları ve voltajları kontrol etmenin çeşitli tekniklerini ifade eder.

Sınıf A ve AB amplifikatörleri iyi zarf doğrusallığına sahiptir, bu nedenle çıktıda kullanılan en yaygın formatlardır.

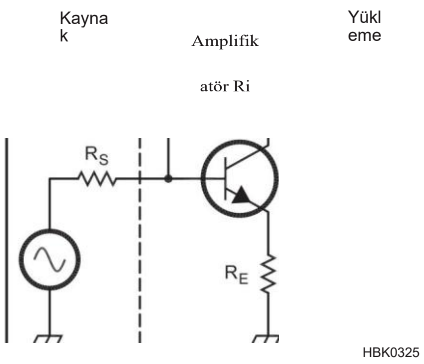
SSB amplifikatörleri. Sınıf Band, ağırlıklı olarak, C Sınıfı amplifikatörler CW ve FM uygulamaları için kullanılır, ancak SSB için gerekli olan zarf doğrusallığından yoksundur.

Verimlilik, amplifikatör sınıfı arasında önemli ölçüde değişir. A Sınıfı amplifikatör, %50'lik bir toplayıcı verimliliğine ulaşabilir, ancak daha yüksek değildir, çok daha düşük değerler tipiktir. AB sınıfı amplifikatörler daha yüksek verimliliğe sahiptir, ancak HF alıcı-vericilerinde popüler olan geniş bant devreleri tipik olarak tam güçte sadece %30'dur. Bir C Sınıfı amplifikatör, iletim döngüsü küçüldükçe %50 ila %75 ortak değerlerle %100'e yaklaşan verimliliklere sahiptir. Hem Sınıf D hem de E %90 ve daha yüksek verimlilik sağlayabilir. Güç amplifikatörü ayrıntılarını ele alan bir mühendislik metni Krauss, Bostian ve Raab'ın *Katı Hal Radyo Mühendisliği'dir.* David Rutledge, KN6EK liderliğindeki bir Cal Tech grubu tarafından ev deneycisi, *Yüksek Verimli E Sınıfı Güç Amplifikatörlerini hedef alan bir dönüm noktası kağıdı,* Mayıs ve Haziran 1997 için

5.4.4 Geri Beslemeli RF Amplifikatörler

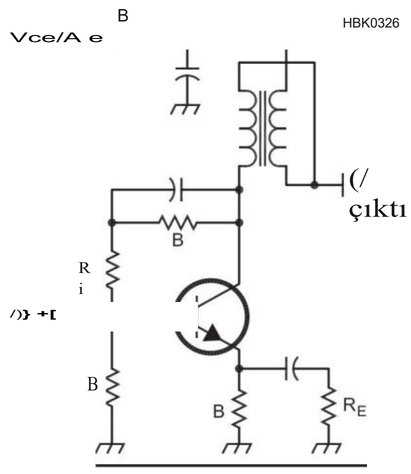
Geri besleme amplifikatörü amatör RF devrelerinde sıklıkla görülür. Bu, geniş bant genişliği, iyi kontrol edilen kazanç ve iyi kontrol edilen, kararlı giriş ve çıkış dirençleri elde etmek için (genellikle) tek bir transistöre sahip negatif geri beslemenin iki formuna sahip bir devredir. Bu amplifikatörlerin birçoğu, hem kararlı hem de öngörülebilir olan yüksek kazançlı bir devre oluşturmak için basamaklandırılabilir.

Geri besleme amplifikatörü için küçük sinyal şeması **Şekil 5.38'de** yanlılık bileşenleri veya güç kaynağı ayrıntıları olmadan gösterilmiştir. Tasarım, kararlı bir de akım için önyargılı bir NPN transistörü ile başlar. Kazanç, emitör dejenerasyonu ile azalır, kazancı azaltırken girdi direncini arttırır. Ek geribildirim daha sonra - toplayıcı ve taban arasında paralel bir geri besleme direnci, R'ile eklenir. Bu, bir op-amp çıkışı ile kazancı azaltan ve giriş direncini azaltan ters çevirme girişi arasındaki direnç gibidir.

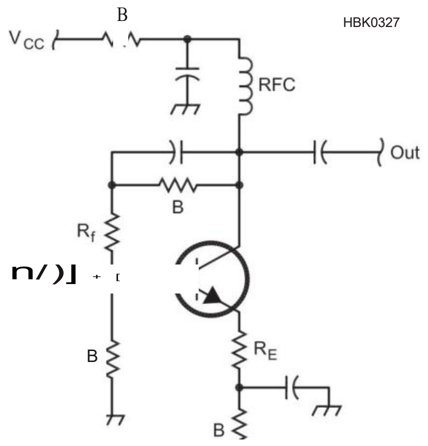


Şekil 5.38 - Bir geri besleme amplifikatörü için küçük sinyal devresi.

Geri besleme yükselticisinin pratik formlarını gösteren birkaç ek devre sunulmaktadır. **Şekil 5.39** tam bir devreyi göstermektedir. Taban, toplayıcıdan dirençli bir bölücü ile önyargılıdır. Bununla birlikte, direncin çoğu atlanır ve gerçek sinyal geri bildirimi için sadece R aktif kalır. Yayıcı dejenerasyonu yayıcıya eklenir. Direnç R, - dejenerasyona hükmeder, çünkü R normalde yayıcı önyargı direncinden çok daha küçüktür. Ağırlıklı olarak biasing için kullanılan bileşenler "B'ile işaretlenir. Bu amplifikatör normalde hem giriş hem de çıkışta 509'da sonlandırılır. Transformatör, 50-92 yükünü "benzer'bir hale getirme etkisine sahiptir.



Şekil 5.39 - Pratik bir geri besleme amplifikatörü. İle işaretlenmiş bileşenler
B "ağırlıklı olarak önyargı içindir. 50-92 çıkış sonlandırması dönüştürülür Toplayıcıda 200 n. Tipik bir RF transformatörü # 28'in 10 bifiler dönüşüdür
FT-37-43 bir ferrit toroid. İki sargıdan birinin indüktansı, en düşük çalışma frekansında yaklaşık 250 n'lik bir reaktansa sahip olmalıdır.



Şekil 5.40 - Geri besleme amplifikatörünün toplayıcıda 50-n çıkış sonlandırması ile bir varyasyonu.

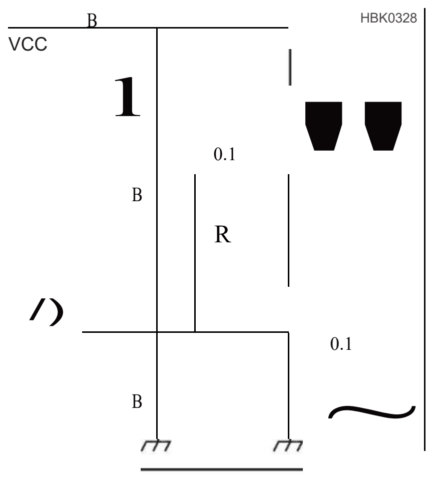
Daha büyük yük değeri, R = 200 92 toplayıcıya. Bu, birçok HF uygulaması için ortak ve kullanışlı bir değerdir.

Şekil 5.40, Şekil 5.39'dan iki yerde farklıdır. İlk olarak, toplayıcı bir transformatör yerine bir RF boğucu ile önyargılıdır. Kollektör devresi daha sonra bu yük bağlandığında 50 © "görür". İkincisi, yayıcı dejenerasyonu, önceki paralel bağlantı yerine, önyargı ile seridir. Her iki şema da iyi çalışır, ancak paralel konfigürasyon, -dejenerasyon ve önyargı arasındaki izolasyon ile deneysel esneklik sağlar. Bir çıkış transformatörü olmayan amplifikatörler, bozulmuş transformatör performansı ile sınırlandırılmaz ve genellikle birkaç GHz'e sabit veya "düz" kazanç sunar.

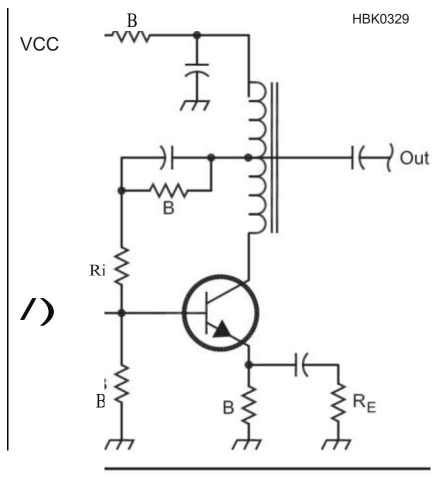
Şekil 5.41'in varyasyonu en genel olanı olabilir. Toplayıcıyı eşleştirmek için rastgele bir transformatör kullanır. Biasing gelenekseldir ve geri bildirimle etkileşime girmez.

Geribildirim, doğrudan **Şekil 5.42 devresindeki çıkıştan elde edilir.** Bu şema yaygın olsa da, diğerlerinden daha az arzu edilir, çünkü transformatör geri besleme döngüsünün bir parçasıdır. Bu da istikrarsızlıklara yol açabilir. Normalde, paralel geri besleme amplifikatörleri stabilize etme eğilimindedir.

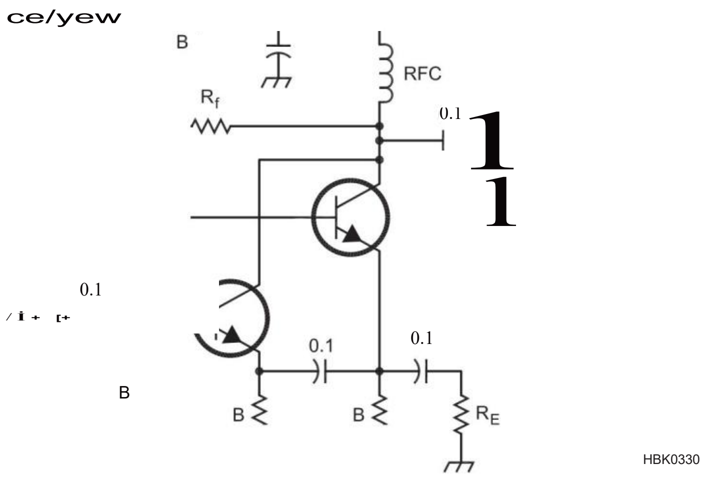
Şekil 5.43'ün devresi çeşitli özelliklere sahiptir. Her biri ayrı bir yayıcı biasing direncine sahip iki transistör kullanılır. Bununla birlikte, ac kuplajı, çiftin RE tarafından ayarlanan dejenerasyona sahip tek bir cihaz olarak çalışmasına neden olur. Paralel geri besleme direnci, R hem bir sinyal geri besleme elemanı hem de önyargı bölücüsünün bir parçasıdır. Bu, değerleri biraz kısıtlar. Son olarak, bir tür eşleştirme ağı aracılığıyla kompozit toplayıcıya keyfi bir çıkış yükü sunulabilir. Bu bazı düşük geçiş filtreleme sağlar, ancak amplifikatör bant genişliğini kısıtlar.



Şekil 5.41 - Geri besleme amplifikatörünün bu formu keyfi bir transformatör kullanır. Geri bildirim önyargı bileşenlerinden izole edilmiştir.



Şekil 5.42 - Çıkış trafo musluğundan geri beslemeli bir geri besleme amplifikatörü. Bu yaygındır, ancak kararsız sonuçlar verebilir.



Şekil 5.43 - İki paralel transistörlü geri besleme amplifikatörü.

5.5 Ferrit malzemeler

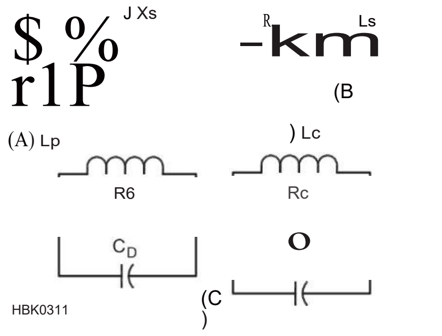
Ferritler, çok yüksek geçirgenliğe sahip olacak şekilde formüle edilmiş çeşitli metal oksitlerden oluşan seramiklerdir. İron, manganez, manganez çinko (MnZn) ve nikel çinko (NiZn) en sık kullanılan oksitlerdir. Ferrit çekirdekler ve boncuklar, **Şekil 5.44'te gösterildiği gibi birçok stilde mevcuttur.** Teller ve kablolar daha sonra onlardan geçirilir veya üzerlerine sarılır.

Ferrit bir iletkeni çevrelediğinde, malzemenin yüksek geçirgenliği, iletkendeki akım akışı tarafından kurulan manyetik akı için, telin sadece hava ile çevrelenmesinden çok daha kolay bir yol sağlar. Ferritten geçen telin kısa uzunluğu, böylece, ferritin göreceli geçirgenliği ile kendi endüktansının "büyütüldüğünü" görecektir. Bastırmak için kullanılan ferritler yumuşak ferritlerdir

– Yani, bunlar kalıcı mıknatıslar değildir.

Elektrik Temelleri bölümündeki tanımı hatırlayarak, *geçirgenlik (μ), bir* manyetik alanı destekleme kolaylığını ölçen bir malzemenin karakteristiğidir. Göreceli geçirgenlik, malzemenin geçirgenliğinin serbest alanın geçirgenliğine oranıdır. Hava, bakır ve alüminyum gibi manyetik olmayan malzemelerin göreceli geçirgenliği **1** iken, manyetik malzemeler 1'den çok daha büyük bir göreceli geçirgenliğe sahiptir. Paslanmaz çelik, çelik ve mu-metal için tipik değerler (güç frekanslarında ölçülür) sırasıyla 500, 1000 ve 20.000 sırasındadır. Çeşitli ferritler düşük onlulardan birkaç bine kadar değerlere sahiptir. Bu malzemelerin geçirgenliği frekans ile değişir ve bu, bir indüktörün manyetik çekirdeği olarak veya EMİ bastırma sağlama aracı olarak kullanıma uygunluğunu etkiler.

Üreticiler, istenen elektriksel performans özelliklerini elde etmek için kimyasal bileşimi (karışım veya malzeme "tip") ve ferritlerin boyutlarını değiştirir. İt, amaçlanan frekans aralığı ve uygulama için uygun geçirgenlik ve kayıp özelliklerine sahip bir karışım seçmek için önemlidir**. (Bileşen Verileri ve Referanslar** bölümü, farklı veriler için verileri gösteren tabloları içerir



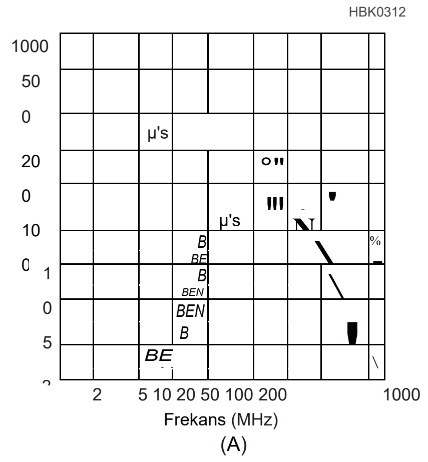
Şekil 5.45 - Eşdeğer devreler için Ferrit malzeme. (A) veri sayfası tarafından belirtilen eşdeğer seri devreyi gösterir. (B) bir ferrit boğucu için aşırı basitleştirilmiş bir eşdeğer devre gösterir. (C) bir ferrit boğucu için daha iyi bir eşdeğer devre gösterir.

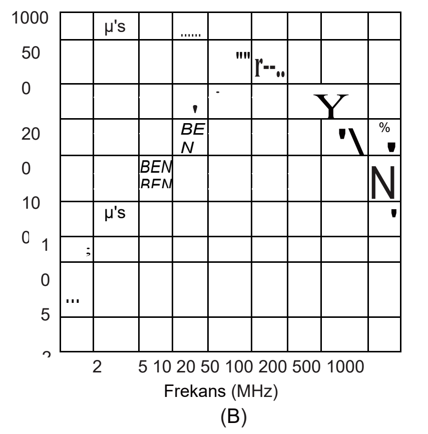
Ferrit ve toz demir çekirdek türleri ve her biri için uygun frekans aralıkları.)

Fair-Rite Products Corp., amatörler tarafından kullanılan ferrit malzemelerin çoğunu tedarik eder ve web siteleri **(www.fair-rite.com), hem** malzemeler hem de bu malzemelerden yapılan birçok parça hakkında kapsamlı teknik veriler içerir. Herhangi bir üreticinin en kapsamlı olan bu verilerin incelenmesinden çok şey öğrenilebilir. Web sitesi, ferrit malzemelerin kullanımı hakkında iki ayrıntılı uygulama notu içerir, *EM için Ferrit Bileşenleri Nasıl Seçilir! Geniş Bant Transformatörlerde Ferritlerin Bastırılması ve Kullanımı.*

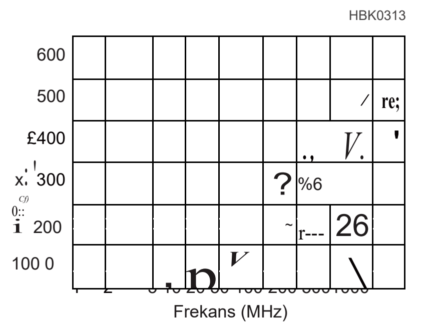
5.5.1 Ferrit Geçirgenliği ve Frekansı

Ürün veri sayfaları, seri eşdeğer empedanslarını grafikleyerek boğucu olarak kullanılan ferrit malzemeleri karakterize eder ve boğucular genellikle, **Şekil 5.45A ve** 5.45B'de gösterildiği gibi, eşdeğer devreleri sadece bir seri direnç ve indüktansa sahipmiş gibi analiz edilir. (Şekil 5.45 küçük sinyal eşdeğer devreler sunar .

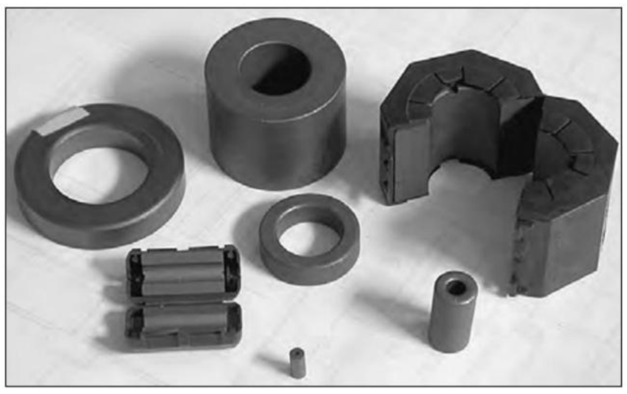




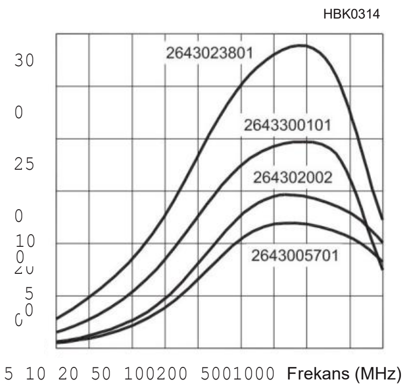
Şekil 5.46 - Tipik bir ferrit malzemenin geçirgenliği, Fair-Rite Tip # 61 (A) ve ofType # 43 malzeme (B). (Temel olarak Fair-Rite Products Corp. tarafından yayınlanan ürün verileri)



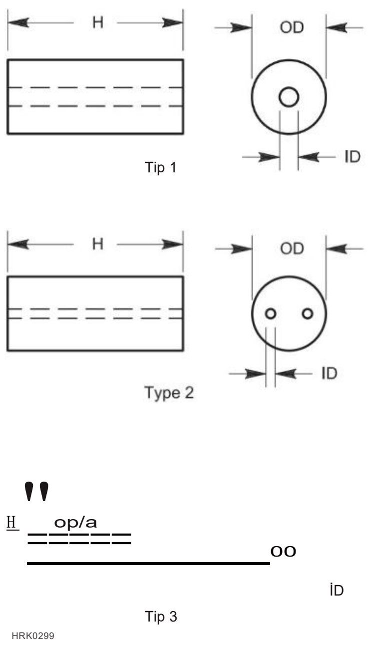
Şekil 5.47 - UHF, Fair-Rite Tip # 61'de EMİ bastırması için bir boncuğun ipliği. (Fair-Rite Products Corp. tarafından yayınlanan ürün verilerine dayanmaktadır)



Şekil 5.44 - Ferritler Birçok formda yapılır. Boncuklar küçük merkez delikli silindirlerdir, böylece teller veya kablolar üzerinde kaydırılabilirler. Toroidal çekirdekler daha çok halka şeklindedir, böylece tel veya kablo merkez delikten birden çok kez geçirilebilir. Snap-on veya bölünmüş çekirdekler kablolar üzerinde kenetlenecek şekilde yapılır Çekirdeğin etrafına sarılamayacak ya da bir boncuk takılamayacak kadar büyük.



Şekil 5.48 - Fair-Rite Type # 43 malzemesinin farklı uzunluktaki boncuklarının impedansı. Boncuk ne kadar uzunsa, empedans o kadar yüksek olur. (Fair-Rite Products Corp. tarafından yayınlanan ürün verilerine dayanmaktadır)



Şekil 5.49 - Tipik tek parça ferrit boncuk konfigürasyonları. Bileşen uçları veya kabloları, metinde açıklandığı gibi indüktans ve kayıp oluşturmak için bir veya daha fazla kez boncuklardan geçirilebilir.



Şekil 5.50 - 2.4- in üzerinde birden fazla kablo sargısından oluşan bir ferrit boğma. OD x 1.4-in. İD x 0.5-in. toroid çekirdek.

Yüksek güç seviyelerinde sıcaklık ve doygunluk belirtileri bu bölümde ele alınmamıştır.) Gerçek eşdeğer devre Şekil - 5.45C'e daha yakındır. Hem indüktans hem de kapasitansın varlığı, aşağıda tartışıldığı gibi empedans ve frekans grafiklerinde görünür rezonanslar yaratır. Bir rezonans L Ci çifti ve diğeri L Cc tarafından oluşturulur.

Şekil 5.46A, mevcut birçok karışım seçeneğinden biri olan Fair-Rite Type # 61 ferrit malzemesi (Fair-Rite ürünleri bir malzeme "Tip've bir sayı ile tanımlanır) için µ's ve µ" geçirgenliklerini grafikler. Bu malzeme, 25 MHz'in altındaki endüktif uygulamalarda ve 200 MHz'in üzerindeki frekanslarda EMİ bastırma için önerilir .

Şekil 5.45A ve B'nin basit seri eşdeğer devresi için, ferrit için geçirgenlik sabiti aslında karmaşıktır; µ = µ's + *j µ's*· **İn bu** denklem, 'g sıradan indüktansı tanımlayan geçirgenlik bileşenini temsil eder ve µ'ler malzemedeki kayıpları etkileyen bileşeni tanımlar. Yaklaşık 20 MHz'e kadar, µ'sis'in neredeyse sabit olduğunu görebilirsiniz, yani bu malzemenin bir çekirdeğindeki bir indüktör yarasının kararlı bir indüktansa sahip olacağı anlamına gelir. Yaklaşık 15 MHz'in altında, grafik µ "g'nin µ 'g'den çok daha küçük olduğunu, böylece kayıpların küçük olduğunu ve bu malzemenin bu frekans aralığında yüksek güçlü indüktörler ve transformatörler için iyi olduğunu göstermektedir .

15 MHz'in üzerinde, µ'ler hızla artar ve malzemenin ilişkili kayıpları da 300 ila 400 MHz arasında zirveye ulaşır. Bu, indüktörün bu frekanslarda çok kayıplı olmasını sağlar ve istenmeyen sinyaldeki enerjiyi emerek EMİ'yi bastırmak için iyidir. **Şekil 5.47,** üreticinin silindirik bir ferrit boncuk (boncuktan geçen düz bir tel) boyunca bir "tum" tel için empedans verilerini, # 61 karışımından yapılmış ve 200 MHz'in üzerindeki empedansta beklenen zirveyi göstermektedir. İnterestingly ,

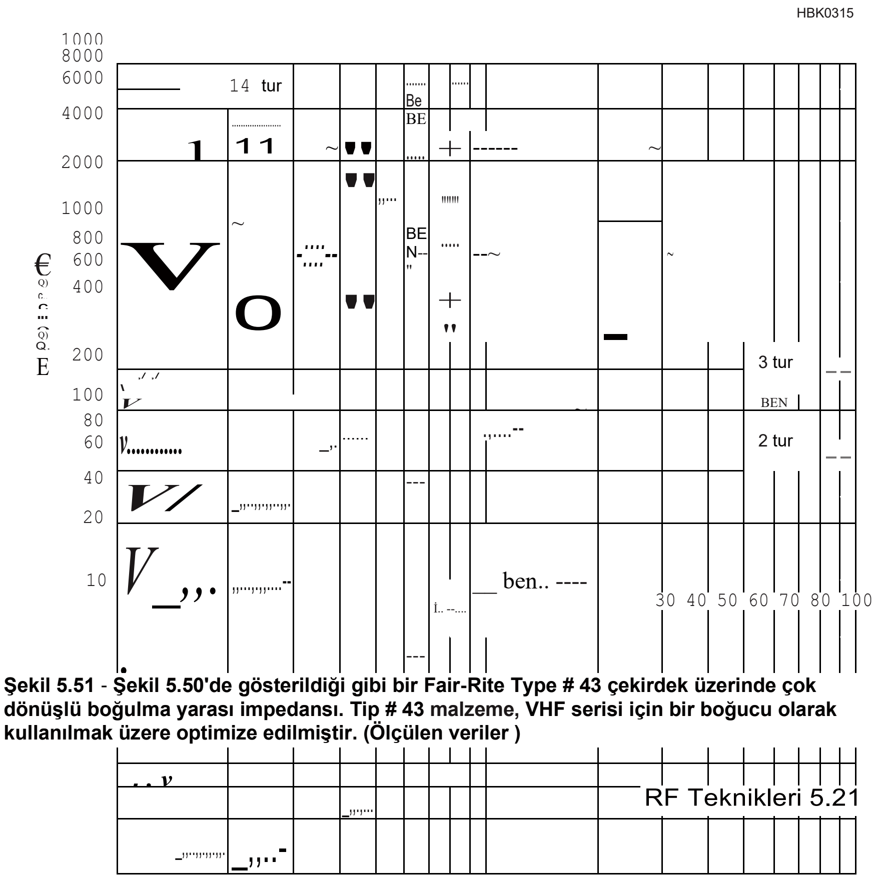
XL, rezonans üzerindeki grafiğin altına iner, ancak sıfır değildir. Negatif reaktans, Şekil 5.45C'deki kapasitörler tarafından oluşturulur.

Şekil **5.48'in boncukları için kullanılan Tip # 43 karışımı (bkz. Şekil 5 .46B)** optimize edilmiştir

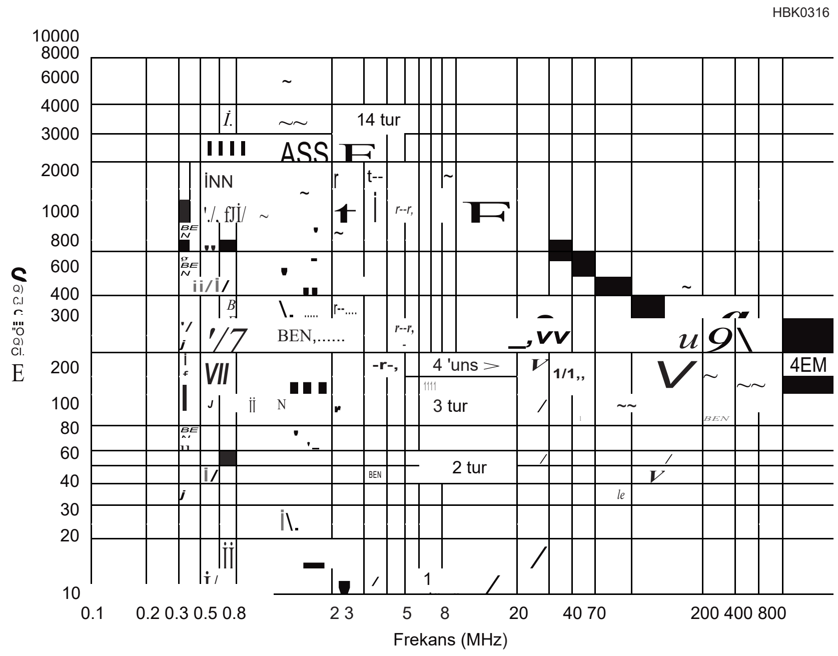
VHF'de (30-300 MHz) bastırma için. Tip # 43 malzemenin µ'ları tip # 61'den çok daha yüksektir, yani gerekli indüktansı elde etmek için daha az dönüşe ihtiyaç vardır. Ancak # 43 için µ "g, düşük frekanslarda bile önemli olmaya devam etmekte ve yüksek gücü idare etmesi gereken indüktör ve transformatör çekirdekleri için kullanışlılığını sınırlamaktadır. Şekil, farklı uzunluklarda birkaç boncuk için empedans verilerini gösterir. Boncuk ne kadar uzunsa, empedans o kadar yüksek olur. Aynı etki, aynı tel veya kablo üzerinde birden fazla boncuğun birbirine bağlanmasıyla elde edilebilir .

5.5.2 Ferrit Çekirdeklerinin Rezonansları

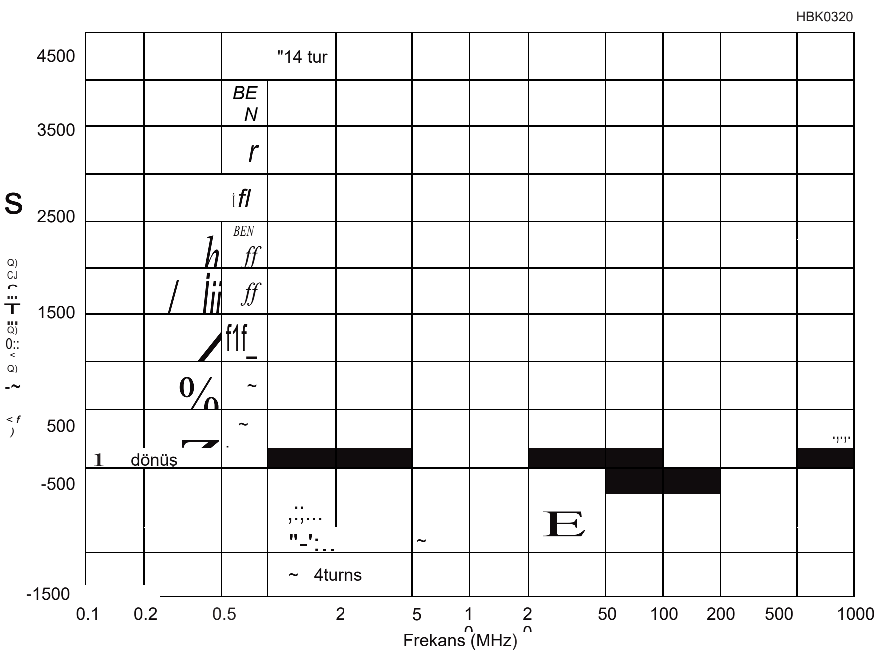
Rezonansın altında, bir ferrit silindirden geçen bir telin empedansı orantılıdır -



Şekil 5.51 - Şekil 5.50'de gösterildiği gibi bir Fair-Rite Type # 43 çekirdek üzerinde çok dönüşlü boğulma yarası impedansı. Tip # 43 malzeme, VHF serisi için bir boğucu olarak kullanılmak üzere optimize edilmiştir. (Ölçülen veriler)



Şekil 5.52 - Şekil 5.50'de gösterildiği gibi bir Fair-Rite Type # 78 çekirdek üzerinde çok dönüşlü boğulma yarası impedansı. Tip # 78 malzeme 2 MHz'in altında bir boğucu olarak kullanılmak üzere optimize edilmiştir. (Ölçülen veriler)



Şekil 5.53 - Şekil 5.52'nin boğumlarının seri reaktif bileşeni. (Ölçülen veriler)

Silindirin uzunluğuna göre. Şekil 5.48, öncelikle uzunluklarında farklılık gösteren bir boncuk ailesinin empedansını göstermektedir. Kesitlerinde küçük farklılıklar da vardır, bu nedenle rezonans frekansı aşağıda tartışıldığı gibi hafifçe değişir. **Şekil 5.49** bazı tipik ferrit boncuk konfigürasyonlarını göstermektedir.

Tüm indüktörler gibi, rezonansın altındaki bir ferrit boğumun empedansı, çekirdekten geçen dönüş sayısının karesiyle yaklaşık olarak orantılıdır**. Şekil 5.50 showsamulti-tumchokewoundona2.4-inç** OD x 1 .4-inç İD x 0.5-inç ferrit toroid çekirdek. **Şekil 5.51 için ölçülen** verilerdir

VHF aralığı için chokeinFigure5.50madeofferriteoptimized (30-300 MHz). **Şekil 5.52'nin verileri** aynı boyuttaki toroidler içindir, ancak 2 MHz'in altında kullanım için optimize edilmiş bir malzemeye sarılmıştır.

Şekil 5.51, 5.52 ve 5.53 için ölçülen veriler küçük çaplı tel ile sarılmış boğmalar içindir. Şekil 5.50'nin boğulması, aynı sayıda dönüş için biraz daha düşük bir rezonans frekansı sergileyecektir, çünkü daha büyük çaplı kablo, dönüşler arasında daha fazla kapasitansa sahiptir. Fotoğraftaki kablo, RG-59 ile karşılaştırılabilir bir dış çapa sahip yüksek kaliteli örgü korumalı bükülmüş bir çifttir.

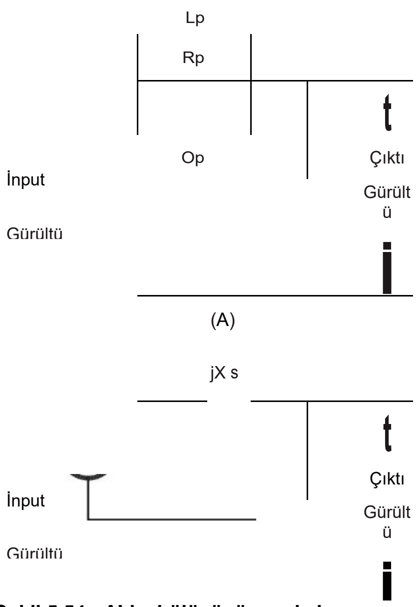
Önce L0 C0 rezonansını inceleyeceğiz. Klasik bir metin (E. C. Snelling'in 1969'da yayınlanan Yumuşak Ferritler, Özellikler ve Uygulamalar), ferrit içinde, ferrit içindeki - yayılma hızı (V p) ve çekirdeğin kesitsel boyutlarında kurulan duran dalgalar ile ilgili boyutsal bir rezonans olduğunu göstermektedir. Genel olarak, herhangi bir malzeme için, çekirdek ne kadar küçükse, bu rezonansın frekansı o kadar yüksek olur ve ilk yaklaşımda, çekirdek boyut yarıya inerse rezonans frekansı iki katına çıkar. Şekil 5.45C, Lp ve Ci bu boyutsal rezonansı, R ise ferrit içindeki kayıpları açıklar. R çoğunlukla çekirdekteki eddy akımlarından (ve bazı histerezis) kaynaklanır.

Şimdi Re, Le ve Cc'yi açıklama zamanı. Tip # 78 materyalin (Şekil 5.52) etrafında sarılan boğmalar için iki takım rezonans olduğunu, ancak Şekil 5.51'in boğulması için sadece bir set olduğunu unutmayın. Her iki malzeme için de, üst rezonans tek bir tum için 1 GHz'in hemen altında başlar ve dönüş sayısı arttıkça frekansta aşağı doğru hareket eder. **Şekil 5.53,** Şekil 5.52'nin boğumlarının reaktansı, her iki rezonans setini de gösterir. Bu yüzden eşdeğer devre iki paralel rezonans içermelidir !

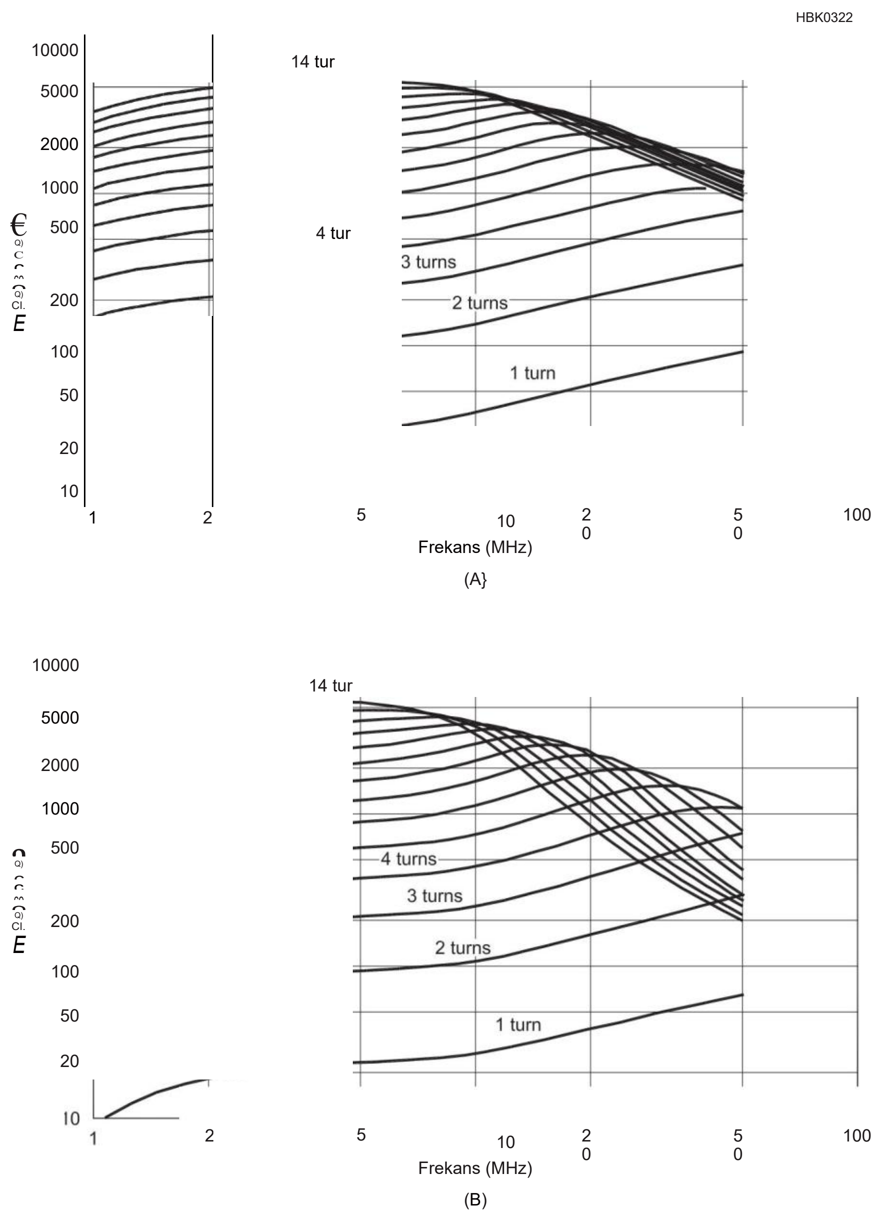
Bu davranışı açıklayan bu malzemeler arasındaki fark, kimyasal bileşimleridir (karışım). Tip # 78 bir MnZn ferrit iken, Tip # 43 bir NiZn ferrittir. NiZn ferritlerinde yayılma hızı (V "), MnZn'den kabaca iki derece daha yüksektir ve bu yüksek frekanslarda, boyutsal rezonans oluşturan duran dalgaların var olmasına izin vermek için çok fazla kayıp vardır .

Neler olduğunu anlamak için, bir ferrit boğumunun ilk sipariş eşdeğer devresine geri döneceğiz (Şekil 5.45C). Le, ve Re, ve Cc indüktans, direnç, (ferritin µ etkisi dahil), ve başıboş kapasitans ferrit geçer tel ile ilişkili vardır. Bu rezonans daha fazla dönüşle frekans olarak aşağı doğru hareket eder, çünkü hem L hem de C daha fazla dönüşle artar. Boyutsal rezonans hareket etmez, çünkü sadece ferritin V p boyutlarına bağlıdır.

Cc'nin kaynağı nedir? "Bobin" yok, sadece bir silindirden geçen tek bir tel var mı?



Şekil 5.54 - A'da, bölücünün seri elemanı paralel rezonanslı bir devredir. B'de, bölücünün seri elemanı Ferrit veri sayfaları tarafından kullanılan seri eşdeğer devredir.



Şekil 5.55 - A'da, çok dönüşlü darbelerin empedansı Tip # 31 2.4-in üzerinde. Aşırı doz toroidal çekirdek. B'de, (A)'nın boğumlarının eşdeğer seri direnci. (Ölçülen veriler)

Bu, silindirin bir ucundaki telden diğer ucundaki tele kadar olan parazitik kapasitans, ferrit dielektrik olarak hareket eder. Evet, çok küçük bir kapasitans, ancak ölçülen verilerde ve veri sayfasında neden olduğu rezonansı görebilirsiniz.

5.5.3 Ferrit Serisi ve Paralel Eşdeğer Devreler

Seri ve paralel eşdeğer devrelerden kısaca bahsedelim. Birçok empedans analizörü, - terminalleri arasındaki empedansı bir faz açısı ve seri eşdeğeri R ve X ile Z olarak ifade eder. Paralel eşdeğer R ve X kullanarak aynı empedansı kolayca ifade edebilirlerdi, ancak R've Xp, R ve X'den sayısal olarak farklı değerlere sahip olacaktır. (Elektrik **Temelleri** bölümündeki seri-paralel empedans dönüşümü bölümüne bakın.)

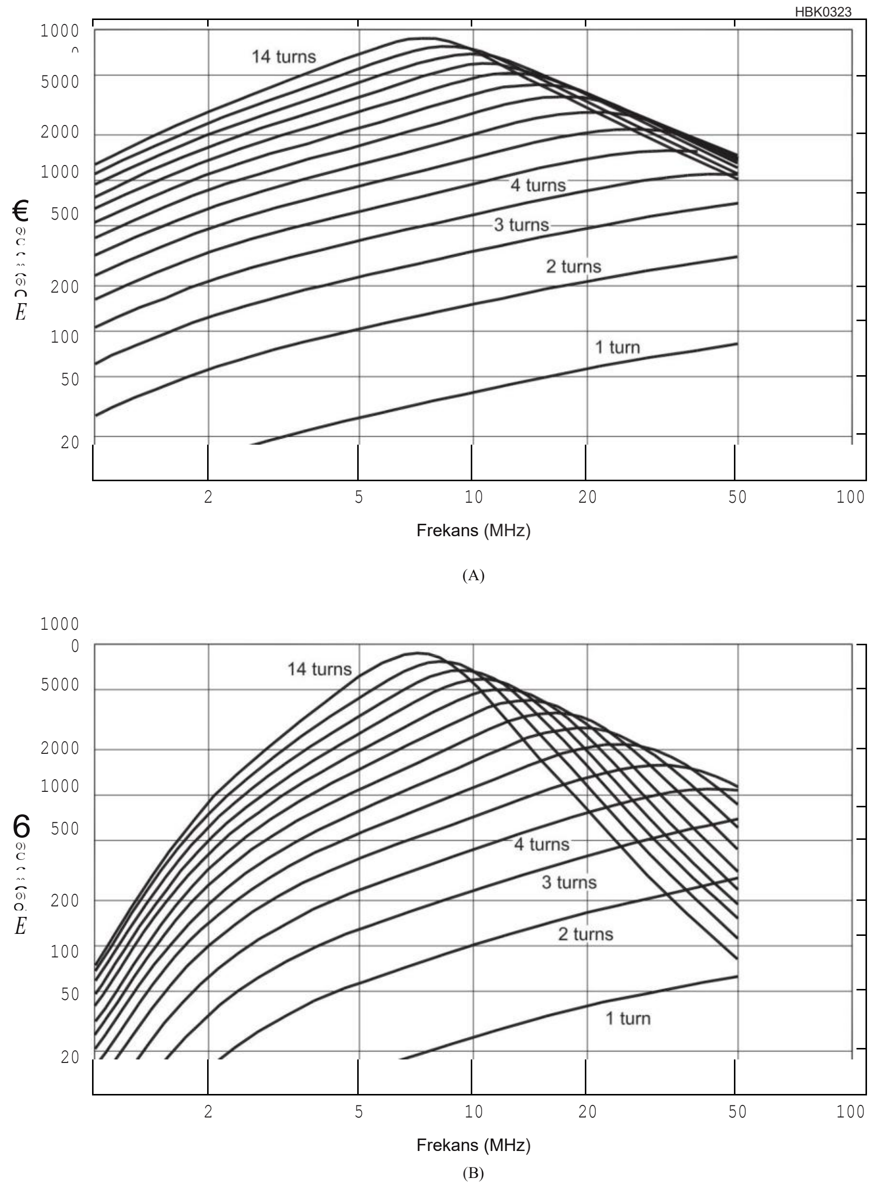
Bir seri devrede, Rs ve X'lerin daha büyük değerinin en büyük etkiye sahip olduğunu, paralel bir devrede ise Rc ve Xp'nin daha küçük değerinin baskın olduğunu hatırlamak önemlidir**. Başka bir deyişle**, R'nin baskın olması için R'nin küçük olması gerekir.

Empedansın her iki ifadesi de (seri veya paralel) herhangi bir frekansta doğrudur, ancak seri veya paralel gösterimin en yararlı olup olmadığı, ölçülen cihazın fiziğine ve bunun nasıl olduğuna bağlı olacaktır.

Cihaz bir devrede kullanılır. Örneğin, paralel eşdeğer devrenin bir ferrit boğucunun daha gerçekçi bir temsili olduğunu gördük - R, İp ve C'nin değerleri, frekans değişimleri olarak sabit kalmaya, seri eşdeğerini kullandığımızdan çok daha yakın olacak. (Ri Lp ve Cp tam olarak sabit olmayacaktır, çünkü tüm ferritlerin fiziksel özellikleri - geçirgenlik, direnç ve permitivite - hepsi frekansa göre değişir.)

Ancak ferrit chokes için hemen hemen tüm ürün verileri seri eşdeğeri olarak sunulmaktadır R ve X. Neden? Birincisi, ölçülmesi ve anlaşılması kolay olduğu için, ikincisi, başıboş kapasitans olduğunu unutma eğiliminde olduğumuz için ve üçüncüsü, ferrit boncuklar en çok bir seri devrede akımı azaltmak için boğucu olarak kullanıldığı için! **Şekil 5.54A** ve Şekil 5. 54 B, hem bir ferrit boğucu hem de cihaz girişi boyunca küçük bir bypass kondansatörü tarafından oluşturulan voltaj bölücüsünün kullanışlı temsilleridir. Hangisini kullanacağımız, ferritimiz hakkında bildiklerimize bağlı olacaktır .

Eğer R, İp ve C'yi biliyorsak,



Şekil 5.56 - A'da, çok dönüşün empedansı bir Tip # 43 2.4-in üzerinde boğulur. OD toroidal çekirdek. B'de, A'nın boğumlarının eşdeğer seri direnci (Ölçülen veriler).

İlgili frekans aralığında sabit olan Şekil 5 .54 A daha kullanışlı olabilir, çünkü bir devre modeline değerler ekleyebilir ve belki de - devreyi değiştirebiliriz. Ancak, R ve X vs frekansının bir grafiği varsa, Şekil 5.54B bize daha hızlı bir cevap verecektir. Çoğu zaman R ve X verileriyle uğraşacağımız için, seri devre eşdeğerleri en sık kullanılır. R ve X'i kullanmanın bir başka nedeni, seri olarak iki veya daha fazla ferrit boğumunun empedansının basitçe hesaplanabilir olmasıdır.

Diğer seri empedanslarda olduğu gibi R ve X bileşenlerini ekleyerek! Standart bir ferrit parçası için R, X} ve Z'nin veri sayfası grafiklerine baktığınızda, baskın rezonanslarının seri eşdeğer parametrelerine bakıyorsunuz. Çoğu MnZn malzemesi için boyutsal rezonans iken, çoğu NiZn malzemesi için devre rezonansıdır.

Neredeyse herhangi bir ferrit boğucu için Rp Lp ve Cp değerleri, paralel rezonans eğrisi için verilerin eğri takılması ile elde edilebilir. (Kendi kendine... Rezonans bu bölümde daha önce tartışılmıştır.) Birçok pratik boğucunun C'si oldukça küçük olduğundan ve rezonanstaki empedansları genellikle oldukça yüksek olduğundan, özellikle yansıma tabanlı ölçüm sistemlerinde doğru bir şekilde ölçülmeleri oldukça zordur. İyi sonuçlar sağlayabilecek basit bir ölçüm yöntemi için Test Ekipmanları ve Ölçümler bölümüne bakın. EMİ bastırma için ferrit çekirdeklerin ve boncukların kullanımı hakkında daha fazla bilgi **RF İnterference** ve *ARRL RF bölümünde mevcuttur! Kitap.* Bu ferrit materyallerin EMİ baskılanması için kullanımının kapsamlı bir şekilde ele alınması, k9yc.com/ **publish.htm adresindeki A Ham's Guide to RFI, Ferrites, Baluns ve Audio İnterfacing adlı çevrimiçi yayında devam etmektedir. Boğazların** iletilmesi için ferrit boncukların ve çekirdeklerin kullanımı İletim **Hatları bölümünde sunulmuştur.**

5.5.4 Tip 31 Malzeme

Fair-Rite Products tarafından üretilen Tip # 3 1 malzeme, özellikle sorununuzun bazı bileşenleri 5 MHz'in altında gerçekleşiyorsa, boğucu bir çekirdek olarak son derece yararlıdır. Yeni materyal için ölçülen veriler **Şekil 5.55A** ve 5.55B'de görüntülenir. Eski Tip # 43 malzeme için karşılık gelen grafikler olan Şekil 5.56A ve 5 .56B ile karşılaştırın. Buna karşılık, Tip # 31, 2 MHz'de yaklaşık 7 dB daha fazla boğulma empedansı ve 80 metrede en az 3 dB daha fazla sağlar. 10 MHz ve üzerinde, iki malzeme neredeyse eşdeğerdir, Tip # 43 yaklaşık **1 dB** daha iyidir. Amacınız EMİ bastırma veya bir besleme hattı boğma ("akım balun'olarak adlandırılır) ise, Tip # 31 malzeme tüm HF bantlarını kapsayacak şekilde en iyi tüm yuvarlak sanatçıdır ve açıkça 5 MHz ve altında tercih edilen malzemedir. 5 MHz ve 20 MHz arasında, Tip # 43 hafif bir kenara (yaklaşık 1 dB) sahiptir ve 20 MHz'in üzerinde eşdeğerdir. (Balunlar aşağıdaki İletim Hattı Transformatörleri bölümünde ve **İletim Hatları ve Antenler bölümlerinde daha fazla tartışılmaktadır .)**

Tip # 31 malzeme yararlıdır, çünkü eşdeğer devremizdeki rezonansların her ikisini de sergiler - yani çekirdeğin boyutsal rezonansı ve boğulmanın rezonansı çekirdek malzemenin kayıplı geçirgenliği ile. 10 MHz'in altında, bu iki rezonans, önemli ölçüde daha fazla bastırma bant genişliği (kabaca bir oktav veya bir ek - harmonik olarak ilişkili jambon bandı) sağlamak için (bir stagger ayarlı İF tarzında) birleşir. Sonuç olarak, Type # 31 çekirdeğindeki tek bir boğma, 4:1 forType # 43 ile karşılaştırıldığında, yaklaşık 8:1 frekans aralığında çok iyi bastırma sağlamak için yapılabilir. Tip # 31 ayrıca HF'de biraz daha iyi sıcaklık özelliklerine sahiptir.

5.6 İpedans Eşleştirme Ağları

Bir empedans dönüştürme veya eşleştirme ağı, bir karakteristik empedansa, kaynağa sahip bir jeneratörden güç kabul eden ve bu gücün neredeyse tamamını farklı bir empedansta bir yüke teslim eden bir sistemdir. Bu bölümdeki basit tasarımlar sadece bir frekansta eşleştirme sağlar. Referans metinlerde tartışılan daha rafine yöntemler geniş bir frekans bandını kapsayabilir.

Hem kaynak hem de yük empedansları hem gerçek hem de hayali (reaktif) parçalarla karmaşık olabilir. Bu bölümde verilen prosedürler, okuyucunun hem kaynak hem de yük empedansının dirençli (reaktif bileşen içermeyen) olduğu basitleştirmeye dayanarak ortak empedans eşleştirme ağlarını tasarlamasına izin verir. Bu prosedürleri karmaşık bir yük veya kaynak empedansı ile kullanmak için, olağan yöntem, eşleşecek empedansın reaktif bileşenini iptal etmek için eşit ve zıt bir reaktansa sahip olan empedans ile seri olarak bir reaktans yerleştirmektir. Sonra tedavi Dönüştürülecek direnç olarak tamamen dirençli empedans ortaya çıkar. Örneğin, eşleşecek bir yük empedansı 120 + *j* 40 © 2 ise, yük ile seri olarak -J 40 Q kapasitif reaktansı ekleyin, böylece aşağıdaki prosedürlerin kullanılabilmesi için 120 + j 0 © 2'lik bir yük empedansı elde edin. Seri reaktans iptal eden bileşen daha sonra bazı yapılandırmalarda eşleşen ağın çıkış bileşeniyle birleştirilebilir .

14 basit rezonans ağı kümesi ve denklemleri **Şekil 5.58'de sunulmuştur.** Bu diyagramlarda R'nin düşük empedans tarafı ve R'nin yüksek empedans tarafı olduğunu ve X değerlerinin verilen yukarıdan aşağıya sırayla hesaplandığını unutmayın.

Çeşitli ağlar için formüller, reaktans değerlerini kullanır ve üretir. Reaktansları L ve C değerlerine dönüştürmek için formülleri kullanın

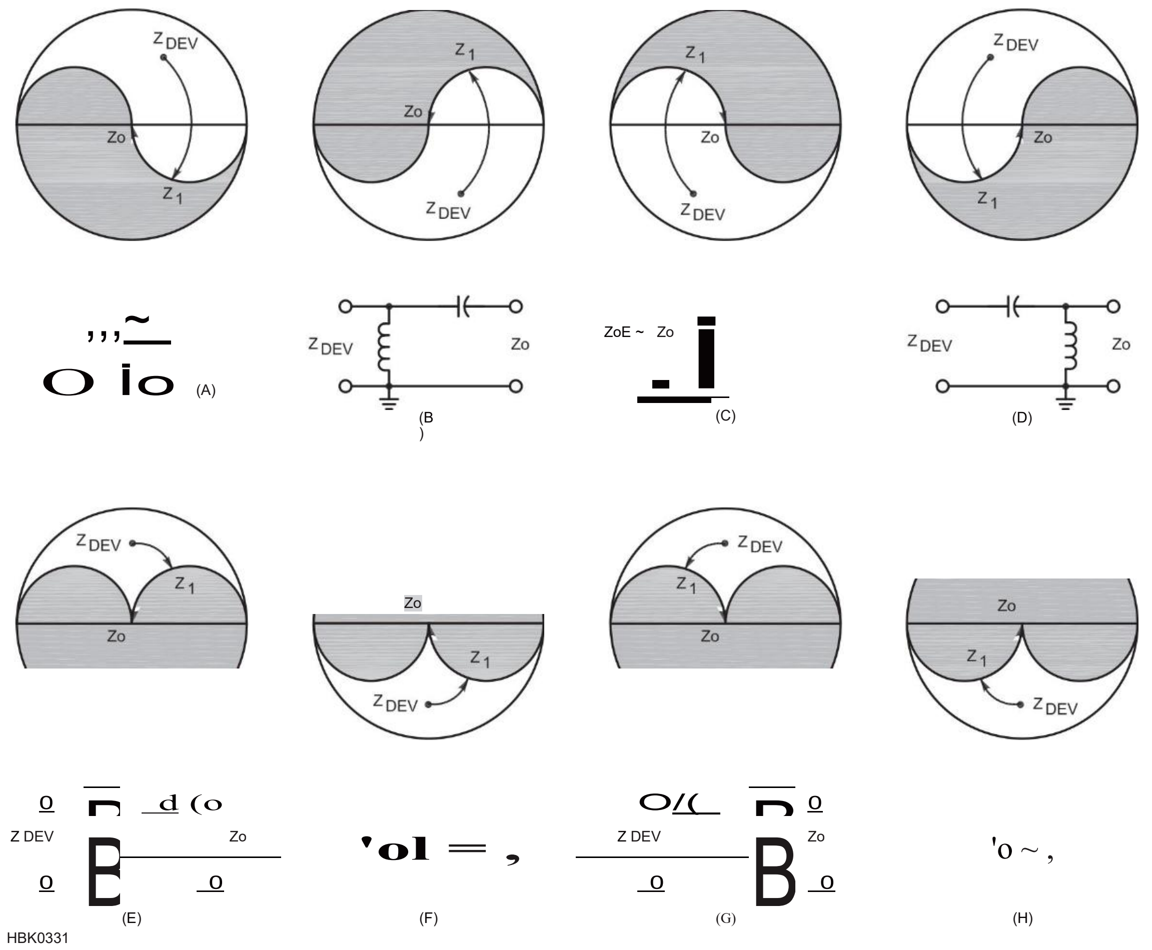
$$C = \frac{1}{2nfX,} \text{ ve } L = \frac{X}{2nf}$$

Program *MATCH.EXE* indirilebilir ek malzeme ile hesaplamaları gerçekleştirebilir.

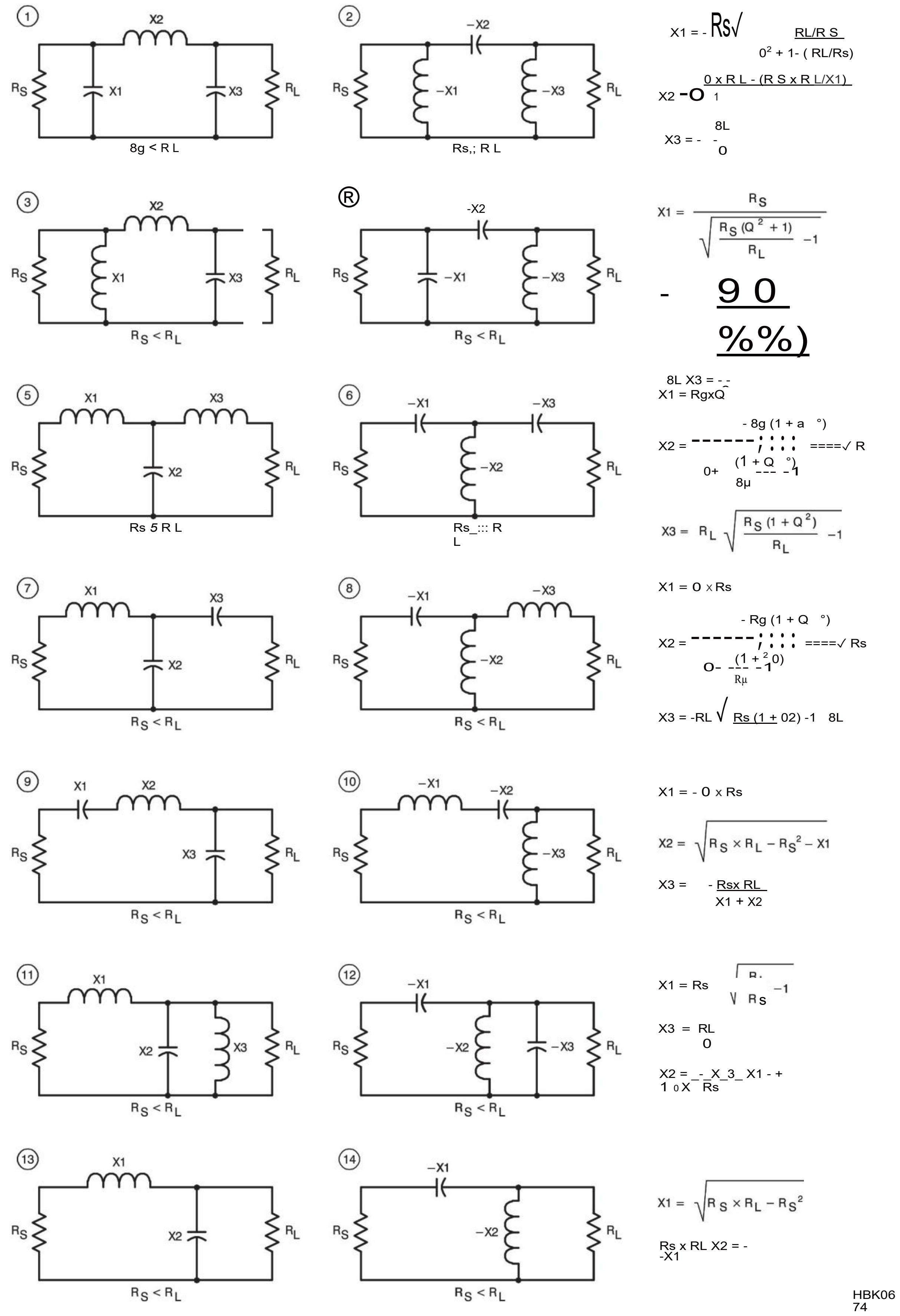
Elektrik Temelleri bölümündeki seri-paralel empedans dönüşümleri bölümünü gözden geçirmek isteyebilirsiniz, çünkü bu teknikler ağ tasarımının temelini oluşturur. **İletim Hatları bölümlerindeki L ağları** ve **RF Güç Amplifikatörleri bölümündeki Pi ağları hakkında ek tartışmalar** vardır. Bu tartışmalar ağların daha spesifik uygulamaları için geçerlidir.

5.6.1 L Ağlar

Belki de en yaygın LC empedans dönüşüm ağı L ağıdır, çünkü iki element kullanır - bir seri eleman ve bir paralel - yanındaki büyük L'ye benzer. **Şekil 5.57'de gösterildiği gibi sekiz farklı L ağ türü vardır.**



Şekil 5.57 - Karmaşık bir empedansa (burada Zp ± y olarak gösterilen bir cihazın çıkış empedansı) Z'ye, dirençli bir kaynağa veya yüke uyan L ağları. Basitleştirilmiş Smith Grafiğinin gölgeli kısmındaki impedanslar ağ tarafından eşleştirilemez. Z, seri elemanı tarafından Zn ± y'den dönüştürülen empedansı temsil eder .



Şekil 5.58 - Tasarım denklemleri ile on dört empedans dönüştürme ağı (kayıpsız bileşenler için).

(G ve H tipleri yaygın olarak kullanılmaz ve burada ele alınmaz.) Basitleştirilmiş Smith Chart eskizleri, hangi empedans değerlerinin gerekli empedans Z'ye ve dönüşümün iki reaktans tarafından elde edildiği grafikteki yola dönüştürülebileceğini gösterir. (Smith Chart'ın giriş niteliğinde bir tartışması, indirilebilir ek içerikle sağlanır ve ayrıntılı bir tedavi *ARRL Anten Kitabı'nda mevcuttur.)* ZoEv, bir transistör amplifikatörü veya herhangi bir ekipman parçası gibi bir cihazın çıkış empedansını temsil eder.

Dönüşüm süreci her iki "yönde'de aynı şekilde işler. Yani, Zppv'yi Z'ye dönüştürmek için tasarlanmış bir ağ, tersine çevrilirse Z0 da ZoEv'e dönüştürecektir. L ağı (ve aşağıda tartışılan Pi ve T ağları), tüm kayıpsız ağlar gibi iki taraflıdır.

Tamamen empedans eşleştirme açısından, L ağı seri kolda endüktif veya kapasitif reaktans ile inşa edilebilir ve performans her iki durumda da tam olarak aynı olacaktır. Bununla birlikte, amatör devrelerdeki olağan durum, endüktif reaktansı, düşük geçişli bir filtre olarak hareket etmek için seri koluna yerleştirmektir. Bununla birlikte, özel koşullarınız başka türlü dikte edebilir. Örneğin, seri-C/paralel-L ağının, ağın bir tarafına bir de kısa devre yerleştirmesini ve bunun üzerinden de akımı engellemesini yararlı bulabilirsiniz.

Şekil 5.57'deki A'dan F'ye L ağ yapılandırmaları için tasarım prosedürü aşağıdaki gibidir:

Eşleşecek iki direnç değeri göz önüne alındığında, devrenin seri kolunu iki (R)'den daha küçük olana ve paralel kolu daha büyük olana (R) bağlayın.

F ind oranı R/Rs ve L ağının Q:

Q = √Rp -1 Rs

Seri reaktansı hesapla Xs = QRs Paralel reaktansı hesapla X = R/Q.

5.6.2 Pi Ağları

Bir başka popüler empedans eşleştirme ağı, Şekil 5.58'in 1. ve 2. devrelerinde gösterilen Pi ağıdır. Pi ağı, "arka arkaya" iki L ağı olarak düşünülebilir. Örneğin, devre 1'deki Pi ağı, sağdaki 13 numaralı devrenin L ağına ve sağdaki ayna görüntüsüne bölünebilir.

sol. Serideki iki indüktör, Pi ağının tek indüktansı ile birleştirilir. Pi ağının farklı indüktans ve kapasitans konfigürasyonlarına sahip başka formları da vardır, ancak gösterilen versiyon amatör devrelerde en yaygın olanıdır.

İki dönüşümün kullanımı, tasarımcının, Q'nun eşleştirilecek empedansların oranına göre belirlendiği L ağının aksine, Pi ağı için Q'yu seçmesine izin verir. Bu, **özellikle RF Güç Amplifikatörü** bölümünde tartışıldığı gibi amplifikatör çıkışlarını eşleştirmek için kullanışlıdır, çünkü ağın frekans tepkisinin ve bileşen değerlerinin daha fazla kontrol edilmesine izin verir. Q (Q? + 1) > (R ~/R,) olacak kadar yüksek olmalıdır. Eğer bu iki miktar eşitse, X sonsuz olur, yani sıfır kapasitans olur ve Pi ağı Şekil 5'te L ağına indirgenir.5 7 A. Şekil 5.58'deki Pi ağı için tasarım prosedürü aşağıdaki gibidir:

Eşleşecek iki direnç değerini, R, > R, belirleyin ve Q için bir değer seçin. Şekil 5.58'de devre 1 veya 2 için hesaplama sırasını izleyin.

Paralel reaktansın değerini hesaplayın Xe = R/Q.

Paralel reaktansın değerini hesaplayın Xc2

Xc2 = R3 R/R3 / Q? + 1-R/R,

Seri reaktans XL değerini hesaplayın

_ QR1 + R1R2/ Xc2 L

X
Q ° + 1

5.6.3 T Ağları

Birçok amatör iletim hattı empedans - eşleştirme birimi ("anten tunerleri"), Şekil 5.58'in 6. devresindeki T ağının versiyonunu kullanır. Devreler değişken kapasitörler ve bir tıkalı indüktör kullanılarak inşa edilmiştir. Bu, iki değişken indüktörün gerekli olduğu tamamen ayarlanabilir bir devre 5 versiyonundan daha kolay ve daha ucuzdur. Devre 5, özellikle katı hal amplifikatör çıkışlarından nispeten düşük giriş empedanslarını, düşük Q ve seri indüktanslar nedeniyle iyi harmonik bastırma ile 50-02 yüklere eşleştirmede kullanışlıdır. Devre 7, bu bölümün sonunda listelenen referans metinlerinde açıklandığı gibi katı hal amplifikatör tasarımında da kullanışlıdır.

Şekil 5.58 devre 5 gösterilen T ağı pratik bileşenleri ve düşük Q ile 50-02 kaynaklardan nispeten düşük empedans eşleştirme için özellikle yararlıdır. Pi ağı gibi, Q yeterince yüksek olmalıdır (Q 2+ 1) > (R 1/R,). Bu ağ için bileşen değerlerini tasarlamak, denklemleri daha yönetilebilir hale getirmek için bir çift ara değerin (A ve B) hesaplanmasını gerektirir.

Eşleşecek iki direnç değerini (R, > R) belirleyin ve Q için bir değer seçin.

A veB ara değişkenlerini hesaplayın

'''' '''' [A. y

Giriş serisi reaktansının değerini hesaplayın X = R, Q.

Çıkış serisi reaktansı X = R, B değerini hesaplayın .

Paralel reaktansın değerini hesaplayın Xe = A/(Q + B)

Reaktansları bileşen değerlerine dönüştür:

İXL C = ---ve L =
-- 2nfX, 2nf

5.6.4 İmpedance İnversion

Simetrik Pi ve T ağları, tüm elemanların reaktansları tasarım frekansında aynı olduğunda empedans inversiyonunun kullanışlı özelliğine sahiptir: X = X} = X], bir Q ofl ile sonuçlanır. Her iki ağ tipi için, ağa bakan empedans, ZİN, yük empedansı olacaktır, Zou X hakkında ters çevrilmiştir:

Zg ... X / ZovT

Bu, ağın Z = [Xİ ile '% -wavelength iletim hattı ile değiştirilmesi ile aynı etkidir. Ağ simetrik olduğundan, ters çevirme ağ üzerinden her iki yönde de gerçekleşir. Sonuç, yalnızca tüm reaktansların eşit olduğu frekansta doğrudur .

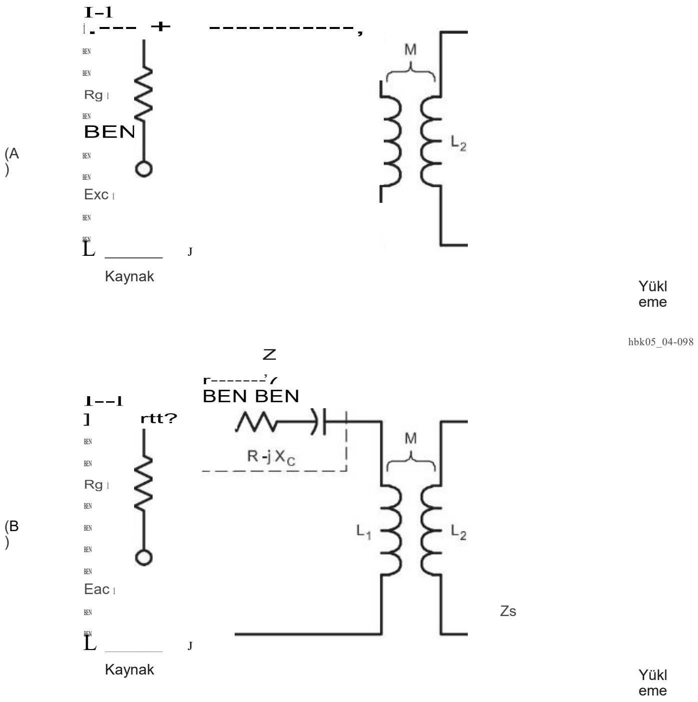
Örneğin, tüm empedansları yaklaşık 50 n ters çevirmek için, tasarım frekansında X = 50 n ayarlayın. Giriş empedansı daha sonra 250/Zou-rlf Z = 10 + olacaktır *Jl0* n ağın bir ucuna bağlanır, ağın diğer ucuna bakan empedans 2500/(10 + jl0) = 125 -} 125 n olacaktır.

5. 7 RF Transformatörleri

5.7.1 Hava Çekirdekli Dirençsiz RF Transformatörler

Hava çekirdekli transformatörler genellikle RF uygulamaları için karşılıklı olarak bağlanmış indüktörler olarak işlev görür. Bunlar bir birincil sargı ve yakın bir ikincil sargıdan oluşur. Bununla birlikte, kaçak reaktansları normal olarak yüksektir ve birincil ve ikincil sargılar arasındaki bağlantı katsayısı düşüktür. Sonuç olarak, manyetik bir çekirdeğe sahip transformatörlerin aksine, dönüş oranı o kadar önemli değildir. İnstead, ikincil indüklenen voltaj karşılıklı indüktans bağlıdır.

Şekil 5.59'da olduğu gibi radyo frekanslarında çalışan çok temel bir transformatör devresinde, kaynak voltajı Ll'ye uygulanır. Rs, kaynağın doğasında bulunan seri dirençtir. Karşılıklı indüktans sayesinde, M, -L2'de bir voltaj indüklenir. İkincil devrede bir akım, L2'nin reaktansı ve R}'nin yük direnci ile akar. X72 L2'nin Ll'den bağımsız, yani karşılıklı indüktansın etkilerinden bağımsız reaktansı olsun. İkincil devrenin empedansı o zaman:

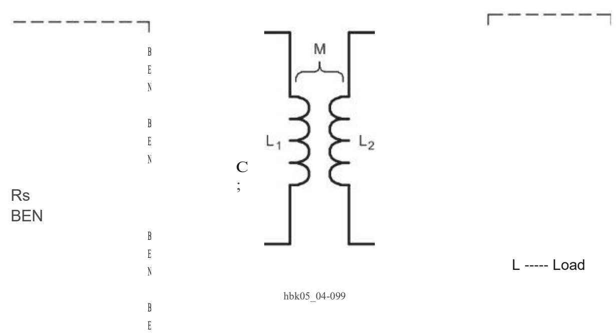


Şekil 5.59 - Karmaşık bir empedansın, dirençli olmayan hava çekirdeği indüktörlerinden oluşan bir transformatörün birincil devresine geri bağlanması.

$$Z_S = \sqrt{R_L^2 + X_{L2}^2} \quad (12)$$

nerede
Zs = ohmlarda ikincil devrenin empedansı ,
R = ohm cinsinden yük direnci ve
Xµ ohmlarda ikincil indüktansın reaktansı.

Z'lerin birincil devre üzerindeki etkisi, Ll ile seri olarak bağlanmış bir empedans ile aynıdır. Şekil 5.60, yeni bir fiziksel bileşen olmadığını belirtmek için kesikli bir muhafazada birleştirilmiş empedansı (Zp) gösterir. İt, ikincil empedansta olduğu gibi aynı mutlak faz açısı değerine sahiptir, ancak reaktansın işareti tersine çevrilir; Kapasitif reaktans olarak görünür. Zp'nin değeri:



Şekil 5.60 - Rezonant bir birincil devre ve ayarlanmamış bir ikincil devreden oluşan bir hava çekirdekli transformatör devresi. R _ ve C _ kaynağın fonksiyonlarıdır, R ve Ci ise yük devresinin fonksiyonlarıdır .

$$Z, \frac{-8atME}{Zs} \quad (13)$$

nerede
Zp = pnmary içine sokulan empedans,
Zs = ikincil devrenin ohm cinsinden empedansı ve
2 π f M = birincil ve ikincil bobinlerin reaktansları arasındaki karşılıklı reaktans (ayrıca A olarak da adlandırılır)

5.7.2 Hava Çekirdekli Rezonant RF Transformatörler

Bir çift basit reaktans yerine en az bir rezonant devrenin kullanılması, natları

1cs I
I EAcN
BEN BEN

Birincildeki dönüştürülmüş empedansın reaktansı. En az 10 yüklü veya çalışan Q için, tek tek bileşenlerin dirençleri önemsizdir. **Şekil 5.60,** indüktörlerden en az birinin rezonans devresinde olduğu birçok konfigürasyondan sadece birini temsil eder. Birincil devreye bağlanan reaktans, yük bağlıyken devre rezonansa ayarlanmışsa iptal edilir. Yük kapasitansının reaktansı durumunda, CL, devredeki herhangi bir başıboş kapasitansın en az 10 katıdır, düşük empedanslı yüklerde olduğu gibi, birincil değere bağlı direncin değeri

$$R1 = \frac{X_M^2 R_L}{X_2^2 + R_L^2} \quad (14)$$

nerede:
Rl = seri direnç birleştiğinde
Birincil devre,
karşılıklı reaktans, R =
yük direnci ve
x2 = ikincil indüktansın reaktansı.

Rezonans devresinin paralel empedansı, normal formül olan Rp -X/Rİ ile bir seriden paralel bir değere dönüştürülen Rl'dir .

Devrenin yüklü veya çalışan Q'su ne kadar yüksek olursa, aynı güç aktarımı için gereken karşılıklı indüktans o kadar küçük olur. Hem birincil hem de ikincil devreler rezonant devrelerden oluşuyorsa, daha gevşek olabilirler.

Aynı güç transferi için tek bir ayarlı devre ile daha birleştiğinde. Her zamanki yüklü Q **1** 0 veya daha büyük, bu devreler oldukça seçici ve sonuç olarak dar bantlıdır.

Bağlantı ağları, hava çekirdekli transformatörleri kullanan RF transformatör kuplajının yerini büyük ölçüde almış olsa da, bu devreler anten ayar ünitelerinde ve diğer devrelerde hala yararlıdır. RF çalışması için, toz demir toroidal çekirdekler genellikle - devrenin çok yüksek güç kullandığı veya bobinin çok sıcaklıkta kararlı olması gerektiği durumlar dışında hemen hemen tüm uygulamalar için aircore indüktörlerinin yerini almıştır. Düşük güç devreleri için slug ayarlı solenoid bobinler, devreyi tam olarak rezonansa ayarlama yeteneği sunar. Her iki çekirdek tipi için, empedans dönüşümünün makul derecede doğru hesaplanması mümkündür. Bununla birlikte, maksimum güç aktarımı için doğru değerleri bulmak için deneme yapmak genellikle daha kolaydır.

5.7.3 Geniş Bant Ferrit RF Transformatörler

Elektrik Temelleri bölümünde sunulan tasarım kavramları ve ideal transformatörlerin genel teorisi, ferromagnetiknor malzemelere (ferrit ve toz demir) sarılmış transformatörler için de geçerlidir. Klasik İ ve E şekillerindeki laminasyonlardan yapılmış yığılmış çekirdeklerde olduğu gibi, çekirdek malzeme, kullanılan tel dönüş sayısına karşı sargıların indüktansını belirli bir geçirgenlik faktörüne sahiptir. (Bu bölümdeki Ferrit Malzemeler hakkındaki önceki tartışmaya bakın.)

Amatör devrelerde kullanılan en yaygın ferromanyetik transformatörlerden biri geleneksel geniş bant transformatörüdür. **1** dB'den daha az kayıplı geniş bant transformatörleri, 2- 30-MHz geniş bant amplifikatör gibi önemli bir frekans aralığında tekdüze bir tepkiye sahip olması gereken devrelerde kullanılır. Bu tür uygulamalarda, sargıların reaktansı, sargının en düşük tasarım frekansına bakmak için tasarlandığı empedansın en az dört katı olmalıdır.

Örnek: 300-2 £ birincil ve 50-02 ikincil yüke sahip bir transformatörün sargı reaktansları ne olmalıdır? 50-02 ikincil yüke göre :

X, = 4 Zs = 4 x 500 = 200 0

Ve birincil sargı reaktansı (X "):

X, = 4 Z = 4 x 300 02 = 1200 ©2

Çekirdek malzeme geçirgenliği, iyi bir geniş bant transformatörünün tasarlanmasında hayati bir rol oynar. Çekirdeğin etkili geçirgenliği, çekirdeğin alt ucunda geniş sargı reaktansı sağlayacak kadar yüksek olmalıdır. çalışma aralığı. Çalışma frekansı arttıkça, çekirdeğin etkileri, çalışma aralığının üst sınırında neredeyse hiç çekirdek etkisi kalmayana kadar kaybolma eğilimindedir. Yüksek frekans yanıtı için sınırlayıcı faktörler, dağılmamış akı nedeniyle dağıtılmış kapasite ve sızıntı indüktansıdır. Bir yüksek geçirgenlik çekirdeği, belirli bir reaktans için gereken dönüş sayısını en aza indirir ve bu nedenle yüksek frekanslarda dağıtılmış kapasitansı en aza indirir.

850 geçirgenliğe sahip ferrit çekirdekler, 2 ila 30 MHz arasında kullanılan transformatörler için yaygın seçimlerdir. Daha düşük frekans aralıkları, örneğin **1 kHz** ila **1 MHz,** 2000'e kadar geçirgenliğe sahip çekirdekler gerektirebilir. 40 ila 125 arasındaki geçirgenlikler VHF transformatörleri için kullanışlıdır. Geleneksel geniş bant transformersrequireresistive yükler. Reaktif bileşenlere sahip yükler, reaktansı iptal etmek için uygun ağları kullanmalıdır. Temel malzeme seçimi hakkında daha fazla kılavuz için bkz. Www. w8ji.com/core_selection.htm. Ayrıca, indirilebilir ek bilgilere dahil edilen ve Referanslar bölümünde listelenen Trask'ın makalesine bakın.

Şekil 5.45'teki eşdeğer devre, trafo sargıları da dahil olmak üzere bir ferrit çekirdek üzerindeki herhangi bir bobin sargısı için geçerlidir. (Ferrit Malzemeler bölümüne bakın.) Bununla birlikte, seri eşdeğer devrede µS, Şekil 5.46A ve 5.46B'de gösterildiği gibi frekansla sabit değildir. µ 'S'nin düşük frekans değerinin kullanılması yararlı bir yaklaşımdır, ancak paralel R ve C'nin etkileri dahil edilmelidir. Yüksek güçlü iletim ve amplifikatör uygulamaları ile direnç **R, bir** miktar ısıyı dağıtarak çekirdekte sıcaklık artışına neden olabilir. Her sargının parazitik kapasitansları sırasıyla birincil ve ikincil devrelere paralel olarak Cpp ve Cgp olarak gösterilir. Bu kapasitanslar yüksek frekanslı yanıtı azaltmak için hareket eder.

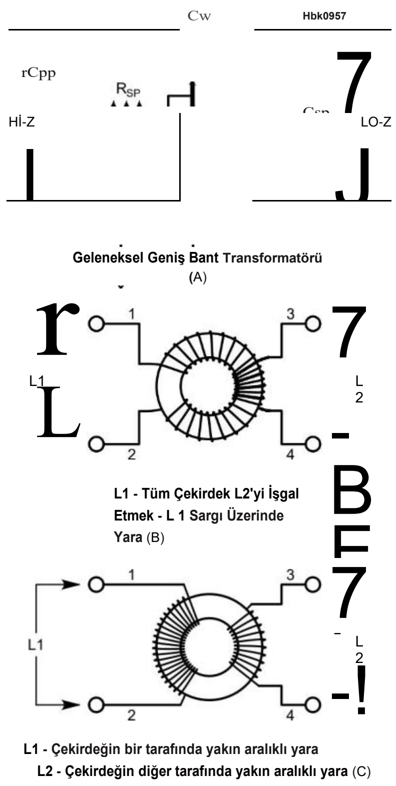
C ile ilgili olarak, **Şekil 5.61A'de gösterildiği gibi bir transformatörün sargıları arasında en az iki başıboş kapasite formu vardır;** Kablodan kabloya, havadan ve kablodan kabloya, bir dielektrik malzeme olarak işlev gören ferrit boyunca. Bu kapasitanslar birincil ve ikincil devrelerden C olarak birleştirilir. (Demir içeriği düşük olan ferritler yaklaşık 10 ila 12 arasında göreceli bir dielektrik sabitine sahiptir.)

Ferromanyetik malzemeler kullanarak geleneksel trafo eşleştirme hakkında daha fazla bilgi için, **RF Güç Yükselteçleri bölümüne bakın**. Mevcut ferrit çekirdekleri hakkında daha ayrıntılı bilgi için Bileşen Verileri ve Referanslar bölümüne bakın. Ferromanyetik malzemeler kullanan geleneksel geniş bant transformatörlerinde standart bir referans, MFJ Enterprises tarafından yayınlanan Doug DeMaw, WlFB tarafından Ferromanyetik Çekirdek Tasarım ve Uygulama El Kitabıdır.

TOROİDAL CORE TRANSFORMERS

Toroidal çekirdekler birkaç yüz hertz'den UHF spektrumuna kadar faydalıdır. Bu tip çekirdeğin temel avantajı, kendi kendini koruma özelliğidir. Diğer bir özellik, bir transformatör veya indüktörün kompaktlığıdır. Bu nedenle, toroidal çekirdekli transformatörler, sadece bant sargılı çelik çekirdeklerin kullanıldığı de-to-de dönüştürücülerde değil, çalışma frekansları aralığı için uygun çekirdek malzemesinin seçimi ile en az 1000 MHz'e kadar olan frekanslarda kullanım için mükemmeldir. Toroidal çekirdekler, çok kW askeri ve ticari güçleri idare edebilen birkaç inç çapa kadar mikro minyatür boyutlardan temin edilebilir.

Şekil 5.61B, çekirdek olarak tek bir toroid kullanarak bir transformatör yapımı yöntemini göstermektedir. Bir step-down empedans transformatörünün primer kaplamak için sarılır



Şekil 5.61 - (A) Bir toroid çekirdek üzerinde geleneksel bir genişbant trafo yarasının şematik gösterimi. Birincil ve ikincil devreler arasındaki kapasitif bağlanmayı azaltmak için bir Faraday kalkanı da kullanılabilir. (B)'de ikincil sargının (L2) birincil sargının üzerine sarıldığını gösteren bir resim (L 1) Çok iyi bir bağlantı sağlayan ama düşük izolasyon. Kaplin üzerinde izolasyonu vurgulayan tasarımlar için, transformatörü C'deki gibi çekirdek üzerinde ayrılmış birincil ve ikincil sargılarla sarın.

Tüm çekirdek, birincil üzerinde ikincil yara ile. Geleneksel geniş bant transformatörleri, birincil ve ikincil devreler arasında de izolasyon sağlar.

Sargıdan sargıya kapasitans Cy, birincil ve ikincil devreler arasındaki izolasyonu azaltır. İfizolasyon, transformatörün önemli bir özelliğidir, daha sonra sargılar katmanlanmamalı, Şekil 5.61C'de olduğu gibi çekirdek üzerinde ayrılmalıdır. Cw'nin etkisi artan sıklıkta artacaktır. Ağ arabirimi transformatörler kullanıyorsa, HF gürültüsünün Ethernet kablolarına bağlanması için muhtemel bir yoldur.

Bir Faraday kalkanı, C. it, Şekil 5.61A'de olduğu gibi devre referansına bağlanan alüminyum folyo gibi iletken malzemeden yapılmıştır. (Faraday kalkanları ikincil devre referansına da bağlanabilir.) Faraday kalkanları ayrıca güç, veri ve ses devrelerinde kullanılmak üzere transformatörlerdeki sargılar arasında sargılar arasında, sargılar arasında noise kapasitif eşleşmesini önlemek için kullanılır.

Yüksek impedance oranlı step-up transformatörlerde karşılaşılan yüksek voltajlar, çekirdeğin sargıları eklemeden önce cam elektrik bandı ile sarılmasını gerektirebilir (ark ve voltaj bozulmasına karşı ek bir koruma olarak), özellikle daha sert kenarlara sahip olma eğiliminde olan ferrit çekirdekleriyle. Ek olarak, yüksek voltaj uygulamaları da yüksek voltaj yalıtımı ve yüksek sıcaklık derecesine sahip tel kullanmalıdır.

Transformatörün tasarımında ilk adım, istenen geçirgenliğin bir çekirdeğini seçmektir. Daha önce belirlenen gerekli reaktansları, en düşük frekans için indüktans değerlerine dönüştürün. Her sarım için dönüş sayısını bulmak için, seçilen çekirdek için A değerini ve dönüş sayısını belirlemek için denklemi kullanın: (15)

L A * N ı

nerede

L = mH cinsinden indüktans

Ai = 1000 dönüşte mH cinsinden indüktans indeksi ve

N = dönüş sayısı.

Çekirdeğin maksimum akıyı hesaplayarak ve sonucu üreticinin yönergeleriyle karşılaştırarak gücü idare edebileceğinden emin olun.

(16)

Eo x10 °

4.44 x A_xNxf

nerede

İ, ax gauss maksimum akı yoğunluğu

EgMs indüktör boyunca voltaj

A. = çekirdeğin santimetre karedeki kesit alanı

N = indüktördeki dönüş sayısı ve

f = Hz'deki çalışma frekansı.

(Her iki denklem de **Elektrik Temelleri bölümündeki ferrit toroidal indüktörler bölümündendir** ve kolaylık sağlamak için burada tekrarlanır.)

Örnek: Bir amplifikatörün girişine (empedans 32 0) küçük bir sinyal aşamasının (empedans = 500 92) çıkışını eşleştirmek için 2.0 ila 20.0 MHz frekans aralığı için 6:1'lik bir empedans oranına sahip küçük bir geniş bant transformatörü tasarlayın.

Daha küçük sargının empedansı, en düşük frekansta eşleştirilecek alt empedansın en az 4 katı olması gerektiğinden,

Xs = 4 x 320 = 128 02

İkincil sargının indüktansı olmalıdır

L.- a 128s2nf 6.2832x2.0x10

° Hz

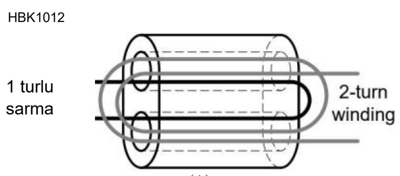
= 0,0101 mH

Güç seviyesi için uygun boyutta bir çekirdek ve frekans aralığı için ferrit karışımı seçin. Bu düşük güç uygulaması için % inç. 850 geçirgenliğe sahip ferrit çekirdek uygundur. Çekirdeğin A değeri 420'dir. İkincil için dönüş sayısını hesaplayın.

N = 1000 {H=1000√ 010 -

"A, 420

= 4.88 dönüş



(A)



(B)

Şekil 5.62 - Binoküler ferrit çekirdekler. Bir transformatör olarak kullanıldığında (A) her tam dönüş
Bir sargı her iki delikten de geçmelidir. Çekirdekler (B), yüksek güçlü uygulamalar için küçük boncuklar veya büyük çekirdekler olarak mevcuttur.

5-tum ikincil sargı yeterli olacaktır.
Birincil sargı empedans oranından kaynaklanır:

e - "T

s4/Z s 1

= 5 x 4 = 20 tur

Bu düşük güç uygulaması çekirdek için maksimum akı yoğunluğu sınırlarına yaklaşmaz ve # 28 AWG emaye tel hem çekirdeğe uymalı hem de ilgili akımları tutmalıdır .

TOROID ÜZERINE NOTLAR WİNDINGS

Toroidal (silindirik) bir çekirdek için, dönüş sayısı, iletkenin çekirdekten geçme sayısıdır. Silindirik bir çekirdekten bir kez geçen bir tel bir tum oluşturur. Aynı şekilde, basitçe bir iletken üzerine sıkıştırılan bölünmüş veya "kelepçeli'bir çekirdek, tek bir tum boğucu oluşturur. Çekirdekten iki kez geçen bir tel, çekirdeğin dışında sadece bir geçiş olmasına rağmen, iki-tum boğulmasıdır.

Bir toroidin endüktansı ayarlanabilir. Dönüşler birbirine daha yakın bastırılabilir veya biraz ayrılabilirse, birkaç yüzde endüktans değişimi mümkündür.

Genel olarak, ferrit indüktörler (ve boğmalar) ile ilişkili akıların tümü çekirdek malzeme ile sınırlıdır - tüm pratik amaçlar için, fiziksel olarak bitişik olan ancak farklı çekirdeklere sarılmış indüktörler (veya boğmalar) arasında endüktif bir kuplaj yoktur. Bitişik bobinler arasındaki bağlantı, bu bölümde daha önce tartışıldığı gibi aralarına bir Faraday kalkanı yerleştirilerek ortadan kaldırılabilir.

Toroidal sargılar az miktarda sızıntı akısı sergiler. Toroid bobinler, çekirdeğin dairesel uzunluğu etrafında bir sarmal (vida dişi) şeklinde sarılır. Bu, her bir tumdan gelen akının, toroidin çemberine dik olan (delikten eksene paralel) ve bu nedenle diğer tüm dönüşlere yeterince bağlı olmayan küçük bir bileşeni olduğu anlamına gelir. Bu etki küçük bir sızıntı akısından sorumludur ve etkiye'tek tum "etkisi denir.

BİYNOCULAR CORE TRANSFORMERS

Geniş bant transformatörü, binoküler bir kora kullanılarak da yapılabilir - **Şekil - 5.62B'de gösterildiği gibi iki paralel deliğe sahip büyük bir boncuk tarzı çekirdek.** Bir binoküler çekirdek üzerindeki sargılar, bir toroid çekirdek üzerindeki ayrı sargılardan birincil ve ikincil sargılar arasında daha sıkı bir bağlantıya sahiptir. (Hem binoküler hem de toroid transformatörler, daha sıkı bağlantı için multifilar sargıları kullanabilir.) Binoküler çekirdekler geniş bant empedans transformatörlerinde kullanılır

İçecekler ve küçük döngüler gibi antenler almak için 9:1 veya 16:1 oranlarıyla.

Bir binoküler çekirdekte bir tam tum yapmak için, tel deliklerden birinden geçmeli ve diğer delikten geri dönmelidir. Bu, çekirdekten sadece bir kez geçen telin bir com olarak sayıldığı bir toroidden farklıdır.

Erikli tum. Toroidler gibi, binoküler transformatörler yalıtılmış veya emaye tel ile sarılmalıdır, böylece metal ve çekirdek malzeme arasında doğrudan temas olmaz.

Bir binoküler çekirdek transformatörünün yüksek güçlü bir versiyonu, iki ferrit çekirdek yığınından veya tek bir büyük çekirdekten yapılabilir. Bir tek...

Tum sarımı, her bir uçtaki PC-board şeritlerine lehimlenen yığın boyunca bakır veya pirinç boru ile yapılabilir. **RF Güç Amplifikatörleri bölümüne** ve bu tür transformatörlerin örnekleri için Trask tarafından daha önce atıfta bulunulan makaleye bakın.

5.8 Gürültü

Aşağıdaki materyal Paul Wade, Wİ GHZ tarafından sağlanmıştır. Joe Taylor KIJT tarafından arka plan gürültüsü ile ilgili bölüm, bu kitapların indirilebilir ek içeriğindeki Earth-MoonEarth (EME) iletişimi tartışmasından yeniden üretilmiştir. Gürültü ölçümü ile ilgili ek tartışmalar **Test İnstruments and Measurements bölümünde** *ve indirilebilir ek içerikle birlikte verilen Noise İnstrumentation belgesinde mevcuttur.*

Bir alıcıyı dinleyen herkesin şüphelendiği gibi, evrendeki her şey gürültü üretir. İletişimin amacı, duyduğumuz istenmeyen gürültüyle ilgili olarak istenen sinyali en üst düzeye çıkarmaktır. Bu hedefe ulaşmak için, gürültünün nereden kaynaklandığını, kendi alıcımızın duyduğumuz gürültüye ne kadar eklediğini ve nasıl en aza indirileceğini anlamak yararlı olacaktır.

Bir şeyi ölçemediğimiz sürece onu geliştirmek zordur. Alıcılardaki gürültünün ölçümü birçok amatör tarafından açıkça anlaşılmamaktadır, bu nedenle bu bölüm kavramları açıklamaya ve teknikleri açıklığa kavuşturmaya ve alıcı gürültü performansı için standart "liyakat ölçüsü'nü tanımlamaya çalışmaktadır:" gürültü figürü ". Ek olarak, indirilebilir ek içeriğe sahip Noise İnstrumentation belgesi, gürültü figürü ölçümleri için yourownnnoise jeneratörünün nasıl oluşturulacağını açıklar.

Bir dizi denklem dahil edilmiştir, ancak gürültü rakamı ölçümlerini gerçekleştirmek için sadece birkaçının kullanılması gerekir. Geri kalanlar, açıklayıcı metinle desteklenen anlayışa yardımcı olarak dahil edilmiştir.

5.8.1. Gürültü gücü

En yaygın gürültü kaynağı termal - *gürültüdür (Johnson veya JohnsonNyquist - gürültüsü olarak da adlandırılır), bir* iletkendeki termal olarak çalkalanan serbest elektronların hareketinden dolayı. Evrendeki her şey mutlak sıfırın üzerinde bir sıcaklıkta olduğundan, her iletken gürültü üretmelidir.

Her direnç (ve tüm iletkenlerin direnci vardır) bir RMS gürültü voltajı üretir:

e =/ 4kTRB (17)

Burada R direnç, T kelvinlerde mutlak sıcaklık (K), B bandıdır - Hertz cinsinden genişlik ve k Boltzmann sabitidir, 1.38 x 10 ²> joules/K (veya J K!).

Güce dönüştürme, e ?/R ve gürültü voltajının Gauss dağılımı için ayarlama, direnç tarafından üretilen gürültü gücü :

P "= kTB (watt) (18)

Direnişten bağımsız olan. Böylece, aynı sıcaklıktaki tüm dirençler aynı gürültü gücünü üretir.

Termal gürültü *beyaz gürültüdür, yani* güç yoğunluğu frekansa göre değişmez, ancak her zaman kT watt/Hz'lik bir güç yoğunluğuna veya spektral yoğunluğa sahiptir. (Karşılık gelen gürültü gerilimi dağılımı, "kök hertz başına volt'olarak konuşulan, volt/vHz cinsinden ölçülen bir spektral voltaj yoğunluğudur.) Daha da önemlisi, gürültü gücünün mutlak sıcaklık T ile doğru orantılı olmasıdır, çünkü k bir sabittir. 290 **K nominal ortam sıcaklığında,** bu gücü hesaplayabiliriz; dBm'ye dönüştürüldüğünde, tanıdık -174 dBm/Hz elde ederiz. Ortam sıcaklığında mevcut gürültü gücünü elde etmek için hertz içindeki bant genişliği ile çarpın. Ortam için 290 K'lık seçim biraz serin görünebilir, çünkü eşdeğer 17 ° C veya 62 ° F oldukça soğuk bir oda sıcaklığı olacaktır, ancak 290 değeri P "= (1.38 x 10-3 ²x 290) B = 400 x 10-23 B'nin hatırlanması kolay bir sayısal hesaplamasını yapar .

Anlık gürültü voltajı, RMS değeri etrafında bir Gauss dağılımına sahiptir. Gauss dağılımının tepe genliği üzerinde bir sınırı yoktur, bu nedenle herhangi bir anda gürültü voltajı -infinity'den + infinity'e kadar herhangi bir değere sahip olabilir. Tasarım amacıyla, %0.01'den fazla aşılmayacak bir değer kullanabiliriz. Bu voltaj, RMS değerinin 4 katı veya 12 dB daha yüksektir, bu nedenle sistemimiz, gürültüyü hatasız ölçmek istiyorsak, ortalama gürültü gücünden 12 dB daha yüksek tepe güçlerini kullanabilmelidir (Bkz. Referans

5.8.2. Sinyal/Gürültü Oranı

Artık belirli bir bant genişliğindeki gürültü gücünü bildiğimize göre, istenen bir sinyal/gürültü *oranı, SİN* veya *SNR elde etmek için ne kadar sinyal gerektiğini kolayca hesaplayabiliriz.* SSB için, iyi iletişim için belki de 10 dB SNR gereklidir; 2.5 kHz bant genişliğindeki ortam termal gürültüsü -140 dBm olduğundan, hesap- Şöyle lated:

P "= kTB = 400 x 210-3 x 2500 =
1.0 x 10-17 W

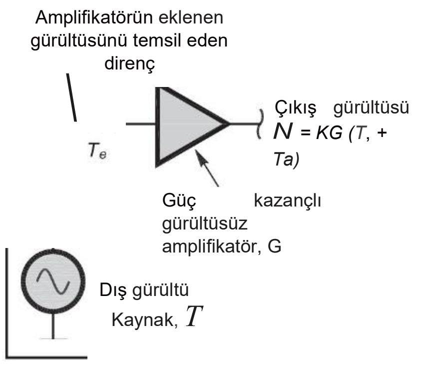
dBm = 10 log (P "* 1000) [watt'ın 1000 ile çarpılması miliwatt'a dönüşür]

Sinyal gücü 10 dB daha büyük olmalıdır, bu nedenle 10 dB SIN için minimum 130 dBm sinyal seviyesi gereklidir. Bu, antendeki gürültü ve sinyal gücü seviyelerini temsil eder. Daha sonra SNR'yi bozmadan sinyali yükseltme göreviyle karşı karşıyayız.

5.8.3. Gürültü sıcaklığı

Birçok gürültü türü vardır, ancak çoğu termal gürültüye benzer özelliklere sahiptir ve genellikle birbirine eklenir, Bant genişliği birimi başına çıkış gücü *P N olan tek bir eşdeğer gürültü kaynağı oluşturma* Kaynağın gürültü sıcaklığı T = P sıcaklığı olarak tanımlanır,Bir direncin, bant genişliği birimi başına kaynak ile aynı gürültü gücünü üreteceği/k. Bu, bir iletişim sistemindeki çeşitli gürültü kaynaklarını karakterize etmenin yararlı bir yoludur.

Tüm amplifikatörler, girişlerinde bulunan gürültüye ek gürültü ekler. Bant genişliği birimi başına giriş gürültüsü N; = kT, "nerede T", amplifikatörün girişindeki gürültü sıcaklığıdır. Güç kazancı G ile yükseltilir, çıkış gürültüsü kT, G'dir. Amplifikatörün katkıda bulunduğu ek gürültü de temsil edilebilir



Şekil 5.63 - Tarafından üretilen gürültü Bir amplifikatör, gürültüsüz bir amplifikatörün girişine bağlı, T gürültü sıcaklığına sahip harici bir direnç olarak temsil edilebilir.

Bir gürültü sıcaklığı olarak, T n· Amplifikatör tarafından eklenen gürültü gücü, kT ", daha sonra toplam çıkış gürültüsü üretmek için yükseltilmiş giriş gürültüsüne eklenir:

$$N_o = kT_gG + kT_n$$

Amplifikatöre ideal ve gürültüsüz olarak davranabiliriz, ancak girişte ek bir gürültü üreten sıcaklık T, = T "/G direnci ile, böylece tüm gürültü kaynakları Şekil **5.63'te gösterildiği gibi amplifikatöre girdi olarak işlenebilir. Çıkış** gürültüsü o zaman :

$$N_o = kG\,(T_g + T_e)$$

Bir amplifikatör tarafından eklenen gürültü, amplifikatör kazancı tarafından yükseltilen amplifikatörün gürültü sıcaklığı olan kGT _ olarak temsil edilebilir. T "bazen *aşırı sıcaklık olarak adlandırılır* .

Bir direncin gürültü sıcaklığı fiziksel sıcaklığı ile aynı olsa da, diyot veya transistör gibi bir cihazın gürültü sıcaklığının fiziksel sıcaklığın birçok katı olabileceğini unutmayın.

SIHAD

Sinyal-gürültü ve bozulma oranı (SINAD) genellikle demodüle edilmiş bir sinyalin kalitesini ölçmek için kullanılır.

$$\mathrm{SINAD} = \frac{P_{signal} + P_{noise} + P_{distortion}}{P_{noise} + P_{distortion}} \qquad (19)$$

Burada P ortalama bir güçtür. SIVAD genellikle dB cinsinden ifade edilir ve genellikle bir alıcının RF duyarlılığının ölçüldüğü bir durum olarak kullanılır. Örneğin: 12 dB SINAD için 0,lµV duyarlılık. (SINAD'ın ve THD gibi birkaç ilgili terimin kapsamlı bir açıklaması, bu bölümün Referanslar bölümünde listelenen Kester tarafından MT-003 Analog Cihazlar öğreticisi tarafından sağlanmaktadır.)

5.8.4. Gürültü Faktörü ve Gürültü Figürü

Bir amplifikatörün gürültü faktörü, F, bir amplifikatörün toplam gürültü çıkışının, bir giriş T g **of290 K ile** eşdeğer bir gürültüsüz amplifikatörün gürültü çıkışına oranıdır. Daha kullanışlı bir tanım, aşırı sıcaklık T'den hesaplamaktır:

F = 1 + T/T, "burada T" = 290 K (20)

İt genellikle *gürültü figürü, NF,* dB olarak ifade edilen gürültü faktörünün logaritması ile çalışmak için daha uygundur:

NF = 10 log (**1** + T/T,) = 10 log F (21)

$F = \log^{-1}$ (NF/10)

Sinyal, S ve gürültü gücü, N, bir cihazın giriş ve çıkışında ifade edilir:

$F = (S_{in}/N_{in})/(S_{out}/N_{out})$ and

F = O "µ" gal

Burada i "; gnat İs cihazın güç kazancı ve O, oise cihazın *gürültü kazancıdır.* Giriş ve çıkışta dB'deki İf SNR bilinir :

NF = SNR, SNRa

İfNF veya F bilinir, o zaman T şu şekilde hesaplanabilir:

$$T_e = (F - 1)\,T_g$$

Tipik olarak, T, NF'nin bir dB'nin fraksiyonu olacağı çok düşük gürültü amplifikatörleri için belirtilir. NF, binlerce K'den daha yönetilebilir bir sayı gibi göründüğünde kullanılır.

Gürültü figürü bazen tüm gürültü kaynaklarının ve gürültü katkılarının gürültüsüz bir cihazın girişinde eşdeğer bir gürültü kaynağı kümesine dönüştürüldüğünü vurgulamak için giriş gürültü figürü olarak belirtilir. Bu şekilde, gürültü performansı çok çeşitli cihazlarda eşit koşullarda karşılaştırılabilir.

Gürültü figürü, atmosferik ve diğer yapay gürültünün oldukça düşük olduğu VHF ve UHF'de özellikle önemlidir. Amatör amplifikatörlerin tipik gürültü rakamları 1 ila 10 dB arasındadır. Mikserler genellikle bu aralığın üst ucuna doğrudur. Modem GaAsFET ve HEMT preamplifikatörleri - UHF'de 0.1 ila 0.2 dB'lik bir NF'ye, 10 GHz'de bile 1 dB'nin altında NF ile ulaşabilir.

5.8.5. Kayıplar

Bir sistemdeki herhangi bir kayıp veya zayıflamanın sinyal seviyesini düşürdüğünü biliyoruz. Eğer zayıflama da gürültü seviyesini azalttı, o zaman zayıflama ekleyerek termal gürültüyü bastırabiliriz. Sezgisel olarak bunun doğru olamayacağını biliyoruz - zayıflatıcı veya herhangi bir kayıplı eleman, giriş gürültüsü azaltılırken sisteme gürültüye katkıda bulunan bir gürültü sıcaklığına, T'ye sahiptir.

Eşdeğer bir giriş gürültü sıcaklığı olarak ifade edilen bir kayıp L (oran olarak ifade edilir) sonrası çıkış gürültüsü:

$$T_g' = T_g/L + [(L - 1)/L]\,T_x$$

İf orijinal kaynak sıcaklığı, T,", is Zayıflatıcı sıcaklığından daha yüksek, T,, Daha sonra dB'deki kaybın NF'ye eklenmesiyle gürültü katkısı bulunur. Bununla birlikte, düşük kaynak sıcaklıkları için bozulma çok daha dramatik olabilir. Eğer **1 dB'lik** kaybın (L = 1.26) bir T "of25 K üzerindeki etkisi için bir hesaplama yaparsak:

T, '= 25/1.26 + (0.26/1.26) x 290 = 80 K

Ortaya çıkan T '80 K, gürültü gücünde 5 dB'lik bir artış (sinyal/gürültü oranının or5 dB bozulması). Gürültü gücü = kT ve k sabit olduğundan, artış iki sıcaklığın oranıdır, 80/25 veya dB, 10 log (80/25) = 5 dB.

Ayrıca, dirençler veya dirençli zayıflatıcılar gibi doğrusal, pasif cihazlar için gürültü rakamının dB'deki kayıpla aynı olduğunu belirtmek de yararlıdır. 6 dB kaybı olan dirençli bir zayıflatıcı, 4'lük bir gürültü faktörüne eşit olan 6 dB'lik bir gürültü rakamına sahiptir.

5.8.6. Basamaklı Amplifikatörler

Birkaç amplifikatör basamaklandırılırsa, her birinin çıkış gürültüsü N, bir sonraki aşamaya giriş gürültüsü Tg olur. Toplam amplifikatör sistemi için tek bir denklem oluşturabiliriz. Orijinal giriş gürültü terimini çıkardıktan sonra, eklenen gürültü ile kalırız:

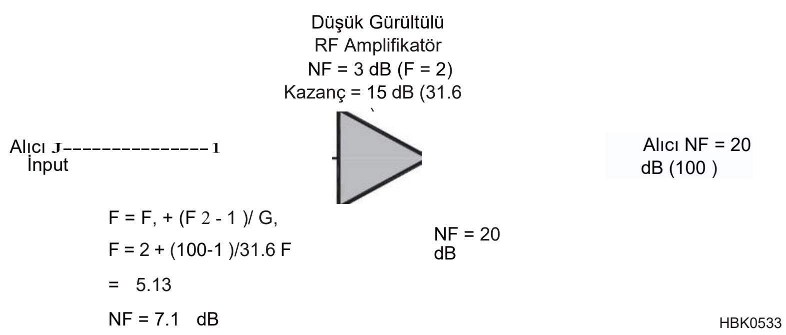
$$N_{added} = (k\,T_{e1}G_1G_2 \ldots G_N) + (kT_{e2}G_2 \ldots G_N) + \ldots + (kT_{eN}G_N)$$

Burada n basamaklı aşama sayısıdır. Toplam kazanç G, = (GO-... G) toplam aşırı gürültü ile sonuçlanır:

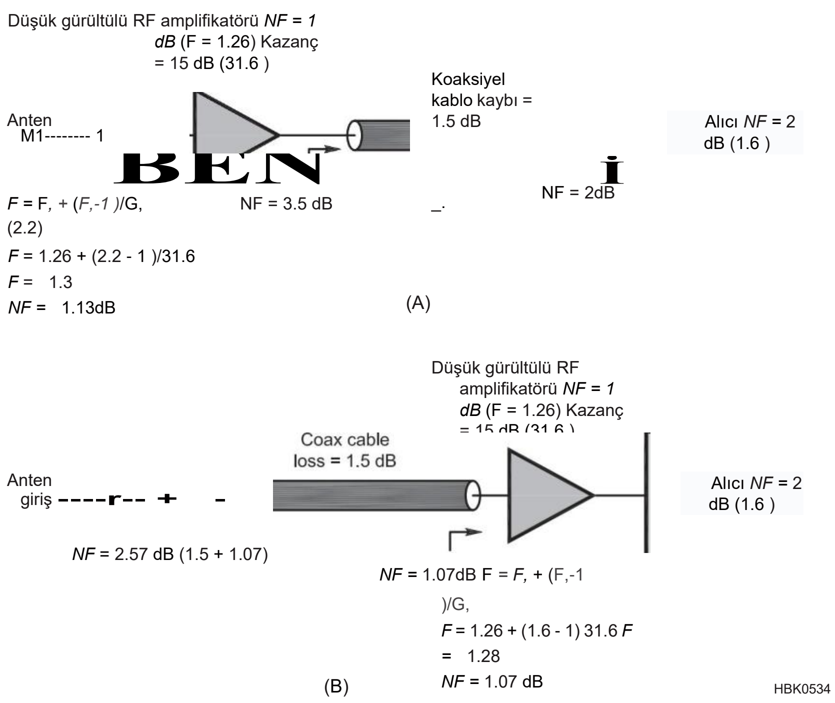
Tr = T + 'o2 + ' o2 +... + - T / G, T / G\G3, 'eN T / G\G... Gr-1

Her bir sonraki aşamanın göreceli gürültü katkısı, önceki tüm aşamaların kazancı ile azaltılır.

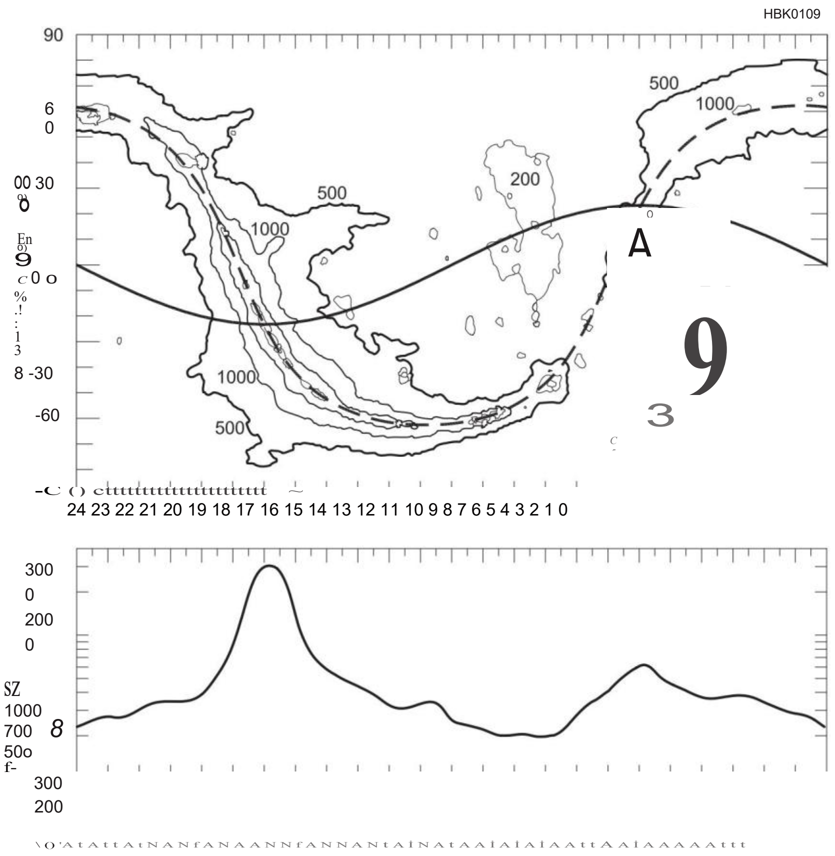
Gürültü için Friis formülü (a.k.a. Friis denklemi) bunu noise faktörü cinsinden ifade eder:



Şekil 5.64 - Gürültülü bir alıcı sisteminin önüne düşük gürültülü bir ön amplifikatör ekleme etkisi.



Şekil 5.65 - Antene (A) alıcı girişine (B) eklemeye kıyasla düşük gürültülü bir preamplifikatör ekleme etkisi.



Şekil 5.66 - Üst: 144 MHz'de gökyüzü arka plan sıcaklığının tüm gökyüzü kontur haritası. Kesik eğrisi, galaksimiz Samanyolu'nun düzlemini gösterir; Katı sinüzoidal eğri ekliptiğin düzlemidir. Güneş bir yıl içinde ekliptik boyunca bir yol izler; Ay her ay yaklaşık olarak ekliptik boyunca (± 5 °) hareket eder. Harita konturları 200, 500, 1000, 2000 ve 5000 K. Alt: Ekliptik boyunca 144 MHz'de gökyüzü arka plan sıcaklığının tek boyutlu grafiği, 15 °'lik etkili bir ışın genişliğine düzeltildi .

$$F = F_1 + \frac{F_2-1}{G_1} + \frac{F_3-1}{G_1G_2} + \ldots + \frac{F_n-1}{G_1G_2 \ldots G_{n-1}} \quad (22)$$

Açıkçası, ilk aşama olan G_1'in kazancı büyükse, sonraki aşamaların gürültü katkıları önemli olamayacak kadar küçük olur. Ek olarak, ilk aşamanın gürültü sıcaklığı, genel sistem gürültüsüne en büyük katkıdır, çünkü kalan tüm aşamalar tarafından yükseltilir. - Gürültülü bir alıcının önüne düşük gürültülü bir preamplifikatör eklemenin genel gürültü figürü üzerindeki etkisi, sistemin gürültü figürünün yalnızca alıcı için 20 dB'den preamplifikatör ile 7 .1 dB'ye değiştiği Şekil 5.64'te gösterilmiştir.

Besleme hattı gibi bir anten sisteminin herhangi bir kayıplı bileşeni, girişindeki gürültü rakamını kayba eşit bir miktarda artırır. Sonuç olarak, gürültü azaltma çabalarını bir sistemdeki ilk amplifikatör veya ön amplifikatöre yoğunlaştırmak önemlidir. Alıcılar gibi basamaklı sistemlerin erken aşamalarında gürültü performansı çok önemli olduğundan, düşük gürültülü VHF + ön amplifikatörleri genellikle antene monte edilir, böylece kazançları besleme hattı kaybından önce gerçekleşir. **Şekil 5.65,** 1.5 dB besleme hattı kaybından önce ve sonra bir preamplifikatör ekleme sonuçlarını karşılaştırır. Ön yükselticiyi antene taşımak, sistemin gürültü rakamını 2.57'den 1.13 dB'ye çıkarır .

5.8.7. Anten sıcaklığı

Anten sıcaklığı, TA, bir antenin ne kadar gürültü ürettiğini tanımlamanın bir yoludur. Bu, antenin fiziksel sıcaklığı değildir, çünkü anten radyasyon modeline göre ortamdan gürültü toplar. Anten yönlüyse ve sıcak bir ortama bakıyorsa, TA, antenin daha soğuk bir şeye bakmasından daha yüksek olacaktır.

Örneğin, kayıpsız bir çanak anten sıcak Dünya yerine uzaydan sinyal alıyorsa, arka plan gürültüsü 290 K veya daha sıcak ortam sıcaklığından çok daha düşüktür. Evrenin arka plan sıcaklığı yaklaşık 3.2 K olarak ölçülmüştür. Açık gökyüzüne işaret eden 10 GHz'lik bir anten için ampirik bir sıcaklık yaklaşık 6 K'dir, çünkü anten her zaman atmosferin zayıflama ve sıcaklığından bakmalıdır. (Bkz. Referans bölümündeki Mezarlar.)

Antenin radyasyon paterninde, anten tarafından alınan toplam gürültüde hesaba katılması gereken herhangi bir sidelobes varsa. Bu, gürültü sıcaklığını artırır. Güneş gibi sıcak bir cisim antenin görünümüne girerse, ek *güneş gürültüsü* de TA'yı yükseltecektir. Anten doğrudan Dünya'ya bakıyorsa, TA ortam sıcaklığına yakın olacaktır. Örnek olarak, TA frekansa göre değişecektir, ancak iyi bir EME anteni UHF ve daha yüksek frekanslarda yaklaşık 20 K'lık bir TA'ya sahip olabilir.

5.8.8. İmage yanıtı

Çoğu alıcı sistem, iki yanıtı olan en az bir frekans dönüştürme karıştırıcısı kullanır: istenen frekans ve yerel osilatörün frekansının üstünde ve altında bir görüntü frekansı. Görüntü yanıtı filtrelenmezse, karıştırıcı çıkışına ek gürültü ekler. Çoğu preamp, istenen frekansta (aesire > ve görüntü frekansında) önemli bir kazanç (ve dolayısıyla gürültü çıkışı) elde etmek için yeterince geniş bant olduğundan, bir görüntü filtresi preamplifikatör ve karıştırıcı arasına yerleştirilmelidir. Görüntü yanıtı dahil toplam NF:

"" [ea-Tr 5

(23)

istenen ve görüntü yanıtları için eşit gürültü bant genişliği varsayarak.

Herhangi bir filtreleme olmadan, G,,, =

Cass 'red

görüntü aesire

Yani (resim "aasiea 1, 3 dB eklemekle aynı olan gürültü rakamını ikiye katlıyor. Böylece, herhangi bir görüntü reddi olmadan, genel gürültü rakamı, ön amplifikatörün NF'sinden bağımsız olarak en az 3 dB'dir. Görüntünün genel NF'ye 0,1 dB'den daha az eklenmesi için, görüntü frekansındaki kazanç, çalışma frekansından en az 16 dB daha düşük olmalıdır .

Son teknoloji bu ve önceki bölümlerdeki tipik sayıların ötesinde geliştikçe, sistem performansı da gelişir. Günümüzde en iyi düşük gürültülü preamplifikatörler, UHF ve 1296 MHz'de 0.2 dB veya yaklaşık 14 K'lık bir Tr kadar düşük gürültü rakamlarına sahiptir. En iyi EME yemekleri, açık gökyüzüne işaret edildiğinde 1296 MHz'de 20 K civarında bir T'ye sahip olabilir. Bu nedenle potansiyel T sys belki de 40 **K. Bu** düşük gürültü sıcaklıklarında küçük bir kayıp veya başıboş gürültü önemlidir - sadece 0,2 dB'lik bir kayıp, sinyal gürültü oranını 1 dB azaltacaktır ve EME gibi düşük SNR iletişimlerinin nadiren yedek dB'leri vardır. Preamp, optimum performans için antende doğru olmalı ve sonraki aşamaların çok az etkisi olması için yeterli kazanıma sahip

5.8.9. Arka Plan Gürültüsü

VHF ve daha yüksek frekanslarda alınan bir sinyal, alıcıda üretilen gürültünün yanı sıra, sıcak Dünya, atmosfer, Ay yüzeyi, dağınık galaktik ve kozmik arka plan ve muhtemelen Güneş ve diğer kaynaklardan gelen katkılar da dahil olmak üzere anten tarafından toplanan gürültüyle rekabet eder. tüm gökyüzünü dolduruyor. İf P n, dBW cinsinden ifade edilen tüm bu tür gürültü kaynaklarından toplanan toplam gürültü gücüdür, bir iletişim bağlantısının beklenen sinyal-gürültü oranını şöyle yazabiliriz:

$$SNR = P_r - P_n = P_t + G_t + L + G_r - P_n \quad (24)$$

P, alınan güç, P "gürültü

Güç, P, ileten antenlerin iletilen gücü, G, L *izotropik yol kaybıdır* ve G, alıcı antenlerin kazancıdır. Tüm güçler dBW ve tüm kazançlar dBi cinsinden ifade edilir. (İsotropik yol kaybı, bu kitabın **Uzay İletişimi üzerine indirilebilir ek materyalindeki EarthMoon-Earth (EME) iletişimindeki materyalde daha fazla araştırılmaktadır.)**

İzotropik yol kaybı L aslında bir frekans bandı seçimi ile sabitlendiğinden, - sinyal-gürültü oranının optimize edilmesi genellikle P'yi en üst düzeye çıkarmak ve P'yi en aza indirmek için tasarlanmış dengeleri içerir - tabii ki,

Maliyet boyutu sürdürülebilirliği ve lisanslama kısıtlamaları gibi pratik hususlar. '

İt, P n'yi (dBW cinsinden) kelvin (K) cinsinden eşdeğer bir sistem gürültü sıcaklığı, alıcı bant genişliği Bin Hz ve Boltzmann sabiti k = 1.38 x 10-23.J K cinsinden ifade etmek için uygundur!:

P "= 10 log (kT, B)

Sistem gürültü sıcaklığı tum olarak şöyle yazılabilir

$$T_s = T_r + T_a$$

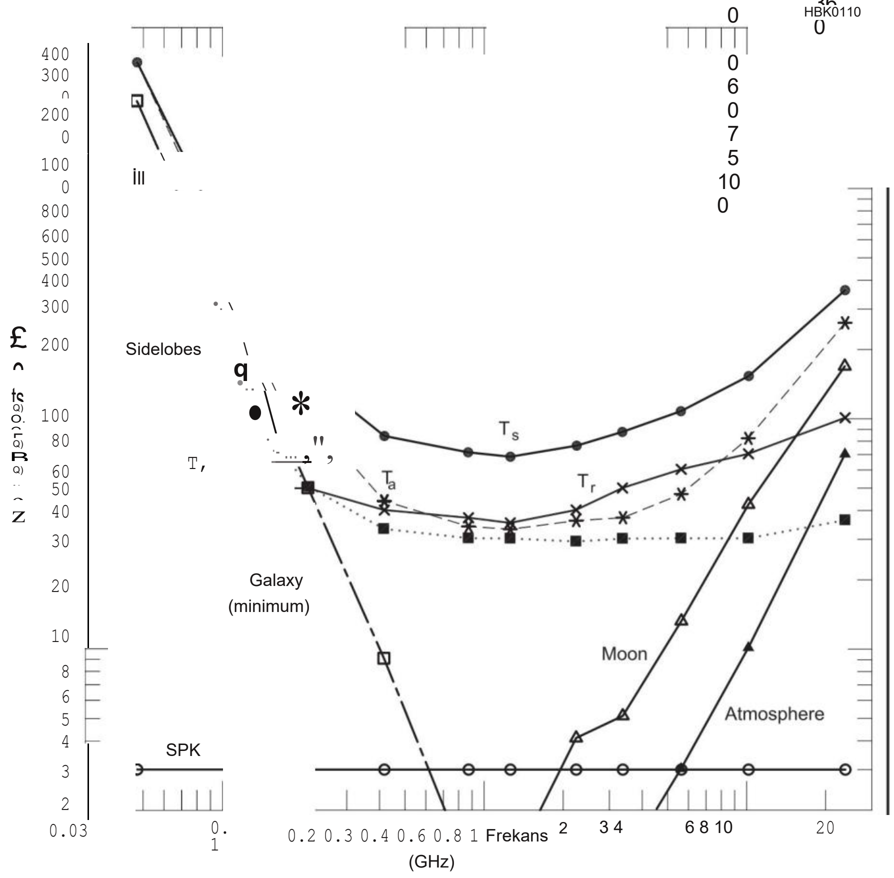
Tablo 5.2
Sistem Gürültü Sıcaklığına Tipik Katkılar

Freq (MHz)	*SPK (K)*	*Atm (K)*	*Ay (K)*	*Gal (K)*	*Yan (K)*
50	3	0	0	2400	1100
144	3	0	0	160	100
222	3	0	0	50	50
432	3	0	0	9	33
902	3	0	1	1	30
1296	3	0	2	0	30
2304	3	0	4	0	30
3456	3	1	5	0	30
5760	3	3	13	0	30
10368	3	10	42	0	30
24048	3	70	170	0	36

L (K): 350 0 260 100 45 35 35 37 40 50 85 26 0

T , (K): 5 0 5 0 5 0 4 0 3 5 3 5 4 0 0 6 0 7 5 10 0

7 (K): 350 0 310 150 85 70 70 77 90 11 0 16 0 36 0



Şekil 5.67 - Frekansın fonksiyonu olarak sistem gürültü sıcaklığı T'ye tipik katkılar. Çeşitli gürültü kaynaklarının tanımları ve açıklamaları için metne bakın.

Burada Tr, dB'de yaygın olarak alıntılanan gürültü figürü (NF) ile ilgili alıcı gürültü sıcaklığıdır.

$T, = 290 (10^{0.1NF}\ 1)$

Anten sıcaklığı Ta, anten deseni tarafından ağırlıklandırılan görüş alanındaki tüm gürültü kaynaklarının katkılarını içerir. Sideloblar, -ana kirişten birçok dB aşağı olsa bile önemlidir, çünkü toplam katı açıları büyüktür ve bu nedenle önemli miktarda istenmeyen gürültü gücü toplayabilirler.

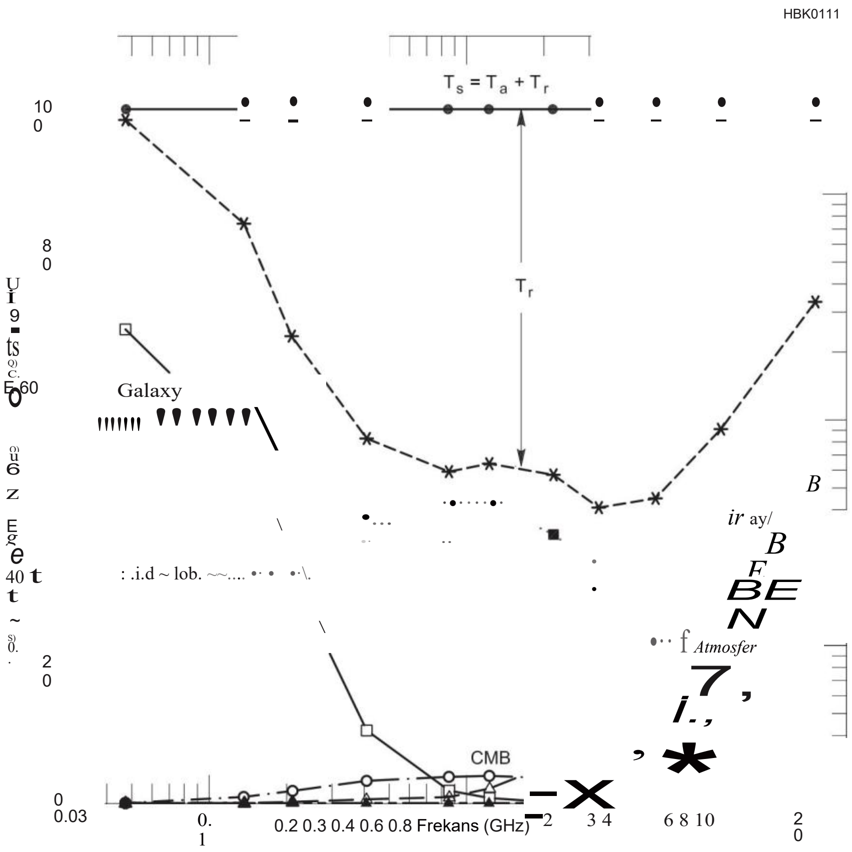
VHF'de en önemli gürültü kaynağı galaksimiz Samanyolu'ndan yayılan arka plan radyasyonudur. 144 MHz'de gürültü sıcaklığının tüm gökyüzü haritası **Şekil 5.66'nın üst panelinde sunulmaktadır.** Bu gürültü galaksi düzlemi boyunca ve galaktik merkeze doğru en güçlüdür. Galaktik gürültü frekans olarak -2.6 gücüne kadar ölçeklenir, bu nedenle 50 MHz'de Şekil 5.66'daki sıcaklıklar yaklaşık 15 ile çarpılmalı ve 432'de 17'ye bölünmelidir. 1296 MHz ve üzerinde galaktik gürültü çoğu yönde ihmal edilebilir. (Ay gürültüsünün etkileri için EME'de daha önce bahsedilen indirilebilir ek materyale bakın.)

Galaktik arka plan (GB) da HF alımı için bir faktördür. Gündüz iletişimi için, gündüz bant gürültüsünün katkıları nedeniyle daha az belirgindir. Bununla birlikte, 10 MHz'in üzerinde bir yerde, günümüzün sessiz HF alıcılarının geceleri duyduğu şey GB tarafından domine edilir. GB gürültüsünün bant gürültüsünü geçtiği frekans, güneş lekesi aktivitesine, fırtınalar, jeomanyetik koşullar, galaksinin gökyüzündeki konumu ve antenin radyasyon paterni gibi atmosferik gürültü kaynaklarının gücüne bağlıdır.

GB'nin negatif bir spektral indeksi vardır, yani artan sıklıkta zayıflar, ancak 15, 17 ve 20 metre bantlarında hala güçlüdür. 10 MHz'in altında GB artmaya devam eder, 3 MHz civarında zirveye ulaşır, ancak iyonosferik zayıflama azaldıkça artar. Frekans, atmosferik gürültüden daha az bir faktör haline getirir. (Dave Typinksi'nin "Üst HF Bandında Galaktik Arka Plan" makalesi, AJ4CO GB'yi HF'de tartışıyor ve bu kitabın indirilebilir ek içeriği ile mevcut.)

Tanım olarak Güneş, ekliptik boyunca hareket etmek için Dünya'daki bir gözlemciye de görünür ve gün boyunca güneş gürültüsü, anten telaffuz ederse P n'ye önemli ölçüde katkıda bulunabilir.

Sidelobes. Yaklaşık 5 GHz'den daha büyük frekanslarda, Dünya atmosferi de önemli ölçüde katkıda bulunur. Frekansdan bağımsız olarak 3 K'nın nihai gürültü zemini, tüm alanı dolduran kozmik arka plan radyasyonu ile ayarlanır. 50 MHz ila 24 GHz amatör bantları için sistem gürültü sıcaklığına önemli katkıların pratik bir özeti Tablo 5.2 ve Şekil 5.67 ve 5.68'de sunulmuştur.



Şekil 5.68 - Frekansın bir fonksiyonu olarak sistem gürültü sıcaklığına yüzde katkıları.

5.9 İki bağlantı noktalı ağlar

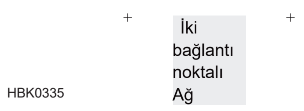
İki bağlantı noktalı bir ağ, dört terminalli bir ağdır. Terminaller, her biri bir *port olarak adlandırılan çiftler halinde düzenlenmiştir.* Genel ağ şeması **Şekil 5.69'da gösterilmiştir. Giriş** portu giriş voltajı ve akımı, V ve **İ ile karakterize edilir** ve çıkış V ve **İ ile tanımlanır.** Konvansiyonel olarak, ağa akımlar genellikle olumlu olarak kabul edilir.

Birçok cihazın dört yerine üç terminali vardır. İki portlu yöntemler, hem giriş hem de çıkış portları için ortak olacak bir terminal seçerek bunlarla birlikte kullanılır. Bipolar transistörün ortak yayıcı, ortak taban ve ortak toplayıcı bağlantılarının iki portlu temsilleri **Şekil 5'te gösterilmiştir. 70. Benzer** konfigürasyonlar FET'ler, vakum tüpleri, İC'ler veya pasif ağlarla kullanılabilir.

İki portlu teorinin genel kavramları, daha fazla sayıda terminale sahip cihazlara uygulanabilir. Teori, herhangi bir sayıda limana genişletilebilir. Alternatif olarak, bazı terminallerdeki önyargı, yalnızca çok elemanlı bir cihazın iki portuna sabitlenmiş dikkatle kurulabilir. Bir örnek, **Şekil 5.71'de gösterildiği gibi ortak kaynaklı bir yapılandırmada çift kapılı bir MOSFET olabilir.** Giriş portu kaynak ve kapı 1'i içerirken, çıkış portu kaynak ve drenaj uçlarını içerir. Dördüncü cihaz terminali, kapı 2, sabit bir önyargı potansiyeline sahiptir ve bir ac zemin olarak kabul edilir. Bu terminaldeki sinyal akımları analizde göz ardı edilir.

5.9.1 İki Bağlantı Noktalı Parametreler

Herhangi bir iki bağlantı noktalı ağ ile ilişkili dört değişken vardır; İki voltaj ve iki akım. Bunlar sinyal bileşenleri. Herhangi iki değişken bağımsız olarak seçilebilir. Kalan değişkenler daha sonra bağımlı değişkenlerdir. Bunlar, iki bağımsız niceliğin cebirsel doğrusal kombinasyonu olarak ifade edilir. Aşağıdaki genel bakış - tanım amaçlı tasarlanmıştır. İki portlu parametrelerin kullanımı hakkında tam bir tartışma, bu bölümün sonundaki referans metinlerinde ve Hayward'ın *Radyo Frekansı Tasarımına Giriş bölümünde RF devre tasarımında kullanımlarına ilişkin örneklerde bulunabilir.*



Şekil 5.69 - Genel yapılandırma İki portlu bir ağ. Voltaj kutuplarını ve akımların yönünü not edin.

Y VE Z PARAMETRELERİ

İki voltajın bağımsız değişkenler olarak seçildiğini varsayalım. İki akım daha sonra voltajların doğrusal kombinasyonları olarak ifade edilir, İ = K "V + KV ve İ, = KV + KV5. Orantılılık sabitleri, K'den K'ye, kabul boyutlarına sahiptir. Her zamanki temsil

İ = 5IV + Y1V

İ = 52rV + Y2Y

Bağımsız ve bağımlı değişken kümeleri sütun vektörleridir, bu da eşdeğer matris temsiline yol açar

$$\begin{pmatrix} I_1 \\ I_2 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} y_{11} & y_{12} \\ y_{21} & y_{22} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} V_1 \\ V_2 \end{pmatrix} \qquad (25)$$

İki bağlantı noktalı bir ağ için y matrisi bu ağı benzersiz şekilde tanımlar. 11'den y 22'ye kadar olan setofy, iki bağlantı noktalı *ağın Y parametreleri veya kabul parametreleri olarak adlandırılır.* Deneysel açıdan y parametrelerini ele alalım. İlk y parametresi, yμ, V 2 sıfıra ayarlı ağın giriş kabulüdür. Bu nedenle, *kısa devre giriş kabulü olarak adlandırılır. Y21* kısa *devre ileri transadmittance,* iletkenlik karşılıklı. Benzer şekilde, vi sıfıra ayarlanırsa, girdiyi kısa devre yaparak gerçekleştirilir. Y22 kısa devre *çıkış admittance ve y 12 kısa devre ters transadmittance olduğunu.*

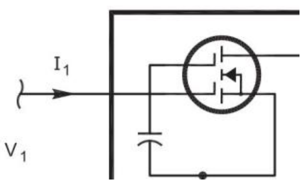
Matris alt simgeleri bazen harflerle değiştirilir. Parametrelerin kümesi y ile değiştirilebilir; X, yr ve y, burada alt simgeler sırasıyla giriş, ters, ileri ve çıkışı gösterir. Alt simgeler bazen cihazın bağlantısını belirtmek için daha da değiştirilir. Örneğin, ortak bir - yayıcı amplifikatörünün kısa devre ileri transfer kabulü y21 Veya yr

Bunlar parametreler sadece bir set twoport parametreleri. Açık devre *Z parametreleri veya empedans parametreleri,* iki akım bağımsız değişken olarak ele alındığında ortaya çıkar.

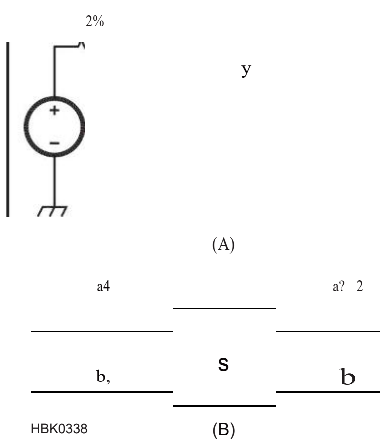
$$\begin{pmatrix} V_1 \\ V_2 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} z_{11} & z_{12} \\ z_{21} & z_{22} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} I_1 \\ I_2 \end{pmatrix} \qquad (26)$$

Parametre kümeleri aynı aygıtı tanımlar; Dolayısıyla birbirleriyle ilişkilidirler. Eğer KVL denklemleri y 12 ile çarpılır ve elde edilen denklemler çıkarılır, sonuç akımların bir fonksiyonu olarak giriş voltajıdır

HBK0337

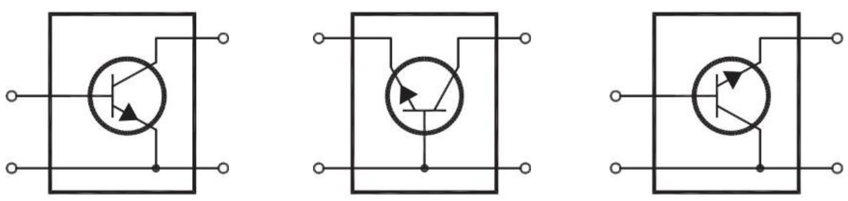


Şekil 5.71 - Çift kapılı bir MOSFET, iki bağlantı noktalı bir ağda üç terminalli bir cihaz olarak ele alınmıştır.



Şekil 5.72 - Voltaj ve akımlar (A) veya voltaj dalgaları (B) tarafından tahrik edilen iki bağlantı noktalı bir ağ. Voltaj ve akımlar Y parametreleri ile ilişkiliyken, voltaj dalgaları saçılma veya S parametreleri ile ilişkilidir.

HBK0336



Şekil 5. 70 - Ortak yayıcı, ortak taban ve ortak toplayıcı amplifikatörlerin iki portlu temsilleri.

V_1 I1Y22 - Y12I2

Benzer bir prosedür, çıkış voltajını akımların bir fonksiyonu olarak bulmak için kullanılır ve genel ilişkilere yol açar.

$$z_{11} = \frac{y_{22}}{\Delta y} \quad z_{12} = \frac{-y_{12}}{\Delta y}$$

$$Z21 = \frac{-Y21}{Ay} \quad Z2p = \frac{"ii}{Ay}$$

Burada sinek onların matrisinin determinantıdır, Y1122 *Y12* ¥21. Z parametreleri bilindiğinde y parametrelerini veren ters dönüşümler, Yjk ve zjk değerlerinin yer değiştirmesi dışında tamamen aynıdır. Benzerlik, programlanabilir bir hesap makinesi veya bilgisayar için dönüştürme programları yazarken kullanışlıdır .

H PARAMETRELER

H parametreleri veya hibrid parametreler, giriş akımı ve çıkış voltajı bağımsız değişkenler olarak seçilirse tanımlanır.

$$\begin{pmatrix} V_1 \\ I_2 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} h_{11} & h_{12} \\ h_{21} & h_{22} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} I_1 \\ V_2 \end{pmatrix} \quad (27)$$

Giriş terimi, h 11, bir empedans iken, h bir çıkış kabulünü temsil eder. İleri terim, h21, çıkışın giriş akımına oranıdır, bipolar transistör için beta. Ters parametre, h12, bir voltaj oranıdır. Boyutların karışımı, kümenin "hibrid" adını açıklar.

SCATTERİNG (S) PARAMETRELERİ

Yukarıda sunulan iki portlu parametreler dört basit değişkenle ilgilenir; Bağlantı noktalarında giriş ve çıkış voltajı ve akımı. Değişkenler uygun matrislerle ilişkilidir. Hangi matrisin kullanılacağı seçimi, dört değişkenden hangisinin bağımsız seçileceğine bağlıdır.

Değişkenleri basit olanlarla sınırlamak için hiçbir neden yoktur. Basit değişkenlerin doğrusal kombinasyonları da aynı şekilde geçerlidir. Seçilen daha karmaşık değişkenler doğrusal olarak bağımsız olmalı ve ideal olarak bazı fiziksel öneme sahip olmalıdır.

Diğer değişkenlere dönüşüm kesinlikle yeni değildir. Örneğin, dB veya dBm gibi logaritmik dönüşümler o kadar yaygındır ki, bir dönüşümün gerçekleştiğinden bahsetmeden bile bunları temel miktarlarla birbirinin yerine kullandık. Böyle yeni bir bakış açısı, bir empedans bir yansıma katsayısı ile değiştirildiğinde iletim hattı ile çalışmada büyük fayda sağlayabilir, İ = (Z - Z,)/(Z + 7).

Saçılma parametreleri veya S parametreleri bu bakış açısının tekrarından başka bir şey değildir. Gerilim ve akımları dikkate İnstead Temel değişkenler olmak için, dört "voltaj dalgası" kullanırız. Bunlar s parametrelerinin uygun bir matrisi ile ilişkilidir.

Şekil 5. 72, geleneksel iki bağlantı noktalı ağı ve voltaj dalgaları olan ve portlardan yansıyan alternatif bir ağı gösterir. Gerilim dalgaları a, b, a ve b harfleriyle tanımlanır. A dalgaları parçalar üzerinde olay dalgaları olarak kabul edilir ve bağımsız değişkenlerdir. B dalgaları yansıma veya "saçılma'nın sonucudur ve bağımlı değişkenlerdir. Dalgalar voltaj ve akımlarla ilgilidir ve karakteristik bir empedans olan Z'ye göre tanımlanır.

Dağınık dalgalar, bir dizi doğrusal denkleme sahip olan olaylarla ilgilidir, tıpkı port akımları y parametreli port voltajlarıyla ilişkili olduğu gibi. İlgili denklemler

Tarafından = S1a
+ Sp2a2 b =
S31a) + S3282

veya matris şeklinde

$$\begin{pmatrix} b_1 \\ b_2 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} S_{11} & S_{12} \\ S_{21} & S_{22} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} a_1 \\ a_2 \end{pmatrix} \quad (28)$$

S'nin anlamını düşünün. Çıkıştaki olay dalgası, a, sıfıra ayarlanırsa, 27 denklemleri kümesi b = Sia ve b, - Sa'ya düşer. S}, giriş portunun yansıyan dalganın gelen dalgaya oranıdır. Bu, a ve b için tanımlayıcı denklemleri kullanarak azalır; to

Z-7 % μr = - "Z + Z% (29)

Bu giriş *portu yansıma katsayısıdır.*

Benzer şekilde, S21, ağ girişindeki bir olay dalgasının sonucu olarak çıkıştan çıkan voltaj dalgasıdır. Başka bir deyişle, S21 ileriye dönük bir kazancı temsil eder. Diğer iki S parametresi de benzer öneme sahiptir. S >, giriş Z0 sonlandırılmış olarak ağın çıkış portuna geri bakıldığında çıkış yansıma katsayısıdır. S 12, çıkış tahrik edilirse ve giriş portundaki sinyal algılanırsa ters kazançtır .

S parametrelerinin yansıma katsayısı doğası, onları tasarım ve spesifikasyonda kullanım için özellikle uygun hale getirir ve hatta bir Smith Grafiğinde görüntülendiğinde daha da uygundur.

5.9.2 İade kaybı

İletim Hatları bölümünde açıklandığı gibi SWR genellikle amatörler tarafından bir iletim hattının karakteristik empedansı ile sonlandırma empedansı arasındaki ilişkiyi tanımlamak için kullanılsa da, mühendislik topluluğu genellikle daha uygun bulur. *Return loss, RL yerine kullanılır*.

Dönüş kaybı ve SWR aynı şeyi ölçer - iletim hattındaki PİNc olay gücünün ne kadarının yüke aktarıldığı ve ne kadarının yansıtıldığı, PgEFL ancak sonucu farklı şekilde belirtir.

P %) İade Kaybı (dB) - 101g] ""] nazlı Pyc

P REFL asla P FWD'den büyük olmadığından, RL her zaman pozitiftir. Daha pozitif RL, yükten yansıyan güç miktarı, ileri güce kıyasla daha azdır. Eğer tüm güç yüke aktarılırsa, çünkü Z = Z, RL = *eo dB.* Gücün hiçbiri yüke aktarılmazsa, örneğin bir açık veya kısa devrede, RL = 0 dB. (Literatürde veya veri sayfalarında RL için negatif değerlerle karşılaşabilirsiniz. Bu değerlerin mutlak büyüklüğünü kullanın - negatif değer güç kazancını göstermez .)

RL ayrıca doğrudan dBm (1 mW'ye göre desibel) veya dBW (1 watt'a göre desibel) gibi güç oranlarından da hesaplanabilir. Bu durumda, RL = Pc PμEFL, çünkü logaritma dBm veya dBW'ye dönüşümde zaten alınmıştır. (dB'deki oranlar bölme ile değil çıkarma ile hesaplanır.) Örneğin, Pic = 10 dBm ve PμEFL 0,5 dBm ise, RL = 10-0,5 = 9,5 dB. Her iki güç ölçümü de, çıkarmanın doğru sonuçları vermesi için aynı birimlere (dBm, dBW vb.) Sahip olmalıdır - örneğin, dBW doğrudan dBm'den çıkarılamaz.

SWR ve RL aynı şeyi ölçtüğünden –İleri gücün bir kısmı olarak yansıyan güç - birinden diğerine dönüştürülebilirler. RL'yi tekrar güç oranına dönüştürerek başlayın:

$$\frac{P_{REFL}}{P_{INC}} = \log^{-1}\left(-0.1 \times RL\right) \quad (31)$$

Şimdi SWR'yi ileri ve yansıyan güçten hesaplamak için denklemi kullanın (İletim **Hatları** bölümüne bakın):

$$SWR = \frac{\left[1 + \sqrt{\frac{P_{REFL}}{P_{INC}}}\right]}{\left[1 - \sqrt{\frac{P_{REFL}}{P_{INC}}}\right]} \quad (32)$$

SWR ayrıca güç oranı denklemini SWR açısından kullanarak RL'ye dönüştürülebilir:

1Γ Pc [SWR + (33)

Sonra 30 denklemini kullanarak RL'ye çevirin.

5.10 RF Teknikleri Sözlüğü

Ark - Aşırı voltajdan kaynaklanan bozulma nedeniyle bir yalıtkan içinden akım akışı.

Balun - Dengeli ve dengesiz sistemler arasında güç aktaran, bazen empedans seviyesini de dönüştüren bir cihaz (ayrıca bkz.

Boncuk - Bir telin bir indüktör oluşturmak için geçirildiği içi boş manyetik malzeme silindiri.

İkili - Ağdaki akım akış yönüne bakılmaksızın aynı şekilde çalışan veya yanıt veren bir ağ.

Choke balun - **geçerli balun bakın.**

Çekirdek **-** Telin sarıldığı veya içinden bir indüktör oluşturmak üzere geçirildiği manyetik malzeme.

Current balun - Dengeli sistemdeki akım akışını da dengelemeye zorlayarak dengesiz bir sistemden dengeli bir sisteme güç aktaran bir balun (ayrıca **boğucu balun olarak da adlandırılır).**

Dielektrik mukavemeti **-** Bir yalıtkanın voltaja dayanma kabiliyeti.

Dağıtılmış eleman - Etkileri önemli bir mesafe, alan veya hacme yayılmış elektronik bileşen.

Dinamik direnç **-** Voltajdaki küçük bir değişikliğe yanıt olarak akımdaki değişiklik.

Eşdeğer Seri İnduktans (ESL) **-** Bir kapasitörün parazitik indüktansı.

Ferrit - Bir ferromanyetik seramik.

Gain-bandwidth product - Bir cihazın kazancının düştüğü sıklık. Bu frekansın altında, cihazın kazancının ve frekansının ürünü sabit olma eğilimindedir.

Hibrid-pi - Bir bipolar transistör için yüksek frekanslı model.

İmpedance inversiyonu **-** Karakteristik bir empedansın orana bölünmesi Karakteristik empedansa ters çevrilecek empedansın. Örneğin, 25 9 ters çevrilmiş yaklaşık 50 © 2 100 © ve 200 9 ters çevrilmiş yaklaşık 50 © 2 12.5 © 2'dir .

İnsertion kaybı (IL) - Paraziter direnç nedeniyle bir devrede doğal kayıp.

İnter-elektrot kapasitansı - Bir yarı iletken veya vakum tüpünün iç elemanları arasındaki kapasitans.

Topaklı eleman - Tek bir noktada bulunan elektronik bileşen.

Karışım - Bir ferrit veya toz demir malzemenin kimyasal bileşimi (tip olarak da adlandırılır **).**

Gürültü **-** İstenmeyen herhangi bir sinyal, genellikle doğal kökenli sinyaller veya müdahale sinyallerinden kaynaklanan rastgele etkiler anlamına gelir.

Gürültü faktörü (F) - Bir cihazın çıkışındaki gürültünün, cihazın kazancıyla çarpılan girdiden daha büyük olduğu miktar. Bir cihaz tarafından ne kadar gürültü üretildiğinin bir ölçüsü.

Gürültü figürü (NF) - 10 log (gürültü faktörü***). Gürültü kazancı*** **-** Devre çıkış gürültü gücü, mevcut giriş gürültü gücüne bölünür. Bu her zaman eşit değildir Sinyal kazancı, gürültünün kaynağına ve devredeki gürültü kaynağının konumuna bağlı olarak.

İdeal olmayan **-** İdeal bir bileşenden sapan davranış (ayrıca **bkz. Parazitik).**

Doğrusal olmayan - Sinyalin genliğine bağlı olarak bir sinyal üzerinde farklı şekilde hareket eden bir bileşen.

Parazitik - Bir bileşenin fiziksel yapısıyla ilgili istenmeyen özellik.

Geçirgenlik - Bir malzemenin bir manyetik alanı destekleme yeteneği.

Dönüş kaybı (RL) - Bir ağ bağlantı noktasında ileri ve yansıyan güç arasındaki dB farkı.

Kendinden rezonans **-** Parazitik özelliklerden dolayı bir bileşenin rezonansı.

Simüle - Genellikle bir bilgisayarda sayısal yöntemler kullanarak modelleyin.

Cilt etkisi - Yüksek frekanslı ac akım akışını yüzeyindeki ince bir katmanla sınırlayan bir iletkenin özelliği.

Kaplama derinliği **-** Ac akım akışının kısıtlandığı bir iletkenin yüzeyindeki tabakanın derinliği (cilt **etkisine bakınız).**

Spektral Güç Yoğunluğu - Bant genişliği birimi başına güç miktarı, genellikle "kök-Hz" veya VHz, ölçüm bant genişliğinin karekökü.

Başıboş **- parazitik bakın.**

Toroid (toroidal) **-** Halka şeklinde sürekli bir çekirdek .

İki bağlantı noktalı ağ - İki çift halinde düzenlenmiş dört terminalli bir ağ, her çift bir bağlantı noktası olarak adlandırılır.

İki bağlantı noktalı parametreler - Ağın iki bağlantı noktasındaki sinyaller arasındaki ilişkiyi tanımlayan dört parametreden oluşan bir set.

Unun - Genellikle bir empedans dönüşümü gerçekleştiren iki dengesiz sistem arasında güç aktaran bir cihaz (ayrıca bkz.

5.11 Referanslar ve Bibliyografya

Alley, C. ve Atwood, **K.**, **Elektronik** *Mühendisliği* (John Wiley & Sons, New York, 1973)

Brown, J., K9YC, "HF Ferrite Chokes için Ölçülen Veriler", **audiosystemsgroup.com/publish.htm**

Brown, J., K9YC, "A Ham's Guide to RFI, Ferrites, Baluns, and Audio İnterfacing", **audiosystemsgroup.com/publish.htm**

Bruene, W., W5OLY, "Seri Paralel Ağın Oluşturulması", *QST,* Jun 1986, pp 21-23.

Danışman, C., WIHIS, "CommonMode Chokes**", www.yccc.org/ Articles/ WIHIS/CommonModeChokes WIHIS 2006Apr06.pdf**

DeMaw, D., WlFB, "Yapım Aşamasında: RF Tıkanıklıklarını Anlamak ve İnşa Etmek ", *QST,* Şubat 1987, pp 19-21, 22.

Dorf, R., Ed., *Elektrik Mühendisliği El Kitabı* (CRC Press, 2006)

Grammer, G., WlDF, "Simplified Design of lmpedance-Matching Networks", *QST,* Bölüm İ, Mart 1957, pp 38-42; Bölüm İİ, Nisan 1957, pp 32-35; Ve Bölüm İII, Mayıs 1957, pp 32-35 .

Hall, C. "RF chokes - Onların Performans Yukarıda ve Rezonans Altında", *ham radyo, Haziran* 1978, pp 40-42 .

Kaiser, C., *Direnç El Kitabı (CJ Yayıncılık*, 1994)

Kaiser, C., *Kapasitör El Kitabı* (CJ Yayıncılık, 1995)

Kaiser, C., *İnductor El Kitabı* (CJ Yayıncılık, 1996)

Kester, W., "SINAD, ENOB, SNR, THD, THD + N ve SFDR'yi anlayın, böylece Gürültü Katında Kaybolmayın", Analog Cihazlar, MT-003 Eğitimi**, www.analog.com/media/en/trainingseminars/tutorials/MT-003.pdf**

Maxwell, Walt W2DU, "Yansımalar IIİ", *CQ Communications, 2010*

Pettai, R., *Alıcı Sistemlerde Gürültü* (Wiley, 1984)

Silver, W. "İmpedance Eşleştirme Devreleri Hakkında", *QST,* Ekim 2019, pp 43-46.

Trask, C. "HF ve VHF Güç Amplifikatörleri için Geniş Bantlı Transformatörler Tasarlama", *QEX,* Mar/Apr 2005 , Pp 3-15.

Van Valkenburg, M., *Mühendisler için Referans Veriler* (Newnes, 2001)

Zavrel, R., W7SX, *Anten Fiziği: Bir Üretim (ARRL*, 2016)

RF AMPLIFİER DESIGN

Carr, J., *RF Devre Tasarımının Sırları* (McGraw-Hill/TAB Electronics, 2000)

DeMaw, D., WlFB, *Pratik RF Tasarım Kılavuzu* (MFJ Enterprises, 1997)

FET RF Amplifikatör Tasarım Teknikleri, Motorola Uygulama Notu AN423

İki Bağlantı Noktalı Parametreleri Kullanan RF Küçük Sinyal Tasarımı, Freescale Uygulama Notu AN215A

Hayward ve DeMaw, *Radyo Amatörleri için Katı Hal Tasarımı (ARRL*, baskı dışı)

Hayward, Campbell, and Larkin, *Experimental Methods in Radio Frequency Design* (ARRL, 2009) Hayward, W., W7ZOI, *RF Tasarımına Giriş* (ARRL, 1994, baskı dışı) Hayward, W., W7ZOI, "A SMT Dual Gate MOSFET Preamplifier for 50 **MHz", w7zoi.net/lna50.pdf**

Pozar, D., *Mikrodalga Mühendisliği,* Dördüncü Baskı (John Wiley & Sons, 2012)

F. Raab, P. Asbeck, S. Cripps, P. Kenington, Z. Popovich, N. Pothecary, J. Sevic, N. Sokal, "RF ve Mikrodalga Güç Amplifikatörü ve Verici Teknolojileri - Parça 1-5*", Yüksek Frekanslı Elektronik, Mayıs-Temmuz-EylülKasım 2003 ve* - Ocak 2004 sorunları.

Çift Kapılı MOSFETS ile Küçük Sinyalli RF Tasarımı, Motorola Uygulama Notu AN 4 7 8A, **archive.org/ detayları/AN 4 78A**

Terman, F., Elektronik *ve Radyo Mühendisliği (McGraw-Hill*, New York, 1955)

İçerik

Bölüm 6 -
İndirilebilir Ek İçerik

Makaleler

- Devre Simülasyon Örnekleri David Newkirk, W9VES
- RF Devrelerinin Elektromanyetik Analizi bölümü için renkli görüntüler
- Dr. Ulrich Rohde, N1 UL ve Rucha Lakhe tarafından Modern Doğrusal Olmayan Simülasyon Programlarında Matematiksel Kararlılık Problemleri
- Mikrodalga Yazılımının Basit Kullanımının Tehlikeleri Dr. Ulrich Rohde, N1 UL ve Hans Hartnagel
- RF'de Simülasyon Kullanımı Dr. Ulrich Rohde, N1UL

Araçlar ve Veriler

- RF Devrelerinin Elektromanyetik Analizi bölümü için SON ve veri dosyaları

Bölüm 6

Bilgisayar destekli devre tasarımı

Bu bölüm elektronik tasarım ve PCB düzeni için bilgisayar destekli tasarım (CAD) genel bir bakış sağlar. Bu araçlar, hobicinin profesyonel elektronik ve RF mühendisleri tarafından ürün ve sistem tasarım döngüsünde kullanılan devre simülasyon gücünün bir kısmını kullanmasını sağlar.

Orijinal olarak David Newkirk, W9VES tarafından hazırlanan materyal, jenerik devre simülasyon araçlarına yöneliktir.
Dr Ulrich Rohde, N1 UL, doğrusal ve doğrusal olmayan ile ilişkili sorunları araştırıyor
RF simülasyonu ve indirilebilir ek içerikle üç kapsamlı makaleye katkıda bulunur.
AJ3K yaşındaki Jim Rautio, elektromanyetik (EM) simülasyona genel bir bakış sunuyor.

Bu bölümün amacı, belirli bir yazılım paketini kullanmak için ayrıntılı talimatlar sağlamak değil, devre ve RF tasarım yazılımı için temel işlemleri, sınırlamaları ve kelime dağarcığını açıklamaktır. Özel alanlarda tasarım ve analize yardımcı olacak yazılımlar, örneğin filtre tasarımı, switchmode güç kaynakları, iletim hatları, Ve RF güç amplifikatörleri, diğer bölümlerde ele alınmıştır.

6.1 Devre Simülasyonuna Genel Bakış

Matematik, elektromanyetik sinyallerin ve bunları üretmek ve işlemek için inşa ettiğimiz radyoelektronik devrelerin etkisini tahmin edebilir ve analiz edebilir. Temel olarak genel bir matematik makinesi olan elektronik bir bilgisayarı programlayın - radyo/elektronik matematiğini pratik olarak uygulanabilir şekillerde yapın ve radyo ve elektronik devrelerin bilgisayar destekli tasarımını (CAD) yapmaya hazırsınız. (Bir bilgisayarı *gerçek zamanlı olarak radyo-elektronik matematik yapacak şekilde programlayın ve* bu kitabın DSP ve yazılım tanımlı radyo teknolojisi kapsamında açıklandığı gibi radyo-elektronik donanımını yazılımla değiştirmeye hazırsınız.)

6.1.1 Hobi ve Profesyonel Devre Simülasyon Araçları

Profesyonel sınıf devre simülasyon yazılımı, sıkı bir şekilde paketlenmiş, son derece entegre, ince ayar gerektirmeyen modem elektronik/RF ürünlerinin yapımını kolaylaştırmak için mevcuttur. Bu ürünler, büyük miktarlarda otomatik işlemlerle yeniden üretildiğinde bile tahmin edilebilir şekilde iyi çalışır - yeterli pazarlama başarısı ve alıcı alımı ile milyonlarca birimi aşabilecek miktarlar.

Özel *elektronik tasarım otomasyonu (EDA) yazılımı üreticileri,* bu endüstrinin mühendislik ihtiyaçlarına hizmet etmektedir. Kapsamlı CAD süitleri aracılığıyla, grafik bileşen düzeyinde devre ve/veya İC tasarımından devam edilebilir *(şematik yakalama),* devre ve İC davranışının simülasyonu yoluyla (genellikle *SPİCE adı verilen simülatörün bir varyantını kullanarak,* ancak giderek SPİCE *olmayan simülatörlerle* RF ve elektromanyetik tasarım konularında daha akıcı), doğrulama, test ve üretim sürüş için uygun PC kartı ve İC maskeleri tasarımı sayesinde. Kapsamlı EDA CAD, belirli performans hedeflerine (optimizasyon) ulaşmak için devreleri otomatik olarak değiştirebilen yardımcı birimlerle maliyetleri düşürür ve pazara sunma süresini hızlandırır; Bileşen toleranslarının ve sıcaklığın büyük popülasyonlardaki devre davranışı üzerindeki etkilerini tahmin etmek *(Monte Carlo analizi);* Ve yolun her adımında satın alma ve tedarik etmeye uygun malzeme faturaları (BOM) oluşturur.

Bazı EDA CAD ürünleri için tanıtım veya öğrenci sürümleri ücretsiz veya düşük maliyetle mevcuttur (bkz. **Tablo 6.1**) ve bunların bir alt kümesi özellikle hobi amaçlı kullanışlıdır. Bu *demoware araçları* bize büyük ölçekli bir üretim soyağacıyla gelse de, büyük ölçüde (ve stratejik olarak) özellik sınırlıdır. Genellikle mevcut bileşen modellerinin yalnızca bir alt kümesini temsil eden nispeten az sayıda bileşen, simülasyon başına kullanılabilir. Monte Carlo analizi, optimizasyonu, BOM üretimi ve benzeri geliştirmeler genellikle kullanılamaz. Bu paketlerin lisansları genellikle yazılımın kullanımını ticari olmayan uygulamalarla sınırlar. Demoware, yazılım satın alma kararlarını yönlendirmeyi ve üniversite düzeyinde öğrenme yardımcıları olarak hizmet etmeyi amaçlamaktadır - üniversite çalışmasında, her gün demoware'in sınırsız, tam sürümleriyle çalışacak elektronik/RF uzmanları olma yolunda öğrenme yardımları. Önemli güce sahip simülasyon ve düzen yazılımının ücretsiz sürümleri de mevcuttur ve ayrıca bazı kısıtlamalar olabilir. Her iki durumda da, sizin tarafınızdan herhangi bir yükümlülüğün farkında olmak için lisans sözleşmesini okuyun.

Radyo hobisinin devre simülasyon ihtiyaçları profesyonelden çok daha basittir. Çoğu, belirli bir tasarımın yalnızca bir kopyasını oluşturacaktır - sevgiyle düzeltilebilecek ve kalplerimizin içeriğine "yeterince iyi'nin çok ötesinde rafine edilebilecek bir kopya. Birçok ofis, pratik sonuçlar elde etmek için devrelerin davranışını araştırmak ve araştırmak amacıyla inşa edebilir.

Tablo 6.1
Freeware/Demoware Elektronik CAD Yazılımının Bazı Kaynakları

Kaynak	*Adres*	*Kaynak*
Ansoft (şimdi Ansys)	***www.ansys.com***	*Ansoft Designer SV 2* (şematik, doğrusal RF simülatörü, düzlemsel elektromanyetik simülatör, düzen [PCB] tasarımı), daha fazla. Artık mevcut değil ancak programın eski kopyaları mevcut olabilir
Autodesk		*EAGLE* şematik ve düzen tasarımı
Cadence Tasarım	**kicad-pcb.orgl**http://www.autodesk.com/http://www.orcad.com/http://www.gpleda.org/	*OrCAD* (şematik, *SPİCE simülatörü*, düzen [PCB] tasarımı)
Sistemleri *gEDA*		GPLed elektronik tasarım otomasyon araçları paketi
Kicad		GPLed tam işlevli şematik ve düzen tasarımı
Lineer Teknoloji Corp		*LTSpice* (şematik, güç sistemi tasarımı için geliştirilmiş SPICE simülatörü)

Onlarla birlikte. Bir demoware devre simülatörü, elektronik ve RF'de bu tür kendinden güdümlü keşif ve eğitimi hızlandırabilir.

6.1.2 Tasarım döngüsü

Gerçek devreler inşa etmek için kullandığımız bileşenler, bu özelliklerin ne olabileceğine ve nasıl ve neden yaptıkları gibi çalıştıklarına dair göreceli cehaletimize bakılmaksızın, her zaman gerçek özelliklerinin tam derecesinde çalışır. *Hiçbir gerçek dünya bileşeni ideal olarak çalışmaz. Bu yüzden* bir amplifikatör devresi tasarlamak, inşa etmek ve yayınlamak için yola çıkabiliriz, ancak bunun yerine kalıcı bir osilatör inşa ettiğimizi keşfetmek için. Ya da prototip bir osilatör ise, her 100 sonraki okuyucu üreticiden 3'ü için devre hiç salınmaz!

Devre simülatörlerinde bulunan elektrik ve elektronik bileşenler, yalnızca gerçek dünya bileşenlerinin matematiksel modelleridir - çünkü bir bileşenin modellenen her davranışı, gerçek dünyadaki muadilinin davranışlarına göre yalnızca bir yaklaşımdır. Simüle edilmiş bileşen özellikleri ve davranışları, gerçek dünya bileşenlerine ancak bilimin izin verdiği ölçüde ve yalnızca modelin gerçek dünya davranışını tanımladığı kadar yaklaşır.

Bu bölüm bilgisayar destekli devre tasarımı üzerine bir ders kitabı veya ders kitabının bir parçası olsaydı, elektronik devrelerin ne olduğu ve ne yaptığının temellerini gözden geçirerek, bunu bilgisayarlı devre simülasyonunun ne olduğu ve nasıl çalıştığı hakkında bir tartışma yaparak simülasyonu keşfetmeye başlayabilirdik. Aktif cihaz modellemenin gizemli dünyasına bir gezi - en sevdiğimiz elektronik tedarikçilerimizde ve önemsiz kutularımızda bizi bekleyen transistörlere, diyotlara ve entegre devrelere matematiksel elektrik eşdeğerlerinin inşası ve çalışması - takip edebilir. Son olarak, sistematik olarak, temelden daha karmaşık olana kadar bir dizi simülasyon örneğiyle ilerleyebilir, ilerledikçe anlaşılmış, güvenilir ve - uygulanabilir-tofuture-iş kavramlarımızı aşamalı olarak inşa edebiliriz.

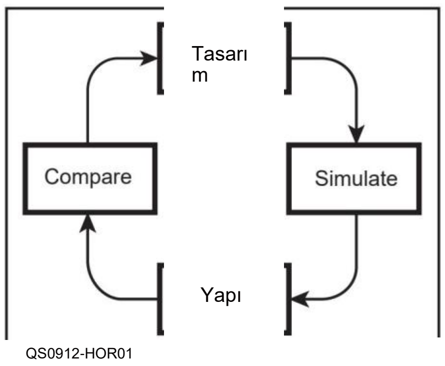
Ama bu el kitabında bir bölüm,

Ders kitabı ve somut pratiğe bir dizi soyut temelleri takip etmek, büyük olasılıkla, elektronik ve radyo hakkında bildiklerimizi öğrenirken ve kullanırken, çoğumuzun takip ettiği ve henüz takip ettiği süreci yansıtmaz. Daha gerçekçi olarak, yaklaşımımız şöyle: Kendimizi bir soruna bir çözüm bulmaya, bir tane tanımlamaya ve uygulamaya çalışırken buluyoruz. İfit çalışıyor, devam ediyoruz, muhtemelen sorun gidermek zorunda kalmadıysak çok az şey öğrendik. Eğer çözüm işe yaramazsa, sadece onu terk edip başka bir çözüm arayabiliriz ya da - daha iyisi, öğrenmeye açıksak - bunun yerine, - çözümün işe yaramasını sağlamak için anlamamız gerekenleri anlamanın mutlu bir şekilde gözden geçirilmiş amacı ile nedenini anlamaya çalışabiliriz. Nihayetinde çözümü bir başkası lehine kullanılamaz olarak bırakmak zorunda kalsak bile, zamanımızın boşa gittiğini düşünmüyoruz, çünkü nedenini anlamak için inisiyatif alarak derinleşen sezgilerimizi daha da hızlandırdık.

Bir simülasyonda yanan direnç veya aşırı ısınmış transistör kokusu yoktur. Bileşenlerin ekrana yerleştirilmesinin devrenin davranışı üzerinde hiçbir etkisi yoktur, bu nedenle girişi çıkışına çok yakın olan yüksek kazanç aşaması asla salınıma girmez. Güç kaynakları dalgalanma ve gürültü içermez. Bu etkiler ve daha fazlası ancak gerçek devreler inşa edilerek deneyimlenebilir (ve çareler öğrenilebilir).

Şekil 6.1, konseptten bitmiş projeye kadar devre tasarımını gerçekten öğrendiğiniz süreci göstermektedir. İlk adım, bir devre türü seçmek ve ne yapması gerektiğini tanımlamaktır - bunlar *performans gereksinimleridir*. Örneğin, bir amplifikatörün bazı frekans aralığında bir miktar kazanç elde etmesi gerekecektir. Belirli bir giriş empedansına ve çıkış empedansına ihtiyacınız olabilir. Bu bilgilerle donanmış, bir devre seçin ve kalem ve kağıt veya bir bilgisayar tasarım aracı kullanarak bir ön bileşen değerleri seti oluşturun. Bu sizin *tasarımınız.*

Ardından, devrenin performansını simüle edin. Sonuç performans gereksinimlerini karşılarsa, bir sonraki adıma geçebilirsiniz. Eğer değilse, devreyi tatmin olana kadar bir şekilde değiştirin (veya gereksinimlerinizi değiştirin).



Şekil 6.1 - Devre simülasyonundan en iyi şekilde yararlanmak, simülatörün öngördüğü ile gerçek devrenin nasıl davrandığını karşılaştırmanızı gerektirir.

Şimdi tasarımınızı gerçek dünya bileşenleri koleksiyonu olarak oluşturun ve devrenin çalıştığını doğrulayın. Gerçek eğlencenin başladığı yer burasıdır, çünkü inşaatın etkileri ve gerçek bileşen değişimi etkili olur. Bitirdiniz mi? Henüz değil!

Her türlü tasarım deneyimini ve know-how'ı emmek için geri dönün ve *gerçek* ölçülen performansınızı simülatörün tahmin ettiği ile karşılaştırın, özellikle de devre fonksiyonunun sınırlarına yakın. Farklı parçaları veya değerleri değiştirerek tasarım hassasiyetlerini arayın. Devrenin davranışı simülatörün tahminlerinden ayrılırsa, şimdi daha yakından bakma zamanı. Farklılıkların neden var olduğunu tam olarak söyleyemeyebilirsiniz, ancak var olduklarının farkında olacaksınız.

Bu sürekli *tasarım döngüsü aynı zamanda* gerçek devrelerin ve bileşenlerin nasıl davrandığı, simülasyon araçlarınızın nasıl çalıştığı ve en önemlisi ikisinin farklı olabileceği durumlar hakkındaki bilginizi oluşturur.

İndirilebilir ek içerik, bu bölümün orijinal yazarı David Newkirk, W9VES tarafından geliştirilen bir dizi tasarım örneğini içerir. Bu örneklerde, gerçek dünya devrelerini yaratır, simüle eder.

Davranış, gerçek performansla karşılaştırır ve neden farklılıklar olduğunu açıklar. Daha sonra bu bölümde, Ulrich Rohde, N 1 UL, RF'de kullanılan farklı simülasyon araçları arasındaki farklılıkları tartışıyor - farklı araçlar arasında bile farklılıklar var!

6.1.3 Şematik Yakalama ve Simülasyon Araçları

Şematik devre yakalama kullanan hemen hemen her devre simülasyon programı veya elektronik tasarım otomasyonu (EDA) paketi, birinci sınıf bir şematik editör olarak hizmet verebilir. (Bkz. Tablo 6.1) Demoware bileşen kitaplığı sınırlamaları genellikle bir tasarımda kullanabileceğiniz bileşen türlerini (CAD-speak, place) kısıtlasa da, *parça sayısı* sınırlamaları genellikle yalnızca simülasyon zamanında çalışır. Çıktı çiziminin fiziksel boyutundaki kısıtlamalar ve katman sayısı, hangi düzen tasarım olanaklarının mevcut olabileceği konusunda geçerli olacaktır. Sonuçta, demoware'in temel amacı, öğrencilerin ve potansiyel alıcıların mağazayı vermeden şekeri tatmalarını sağlamaktır.

Mükemmel simülasyonsuz şematik yakalama ve düzen tasarımı ürünleri elbette var. ARRL yayınlarındaki şematik stil uzun standardı, tamamen profesyonel bir fiyata sahip tamamen profesyonel bir ürün olan Autodesk AutoCAD'in kullanımından kaynaklanmaktadır. Radyo amatörleri ve profesyoneller arasında uzun zamandır popüler olan *AutoDeskEAGLE,* ücretsiz ve uygun fiyatlı tam sürüm formlarda mevcut olan şematik bir yakalama ve düzen tasarım ürünüdür. EAGLE şemalarını bir *SPICE* simülatörüne ve Bej Bag Software'in *B2 Spice* ***(www.beigebag.com) ile dışa aktarabilirsiniz.*** Tam fonksiyon

CAD Yazılımı ve Bilgisayarınızın İşletim Sistemi

Bu bölümde kullanılan OrCAD 16.0 ve Ansoft Designer SV 2 demoware paketleri ve kullanmanız muhtemel diğer CAD ürünlerinin çoğu, Microsoft *Windows altında çalışmak üzere derlenmiştir.* Peki ya Linux *altında veya* Mac'te RF ve elektronik CAD yazılımını çalıştırmak istiyorsanız?

Şanslısın. *EAGLE şematik* ve düzen yazılımı, *Windows, Linux* ve Macintosh için yerel sürümlerde mevcuttur. GPLed EDA uygulama paketi, *gEDA,* öncelikle *Linux üzerinde geliştirilmiştir, ancak* genel olarak POS/X uyumlu sistemler altında çalışması veya en azından taşınabilir olması amaçlanmıştır. GPLed şematik ve düzen editörü *Kicad, yerel* olarak *Windows* ve *Linux altında çalışır* ve *FreeBSD* ve *Solaris altında test edilmiştir.* Ayrıca, *Wine* çeviri **katmanında yapılan büyük adımlar (www.winehq. com/)** *Windows için yazılmış birçok uygulamanın Linux* ve Macintosh dahil olmak üzere Wine tarafından desteklenen işletim sistemleri altında iyi çalışmasına izin verir.

MicroSim *DesignLab 8 (bu* bölümde açıklanan tüm SPİCE örneklerini çalıştırabilen OrCAD 16'nın yaygın olarak dağıtılmış bir öncüsü) ve Ansoft *Serenade SV 8.5* (Ansoft *Designer SV 2'nin öncüsü) Linux altında Wine'da* az sayıda eser ve beklenen şematik yakalama ve simülasyon yetenekleri bozulmadan çalıştırılabilir. *OrCAD 16 yüklemelerinde imleç kullanımı Wine altında* yeterince kolay, ancak imleç işleme, şematik düzenleyicisinde, en azından denenen bilgisayarlarda, şimdilik Wine altında kullanımını engelliyor gibi görünüyor. *Ansoft Designer SV 2 yüklenir* ancak düzgün şekilde başlatılmaz.

Bununla birlikte, özellikle *Wine ve* CAD uygulamaları güçlenmeye ve olgunlaşmaya devam ederken, en sevdiğiniz *Windows* tabanlı uygulamaları *Wine altında çalıştırmak denemeye* değer. XP gibi Windows'un sonraki sürümlerinden birini çalıştıran ve simülasyonu çalıştırmaya adayan ucuz bir kullanılmış bilgisayar satın almayı da düşünebilirsiniz.

Ücretsiz şematik ve PCB düzeni uygulaması - *Kicad ve* EDA suite *gEDA* bize açık kaynak topluluğundan geliyor.

Windows ile birlikte gelen Paint gibi bilgisayarınızın işletim sistemiyle birlikte verilen temel çizim yardımcı programı, sınırlı bir kendin yap şematik yakalama aracı olarak da kullanılabilir. ARRL ayrıca sınırlı sayıda şematik sembol kümesi sağlar.

PowerPoint ile Hands-On Radio web sayfasında kullanılabilir, **www.arrl.org/hands-onradio.** Favori grafik şematik dosyalardan kesilen bileşenleri kesmek, kopyalamak, taşımak ve yapıştırmak ve grafiksel çizgiler olarak yeni bağlantılar eklemek, şematiğin bir resmini oluşturmak için yeterlidir, ancak gerçek bir şematik yakalama aracının altında yatan araçlardan veya olanaklardan herhangi biri olmadan.

6.2 Simülasyon Temelleri

Bu bölüm, çeşitli önemli devre simülasyon kavramlarını ele alan notlar ve resimlerden oluşan bir koleksiyondur. Bu bölümde, geleneksel *SP İ CE notasyonu* ve kelime bilgisi, özellikle farklı olarak belirtilmedikçe kullanılır. Tüm simülasyon araçları, özelliklerini etiketlemek ve açıklamak için tam olarak aynı kelimeleri ve cümleleri kullanmaz. Şüpheniz olduğunda, yazılımın kullanım kılavuzuna veya HELP sistemine bakın. SPICE tabanlı simülatörlerin kullanımıyla ilgili bir dizi mükemmel ders kitabı vardır Yaygın olarak kullanılan simülasyon araçları neredeyse her zaman, hepsi de bir zamanlar yeni başlayanlar olan çevrimiçi kullanıcı topluluklarına sahiptir. Bu gruplardan birine katılmak şiddetle tavsiye edilir.

Simülasyon aracı kullanıcıları grupları sık sık bir öğretici kütüphanesi, Sıkça Sorulan Sorular (SSS), aksesuar programları ve yardımcı programları, hatta modeller ve karmaşık devre modelleri geliştirir ve sürdürür. Soru sormadan önce, aranabilir mesaj arşivleri gibi mevcut kaynaklara başvurarak, Soru daha önce cevaplandı - genellikle var! Diğer kullanıcılar tüm gruba sormadan önce çalışkanlığınızı takdir edeceklerdir.

6.2.1 *SPICE* - Tarih

SPICE - İntegrated-Circuit Vurgulu Simülasyon Programı - Berkeley'deki California Üniversitesi Elektrik Mühendisliği ve Bilgisayar Bilimleri Bölümü'nden kaynaklanmaktadır ve ilk olarak SPICE olarak mevcut adı altında ortaya çıkmıştır*!* 1972'de. *"SPICE",* resmi *SPICE* ana sayfasının geliştiricilerini **http ://bwrcs.eecs adresine yazın. berkeley.edu/Classes/IcBook/SPICE "doğrusal olmayan** de, doğrusal olmayan geçici ve doğrusal ac analizleri için genel amaçlı bir devre simülasyon programıdır. Devreler dirençler, kapasitörler, indüktörler, karşılıklı indüktörler, bağımsız voltaj ve akım kaynakları, dört tip bağımlı kaynak, kayıpsız ve kayıplı iletim hatları içerebilir (iki ayrı uygulama - Tions), anahtarlar, düzgün dağıtılmış RC hatları ve en yaygın beş yarı iletken cihaz: diyotlar, BJT'ler, JFET'ler, MESFET'ler ve MOSFET'ler. "

SPİCE'nin'genel amaçlı "olması, kullanışlılığının odaklanmadığı anlamına gelmez, bunun yerine kapsamlı bir gücün devre simülasyonu dayanak noktası olarak iyi kurulmuş olduğu anlamına gelir. Geniş, derin bir *SPİCE* topluluğu, endüstriyel, akademik ve hobi kullanıcıları tarafından onlarca yıllık günlük kullanımı, bakımı ve geliştirilmesinin bir sonucu olarak var olmaktadır. *SPİCE'nin birçok mükemmel ticari versiyonu,* özellikle elektronik, güç ve RF tasarımının alt disiplinlerinde beygir kullanımı için geliştirilebilecek versiyonları vardır.

6.2.2 Sözleşmeler

ÖLÇEK

FAKTÖRLER

SPİCE'nin birim eklerini kullanması - SPİCE-speak'te *ölçek faktörleri* - bizim

Genellikle elektrik şemalarında görmeye alışkındırlar ve tam sayı ve ondalık kayan nokta sayıları kullanarak değerleri sayısal olarak belirtmek için birden fazla seçeneğimiz vardır. *SPİCE'de bulunan ölçek faktörleri* şunlardır:

- F (femto) - lE-15
- G (giga) - 1E9
- K (kilo) -1E3
- M (milli) - lE-3
- MEG (mega) - 1E6
- MIL (0.001 inç) - 25.4E-6 metre
- N (nano) - lE-9
- P (pico) - lE-12
- T (tera) - 1El2
- U (mikro) - lE-6

Bir direncin değerinin **İM olarak belirlenmesi,** *SPİCE'nin 1* miliohm (0.001 92) değerini atamasına neden olur. Bu muhtemelen beklenenden çok farklı bir sonuç yaratacaktır! lMEGorl000K olarak SpecifyingthevalueofRl doğru alternatifler olacaktır. *SPICE ölçek* faktörleri büyük/küçük harf duyarsızdır. Devre simülasyonunu kullanmaya tamamen aşina olana kadar, bileşen ve parametre değerlerini iki kez kontrol etmek için zaman ayırın. İt, hatalı bileşen değerlerinden kaynaklanan hataları izlemek için size çok zaman kazandıracaktır.

SPİCE'nin birim boyutlarını ohm, farad, henry vb. - bileşen adı bağlamından üstlendiğine dikkat edin; Direnç belirlerken, ohm belirtmemiz gerekmez. Ölçek faktörleri için sayıları ayrıştırırken, *SPICE* yalnızca bildiği ölçek faktörlerini algılar ve bir tane bulduktan sonra, takip eden ek harfleri yok sayar. Bu, şemalarımızı değerlere ek karakterler ekleyerek daha okunabilir hale getirmemizi sağlar - mevcut ölçek faktörleriyle ters düşerek SPICE'ı karıştırmadığımız sürece. Bu nedenle, şematik okunabilirlik için sadece "100p" veya "2.2u" -a artı yerine bir kapasitans için "100pF" veya "2.2uF" belirtebiliriz. (Bununla birlikte, azaltılmış okunabilirlik tarafında, *SPICE, bir* değer ile ölçek faktörü arasında boşluk olmamasını gerektirir - programlama

KAYNAKLAR

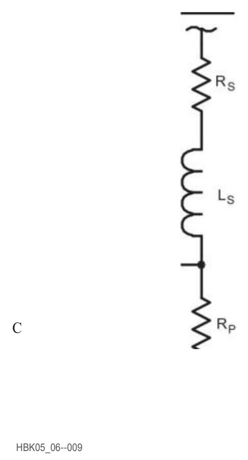
Elektrik **Temelleri** bölümünde tartışıldığı gibi, simülasyon modellerinde kullanılan iki temel kaynak türü vardır - voltaj kaynakları ve akım kaynakları. Kaynaklar, değişmeyen atanmış bir değer veya özellik ile bağımsız olabilir veya başka bir devre değerine bağlı bir değer veya özellik ile bağımlı olabilir. Bağımsız bir kaynağa örnek olarak sabit voltajlı güç kaynağı (de) veya sinüzoidal sinyal kaynağı (ac) verilebilir. Bağımlı bir kaynağın bir örneği, ~ İg değerine sahip bir bipolar transistör modelinin toplayıcı akım kaynağıdır.

BILEŞEN MODELLER

Tüm *gerçek indüktörler*, kapasitörler ve dirençler - her türden tüm gerçek bileşenler - birçok yönden ideal değildir. Yeni başlayanlar için, bir kapasitör için Şekil 6.2 modelleri olarak, her gerçek *L* de bazı *C ve* bazı *R sergiler;* Her gerçek C, bazı *L* ve *R; Her* gerçek *R,* bazı *L* ve C. Bu istenmeyen nitelikler, bazen sadece amplifikatör olarak hareket etmek istediğimiz devrelerde meydana gelen parazitik salınımlar gibi parazitik olarak adlandırılabilir. **RF Teknikleri** bölümü, çeşitli bileşenler için parazitleri tartışır .

30 MHz'in altında çalışan birçok jambon yapımı devreyi simüle etmek için, bileşen parazitik R, L ve C'nin etkileri, rehberlik veya deneyim aksini göstermedikçe genellikle göz ardı edilebilir. Bununla birlikte, İn osilatör ve filtre devreleri ve modellenmiş aktif cihazlar ve bir devrenin çalışma sıklığı arttıkça, parazitik L, C ve R'yi hesaba katmamak, gerçek *dünyada şaşırtıcı performans eksikliklerine ve* simüle edilmiş performansa neden olabilir. Osilatör faz gürültüsünü ve amplifikatör faz kaymasını ve modem, faz hatasına duyarlı veri iletişim modları üzerindeki etkilerini doğru bir şekilde simüle edecek kadar gerçekçi olan aktif cihaz modellemesinde, cihaz eşdeğeri modeller *doğrusal olmayan parazitik* - indüktansları ve kapasitansları da içermelidir - Ls ve Cs, ilişkili voltajları ve akımları değiştikçe değişir.

Uygun bir modelin devresinin ne olması gerektiğini bulmak bir şeydir; Bir devre - simülatöründe uygulama için Rs, Ls ve R için gerçek dünya değerlerini ölçmek ve/veya orrealistik olarak hesaplamak önemli bir zorluktur. Nasıl ve ne derece bu parazitik karakter-



Şekil 6.2 - VHF ve üstü gelişmiş gerçekçilik amaçlayan bir kapasitör modeli.
R, kondansatör paketinin net seri direncini modeller; Ls, yapının net eşdeğer indüktansı. R, kapasitans ile paralel olarak, kendi kendine deşarj ile sonuçlanan sızıntı etkisini modeller.

İstikler, bir bileşenin elektriksel davranışının idealden farklı olmasına neden olabilir, onu içeren devredeki rolüne ve devrenin çalıştığı frekansa bağlıdır.

Manyetik çekirdek indüktörleri içeren güç devrelerini simüle etmede gerçekçiliği hedefleyen tasarımcılar, tüm gerçek manyetik çekirdeklerin doğrusal olmadığı ek zorluklarla karşı karşıyadır. Mıknatıslanmalarına karşı manyetik alan kuvveti *(B-H)* özellikleri histerezis sergiler. Aşırı yüklendiklerinde doyabilirler (yani, artan mıknatıslanma ile orantılı olarak manyetik alan güçlerini arttıramazlar). - Doygunluktan kısa, manyetik çekirdeklerin geçirgenliği değişir, bu nedenle onları içeren bobinlerin indüktansını, sargılarından de akışı ile değiştirir. Bu etkiler genellikle jambon yapımı düşük güç devrelerinin modellenmesinde ihmal edilebilir olarak kabul edilebilir.

Aktif cihaz çalışması küçük sinyalden hareket ettikçe - bir devre tarafından ele alınan sinyallerin aktif cihazlarının de önyargı noktalarını önemli ölçüde değiştirmediği - büyük sinyallere - uygulanan sinyallerin aktif cihazı de önyargı ve kazancı önemli ölçüde değiştirdiği - *cihazın kendi kendini ısıtması gerçeği* cihaz modeline dahil edilmelidir. Örnekler: Bir osilatörde genlik stabilizasyonu meydana geldiğinde veya voltaj veya akım sınırlaması veya doygunluğunun bir sonucu olarak bir amplifikatörde kazanç azalması meydana geldiğinde.

Üreticiler genellikle cihazları için ayrıntılı modeller sunarken, modellerin bir simülasyonda gerçek bir bileşenin gerçek bir devrede davranacağı gibi davranacağını varsaymaktan kaçının. *Kesinlikle simüle bir cihaz tarafından sergilenen her istenen davranış açıkça modele,* matematiksel öğeye matematiksel öğeye göre inşa edilmelidir. Simüle edilmiş bir cihaz, gerçek dünyadaki davranışları yalnızca programlandığı ve yapılandırıldığı ölçüde güvenilir bir şekilde simüle edebilir. Önemsiz kutunuzdan 1N4148 bir diyot, ac'ye uygulandığında, sinyalin polaritesine ve seviyesine bakılmaksızın tam olarak ne yapılacağını "bilir". Gerçek diyotun ileri ve geri taraflı davranışını matematiksel olarak modellemek, neredeyse iki farklı cihazı modellemek gibidir. Bu modlar arasındaki yumuşak geçişi gerçekçi bir şekilde modellemek, özellikle de artan sıklıkta, başka bir zorluktur.

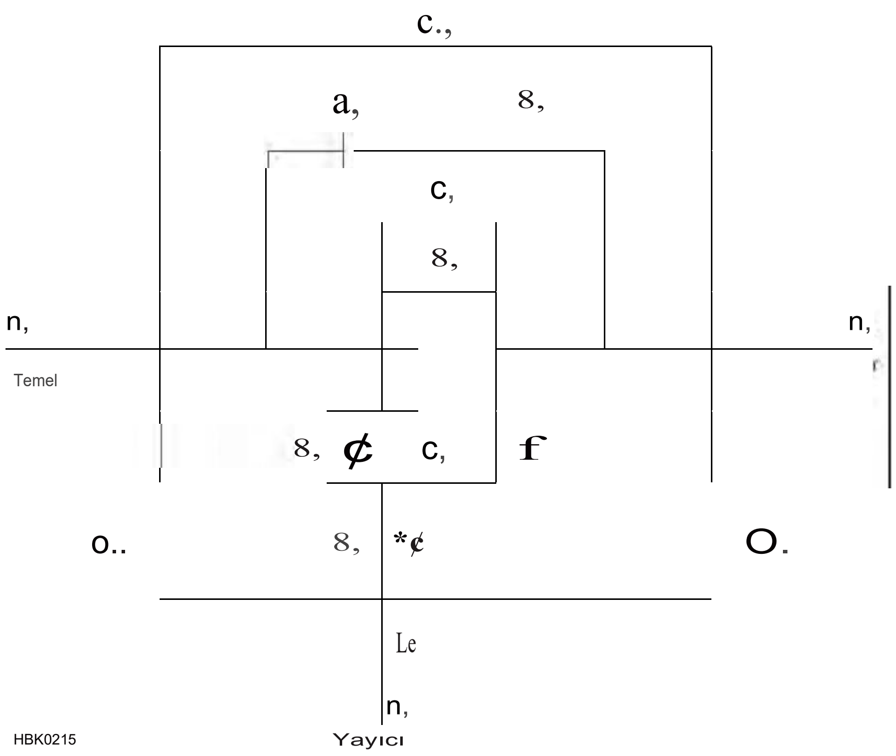
Matematiksel transistör modellemesi, - özellikle giderek artan yüksek frekanslarda önemli güç kullanması gereken cihazlar için inanılmaz derecede karmaşıktır ve özellikle bu tür cihazlar, bit hata oranlarını düşük tutmak için uygulanan sinyalin bileşenleri arasındaki faz ilişkilerinin sürdürülmesi gereken dijital iletişim uygulamalarında kullanılır. Doğrusal olmayan reaktansların etkisi - örneğin, uygulanan sinyal seviyesine göre değişen cihaz kapasiteleri - devre simülasyonu osilatör fazı gürültüsünü doğru bir şekilde tahmin etmek ve

AM-PM dönüşümü olarak bilinen ve sinyal genliğindeki değişikliklerin sinyal fazında kaymalara neden olduğu büyük sinyal fenomeninin etkileri. İn etkisi, cihaz davranışının farklı yönleri çok farklı modeller gerektirir - örneğin, bir de modeli, küçük bir sinyal ac modeli ve büyük bir sinyal ac modeli. *SPİCE'nin bipolar-kavşak-transistör* (BJT) modelinden, *SPİCE web* sayfalarından "SPİCE'deki bipolar kavşak transistör modeli, **RF Teknikleri bölümünde tanıtılan Gummel ve Poon'un integral yük kontrol modelinin bir uyarlamasıdır**. Bu değiştirilmiş Gummel-Poon modeli, orijinal modeli yüksek önyargı seviyelerinde çeşitli efektler içerecek şekilde genişletir. Model, belirli parametreler belirtilmediğinde otomatik olarak daha basit Ebers-Moll modeline basitleştirilir .

Cihaz modeli karmaşıklığının bir örneği olarak, **Şekil 6.3,** 1990'ların sonlarında ARRL tarafından yayınlanan doğrusal bir devre simülatörü olan ARRL Radio Designer'dan bir şematik olarak BİP doğrusal bipolar kavşak transistör modelini göstermektedir. Bu model ses ve nispeten düşük radyo frekanslarında iyi çalıştı. Model, üst HF ve daha yüksek frekans aralıklarında doğru sonuçlar için daha da karmaşık olmalıdır.

Özellikle MOSFET ve MESFET cihaz modellemesi ve genel olarak büyük sinyal cihazı modellemesi alanında (mikrodalga - frekanslarında kullanım için RF entegre devrelerin [RFİCs] tasarımcıları için kritik öneme sahiptir), SPICE *ve* RF akıcı *olmayan SPICE simülatörleri* aktif cihaz modellerini içerir ev deneyleri kullanmak olası değildir. Uygulamanız için hangi model sürümünün uygun olduğuna karar vermede yardımcı olmak, simülasyon aracınızın kullanıcı grubuna katılmak için başka bir seçenektir.

Çoğu, 2N3819, J310 ve MPF102 gibi FET'ler için SPİCE'nin JFET modelini ve 2N3904 gibi bipolar transistörler için SPİCE'nin BJT modelini kullanmaktan daha fazla cihaz modellemesinin arkanitelerine gitmeyecek (ve ihtiyaç duymayacak). OrCAD *16* ön yapılandırma içerir



Şekil 6.3 - ARRL *Radio Designer'dan doğrusal BJT modeli, BIP,* 1990'ların sonlarında ARRL tarafından yayınlanan ve şu anda durdurulan bir devre simülasyon ürünü.

Ured 1N914, 1N4148, 2N2222, 2N2907A, 2N3819, 2N3904 ve diğerleri arasında 2N3906 cihazlar ve bunlar birçok ham radyo simülasyon oturumu için yeterli olacaktır. Bu modellerin sınırlamalarını ve tuhaflıklarını asmak, yıllarca süren modelleme araştırmaları için yeterince zorluk sağlayabilir.

Diğer cihazlar, özellikle RF cihazları ve transformatörler gibi özel bileşenler için parametreler almak için, İnternet'i genel olarak ve cihaz üreticisi web sitelerinde aramalıyız.

Özellikle ihtiyacımız olan verileri bulmak için. **Tablo 6.2'de listelenen üretici siteleri** sizi başlatacaktır. Simülasyon *ve SPİCE* modellerinin kullanımı çok yaygın olduğundan, üreticiler bu modelleri rutin olarak ücretsiz olarak sunarlar. Onları bulmak için her zamanki yer, cihazın çevrimiçi veri sayfası aracılığıyla bir köprü aracılığıyla veya üreticinin web sitesinde özel bir model kütüphanesinde - modelleri bulamazsanız, sitenin arama işlevine "modeller" girin.

Tablo 6.2
Aygıt parametresi kaynakları

Kaynak	*Adres*	*Kaynak*
Cadence tasarım sistemleri	**www.cadence.comlproductstlorcadlpagesl downloads.aspx # cd**	OrCAO hazır üretici kütüphaneleri Tedarik edilen cihaz modelleri
California Doğu Laboratuvarları Duncan'ın Amp Sayfaları İnfineon Fairchild yarı iletken ulusal yarı iletken Ve Teksas İnstruments	http://www.duncanamps .com1spice.html/http:// www.infineon.com/http: //www.fairchildsemi.co m/	Veri ve modeller NEC RF transistörleri Vakum tüpleri için SPICE modelleri Siemens cihazları için veriler ve modeller Cihaz verileri ve *SPICE* modelleri National ve Texas İnstruments amfileri için veri ve SPICE modelleri
NXP Freescale	http://www.nxp.com1m odelslindex.html/	Philips cihazları için veriler ve modeller Freescale için veriler ve modeller (daha önce Motorola) cihazlar
Yarı iletken üzerinde	www.onsemi.com	
On Semiconductor (daha önce Motorola) cihazları için veriler ve modeller		

Herhangi bir cihaz için modeller *genellikle cihazın veri sayfasının çevrimiçi sürümündeki bir bağlantı aracılığıyla kullanılabilir. İnternet, cihazın parça numarasını arar ve "model" genellikle de çalışır.*

```
      2N2222
      NPN
 İS   14.340000E-15
 BF  255.9
 NF    1
VAF   74.03
IKF      .2847
ISE   14.340000E-15
 NE    1.307
 BR    6.092
 NR    1
 RB   10
 RC    1
CJE   22.010000E-12
MJE      . 377
CJC    7.306000E-12
MJC      .3416
 TF  411.
XTF    3
VTF    1.7
ITF      . 6
 TR   46.910000E-09
XTB    1.5
 CN    2.42
  D      .87

.model Q2N2222 npn (İS = 2.48E-13 VAF = 73.9 BF = 400 IKF = 0.1962 NE = 1.2069
+ ISE = 3.696E-14 IKR = 0.02 ISC = 5.00E-09 NC = 2 NR = 1 BR =  5 RC = 0.3
CJC = 7.00E-12
+ FC = 0.5 MJC = 0.5 VJC = 0.5 CJE = 1.80E-11 MJE = 0.5 VJE = 1 TF = 4.00E-10
+ ITF = 2 VTF = 10 XTF = 10  RE = 0.4 TR = 4.00E-08)
```

Şekil 6.4 - Bir **2N2222A transistörünün Gummel-Poon modeli ve genellikle mevcut model dosyalarında görülen yoğunlaştırılmış form için belirtilen parametrelerin bir listesi.**

Tipik bir *SPICE* modeli **Şekil 6.4'te gösterilmiştir.** Bu özel model tanıdık 2N2222A NPN bipolar transistör içindir. Dikey listedeki her parametre (İS, BF, NF ve benzeri), *SPICE* simülasyon programları tarafından kullanılan jenerik transistör için Gummel-Poon modelinin bir elemanıdır. Tipik olarak, model, çizgi başına birkaç parametre ile şeklin altındaki sıkıştırılmış formda düz ASCİİ metni olarak sağlanır. Açılış ve kapanış parantezleri arasındaki her parametre, temel alınan modun bazı öğelerini tanımlar. (SPICE modellerinin sözdizimi hakkında ayrıntılı bilgi için bu bölümün sonunda listelenen SPİCE referanslarına bakın.)

NETLIST'LER

Netlist, bir devrenin bileşenlerini adlandıran, elektriksel özelliklerini belirten **ve aralarındaki** elektrik bağlantılarını metin biçiminde eşleyen özel bir tablodur. Benzersiz şekilde numaralandırılmış düğümler *veya ağlar* - **aslında**, simüle edilmiş devredeki bağlantıların her biri için özellikler - bileşenler arasında ara bağlantı görevi görür ve her bileşen bir veya daha fazla netlist satırı içeren bir ifade ile tanımlanır.

Netlist, bilinen tüm simülatörler için orijinal devre yakalama aracı olarak hizmet etti. *SPICE dahil yazar;* Bugün hayal ettiğimiz şematik yakalama, grafik sembolleri kullanarak daha sonra geldi. *Ayrıca, SPİCE'nin pregrafik* - mirasını yansıtan, bugüne kadar bir SPİCEnetlistmay'ın uzun süredir *SPİCE* kullanıcıları tarafından "Hollerith delikli kartların destesi'gibi bir SPİCE destesi olarak adlandırılması gerçeğidir. *İnSPİCE'nin* ilk günleri, devre tanımları ve simülasyon talimatları (bir dönemle başlayan netlist ifadeleri) yaygın olarak delikli kağıt kart formunda simülasyon motoruna iletildi. Netlistler, günümüzde metin dosyaları olmasına rağmen, çoğu simülatöre devre topolojisi ve simülasyon talimatlarını iletme aracıdır.

Karşılaşacağınız modeller ve netlistlerde, birden fazla satıra yayılması gereken ifadeler, netlist ayrıştırıcısına satır aralarında onlara katılmasını söylemek için devam karakterleri (+) içerir. Yıldız işareti (*) veya diğer alfasayısal olmayan karakterler, simülatör tarafından göz ardı edilecek yorumları-bilgi-insan çizgilerini belirtir.

SUBCIRCUITS

Şekil 6.5, VHF ve UHF'de kullanılan cihazlar için tipik olan daha doğru cihaz modellemesinde yer alan ayrıntı seviyesini göstermektedir. Cihaz bir California Eastern Labs NE46134, toplayıcıda geniş bant doğrusal amplifikatör olarak hizmet etmeyi amaçlayan bir yüzey montaj BJT'dir. 100 mA'a kadar kiralar ve 12,5 V'a kadar kolektör voltajları

Bu üretici, NE46134 için bir model sağladı ve paketlenmemiş bir cihaz çipini (NE46100, şekilde Ql olarak gösterilen) bir *alt devre içine yerleştirdi. (Aşağıdaki* bilgilerin bir alt devreyi tanımladığını gösteren, modelin yorum yapılmayan ilk satırındaki .SUBCKT etiketine dikkat edin.) Alt devre Ql artı CCBpkg gibi transistör paketinin katkıda bulunduğu parazitik reaktansları içerir - bir toplayıcı-baz paket kapasitansı. Çip uçlarının kendileri iletim - hatları, TB ve TE olarak modellenmiştir.

Parazitik reaktansları temsil eden alt devrenin tüm bileşen değerlerini tanımlayan çizgilerin ardından, .MODEL NE46100 NPN hattından başlayarak NE46100 transistör modeli sağlanır. Bu bilgi, yukarıdaki alt devre modelinde atıfta bulunulduğunda Q 1'i tanımlamak için kullanılacaktır.

Genel model daha sonra harici devreye, bir baz, yayıcı ve toplayıcı ile normal bir üç terminal transistör gibi görünür. Bu moda iç içe geçmiş alt devreler, tasarımcı tarafından bileşen olarak kullanılabilecek keyfi olarak karmaşık modeller oluşturmak için kullanılabilir.

Şekil 6.6A ve 6.6B tipik bir RF devresinin şemasını gösterir - 7 MHz çift ayarlı filtre. Şekil 6.6A, devreyle ilgili bir dergi veya kitap makalesinde göreceğiniz olağan tasvirdir. İt, - ayarlanabilir bir filtrenin olağan sembollerine ve değişken kapasitörlerine sahiptir. Şekil 6.6B, *OrCAD Capture CIS* aracı tarafından şematik olarak yakalandıktan sonra devreyi göstermektedir. Bir ac voltaj kaynağı, Vl, 50 © sinyal kaynağı empedansı oluşturmak için girişe 50 Q serisi direnç, Rl ile yerleştirilir. ThetransformersTXl ve TX2 aslında birincil ve ikincil indüktanslardan oluşan alt devreler ve kayıp direncini simüle eden 0.22 9 dirençli bir bağlantı elemanı içerir. Paralel sabit ve değişken kapasitörler tek sabit değerli kapasitörler halinde birleştirilir. 50 ©2 yük, R2, çıkışa eklenmiştir. Zemin sembolleri artık sıfır voltajı belirtmek için yakınlarda bir 0'a sahiptir .

TİME ADIM

Simülatörler *ayrık zaman cihazlarıdır - devre* boyunca hesaplamalar yapılır ve sonuçlar elde edilir, daha sonra zaman sabit bir miktar (zaman *adımı) ile değiştirilir* ve hesaplamalar tekrar çalıştırılır. Zaman adımının boyutu, simülatör tarafından otomatik olarak seçilebilir - (varsayılan bir ayara veya devre bileşeni değerlerinin bazı değerlendirmelerine dayanan genellikle makul bir değer) veya kullanıcı tarafından belirli değerlere ayarlanabilir.

Çok küçük zaman adımlarının kullanılması düzgün görünümlü bir çıktı ve geniş frekans aralıkları sağlarken, simülasyonun daha yavaş çalışmasını sağlar (bilgisayarlar daha hızlı hale geldikçe daha az sorun) ve çıktı veri dosyalarını biraz daha büyük hale getirir (sabit diskler olarak daha az sorun)

```
                         *FILENAME:          NE46134.CIR
                         *   'dan
                         * NEC PARÇA NUMARASI: NE46134
                         * SON MODİFİED: 11/97
                         * BIAS CONDITIONS: Vce = 5V, 12.5V, İc = 50mA  to 100mA
*FREQ ARALIĞI:           0. 2'ye 1GHz. 5GHz

                                              CCBpkg
                                        - -------1 1-------- -
                                         İ CCB İ
                                   .----- BEN   TOPLAYICI
                         *BASE        BEN       BEN       BEN BEN
                                     Tb [       İ/-----o-o----------- -o
                         *             -o-LB---o-- IQ1 İ   1
                         o-------------  BEN       ı   \       BEN
                         1            BEN     CCE
                                                              --CCEpkg
                                         CBEpkg E o---LE
                                                              |
                                        -----------0--------------'  BEN

                                                  İ İ Te
                                                  BEN BEN

                                                  ey EMİTTER

                         *        C       0.0  pF        LB     1.2nH          Tb/Te:
                         *        C       0.5 pF         LE     1.2nH        z =  60  Ohms
                         *        CCBpkg   0.                                  1=50  mils
                         *        CCEpkg   0.                                  a =  0.0001
                         *        CBEpkg  0.01pF                               f =  0.9GHz
                         *
                         *                   c  b  e
                         .SUBCKT  NE46134/CEL 2 1 3
                         Q  2 6 7 NE46100
                         C   6 2  0.03E-12
                         C   2 7  0.5E-12
                         L   4 6  1.2E-9
                         L   7 5  1.2E-9
                         T  1 0 4 0  Z0 =  TD = 9.
                         T  5 0 3 0  Z0 =  TD = 9.
                         CCBPKG  4 2  0.18E-12
                         CCEPKG  2 5  0.18E-12
                         CBEPKG  4 5  0.01E-12
                         .MODEL  NE46100   NPN
                         +(İS =  8.7e-16   BF =  185.0       NF =  0.959     VAF =  30.0       IKF =  0.20
                         +     ISE =          NE =           BR =  5.0    NR = 1.  0            VAR =  12.4
                         + IKR = 0.        ISC =             NC =  1.95      RE =  0.630    RB =  6.0
                         +  RBM =          IRB =  0.004      RC =  3.0       CJE =  4.9e-12    VJE =  0.60
                         + MJE =           CJc =             VJC =  0.830    MJC =  0.330      XCJC =
                         +  CJs =          VJS =  0.750      MJS =  0.0   FC =  0.50           TF =
                         + XTF =           VTF =  19.9       ITF =  0.40  PTF =  0.0           TR =
                         + EG = 1 .       XTB = 0.           XTİ =  3.0   KF =  0.0         AF =  1.0  )
                         .ENDS
                         *$
```

Şekil 6.5 - NE46134 doğrusal genişbant transistörün Kaliforniya Doğu Laboratuvarları modeli. Transistör modeli, NE46100 transistöre (Q1) bağlı birkaç parazitik bileşenden oluşan bir alt devre olarak inşa edilmiştir.

daha büyük). Bugünün bilgisayarları, önceki dönemin ana bilgisayarlarını durduracak simülasyonların kısa çalışmasını yaparken, eldeki iş için ihtiyaç duyduğunuzdan çok daha fazla veri üretmeye gerek yoktur.

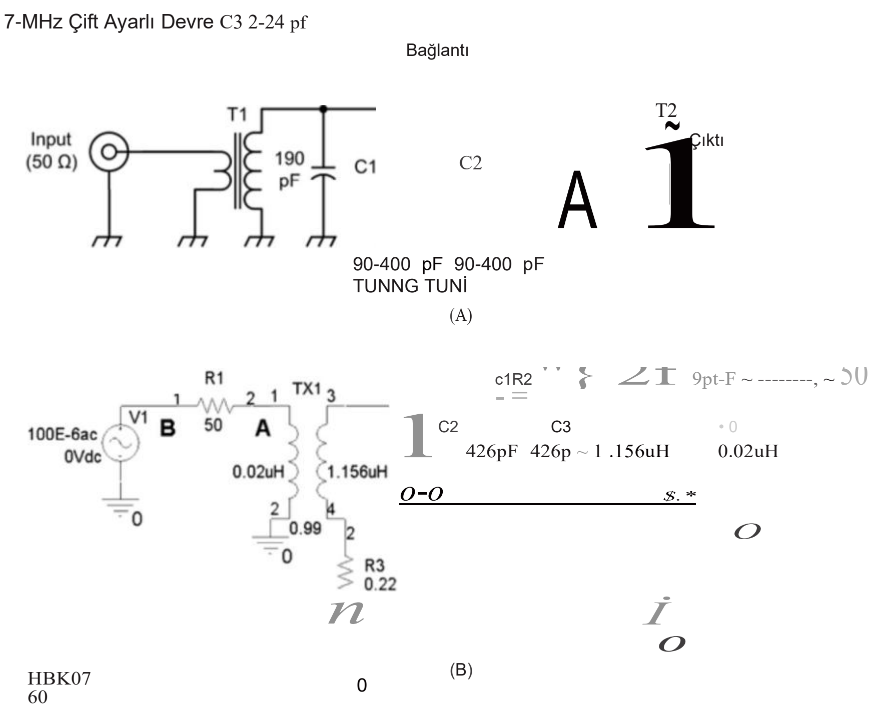
Eğer zaman adımını, ilgilendiğiniz en yüksek frekansın karşılıklılığından en az 10 kat daha küçük olarak ayarlarsanız, bu güzel bir denge kuracaktır. Örneğin, bir ses devresini simüle ederken, 100 kHz'e kadar sinyallerle ilgilenebilirsiniz, bu nedenle iyi bir zaman adımı boyutu 1/to of1/too kHz veya yaklaşık **1** µs olacaktır. Benzer şekilde, devrenin olması gerekiyorsa **10** MHz'e kadar çalışır, zaman adımı **10 n'den küçük olmamalıdır.** Simülasyon yazılım kılavuzunuz da söz konusu paket için yönergelere sahip olacaktır.

6.2.3 Simülasyon Türleri

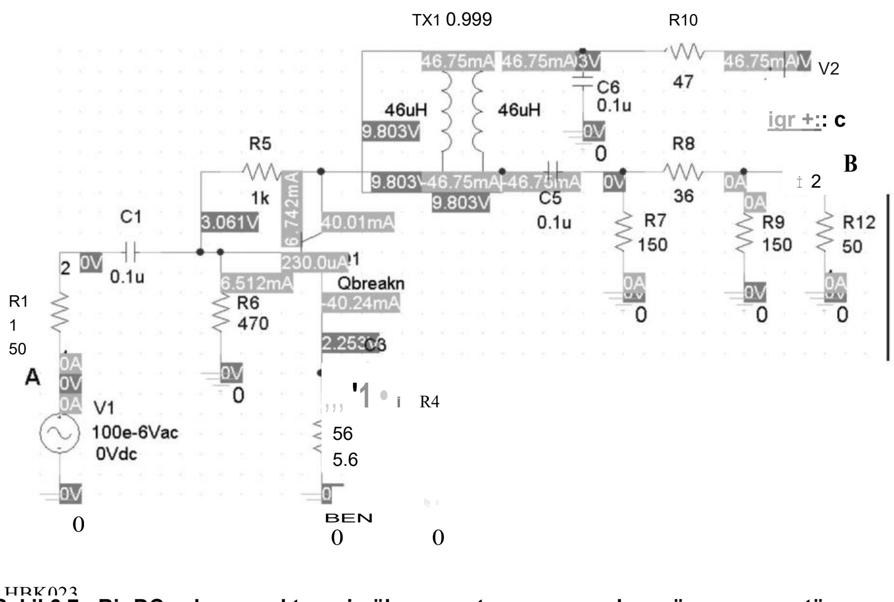
Devre şematik yakalama yoluyla simülatöre girildikten ve tüm hata kontrolleri tamamlandıktan sonra, simülasyon ciddi bir şekilde başlayabilir. Devrenin simüle edilebileceği çeşitli yollar vardır, - yapacağınız çeşitli testlere karşılık gelir. Tezgah üzerinde gerçek bir devrede çalışır. Aşağıdaki paragraflar sadece tanımlardır - bu simülasyonların tam bir açıklaması ve bunların nasıl gerçekleştirileceği için, okuyucu bu bölümün Referanslar bölümüne yönlendirilir ve yazılım sağlayıcısı ve ilgili kullanıcı gruplarının da çok fazla bilgi ve arka plan materyali olacağını hatırlatır.

DC OPERATİ POINT VEYA BIAS POINT

Simülasyonda ilk adım genellikle



Şekil 6.6 - **A, gerçek dünya inşaatçıları için çizilen 7 MHz çift ayarlı bir filtredir. B, tipik olarak inşaat ve hizmet için çizildiği için filtre şemasını gösterir.**



Şekil 6.7 - Bir DC çalışma noktası simülasyonu, tasarımcının devre önyargısının tüm cihazlar için gerçekçi olduğunu ve tüm voltajların ve akımların beklendiği gibi olduğunu doğrulamasını sağlar.

DC Çalışma Noktası veya DC Önyargı Noktası analizi çalıştırın. (Terminolojinin genellikle programdan programa değiştiğini unutmayın.) Bu analizde, simülatör devreye "güç uygular've tüm devre bileşenleri için de voltajları ve akımları hesaplar.

Şekil 6.7, bir amplifikatör devresi için tipik bir DC Çalışma Noktası analizinin sonuçlarını göstermektedir. Etiketler, bu baskı görüntüsünde devre elemanlarını biraz gizler, ancak ortada bir transistör (Qbreakn), sol alt kısımda bir giriş voltaj kaynağı (V 1), Üst sağdaki (V2) güç kaynağı gerilim kaynağı ve devreyi oluşturan çeşitli bileşenler. Daha koyu etiketler 3.061 V (transistör baz voltajı) ve 46 gibi voltajları gösterir. 75 mA (güç kaynağı çıkış akımı). Bilgiler genellikle bir metin dosyası olarak da mevcuttur. Çoğu simülatör, devrede voltaj ve akımın (ac ve/veya de) her zaman ekranda görüntülendiği belirli noktaları işaretlemenize de izin verir.

Özellikle başlangıç ve ara sıra modelleyiciler için, daha ilginç ac dalga formu ve spektrum ekranlarına geçmeden önce de çalışma noktasının tüm devre bileşenleri için beklendiği gibi olduğunu doğrulamak için iyi bir uygulamadır. Sorun gerçekten de çalışma noktasının doğru olmadığı zaman, bir devrenin simüle edilmiş ac performansını gidermek için birçok saat harcandı!

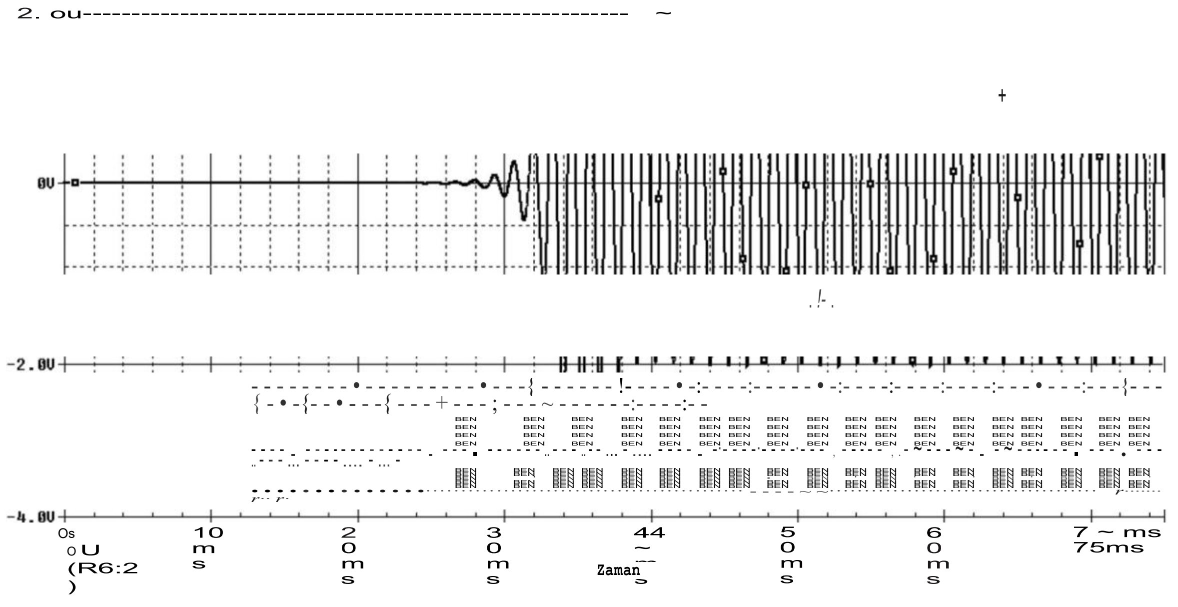
TİME DOMAİN VS FREKANS DOMAİN

Simülatörler iki ana ac simülasyon sonucu sağlayabilir. Zaman alanı çıktısı, bir X-Y ekranında bir veya daha fazla voltaj veya akım, dikey eksende genlik ve yatay eksende zaman ile izler olarak görüntüler. Başka bir deyişle, osiloskop tipi bir ekranı simüle eder. **Şekil 6.8,** salınmaya başlayan bir R-C osilatörünün örnek bir zaman alanı görüntüsünü göstermektedir. Tek iz, osilatörün ac çıkış voltajıdır, bu da salınımın simülasyon başladıktan yaklaşık 30 ms sonra başladığını ve hızlı bir şekilde sabit bir sinüs dalgası çıkışına stabilize olduğunu gösterir.

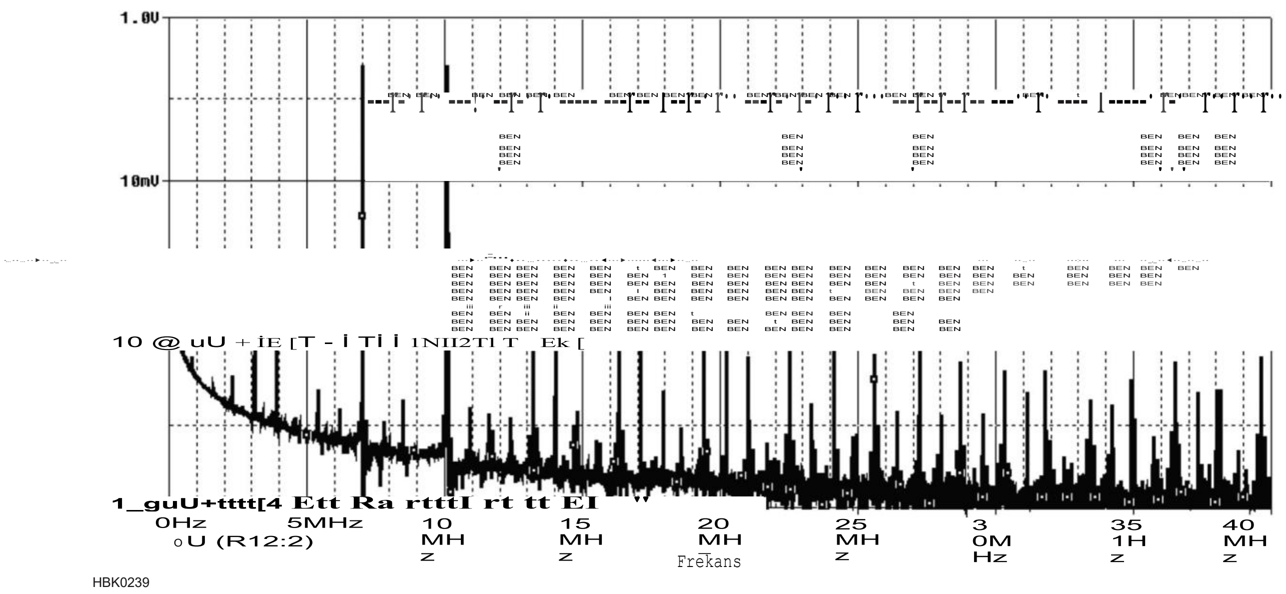
Şekil 6.9, bir spektrum analiz ekranı gibi görünen bir frekans alanı çıkışını göstermektedir. Bu özel simülasyon, Şekil 6'da gösterilen aynı yükselticidir. 7 ile iki giriş sinyali (7 ve 10 MHz'de büyük bileşenler) ve harmonikleri ve intermodülasyon ürünlerini göstermek için logaritmik bir dikey ölçek kullanır. *SPICE tipi simülatörler* önce bir dalga formu oluşturmak için zaman domeni ac analizi yapar, ardından bir frekans domeni çıktısını hesaplamak için Hızlı Fourier Dönüşümü tekniklerini kullanır. Bu teknik, gürültü ve intermodülasyon performansı gibi oldukça hassas frekans alanı simülasyonları elde etmek için genellikle yetersizdir ve yüksek frekanslarda daha doğru sonuçlar verdikleri için RF akışkan olarak adlandırılan harmonik denge simülasyonları gibi alternatiflere yol açmaktadır. (Bu bölümde RF'de RF-Akıcı Simülatörler ve Simülasyon Sınırlamaları bölümlerine bakın.)

TRANSİENT

Geçici simülasyon, devreyi kararlı, bilinen bir duruma getirmeyi ve daha sonra bir çeşit kontrollü rahatsızlık uygulamayı içerir. Rahatsızlığa verilen yanıt daha sonra - hesaplanır ve zaman alanı veya frekans alanı formunda bir süre boyunca görüntülenir. Geçici analize tipik girdiler adımlardır (bir parametre çok hızlı değişir)



Şekil 6.8 - Dikey eksende voltajı ve yatayda zamanı gösteren bir R-C osilatör başlangıcının zaman alan gösterimi. Ekran bir osiloskopunkine çok benziyor.



Şekil 6.9 - **İki tonlu bir testten geçen bir amplifikatörün frekans alanı gösterimi. dB'deki genlik dikey eksende ve frekans yatay eksende gösterilir. Bu ekran bir spektrum analizörüne çok benziyor.**

Bir değerden diğerine), delta darbeleri (bazı sonlu enerjili sonsuz dar darbeler), dikdörtgen darbeler, rampalar ve diğer çeşitli seçilebilir dalga formları.

DC VE AC SÜPÜRÜR

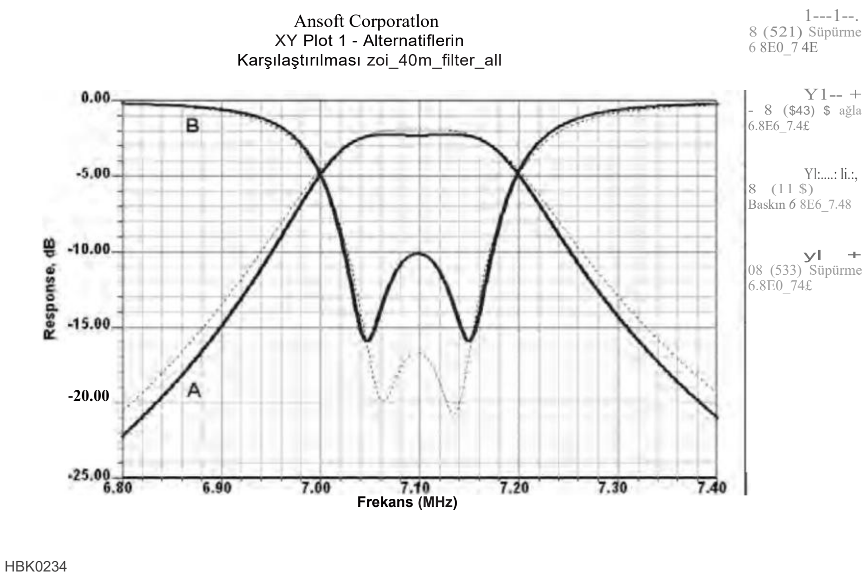
Bir devre çalıştıktan sonra, performansını süpürme adı verilen bir dizi koşul üzerinde karakterize etmek yararlıdır: güç kaynağı voltajı, giriş voltajı, giriş frekansı ve

Böylece. Devrenin farklı ortamlarda nasıl davrandığını görmek için sıcaklık bile süpürülebilir. Bunun, değişen sıcaklığa sahip bileşenlerin davranışlarının bileşen modellerinde hesaba katılmasını gerektirdiğini unutmayın.

Ham radyo devreleri için en yaygın süpürülmüş simülasyonlardan biri, bir amplifikatörün veya filtrenin frekans tepkisini belirlemek için bir frekans taramasıdır. **Şekil 6.10** ekleme kaybını ve iade kaybını gösterir (bkz. **RF Teknikleri** bölümü) Şekil 6.6'daki 7 MHz filtresi için 6.8 ila 7.4 MHz aralığında. **Şekil 6.11, Şekil** 6.7'deki amplifikatörün kazancını, giriş frekansının 100 MHz'e kadar bir aralıkta süpürüldüğünü göstermektedir.

6.2.4 RF-Fluent Simulators

SPICE tabanlı simülatörler, devre simülasyonunun birçok sınıfında harikalar yaratabilir. RF için



Şekil 6.10 - **Şekil 6.6'daki 7 MHz çift ayarlı filtrenin İnsertion kaybı (A) ve dönüş kaybı (B).**

Bununla birlikte, SPICE kullanımının önemli dezavantajları vardır. Yeni başlayanlar için, *SPİCE, fiziksel olarak dağıtılmış* devre elemanlarını gerçekçi bir şekilde modellemediği için RF akıcı değildir - mikro şerit, şerit ve iletim hatlarına dayalı diğer dağıtılmış devre elemanları. Ağ parametreleri (S, *Y, Zand* ve daha fazlası - **RF Teknikleri bölümüne bakın), -** kararlılık faktörü ve grup gecikmesi ile doğrudan çalışamaz. Cilt etkisine atfedilebilen Q bileşenini simüle edemez. İt, osilatör fazı gürültüsü de dahil olmak üzere doğrusal olmayan devrelerde gürültüyü simüle edemez. İt

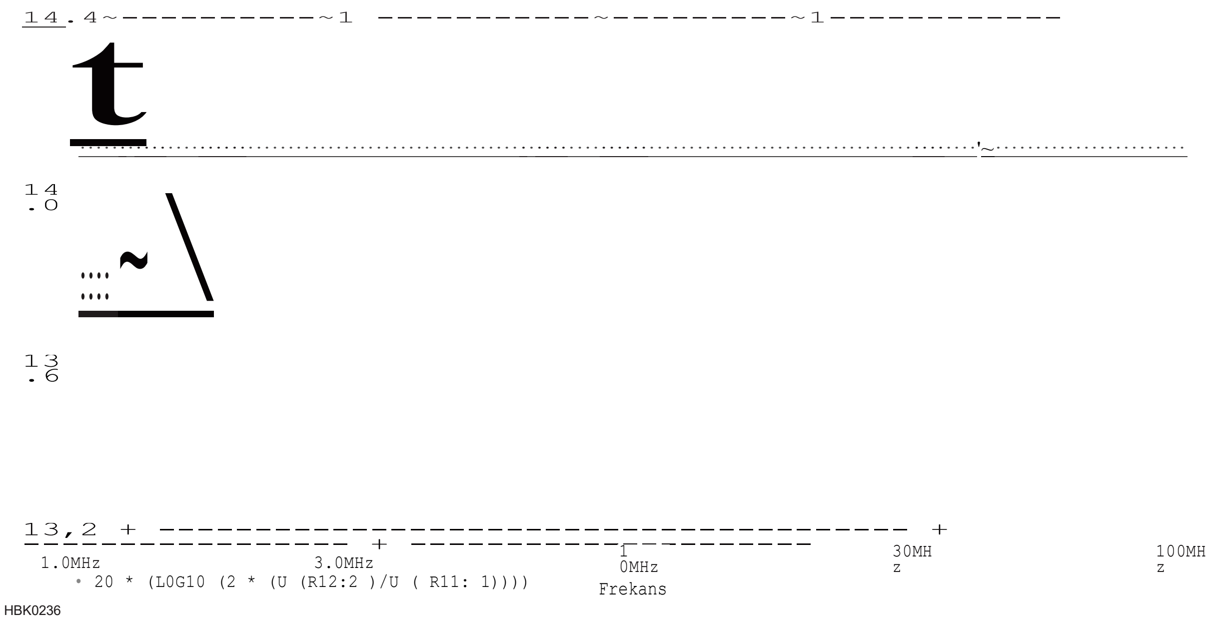
Doğrusal olarak çalışması amaçlanan yüksek dinamik aralıklı devrelerde intermodülasyon ve bozulmayı gerçekçi olarak simüle edemez. Bu aynı zamanda RF karıştırma ve intermodülasyonunu kritik doğrulukla simüle edemediği anlamına gelir.

Ansoft Designer'ın özellik sınırsız sürümü ve rakip RF akıcı simülasyon ürünleri bu şeyleri ve daha mükemmelini yapabilir - ancak bu özelliklerin çoğu, özellikle doğrusal olmayan simülasyonla ilgili olanlar, - öğrenci/demoware sürümlerinde mevcut değildir.

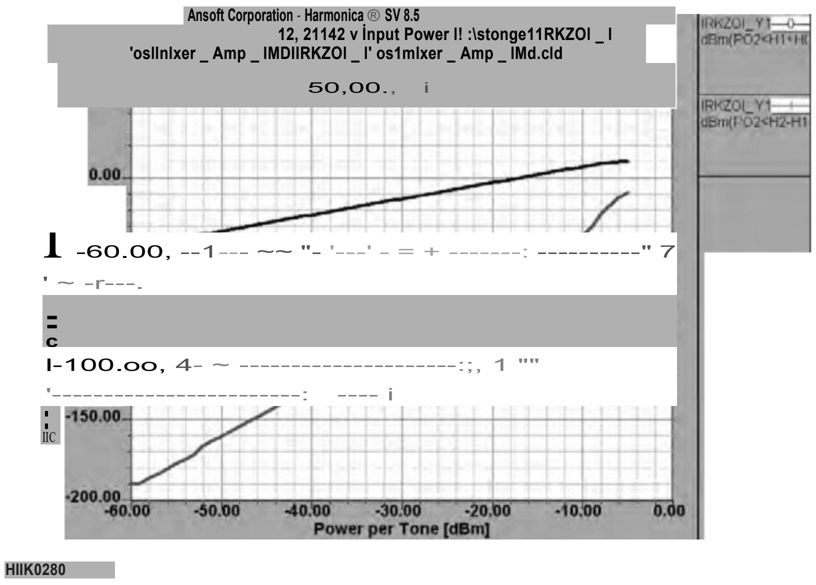
2000'den 2005'e kadar, *Ansoft Designer SV 2,* Ansoft *Serenade SV 8'in ücretsiz demoware öncüsü. 5,* öğrencilere ve deneycilere doğrusal olmayan simülasyon araçlarının sınırlı kullanımını getirdi. *Serenade SV 8.5 ile, bir mikserin* dönüşüm kazancı ve gürültü figürü dahil olmak üzere mikserleri simüle edebilirsiniz. Amplifikatör iki tonlu İMD, Şekil 6.9'daki gibi simüle edilebilir. Optimizasyon sağlandı. Gerçekçi doğrusal olmayan kütüphaneler birkaç Siemens - şimdi İnfineon - bölümü için dahil edildi. Salınacağını umduğunuz bir devrenin *gerçekten salınıp* salınmayacağını doğru bir şekilde tahmin edebilirsiniz ve bunun olacağını varsayarak, çıkış gücünü ve frekansını doğru bir şekilde tahmin edebilirsiniz. Şekil **6.12, 6.13 ve 6.14,** RF akıcı simülasyon yazılımının gücüne bazı örnekler verir, bu durumda, Ansoft (şimdi ANSYS) *Serenade Designer SV 8.5* .

Ansoft'un doğrusal olmayan çözücüsü tarafından kullanılan harmonik denge teknikleri - ve Agilent *Advanced Design System* (ADS) gibi rakip RF akışkan CAD ürünlerinin çekirdeğindeki doğrusal olmayan çözücüler tarafından - kristal osilatörleri LC devrelerine dayanan düşük Q osilatörlerini simüle edebileceğiniz kadar hızlı simüle etmenize izin verdi. (İn *SPİCE, bir* kristal osilatörün başlaması, temel bileşenlerdeki akım ve/veya voltajları sıfır olmayan değerlere getirmeden imkansız olabilir .)

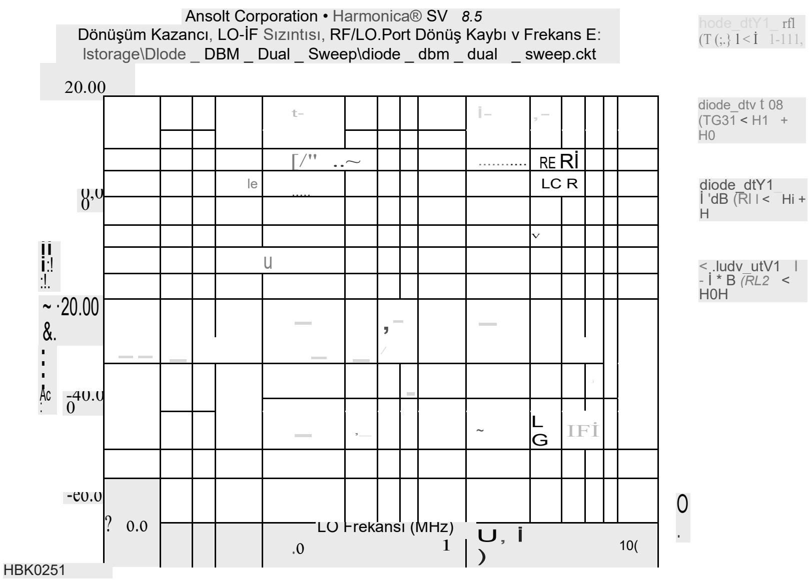
Bu özellikler artık öğrenci/demoware/freeware olarak mevcut olmasa da, *SPICE'ın* yapabileceklerinin ötesinde RF CAD'e itme konusunda ciddiyseniz, *Serenade SV 8.5'in kullanılmış bir kopyasını bulup bulamayacağınıza bakın* veya profesyonel araçlarla çalışan bir arkadaş bulun.



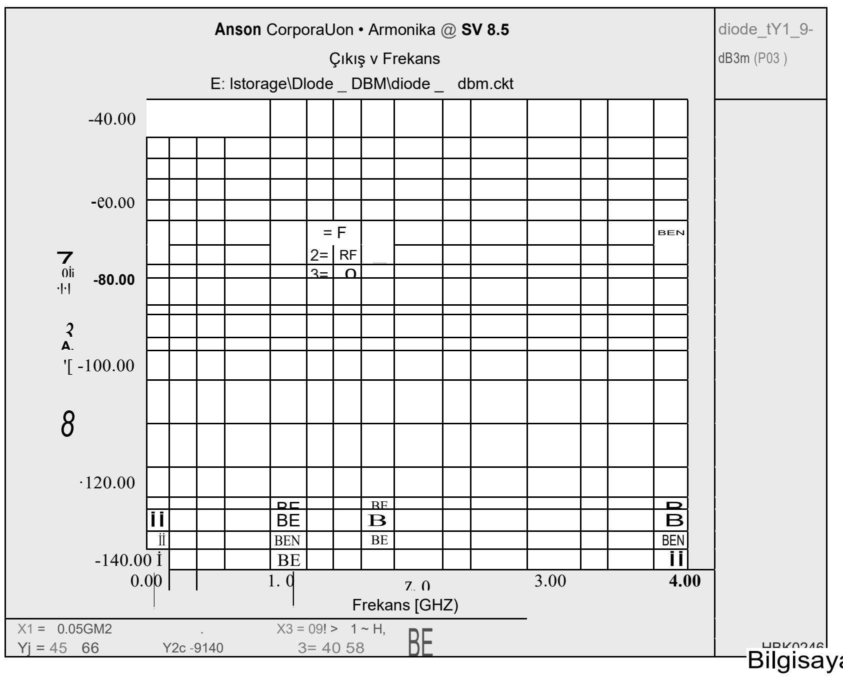
Şekil 6.11 - 1 ila 100 MHz aralığında Şekil 6.6'daki amplifikatörün dB cinsinden kazancı.



Şekil 6.12 - Ansoft *Serenade Designer SV 8.5 tarafından gerçekleştirilen üçüncü dereceden İMD'nin iki tonlu doğrusal olmayan bir simülasyonu.*



Şekil 6.13 - Profesyonel RF devre simülatörleri, karıştırmayı ve port - dönüş kaybı, dönüşüm kazancı ve port-port izolasyonu gibi karıştırıcıların küçük sinyal özelliklerini de simüle edebilir. *(Serenade SV 8.5 simülasyonu)*



Şekil 6.14 - *Serenade SV 8.5 tarafından simüle edildiği gibi bir diodering iki kat dengeli karıştırıcının çıkış spektrumu.* Bu grafikte yer alan dinamik aralığa dikkat edin: 7 dBm'de yerel bir osilatör (LO) sinyali içeren bir simülasyonda, İMD ürünleri için yaklaşık *140 doğru değer hesaplanır.* Matematiksel gürültüyle karşılaşmadan dB daha zayıf - *SPICE tabanlı* simülatörlerle erişilemeyen bir başarı.

6.3 RF'de Simülasyonun Sınırlamaları

[Devre simülasyon yazılımının deneyimli kullanıcıları, amaçlandığı ve test edildiği devrelerin ve parametrelerin sınırlarının yakınında veya dışında herhangi bir yazılım kullanmaktan çekinir. RF simülasyonu, yazılım başarısızlığına ve gerçekçi olmayan sonuçlara yol açan bu gibi durumları ortaya çıkarabilir. Bu bölümde yayınlanan ve özetlenen, Dr Ulrich Rohde, Nl UL, RF'deki simülasyonu araştıran birkaç ayrıntılı makale indirilebilir ek içerikle birlikte verilmektedir. Belgeler şunlardır:

• Rohde tarafından "RF'de Simülasyon Kullanımı", RF simülasyonu konularının ve mevcut modelleme programlarında kullanılan tekniklerin bir araştırması.

• Rohde ve Hartnagel tarafından "Mikrodalga Yazılımının Basit Kullanımının Tehlikeleri", cihaz parametresi ölçümü ve model özellikleri ile ortaya çıkan yanlışlıkların tartışılması.

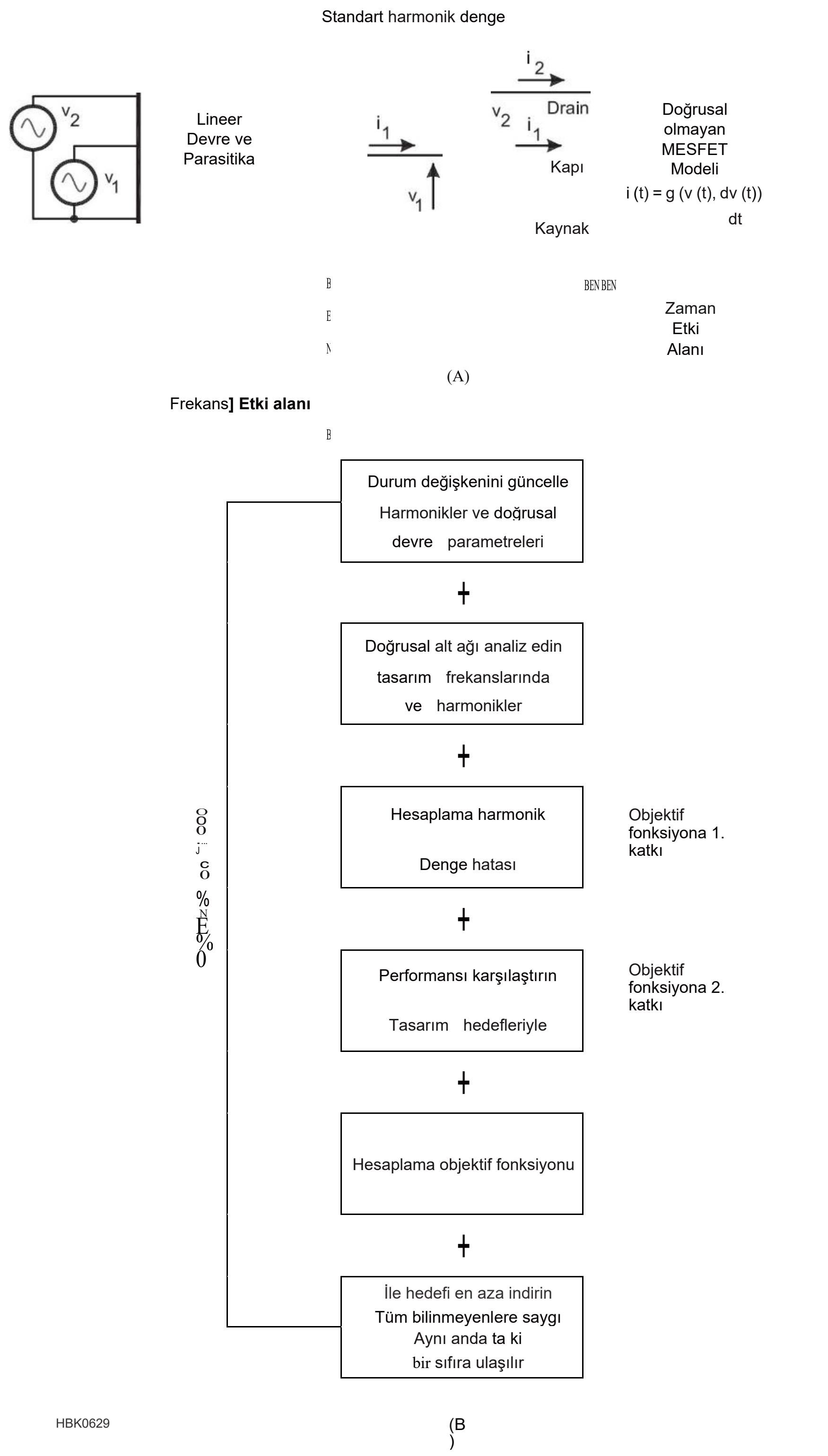
• Rohde ve Laiche tarafından "Modem Doğrusal Olmayan Simülasyon Programlarında Matematiksel Kararlılık Problemleri", doğrusal olmayan devre simülasyonu ile başa çıkmak için çeşitli yaklaşımlar sunar.

Ek olarak, RF için tasarlanmış bir simülatör ile güvenilir simülasyon sonuçları elde etmenize yardımcı olacak birçok çevrimiçi kaynak vardır. Bazı teknik geçmişe sahip ilgili okuyucu için, Ken Kundert **(icslwebs.ee.ucla.edu/dejan/ researchwiki/images/3/30/Rf-sim.pdf) tarafından "RF Simülasyonuna ve Uygulamasına Giriş'adlı çevrimiçi makale,** RF simülasyon yöntemlerine ve - ortak RF ölçümleri oluştururken RF devrelerinin özelliklerini nasıl açıkladıklarına dair bir giriş sağlar. Web sitesi Tasarımcının **Kılavuzu (www.designers-guide. org) ayrıca** analog ve RF simülasyon kullanıcıları için birçok öğretici, teknik rehber, model ve diğer kaynaklar sağlar.

"RF'nin kesin alt sınırı kötü tanımlanmış olsa da, RF etkileri yaklaşık 100 kHz'de başlar. Bu ilk olarak alıcılar için yüksek Q indüktörlerinin kendi kendine rezonansı olarak fark edildi. Yanıt olarak, Litz teli, örgülü bakır tellerin pamukla kaplandığı ve daha sonra kendi kendine direnç etkilerini azaltmak için tekrar örgülendiği icat edildi.

Frekanslar yükseldikçe, pasif elemanlar kurşun indüktansı ve başıboş kapasitans gibi parazitik elemanların etkilerini gösterecektir. Çok yüksek frekanslarda, bileşenlerin fiziksel boyutları ve ara bağlantıları sinyal dalga boyunun kayda değer bir kısmına ulaşır ve RF performansları büyük ölçüde değişebilir.

RF simülatörleri *SPICE, harmonik* denge (HB) programları kategorilerine girer



Şekil 6.15 - (A) MESFET devresi, harmonik denge analizi için doğrusal ve doğrusal olmayan alt devrelere bölünmüştür. Uygulanan kapı ve tahliye voltajları ve ilgili terminal voltajları ve akımları belirtilmiştir. (B) Optimizasyonu içeren genel amaçlı bir harmonik denge tasarım algoritmasının akış şeması.

ve EM (elektromanyetik) programları. EM simülatörleri daha egzotik programlardır. İki tip yaygındır, 2D (2.5) veya 2 boyutlu ve tam 3 boyutlu versiyonlar. Vialar (katmanlar arasındaki bağlantılar) ve sargılar (yerden yere düzlem bağlantıları) ve RF'deki katı şekiller dahil olmak üzere düzlemsel devreleri analiz etmek için kullanılırlar. SPİCE kavramının çok ötesine geçiyorlar.

6.3.1 SPICE tabanlı Simülatörler

SPICE başlangıçta düşük frekans ve de analizi için geliştirilmiştir. (Modern *SPİCE programları,* California-Berkeley Üniversitesi'nden SPİCE'ye dayanmaktadır.) De, frekans ve zaman alanı simülasyonlarını çok iyi yaparken, SPICE tabanlı simülasyonun bazı sorunları vardır. Zaman alanı hesaplaması, doğrusal olmayan denklemlere Newton-Raphson çözümünün çok karmaşık matematiğini kullanır. Bu yöntemler her zaman stabil değildir. Hesaplamaların düzgün bir şekilde yakınsaması için program ayarlarında her türlü ayarlama gerekli olabilir. Farklı elektronik devrelerin özelliklerinin bilgisi, kullanıcının uygun analiz modlarını, seçeneklerini, toleranslarını ve uygun model parametrelerini belirterek doğru bir çözüm bulmasına yardımcı olabilir. Örneğin, osilatörler amplifikatörler için gerekli olmayan belirli başlatmalar gerektirir ve bipolar transistörler MOS devrelerinden farklı yakınsama toleranslarına ihtiyaç duyabilir. Genel olarak, *SPICE* çoğu devre problemine bir çözüm bulur. Bununla birlikte, devre denklemlerinin doğrusal olmaması ve analitik cihaz modellerindeki birkaç kusur nedeniyle, devre ve spesifikasyonu doğru olduğunda bir çözüm her zaman garanti edilmez.

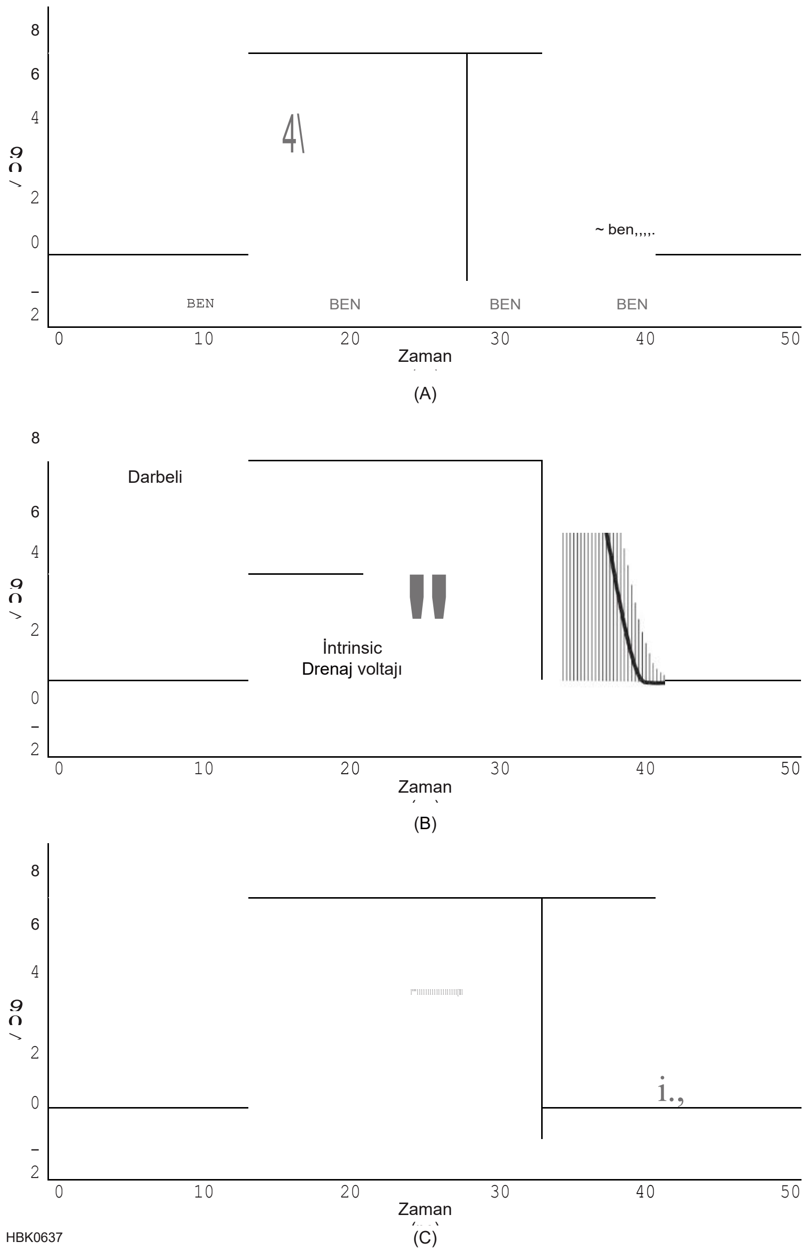
RF'deki bir sonraki sorun, temel *SPICE simülatörünün* ideal elemanları ve bazı iletim hattı modellerini kullanmasıdır. Topaklı elemanların dağıtılmış elemanlara dönüştüğü ve özel bağlantı elemanlarının gerekli olduğu daha yüksek frekanslara yaklaştıkça, standart elemanların kullanımı sona erer. İşleri karmaşıklaştırmak için diyotlar ve transistörler gibi aktif elemanlar tasarımcıyı daha karmaşık simülatörlere zorlar. Eksik bileşen öğelerinin eklenmesi, simülatörün sayısal bir problemi öneren bir hata verdiği veya bir çözüm üretemeyerek daha muhtemel olduğu son derece karmaşık modellere ve yakınsama sorunlarına yol açar.

SPICE ayrıca çok yüksek Q devreleri ve gürültü analizi ile ilgili sorunlara sahiptir. Amplifikatörlerin gürültü figürü veya bir osilatörün faz gürültüsü soruları, *SPICE tabanlı* bir program tarafından doğru bir şekilde cevaplanamaz. Gürültü analizi, gürültü korelasyon matrisi yaklaşımına dayanmıyorsa, ilgili frekanslarda geri besleme kapasitansı (İm (Y u), Y parametresi Yu'nun hayali bileşeni) önemliyse doğru olmayacaktır. Osilatörlerin analizi *SPICE güvenilir bir* çıkış frekansı vermez ve en son *SPICE* programlarından bazıları bazı yaklaşım hesaplamalarına başvurur.

6.3.2 Harmonik Denge Simülatörleri

Harmonik denge (HB) analizi, bir spektrum analizöründe sinyalleri ölçerek göreceğinize benzer şekilde, harmonik olarak ilişkili frekansların bir spektrumu kullanılarak gerçekleştirilir. Temel frekanslar İntegral kombinasyonları, analizde kullanılan harmonik frekans bileşenlerinin spektrumunu oluşturan frekanslar. Bir spektrum - analizöründe, devrenize giriş sadece bir veya iki ton olsa bile, çok sayıda sinyal görebilirsiniz. Harmonik denge analizi, harmonik olarak ilişkili sinyallerin sayısını kesmelidir, böylece bir bilgisayarda analiz edilebilir.

Modern HB programları, çok sayıda transistörü (> **1** milyon transistör) işlemek için daha iyi çözümler buldu ve matematik çözümleri çok daha verimli, önde geliyor.



Şekil 6.16 - (A), SPİCE tabanlı bir simülatörün ilk simülasyonudur. (B), Krylov-altuzay çözümü kullanılarak harmonik denge simülasyonu ile elde edilen darbeli bir mikrodalga osilatörün doğru tepkisidir. (C), drenaj voltajının 80 darbesinden sonra SPİCE tabanlı simülasyondur.

Büyük hız iyileştirmelerine. Matris formülasyonlarının kullanılması, intemal düğümlerin sayısını azalttığı ve geçici analiz için doğrusal olmayan denklemlerin çözülmesi, bu başarının kilit faktörlerinden bazılarıdır.

HB analizi, periyodik olarak uyarılmış devrelerin kararlı durum analizini gerçekleştirir. Analiz edilecek devre doğrusal ve doğrusal olmayan alt devrelere bölünür. Lineer alt devre frekans alanında dağıtılmış modeller kullanılarak analiz edilir. Özellikle, bu basit intermodülasyon hesaplamaları ve karıştırıcı analizi sağlar. Doğrusal olmayan alt devre, doğrudan cihaz fiziğinden türetilen doğrusal olmayan modeller kullanılarak zaman alanında hesaplanır. Bu, daha sezgisel ve mantıksal bir - devre temsiline izin verir.

Şekil 6.15A diyagramları bir MESFET amplifikatör için harmonik denge yaklaşımı. Şekil 6.15B, optimizasyon içeren genel amaçlı doğrusal olmayan bir tasarım algoritması çizer. Doğru faz gürültü hesaplaması yapması gereken modem analiz araçları harmonik denge prensibine dayanmalıdır.

Sayısı gibi analiz parametreleri Harmonikler, analizde kullanılan temel frekansların kesilmesini ve kümesini belirtir. Temel frekanslar tipik olarak en düşük frekanslar değildir (tek tonlu durum hariç) ve uyarma kaynaklarının frekansları olmamalıdır. Tüm analiz spektrumunun üzerine inşa edildiği temel frekansları tanımlarlar.

6.3.3 Sonuçlarda Kontrast

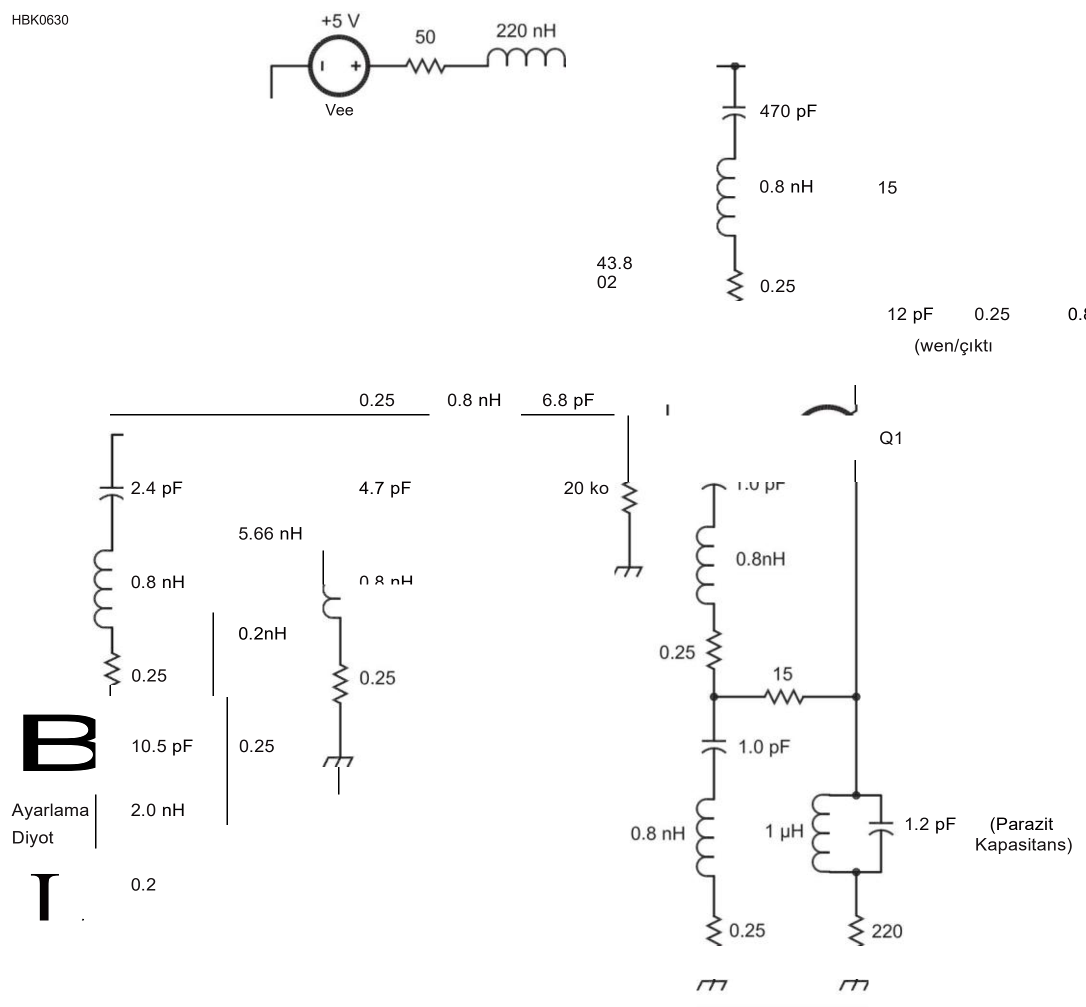
Aşağıdaki zaman domeni analizi, *SPICE* ve harmonik denge simülasyonu arasındaki farklara iyi bir örnektir. Bir mikrodalga - osilatörü açılıp kapatılır ve geçici bir analiz yapılır. *SPICE3 dayalı standart SPİCE kullanıldığında,* ilk hesaplama **Şekil 6.16A'de görüldüğü gibi bir yinelemeden sonra yanlış bir yanıt gösterir.** Simülasyon doğru cevaba ulaşana kadar yaklaşık 80 darbe (darbeli drenaj voltajının 80. periyodu) alır (Şekil 6. L 6C) Şekil 6.16B'deki Krylovsubspace tabanlı harmonik denge.

İlgili frekansların içinde olması gerekmez GHz aralığı. Osilatörler, özellikle, düşük MHz faz kayması osilatör ve referans kağıtlarda 10 MHz Colpitts osilatör simülasyonları ile gösterildiği gibi herhangi bir frekansta analiz etmek çok zor olabilir.

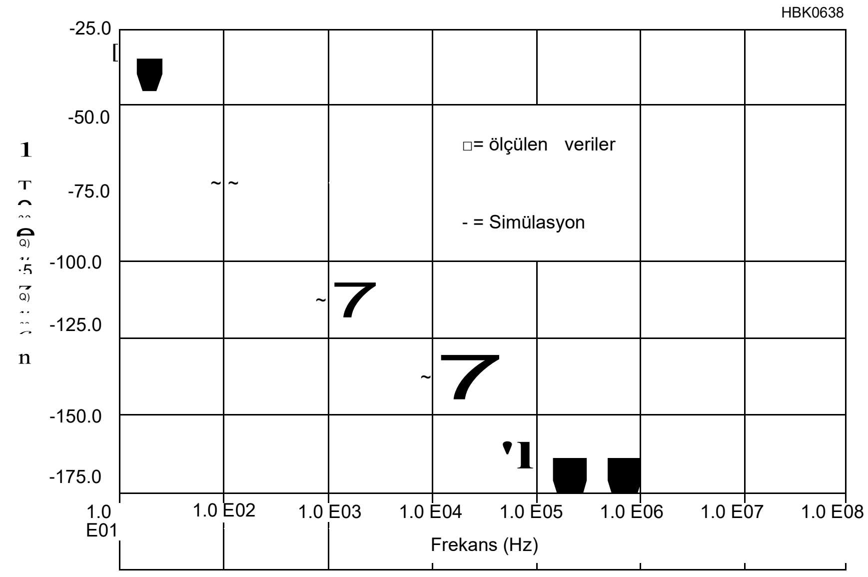
Harmonik denge yaklaşımını doğrulayan **Şekil 6.17,** ticari olarak temin edilebilen bir HB simülatörünün (Ansoft *Serenade 8.0) şematik yakalama modülüne girilen bir BJT mikrodalga osilatörünü göstermektedir;* **Şekil 6.18,** bu osilatörün simüle edilmiş faz gürültüsünü ölçülen verilerle karşılaştırır. HB analizi, karıştırıcılar için benzer şekilde doğru sonuçlar verir.

6.3.4 RF Simülasyon Araçları

PSPİCE: OrCAD *PSPİCE* popüler bir versiyonudurCadencePCBSolutions **(www.orcad.com) ve bir** "Lite" sürümü ücretsiz olarak indirilebilir. (Lite sürümü, - oluşturulabilecek tasarımların boyutu ve karmaşıklığı ile sınırlıdır.) AIM-spice **(www. aimspice.com), revize** edilmiş bir kullanıcı arayüzü, simülasyon kontrolü ve ekstra modellerle SPICE'ın bir PC sürümüdür.



Şekil 6.17 - 800 MHz için Colpitts osilatörü, gerçek değerleri ile modellenen topaklı elemanlarla.



Şekil 6.18 - Şekil 6.17'de gösterilen osilatör için öngörülen ve ölçülen faz gürültüsü arasındaki karşılaştırma.

Öğrenci versiyonu indirilebilir.
Bu bölümün başındaki Tablo 6.1, diğer ücretsiz *SPICE tekliflerini göstermektedir*.

1000 $ aralığında bir dizi PC tabanlı SPICE programı vardır, ancak RF'den daha fazla güç kaynağı ve mantık devresi optimizasyonunu değiştirmek için daha fazla tasarlanmıştır. ICAP4 **(www.intusoft.com/demos.htm) ve MİCROCAP (www.spectrum-soft.com/index.shtm) sürümlerinin her ikisi de** - tanıtım/değerlendirme sürümlerine sahiptir.

Agilent, AWR, Ansys ve Synopsis çok modem karışık modlu CAD araçları sunar ve *SPICE kavramını* ileri teknolojilerle birleştirir. Bunlar profesyonel kalitede araçlardır, ancak bir arkadaş veya ortak aracılığıyla bunları kullanmayı ayarlayabilirseniz, sonuçlar kullanımlarını öğrenmek için zaman ayırmaya değer.

Linear Technologies ayrıca, switchmode ürünlerini desteklemek için LTSpice adlı ücretsiz bir sürüm sunar, ancak her türlü devreyi işler ve çok sayıda kullanıcıya sahiptir. (QSTtutorial ve bir dizi referans ve indirilebilir bileşen kitaplıkları için, Gümüş ve Wurth Elektronik için Referans girişlerine bakın.)

6.4 RF Devrelerinin Elektromanyetik Analizi

Elektromanyetik (EM) alanları yöneten denklemleri çözmek ilk olarak 1970'lerin sonlarında teknik olarak mümkün hale geldi ve şimdi iyi gelişmiş bir teknolojidir. Çok çeşitli yazılımlar mevcuttur, hepsi onlarca yıllık yoğun araştırmalar sonucunda geliştirilmiştir. Bugün, denklemleri öğrenmeden ve herhangi bir yazılım yazmadan bu araştırmanın meyvelerinden yararlanabilirsiniz. Bu bölüm bazı tarihsel arka plan sağlar, EM analiz teknikleri farklı türde tartışır ve elektromanyetik yazılım bugün nasıl kullanıldığını özetlemek. Ardından, RF tasarımlarınız için bu araçlardan bazılarını nasıl kullanabileceğinizi gösteriyoruz.

6.4.1 Tarihsel arka plan

1865'te James Clerk Maxwell, **Şekil 6.19**, elektrik ve manyetik alanları yöneten denklemleri yayınladı. Maxwell'in denklemleri, şimdi adlandırıldığı gibi, katı matematiksel terimlerle aşağıdaki ilkeleri ortaya koymaktadır:

1) Değişen bir elektrik alanı, elektrik alanına tam olarak dik açılarda değişen bir manyetik alan oluşturur.

2) Değişen bir manyetik alan, manyetik alana tam olarak dik açılarda değişen bir elektrik alanı oluşturur.

Maxwell, denklemlerinin önemli bir çıkarımını çabucak fark etti. Bir elektrik ve manyetik alan bir şekilde aynı anda ve aynı yerde var olabilir ve her ikisiyle de tam olarak birbirine dik açılarda olabilir. Doğru şekilde değişerek, her biri sürekli olarak diğerini yaratır ve yayılan bir dalga ortaya çıkar. Denklemlerini kullanarak, bu varsayımsal "elektromanyetik" dalganın hızını hesapladı. Şaşırtıcı bir şekilde, ışığın mekanik olarak ölçülen hızıyla neredeyse aynı olduğunu gördü. Onun sonucu



Şekil 6.19 - James Clerk Maxwell (1831 - 1879) bize değişen elektrik ve manyetik alanlar arasındaki etkileşimi yöneten denklemleri verdi. Bu denklemler bir bilgisayarda çözülebilir, RF ve mikrodalga devrelerimizin nasıl performans göstereceğini ortaya çıkarır.

yer sarsıcıydı, "... Bu ışık, elektromanyetik - yasalara göre alan boyunca yayılan elektromanyetik bir bozulmadır ". Bununla birlikte, Maxwell, elektriğin böyle bir dalga yaratma şansını imkansız olmasa bile zor olacağını söyledi .

Maxwell'in ölümünden sonra, bir kıvılcım boşluğu ile deney yaparken neredeyse kazayla, bir Alman profesör Heinrich Hertz, elektromanyetik dalgalar yaratmayı ve tespit etmeyi başardı. Daha sonra dalgaları nasıl yarattığını ve algıladığını rafine etti ve - elektromanyetik dalgaları yansıtan, dağıtan, odaklayan ve polarize eden deneyler yaptı. Bu, Maxwell denklemlerinin doğru olduğuna dair kesin bir kanıt sağladı. Bununla birlikte, Hertz bu tür dalgalar için pratik bir kullanım olup olmadığını çok az hissetti. Hepimizin bildiği gibi, bir İtalian girişimcisi olan Guglielmo Marconi, aksini düşünüyordu ve olağanüstü başarılıydı.

Bilim yürüyor ve modern fizik bize Maxwell denklemlerinin yanlış olduğunu gösterdi. Işığın parçacığı olan "foton" kavramına aşina olabilirsiniz. Bir foton bölünemez. Bir fotonun yarısına sahip olamayız. Gördüğümüz ışık sadece bir foton tamsayısından oluşabilir. Hassas bir fotomultipliertube bir foton veya iki veya üç foton alabilir, ancak asla 2.853 foton alamaz.

Maxwell denklemleri bir "alan" teorisi oluşturur.
Maxwell denklemlerinde foton yoktur. Matematiksel olarak, kolayca yazabiliriz

Maxwell Denklemlerinin Temel Öğeleri

Maxwell denklemlerinin tamamı, "Dört boyutta dört vektör alanı üzerinde çalışan ve iki skaler alan tarafından yönlendirilen dört eşzamanlı kısmi diferansiyel denklem kümesi'olarak tanımlanabilir. Dört boyut, üç uzamsal boyut (x, *y*, z) ve zamandır. Dört vektör alanı elektrik**, E** ve **D ve** manyetik, **H** ve **B'dir**. (Manyetik yük henüz Keşfedilmek, ama bu matematiği durdurmaz.)

Bu denklemleri, başlangıçta ilişkileri keşfeden bilim adamlarının adlandırdığı yasalar olarak da bilebilirsiniz. Bunların hepsini elektromanyetiği tanımlayan bir dizi denklemde bir araya getiren Maxwell idi. (Vektörlerin, skalerlerin ve çeşitli sembollerin ne anlama geldiğini açıklamak için, indirilebilir ek materyaldeki "Radyo Matematiği" maddesine bakın.)

Elektrik Alanları için Gauss Yasası: V • D = p

Manyetik Alanlar için Gauss Yasası: V • B = O

aB Faraday Yasası: V xE = -
ot

AD Amper - Maxwell Yasası: VxH = *J* +
ot

Burada p elektrik yükünün yoğunluğunu, J ise elektrik akımının (hareketli yük) dağılımını temsil eder. İntegral olarak yazılan Maxwell Yasalarının formları da vardır; göreliliği birleştiren; Tensörler olarak bilinen matematiksel nesneleri kullanan; Ve diğer çeşitli yollar. Bununla birlikte, yukarıdaki dört denklem en yaygın olarak bilinenlerdir.

J bir vektördür çünkü akımın bir yönü vardır. Zamanla değişen bir elektrik yükü dağılımı tam olarak elektrik akımını yapan şeydir. Böylece, RF için, denklemleri çalıştırmak için akım veya yük (her ikisi de zamana göre değişebilir) kullanabiliriz. Vektör ve skaler potansiyeller olarak bilinen bazı garip canavarlar da dahil olmak üzere her türlü diğer soyut matematiksel nicelikler de yararlıdır. Neyse ki, genellikle D'nin **E (D = eE) ile orantılı olduğunu** ve B'nin **H (B = μH) ile orantılı olduğunu varsayarak işleri basitleştirebiliriz.** O zaman, uğraşmamız gereken sadece iki vektör alanı var, ama bu bile hala büyük bir sorun .

Bu ekstra matematiği yaparak, Maxwell denklemleri ve tüm vektör ve skaler alanları, üzerinde saklanabilen ve ezilebilen büyük bir ayrık sayı yığınına dönüştürülür. bir bilgisayarda. Tüm dünyada binlerce araştırmacı olmasa da sadece birkaç on yıl sürdü, ancak bugün neredeyse oradayız gibi görünüyor.

Maxwell denklemlerine ayrıntılı bir giriş için, eğer biraz hesap geçmişiniz varsa, Cambridge Press'ten Daniel Fleisch'in A Student's Guide to Maxwell's Equations adlı kitabına bakınız. İt, bu önemli konuda mükemmel bir öğreticidir.

Enerji ile bir elektromanyetik dalga için denklemler2.853 fotonlar. Ama böyle bir dalganın olamayacağını biliyoruz. Burada kuantum elektrodinamiği (QED) denilen bir şey devreye giriyor. Neyse ki, yaptığımız hemen hemen her şey için, QED gerekli değildir. Fotonların sayısı inanılmaz derecede büyüktür, elektrik ve manyetik alanlarla uğraştığımızı iddia edebiliriz. Maxwell denklemlerini kullanıyoruz. Tıpkı Newton'un hareket yasalarının markete ulaşmanın ne kadar süreceğini belirlerken hala yararlı olması gibi, Maxwell denklemleri de radyo dalgalarıyla yaptığımız çalışmalar için yararlıdır.

Maxwell denklemlerine sahip olduğumuz için özellikle şanslıyız. Neredeyse tüm diğer bilim ve mühendislik alanlarında, pratik problemlere kesin çözümler genellikle imkansızdır. Tam olarak bilinen bir pasif RF devresi göz önüne alındığında, nasıl çalışacağına dair kesin sonuçlar elde etmek için Maxwell denklemlerini kullanabiliriz. (Aktif devreler, tipik olarak transistörlerle, bu kitabın başka yerlerinde.) Uygun devreler arasında filtreler, eşleşen ağlar, kuplörler, güç bölücüler, RF'nin işlenmesinde yer alan herhangi bir pasif yapı.

Bütün bunlar 1970'lerde yavaş yavaş mümkün olmaya başladı. Bilgisayarlar yaygın kullanıma girmeye başlıyor. Büyük kurumsal - devremülk bilgisayarları, şimdiye kadar geliştirilen ilk EM yazılımlarından bazılarını gördü. İlk IBM-PC, çok sayıda istekli, parlak gözlü deneycinin ve amatörün önüne ciddi bilgi işlem gücü (gün için) koydu. Yarışlara gidiyorduk! Birçok şeyde olduğu gibi, bu ekmeği dilimlemenin birden fazla yolu vardır. Şimdi elektromanyetik alet kutumuzda hangi oyuncaklara sahip olduğumuzu görelim

6.4.2 Elektromanyetik Analiz Türleri

Maxwell, "analojik olarak" düşünmeyi severdi, fiziğin ve doğanın tamamen farklı alanlarının bir şekilde benzer denklemler kullandığını düşünüyordu. Örneğin, sıkıştırılamaz sıvı akışının (okyanus - derinliklerinden geçen bir denizaltıyı düşünün) ve elektrostatiğin (saçınıza bir balon sürtmeyi düşünün) aynı denklemleri kullandığından şüphelendi. Yani Sıkıştırılamaz sıvı akışı için denklemleri türetti ve elektrostatik için sihirli bir şekilde iyi çalıştıklarını buldu... Bunu düşündüğümüzde kesinlikle akıllara durgunluk veriyor. Bu, Maxwell denklemlerinin tamamını bulmadaki ilk adımıydı.

Maxwell denklemlerini bir bilgisayarda çözerken de analojik düşünceyi kullanabiliriz. Sorun şu ki, her yerde sürekli elektrik ve manyetik alanlarımız var. Aksine, bir bilgisayar sadece sayıları depolayabilir ve bilgisayarın bellek kapasitesini aşmamaya dikkat etmeliyiz. Aynı şey görüntüler için de geçerlidir. Bir görüntüyü bilgisayara almak için, bir kamerayla fotoğraf çekiyoruz. Kamera sürekli görüntüyü ayrı piksellere dönüştürür. Her piksel için üç sayı vardır (kırmızı, yeşil ve mavi, Maxwell'in ilk bulduğu renkler). Bu formda, resmimiz sadece bir grup sayıdır. Artık resmi herhangi bir bilgisayarda saklayabilir ve resmi istediğimiz gibi işlemek için yazılım kullanabiliriz. Yani, eğer analojik düşünce bu durumda işe yararsa, belki elektromanyetik problemimizi "piksellere" dönüştürebiliriz.

Gerçekten de yapabiliriz. İlk olarak, alanlar ve akımlar tıpkı piksellere dönüştürülen bir görüntü gibi ayrıklaştırılır. Bununla birlikte, EM alanları uzayda üç boyutlu iken bir görüntü genellikle iki boyutludur ve zamana göre değişir. Bu nedenle, aslında dört boyutlu piksellerle uğraşmak zorundayız. Sorunu daha da kötüleştirmek için, elektrik alanını, manyetik alanı, yükü (veya eşdeğer olarak akımı) ve hatta devrenin kendisini ayırmamız gerekir. Bu çok fazla rakam!

Neyse ki, bugünün bilgisayarları çok sayıda sayıyı depolamada gerçekten iyi hale geldi. Sayıları depoladıktan sonra, görüntü işleme yaptığımız gibi, sayılarla istediğimizi yapmak için yazılımı kullanabiliriz. EM araştırmalarının son birkaç on yılı burada yoğunlaştı. Bunu yapmanın iki yolu vardır: *Hacim meshing ve yüzey meshing. (*Meshing, bir hacmi veya yüzeyi, birbirine bağlı sınırları olan, bir örgü dolgusu oluşturan veya tüm hacmi veya yüzeyi kaplayan daha küçük hacimlere veya yüzeylere bölmek anlamına gelir.) Aşağıda her birini tartışıyoruz.

HACIM MEŞNG - FDTD

Anlaşılması en kolay *olan sonlu fark zaman alanı (FDTD)* analizidir. En basit haliyle, RF yapısının tüm hacmini küçük dikdörtgen heksahedral hücrelere (altı taraf, örneğin küpler, dikdörtgen küpler ve benzeri şekiller) örüyoruz. Herhangi bir EM alanına sahip olabilecek tüm alanı da örmemiz gerektiğini unutmayın. Bu, yapıyı çevreleyen herhangi bir havayı (örneğin, boş alan) içerir. Bu yapıyı, her hücredeki değerin her komşu hücrenin değerlerine bağlı olduğu muazzam bir elektronik tablo olarak hayal edebilirsiniz.

Sonra bir başlangıç koşulu varsayıyoruz. Bu

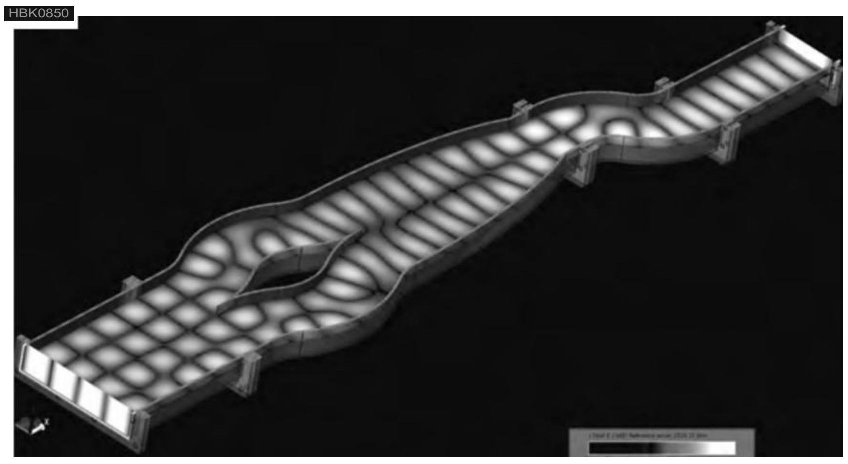
Yapıya bir RF girişi gibidir. Diyelim ki başlangıçta girişte 1 volt elektrik alanımız var (zaman: *t = 0). Bu* girdi tek bir dürtüdür, sadece tek bir an için koyarız (yani, zaman adımı). Bu, zili çalmak için zile basmaya benzer.

Gerçekten de çalıyor. Heksahedrallerden birinin (küpün bir yüzü) kenarına yerleştirdiğimiz giriş voltajını başlangıçta 0 volttan 1 **volta değiştirmek,** bize değişen bir elektrik alanı sağlar. Yapıyı birleştirmenin yanı sıra, zamanı da ayırmak zorundayız. Küçük bir zaman adımı seçiyoruz. Daha sonra yazılım, girişte değişen elektrik alanı tarafından ne kadar değişen manyetik alanın yaratıldığını tam olarak hesaplamak için Maxwell denklemlerini kullanır. Ek olarak, yazılım Maxwell denklemleri nedeniyle, bu değişen manyetik alanın değişen elektrik alanına dik açılarda olması gerektiğini bilir. Bu değişen manyetik - alan, değişen elektrik alan girişine sahip olan heksahedral kenarı çevreleyen her heksahedralin kenarlarında oluşturulur.

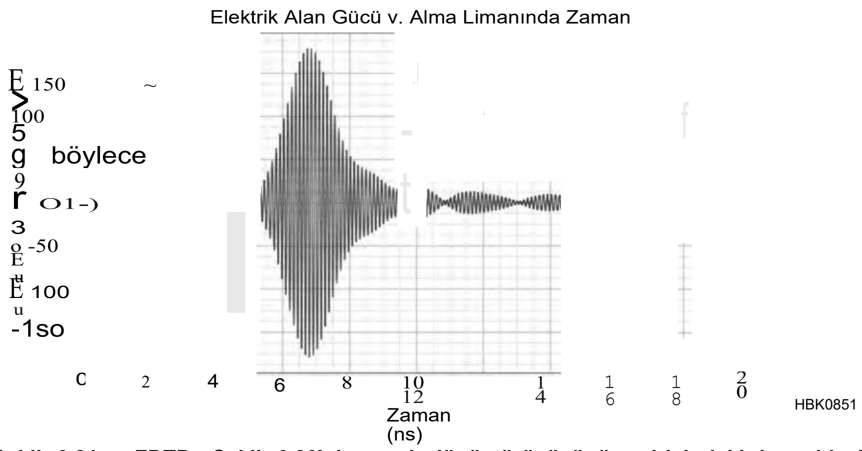
Bir sonraki zaman adımında, hem manyetik alanları hem de orijinal girişin yakınındaki elektrik alanlarını değiştiriyoruz. Değişen bir manyetik alana sahip her heksahedral kenar, çevredeki tüm heksahedral kenarlarda değişen bir elektrik alanı oluşturur. Her değişen elektrik alan, çevredeki tüm kenarlarda değişen bir manyetik alan yaratır. Maxwell denklemlerini kullanarak, yazılım ne kadar elektrik ve manyetik alan yaratıldığını hesaplar. Ve tekrar ediyor. Elektronik tablonun her hücresini, komşularının değerine göre sürekli olarak güncelleştirin.

Yakında (ışık hızında) elektrik ve manyetik alanlar tüm yapı boyunca yayılır. Yapıdaki her heksahedral için, bilgisayar şimdi elektrik ve manyetik alanların zamanın bir fonksiyonu olarak nasıl değiştiğini söyleyen bir sayı listesi saklar. Eğer biraz kayıp varsa (ve gerçek hayatta, her zaman en azından biraz iletken - veya radyasyon kaybı vardır), çınlayan elektrik ve manyetik alanlar yavaş yavaş sıfıra düşer ve çözüm tamamlanır.

Çoğu zaman, tüm devredeki elektrik ve manyetik alanlarla ilgilenmiyoruz. Örneğin, yalnızca bir girdi ve çıktı ile ilgilenebiliriz. İstenilen nihai sonuca ulaşmak için hala her yerdeki tüm alan bilgilerini hesaplamamız gerekiyor. Ancak analiz sırasında herhangi bir zaman adımında, tam alan bilgilerinin yalnızca son birkaç zaman adımına ihtiyaç vardır. Bu durumda, bir sonraki zaman adımını hesaplamak için artık gerekli olmayan tüm iç alan bilgilerini atıyoruz. Diğer durumlarda, aslında analiz sırasında geliştikçe tüm iç alanları görmek istiyoruz ve bu bilgileri genellikle bilgisayarın sabit diskinde uygun bir şekilde saklayarak mevcut tutuyoruz**. Şekil 6.20** tipik bir FDTD sonucunu göstermektedir. Kırmızı (veya parlak) renk, tek bir yerde sürekli bir RF dalgası olarak yüksek elektrik alanlarını gösterir.



Şekil 6.20 - FDTD tarafından analiz edilen karmaşık dikdörtgen dalga kılavuzu modu dönüştürücüsü. Elektrik alanı, yüksek alan kuvvetini gösteren kırmızı (veya parlak) ile gösterilir. İnput sağda. [Nezaket Remcom, izinle kullanılır]



Şekil 6.21 - FDTD, Şekil 6.20'nin mod dönüştürücüsünün girişindeki kısa bir RF darbesine verilen zaman etki alanı yanıtını hesapladı, bir zilin çalmasını andırıyor. Buna "dürtü tepkisi" denir. [Nezaket Remcom, izinle kullanılır]

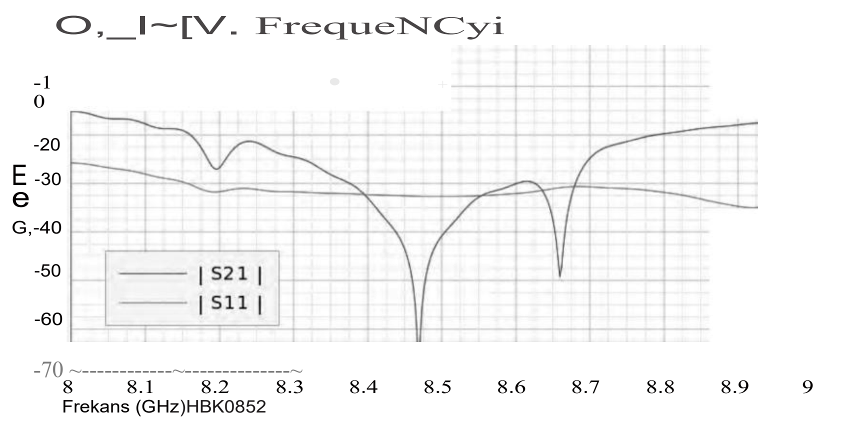
Frekans karmaşık dikdörtgen dalga kılavuzu devresi boyunca yayılır. Alan gücü, portlardaki kılavuzun tüm kesiti boyunca ve uzunluğu boyunca dalga kılavuzunun ortasındaki yatay bir düzlemde gösterilir. Heksahedral meshing o kadar ince ki bu görüntüde görünmez. Tam renkli şekiller kümesi, bu kitap için çevrimiçi ek bilgilerde bir PDF dosyası olarak mevcuttur.

Biraz daha detay önemli. Zamanla değişim oranını (kalkülüste "zaman türevi'olarak bilinir) ve uzay boyunca değişim oranını (" gradyan'olarak bilinir) hesaplama problemleri nedeniyle, aslında analiz edilen yapının iki tam ve neredeyse aynı ayrıklaştırması vardır. Her iki ayrıklaştırma da aynı hacmi kapsar. Tek fark, bir ayrıklaştırma diğerinden bir heksahedralin yarısı kadar kaydırılır. Değişen elektrik alan bir ayrıklaştırma üzerinde hesaplanır ve değişen manyetik alan diğerinde hesaplanır. Bu demektir ki her mag-

Netik alan, elektrik alanın tüm bitişik örnekleri arasında ortadadır. Aynı şekilde, elektrik alan hesaplaması her zaman manyetik alanın tüm bitişik örnekleri arasında orta olan noktalar içindir. Bu özel değişiklik olmadan, stabilite sorunları olabilir.

Pratik olarak, girdi tipik olarak basit bir dürtü değildir. Saf bir dürtü sayısal dengesizliğe neden olabilir. Bu yüzden, genellikle Gauss darbesi gibi'daha yumuşak'bir girdi kullanırız. Bu tür bir darbe, test notlarını eğmek veya birçok rastgele işlemin olasılığını temsil etmek için kullanılan iyi bilinen "çan eğrisi'dir. Özellikle belirli bir frekans bandı üzerindeki sonuçlarla ilgileniyorsak, Gauss darbesini, ilgi bandı üzerinde merkezlenmiş bir RF taşıyıcısını modüle etmek için kullanabiliriz.

Çoğu devre için, zamanın bir fonksiyonu olarak çizilen belirli bir noktadaki elektrik ve manyetik alanlar, çınlayan bir zil veya çınlayan bir rezonant LC devresi için beklediğimiz gibi görünür, **Şekil 6.21. Bu** durumda, giriş



Şekil 6.22 - Devre tepkisi üzerinde bir Fourier dönüşümü gerçekleştirmek, filtreyi uyarmak için kullanılan geniş bant impulsu göz önüne alındığında, mod dönüştürücüsünün frekans alanı tepkisini görmek için bir spektrum analizörü kullanmaya eşdeğerdir. [Nezaket Remcom, izinle kullanılır]

Bir RF taşıyıcısını modüle eden modüle edilmiş bir Gauss darbesidir. Hızlı salınım RF taşıyıcısından gelir ve zarf "zil" çalmasının sonucudur. Bu, profesyonellerin "dürtü tepkisi'olarak adlandırdıkları şeyle yakından ilişkilidir, dürtü, tüm alanları başlatan tek bir elektrik alanı anıdır. Etkileyici olsa da, bu devremizi tasarlarken çok fazla kullanılmaz. Tipik olarak bir frekans yanıtına ihtiyacımız var.

Her şeyi başlatan giriş darbesi aslında içinde bulunan geniş bir frekans bandına sahiptir. Hertz ve Marconi'nin kıvılcım boşluklarını ve erken jambonları elektromanyetik dalgalar üretmek için kullandıklarını düşünün. Çok geniş bir gruptular. Eğer devremizi bir filtre olarak düşünürsek, çıkış sadece girişe koyduğumuz geniş bant impulsunun filtrelenmiş versiyonudur. Bu çıktının spektrumu, görmek istediğimiz filtre yanıtıdır. Bilgisayar, dürtü yanıtı için hesaplanan sayıları alabilir ve bir matematiksel algoritma, yani Fourier *dönüşümü adı verilen bir matematiksel reçete kullanarak bir spektrum analizörünü simüle edebilir.* Bir bilgisayarda Fourier dönüşümü yapmanın en hızlı yolu yaratıcı bir şekilde *hızlı Fourier Dönüşümü (FFT) olarak adlandırılır. (*FFT, **DSP ve SDR Temelleri bölümünde de tartışılmaktadır**.)

Bu yüzden yazılım basitçe dürtü tepkisi üzerinde bir FFT gerçekleştirir ve devremizin akım ve voltaj çıkışına sahibiz. Bu çıktı daha sonra S parametrelerine dönüştürülür ve Şekil **6.22 olarak çizilir.** Belirtilen "S2 l", çıkış voltaj dalgasının genliğinin (yani, port 2'den çıkan) giriş voltaj dalgasının genliğine (yani, **port 1'e giren) oranıdır.** "S11" yansıma katsayısıdır, yani yansıyan dalganın giriş dalgasına oranıdır.

FDTD'ye benzer bir dizi zaman alanı yaklaşımı vardır. Başka bir yaklaşım Maxwell denklemlerinin kısa iletim hatlarının ince bir ağı olarak modellendiği iletim hattı yöntemi veyaTLM olarak adlandırılır. Bununla birlikte, EM araçlarını mesheden tüm zaman etki alanı hacminin temel fikri, yukarıda tanımladığımıza benzer. Tüm hacim birleştirilir, bir giriş darbesi uygulanır, zaman alanı yanıtı bir seferde bir zaman adımı hesaplanır ve daha sonra çıktı (genellikle) zaman alanından frekans alanına dönüştürülür.

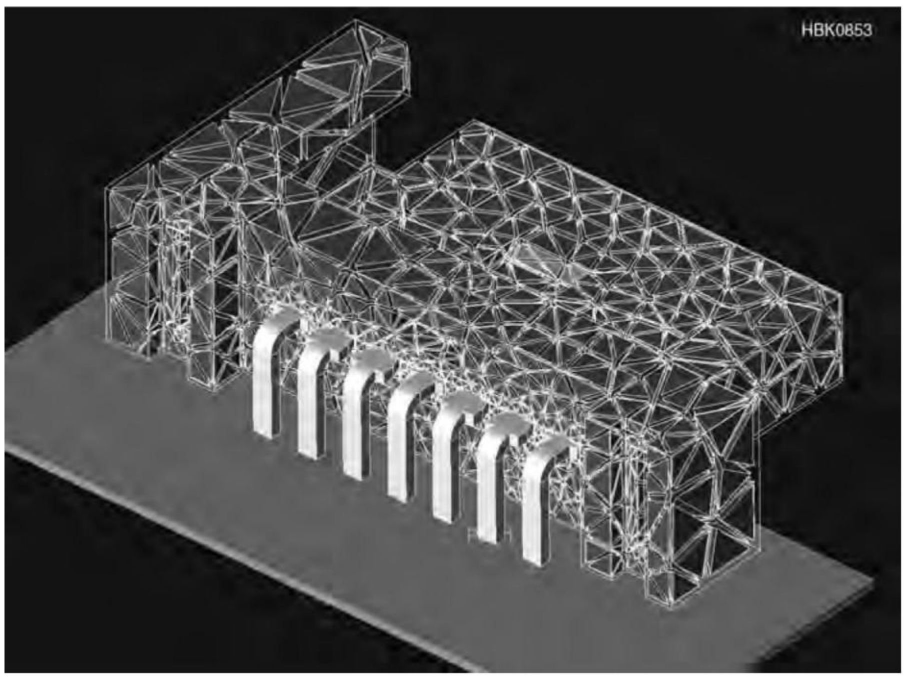
VOLUME MESHNG - FİNİTE ELEMENT METODU

Makine mühendisleri *Sonlu Elemanlar Yöntemini* (FEM) yaygın olarak kullanırlar. Malzemeler başarısız olmadan önce sadece çok fazla stres ve zorlanma alabilir. FEM, tasarımcıların bilgisayarda birçok farklı yapı tasarımını hızla denemelerini sağlar. Daha sonra'en iyi'nin en az ağırlık, boyut, maliyet veya başka bir faktör için en fazla güce dayanabileceği en iyisini inşa ederler.

Gerilmeler ve gerilmeler elektromanyetik alanlar gibi vektör alanlarıdır. Bir "vektör'bir büyüklüğe ve bir yöne sahiptir. Örneğin, belirli bir noktadaki bir elektrik vektör alanı "x yönünde 5 V/m" olabilir. Bir "alan", vektörün bir bölgenin üzerinde, bir dalga kılavuzunun içinde veya hatta tüm uzaydaki her yerde tanımlandığı anlamına gelir. Dolayısıyla, analojik düşünceyle, RF ve mikrodalga problemlerimize de FEM uygulayabiliriz gibi görünüyor. Gerçekten de yapabiliriz. Şeytan ayrıntıda gizlidir. Tüm sayısal EM teknikleri gibi, dünya çapındaki araştırmacıların günümüzün yüksek olgunluk seviyesine ulaşması birkaç on yıl sürmüştür.

FDTD bir zaman domeni analizidir. Başka bir deyişle, EM analizi EM alanlarını zaman içinde geliştikçe değerlendirir. Hesaplanan impuls yanıtı üzerinde bir FFT gerçekleştirerek tam frekans yanıtını elde ederiz.

RF çalışmaları için, FEM araçları tipik olarak frekans etki alanı sonuçları sağlar. Bu durumda, bir ilgi sıklığı belirleriz ve FEM



Şekil 6.23 - Son derece keyfi yapılar FEM ile analiz edilebilir. Burada görüyoruz Bir PCB çoklu pin konektörü için meshing. Yüksek frekansta yüksek doğrulukta analiz, yüksek performans gerektiğinde kritik öneme sahiptir. Tüm cilt tetrahedra ile birleştirilmiştir. Açıklık için, meshing için kullanılan tetrahedra sadece ile kesiştiği yerde özetlenmiştir Konektörün bir yüzeyi. [Nezaket Keysight, izin ile kullanılır]

Yazılım bu frekanstaki yanıtı analiz eder. Sonra ikinci bir frekans belirleriz ve yeni frekans için analizi tekrarlarız. Bu, tüm ilgi frekanslarında sonuç alana kadar tekrarlanır.

Frekans alanı analizinin avantajı, yalnızca istediğimiz frekansları analiz etmemizdir. Ek olarak, şimdi sadece üç uzaysal boyut için çözmemiz gerekiyor. Alanların hepsinin belirli bir frekansta sinüs dalgası ile zaman içinde değiştiğini zaten biliyoruz. Bununla birlikte, doğrusal devrelerle çalışmakla sınırlıyız. Tek bir frekanstaki girdi göz önüne alındığında, doğrusal devreler sadece devrenin her yerinde bulunan aynı frekansa sahiptir. Bir amplifikatör veya bir karıştırıcı, yalnızca bir frekans giriş olsa bile, etrafta zıplayan birkaç frekansa sahip olacaktır. Her yerde sadece bir frekans olduğu göz önüne alındığında, EM analizimizin şimdi sadece bu sinüs dalgasının büyüklüğü ve fazı için çözmesi gerekiyor. Zaman alanı analizinin avantajı, tüm frekansları (dürtü cevabında FFT'yi kullanarak) tek bir analizle elde etmemizdir.

FEM, analiz ettiğimiz yapıyı ayırarak FDTD gibi başlar. RF çalışması için, FEM araçları yapımızı tetrahedral (üçgen tabanlı üç taraflı bir piramit) içine bağlar. Şekil **6.23,** çok uçlu bir konektör meshing örneğini göstermektedir. FDTD'deki yapılar için kullanılan dikdörtgen heksahedral örgü genellikle "merdiven" görünümü bırakır. Merdiven ağı çok ince yaparak azaltılabilir, ancak bu bellek gereksinimlerini ve analiz süresini arttırır. Resimlerle, pikseller de bir merdiven görünümü verir. Ancak bugünün kameraları ile pikseller o kadar küçük ki (ve o kadar çok var ki) büyütme olmadan görülmeleri zor.

FEM her boyutta tetrahedra kullanabilir. Böylece eğri yüzeyler üçgenlere (her tetrahedra'nın açıkta kalan yüzeyi) birleştirilmiş gibi görünür. Bu genellikle - yüzeyin FDTD'nin hekzahedral hücreleri ile mümkün olandan daha iyi bir temsilidir. Ek olarak, farklı boyutlarda tetrahedra istenildiği gibi kullanılabildiğinden, ağın doğruluğu - değiştirilebilir. Çok küçük tetrahedra, en yüksek doğruluğun gerekli olduğu yerlerde kullanılabilir ve büyük tetrahedra başka yerlerde kullanılabilir. Aslında, bir ilk çözüm gerçekleştirilebilir ve hata her yerde tahmin edilebilir. Adaptif meshing daha sonra hatanın çok yüksek olduğu yerlerde kafesi rafine eder (daha fazla ve daha küçük tetrahedra yapar). Böylece çok fazla analiz süresi ve bilgisayar belleği tüketebilen ince örgü, sadece ihtiyaç duyulan yerlerde kullanılır. Dikkatli olunmalıdır, çünkü ince örgü bölgesi analiz sıklığına ve yapının nasıl uyarıldığına bağlı olarak değişiklik gerektirebilir.

FEM'in matematiği çok karışabilir ve bunu uygulamak için birçok farklı yol vardır. Yüksek seviye, atmalıyız

"Değişken form" denilen bir problem. Örneğin, bazı sınır koşulları (giriş üzerindeki bir RF voltaj kaynağı gibi) göz önüne alındığında, bir mikrodalga filtresindeki enerji için bir denklem, bir varyasyonel formdur. FEM daha sonra Maxwell denklemleriyle tutarlı EM alanlarını ve - minimum toplam enerjiyi veren verilen sınır koşullarını bulur. Bu alan çözümdür.

Minimum enerji çözümünün neden doğru çözüm olduğunu sezgisel olarak görebiliriz. Baskılı bir devre kartında ince, orta derecede geniş bir iletkenin uzunluğunu ayarlayın. Daha sonra, iletkene statik elektrik yükü yerleştiriyoruz. Elektronların hepsi negatiftir ve birbirlerini iterler, kendilerini iletkenin zıt kenarlarına en iyi şekilde iterler. Şimdi iletkenin kenarlarında en yüksek yüke ve iletkenin merkezine doğru daha düşük yüke sahibiz. Bu yük konfigürasyonu, yük için minimum potansiyel enerjiyi verir. FEM'in bulduğu çözüm budur. Mantıklı, kenarlardaki en yüksek yük, orada da en yüksek voltaja sahip olduğumuz anlamına gelir. Eğer çok fazla yük eklersek, keskin kenarlar yayların ve kıvılcımların geleceği yerlerdir (bunu evde denemeyin!).

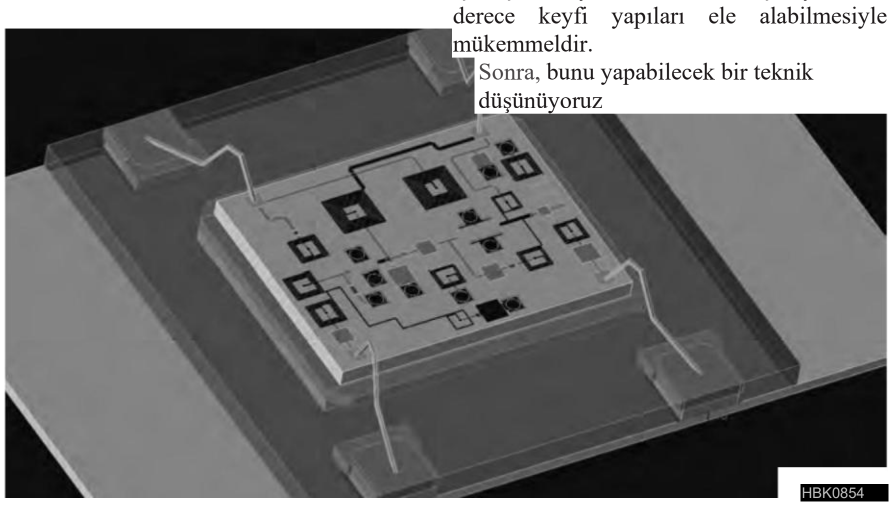
Matematiksel olarak, RF için durum neredeyse aynıdır. Sadece şarj etmek yerine, RF akımı akıyor. RF akımı, bir düzlemsel (örneğin, baskılı devre kartı, PCB) iletkenin kenarlarında en güçlü şekilde akar. Aslında, çok fazla RF akımı çalıştırırsak, kenarlar tam anlamıyla buharlaşmaya başlar. Bu, iletken boyutları çok küçükse, örneğin cep telefonlarında yaygın olarak kullanılan bir silikon RF entegre devresinde (SiRFİC) düşük güçte bile olabilir. Bu durumda, buharlaşma

Bu işleme "elektromigrasyon" denir. SiRFİC tasarımcıları, bu sorun nedeniyle RF iletkenlerinin üstüne bir yalıtkan katmanı ekler. Aksi takdirde, cep telefonumuz hızlı bir şekilde başarısız olur. **Şekil 6.24, bir** taşıyıcıya monte edilmiş GaAs (silikon yerine) kullanılarak yapılan tipik bir RFİC'nin çizimini göstermektedir. Bu CAD (bilgisayar destekli tasarım) yazılımı kullanılarak hazırlanmıştır ve FEM meshing için hazırdır.

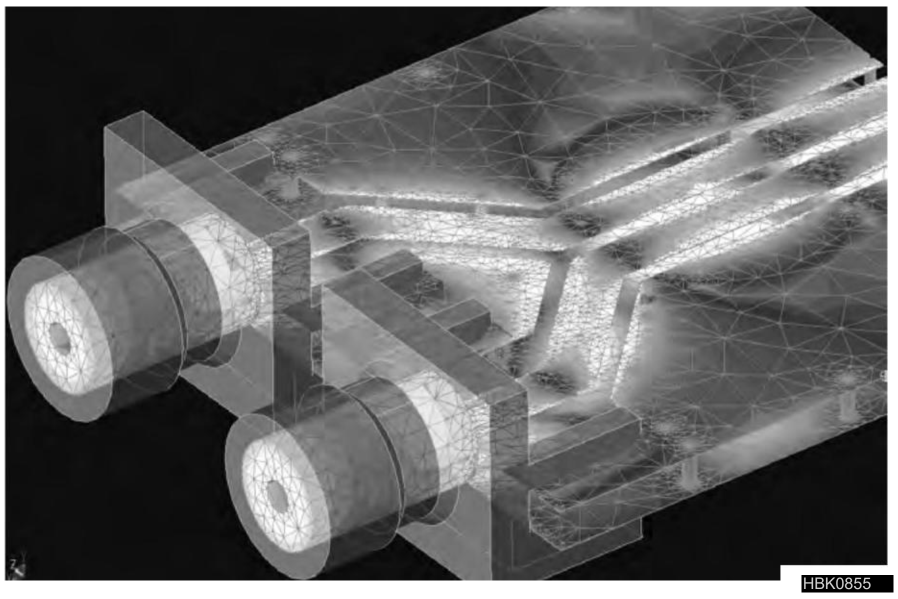
Bu nedenle, FEM bir optimizasyon problemine benzer. Bu nedenle genellikle tekrarlayıcıdır. İt, bir başlangıç (genellikle hızlı, kaba örgü, yüksek hata) analizini deneyecek ve bu çözümün her yerindeki hatayı (yani minimum olmayan enerjiyi) değerlendirecektir. Daha sonra FEM yazılımı meshing'i rafine eder ve çözümü rafine eder. Bu işlem, hata kullanıcı tarafından belirlenen bir eşiğin altına düşene kadar tekrarlanır. Daha iyi bir çözüme ihtiyacınız olduğunu düşünüyorsanız, hata eşiğini daha küçük yapın. Yüksek hassasiyetli çalışma için, tüm FEM hesaplanan alanlar ve akımlar düzgün görünene kadar çözümü hassaslaştırmak en iyisidir (hata alanlarda gürültü olarak görünür). Keskin kenarlar (PCB ve SiRFİC'de olduğu gibi) düzgün yüksek akıma sahip olmalıdır. Ancak, alan ekranında hata hala belirgin olsa bile sonuçlar yararlı olabilir. **Şekil 6.25,** karmaşık bir koaksiyel konnektörden PCB'ye geçiş için yüksek kaliteli bir sonuç göstermektedir.

Yukarıda görebileceğimiz gibi, FEM ve FDTD gibi hacim bağlama tekniklerinin önemli bir gücü, hangi şekil olursa olsun hemen hemen her şeyi kolayca analiz edebilmeleridir. Bu teknikler, (tüm EM analizlerinde olduğu gibi) sorunun bilgisayar belleğimiz veya bir cevap bekleme isteğimiz için çok büyük olmaması koşuluyla, son derece keyfi yapıları ele alabilmesiyle mükemmeldir.

Sonra, bunu yapabilecek bir teknik düşünüyoruz



Şekil 6.24 - Bu RF entegre devresi, dış dünyaya bağlantı yapan tel bağları olan bir taşıyıcıya monte edilmiştir. Bu, bağlanmadan önceki devrenin bir görüntüsüdür. FEM, tüm elektromanyetik etkileşimleri içeren tüm yapıyı analiz edebilir. [Nezaket Keysight, izin ile kullanılır]



Şekil 6.25 - FEM, iki PCB iletkenine geçiş yapan iki koaksiyel konektöre sahip bir devreyi birleştirmiştir. PCB iletkenleri daha sonra birbirine bağlı bir hattın başlangıcını oluşturmak için birbirine yaklaşır. Renk kodlaması iletkenler üzerindeki akım yoğunluğunu yüksek akımı gösteren kırmızı (veya parlak) ile gösterir. Bu, PCB iletkenleri ile alt tabakanın üst tarafındaki onları çevreleyen zemin düzlemi arasındaki dar yuvalardan görebileceğimiz alt taraftaki bir zemin düzlemini içerir. Bu CPW veya coplanar dalga kılavuzu olarak bilinir. Akımın kenarlarda yüksek akımla pürüzsüz olduğunu ve yüksek kaliteli bir sonuç olduğunu unutmayın. [Nezaket Keysight, izin ile kullanılır]

Çok daha büyük problemleri ele alın, ancak sorun teknik için uygunsa.

SURFACE MESHING - MOMENTS METODU

FEM ve FDTD gibi, *Moment Yöntemi* (MoM) 1960'larda geliştirilmiştir. MoM, Batı'da Syracuse Üniversitesi'nden Prof. Roger Harrington tarafından tamamen resmileştirildi ve popüler hale getirildi. Adını daha önce Rusya'da yapılan benzer çalışmalardan aldı. Moment Yöntemini anlamak için gereken denklemler zor olabilir. Neyse ki, kavramı anlamak kolaydır:

İmagine biz bir düzlemsel devre var, bir baskılı devre kartı (PCB) üzerinde bir filtre diyelim. İlk adımda, sadece devrenin metalini ayırırız (küçük alt bölümlere ayırırız). Hacim ezme teknikleriyle kontrast oluşturduğumuzda, alt tabakayı örmüyoruz ve alt tabakanın etrafındaki havayı örmüyoruz. Sadece devrenin metalini örüyoruz. Daha sonra, bu devrenin bir alt bölümüne akım (belirli bir RF frekansında) koyduk. RF akımının bitinin diğer tüm alt bölümlerde ne kadar voltaj indüklediğini hesaplıyoruz. Bunu küçük bir verici anten (akımla alt bölüm) olarak görebiliriz ve diğer tüm alt bölümler küçük alıcı antenlerdir. Tipik olarak, yakındaki alt bölümlerde yüksek voltaj ve daha uzak alt bölümlerde daha düşük voltaj indüklenir. PCB dielektrik malzemenin etkisi bu hesaplamaya dahil edilmiştir. (Bu adımdır Matematiğin gerçekten karmaşıklaşabileceği bir yer. Ama bunların hepsi zaten yapıldı. Bu konuda endişelenmenize gerek yok!)

Bu hesaplama (yani, bir alt bölümdeki akım, diğer tüm alt bölümlerde voltajı indükler), devredeki tüm alt bölümler için birer birer tekrarlanır. Tüm bu bilgiler bilgisayarda bir matris şeklinde saklanır. Daha sonra, bilgisayar tüm alt bölümlere aynı anda akım verir. Bu, daha önce - hesaplandığı gibi, devredeki tüm alt bölümlerde voltajı indükler. Her alt bölüm, devredeki diğer tüm alt bölümlerden kaynaklanan voltaja sahiptir. Aslında, her bir alt bölümün de kendisinden dolayı indüklenen voltajı vardır. Tüm bu alt bölümlerdeki tüm bu gerilimler bir araya toplanır.

Ancak mükemmel bir iletken (bu açıklama için varsayımımız budur), herhangi bir voltaja sahip olamaz! (Herhangi bir bakır parçası boyunca voltajı ölçün. Kısa devreye çok yakın, sıfır voltaj. Mükemmel bir iletken tam olarak sıfır voltaj olacaktır.) Böylece, bilgisayar tüm alt bölümlerdeki tüm akımları ayarlar, böylece tüm alt bölümlerde sıfır voltaj olur. (İn uygulaması, bu aslında "matris inversiyonu'adı verilen bir işlemle yapılır.) Tabii ki, devreye giriş için kullandığımız alt bölümün üzerinde bir miktar voltaj olması gerekir. Aksi takdirde, her yerde sıfır akım (ve sıfır voltaj) olacaktır... Bunda eğlence yok!

Tüm alt bölümlerdeki akımlar Bize iletkenin olduğu her yerde sıfır voltaj verin (giriş alt bölümünde bir giriş voltajı verilir) iletkendeki akım dağılımıdır. Çözümümüz bu. Daha sonra, giriş alt bölümünde şimdi bilinen akımı alıyoruz ve bu alt bölümde varsaydığımız voltaj göz önüne alındığında, giriş empedansını hesaplayabiliriz. Her frekans için bu işlemi tekrarlayın ve frekansın bir fonksiyonu olarak giriş empedansının bir grafiğine sahibiz. Artık hiçbir şey inşa etmeden tüm bu bilgilere sahibiz.

Momentler yönteminin bu uygulaması sadece düzlemsel devrelerle sınırlıdır. - Önceki bölümde gösterilenler de dahil olmak üzere keyfi 3B yapılar bu yaklaşım için uygun değildir. Momentlerin düzlemsel yönteminin yaygın olarak kullanılmasının nedeni, devrelerin düzlemsel olması koşuluyla, yüksek doğruluk seviyelerinde çok daha büyük düzlemsel devreleri işleyebilmesidir. Uygun düzlemsel devreler çok sayıda katman içerebilir. Bir bilgisayardaki PCB'ler 28 katman içerebilir. Bu, anların yöntemi için sorun değildir. Bazen düzlemsel problemler tam 3D yerine 2.5 boyuta sahip olarak adlandırılır. Bununla birlikte, tam 3B alanlar ve tam 3B akım hesaplanır (iletken vialar akımın katmanlar arasında dikey olarak akmasına izin verir), bu nedenle bu tür bir problemi 3B düzlemsel olarak tanımlamak daha doğrudur. Alanlar ve akımlar 3D iken, devre katmanlı (yani düzlemsel) dielektrik üzerinde oluşturulur.

RF ve mikrodalga tasarımcıları genellikle S parametreleri veya "Saçılma Parametreleri'ile çalışır. (S-parametrelerinin **tartışılması için RF Teknikleri bölümüne bakın**.) Örneğin, yukarıda hesaplanan giriş empedansını alıp SWR'ye (duran dalga oranı) veya VSWR'ye (voltaj duran dalga oranı) dönüştürebiliriz. Ayrıca VSWR veya giriş empedansını matematiksel olarak bir *yansıma katsayısına dönüştürebiliriz. Bu* bize 1 **voltluk bir** olay dalgası verilen yansıyan dalganın voltaj genliğini verir. Yansıyan dalganın fazını hesaplamaya dahil ettiğimizde, bir S parametresi olur.

Eğer 2 portlu bir filtre (bir giriş portu ve bir çıkış portu) ile uğraşıyorsak, aynı zamanda 1 voltluk dalganın ne kadarının girişin çıkışa yaptığını da bilmemiz gerekir. (2 portlu devreler RF Teknikleri bölümünde tartışılmıştır.) Bu bir *iletim katsayısı. Şimdi*, diyelim ki, antenimiz tam olarak eşleşmedi ve RF'yi filtremizin çıkışına geri yansıtıyor. Yanıt olarak, filtre çıkışı şimdi antene geri dönen yansıyan bir dalga üretir. Buna *çıkış yansıma katsayısı denir. Son olarak*, bu dalganın antenden yansıyan ve filtremizin çıkışına çarpan bir kısmı filtreden geçer ve aslında filtrenin girişinden çıkar. Buna *ters iletim katsayısı denir.* Şimdi, 2 portlu filtremizi tanımlamak için dört sayımız var.

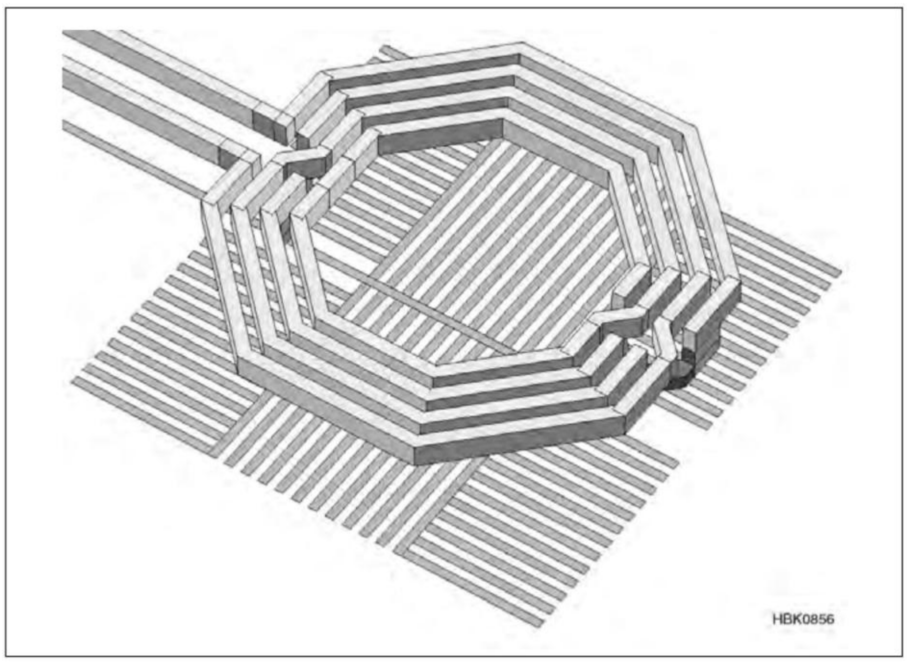
Bunların hepsi saçılma parametreleridir ve bilgisayarımızın yararı için hepsini bir 2x2 matrisine koyarız.

Moment Yöntemi çok çeşitli problemler için geliştirilmiştir. Örneğin, bir uçağı aydınlatan bir radar sinyali veya hatta tüm bir uçak gemisi gibi son derece büyük problemleri yapmak için inanılmaz derecede verimli hale getiren Anlar Yöntemini uygulamanın birkaç yolu vardır. Bununla birlikte, bu tür bir uygulama, PCB'lerdeki devreler veya hız ve doğrulukta sufferredüksiyon yapabilecekleri diğer düzlemsel devreler için yararlı değildir.

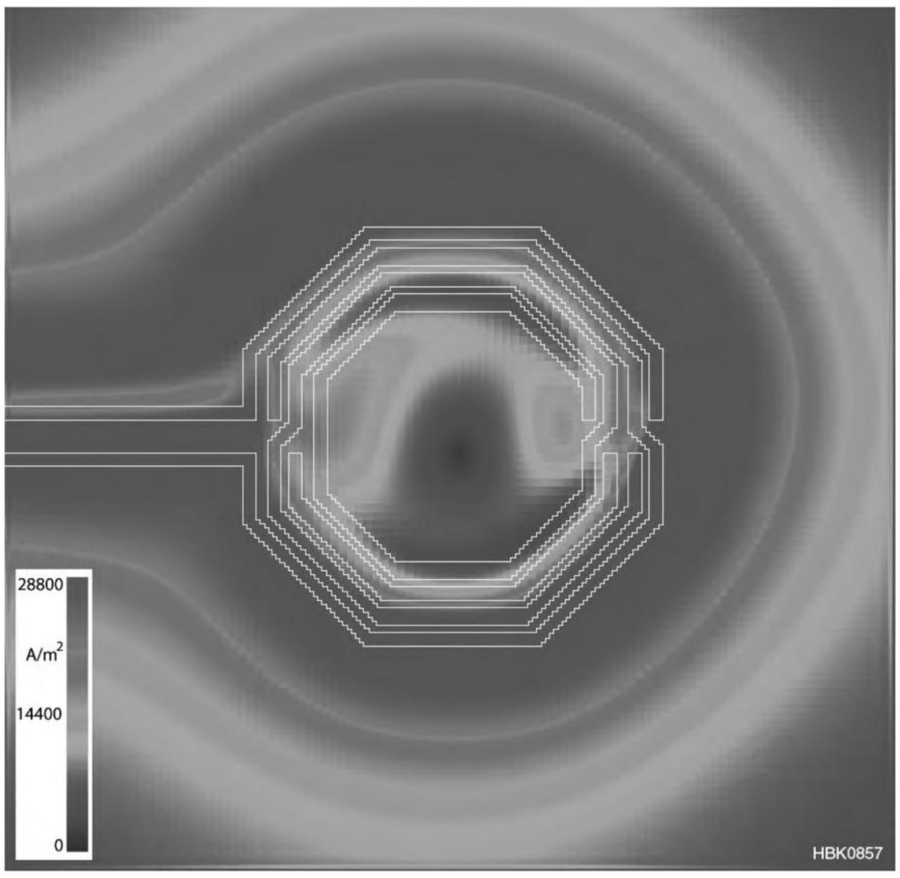
Düzlemsel devrelerin MoM analizi için tercih edilen yaygın olarak kullanılan iki yaklaşım vardır. Her iki yaklaşım da çok katmanlı olsalar bile büyük düzlemsel devreleri işleyebilir. Bir yaklaşım, düzlemsel devrenin korunmasız olduğunu varsayarak gerekli currentinduces-voltaj hesaplamasını gerçekleştirir. Diğeri devrenin korunduğunu varsayıyor. Her iki yaklaşım da yararlı doğruluğa sahiptir. Korumasız yaklaşım, antenler gibi korumasız devreler için doğaldır. Korumalı yaklaşım, bir koruyucu kutu içindeki bir filtre gibi korumalı devreler için doğaldır. Bununla birlikte, her yaklaşım diğerinin alanına girebilir. Korumalı yaklaşım, daha doğru bir indüklenmiş voltaj hesaplamasından yararlanır, ancak meshing için altta yatan, ince bir piksel benzeri ızgara gerektirir. Korumasız yaklaşım, gerekli daha az doğru indüklenmiş voltaj hesaplamasının endişe verici olmaması koşuluyla kullanışlı olabilecek keyfi alt bölüm boyutuna izin vermekten yararlanır.

Şekil 6.26, korumalı 3D düzlemsel moment yöntemi kullanılarak analiz edilen tipik bir devreyi göstermektedir. Bu, tüm cep telefonu RF çip setlerinde birçok yerde kullanılan kritik bir bileşen olan silikon üzerinde bir spiral indüktördür. Örneğin, bir arama yaptığınızda, cep telefonu bilgisayarı vericiyi ve alıcıyı - aramanız için hücre sitesi tarafından atanan kanala taşımalıdır. Bunu yapmak için, gerekli frekansa geçmek için bir PLL (faz kilitli döngü) içindeki bir VCO'yu (voltaj kontrollü osilatör) programlar. VCO, ayarlanmış devresinin bir parçası olarak bir indüktöre sahiptir. Silikon çiplerin bakış açısından, indüktörler devasadır. Çok fazla yer kaplarlar ve yer kaplarlar (ya da RFI C tasarımcılarının dediği gibi "gayrimenkul") pahalıdır. Çözüm, spiral dönüşleri daha da küçültmek ve daha fazlasını kullanmaktır. Bu da kaybı artırır. Çok fazla kayıp varsa, VCO gürültüsü yükselir ve ayar aralığı azalır. En kötü durumda, kayıp o kadar yüksek olabilir ki, VCO salınmaya bile başlamaz.

Bir devrenin aslında silikon gibi yarı iletken malzemeye kazındığı tipik bir gofret imalatı (kısaca "gofret fab") kolayca 1 milyon dolara mal olabilir. Bir devre oluşturup ayarlayamayız. VCO'nun ve o gofretteki diğer her şeyin ilk kez çalışması çok önemli. EM analizinin günü kurtardığı yer burasıdır. Tasarımcı tüm denemeyi yapar ve



Şekil 6.26 - Moment Yöntemi silikon üzerinde bu spiral indüktör gibi düzlemsel 3D devreleri analiz etmek için kullanılabilir. Bu tür birçok indüktör, her cep telefonu için RF çip setinde bulunur. Silikon dioksit izolatörü (gösterilmemiştir), indüktörün tabanı ile yarı iletken silikonun üstü arasında bir miktar ayrım yapar. İndüktör kayıplarını azaltmak için, indüktör alanlarını silikonun dışında tutmaya çalışmak için doğrudan silikon üzerine ızgara benzeri bir toprak kalkanı yerleştirilir. [Nezaket Sonnet, izin ile kullanılır]



Şekil 6.27 - Spiral indüktör, burada toprak kalkanı olmadan, silikonda akımı indükler. Bu akım kaybı arttırır ve en aza indirilmelidir. [Nezaket Sonnet, izin ile kullanılır]

Port Tuning kullanarak bir Sonnet Eğitimi

Bu noktaya kadar, EM yazılımının "analiz" problemi olarak adlandırılan şeyi nasıl çözdüğünü anlattık. Başka bir deyişle, düzlemsel bir RF devre düzenine sahibiz
RF devre tepkisini analiz etmeliyiz. Bu, ilk kullanıma sunulduğunda büyük bir avantajdı, çünkü onsuz,
Bir devre oluşturun ve sonra ölçün.
Tabii ki, asla istediğimiz gibi çalışmazdı. Şimdi ne yapacağız?

EM yazılımından önce, jilet bıçağını ve küçük bakır parçalarını çıkarır ve devreyi ayarlamaya başlardık. Belki de bu açık devre saplama
biraz daha kısa. Ama daha kısa yaparsa Daha da kötüsü, şimdi daha uzun yapmamız gerektiğinin farkındayız. Lehim demirini çıkarın. üst düzey tasarımcılar dab olabilir
Gümüş epoksi. O günler
Gitti, şükürler olsun.

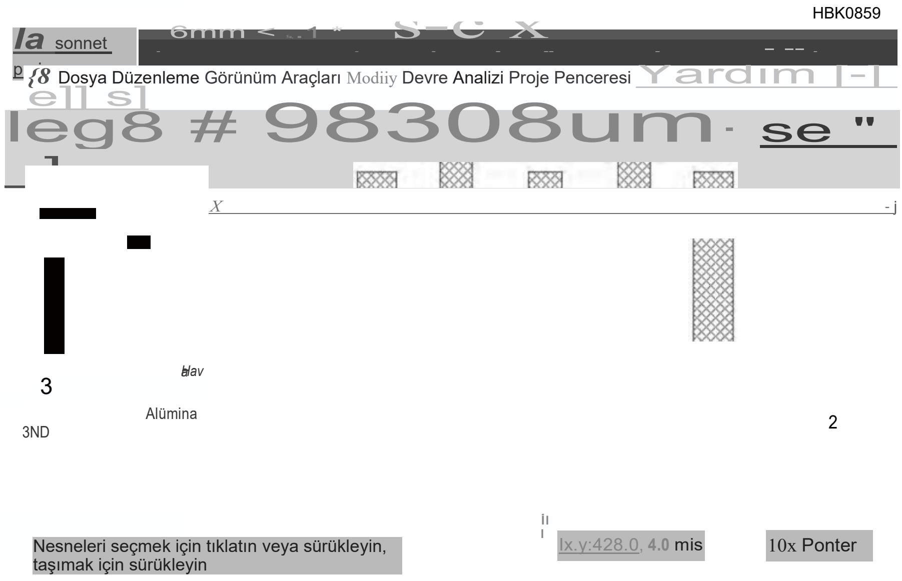
EM analizi ile, açık saplamayı (veya devrenin herhangi bir bölümünü yanıtı iyileştirebileceğini düşündüğünüz kısmı) biraz daha kısa veya biraz daha uzun yaparız ve ardından analizi tekrarlarız. Bu
Eski günlerden çok daha iyi!

Tahmin edebileceğiniz gibi, asla tatmin olmuyoruz. EM analizini her tekrarladığımızda, uzun bir bekleyiş olabilir.
Daha büyük ve daha karmaşık devreler için. Daha hızlı bir şey istiyoruz.

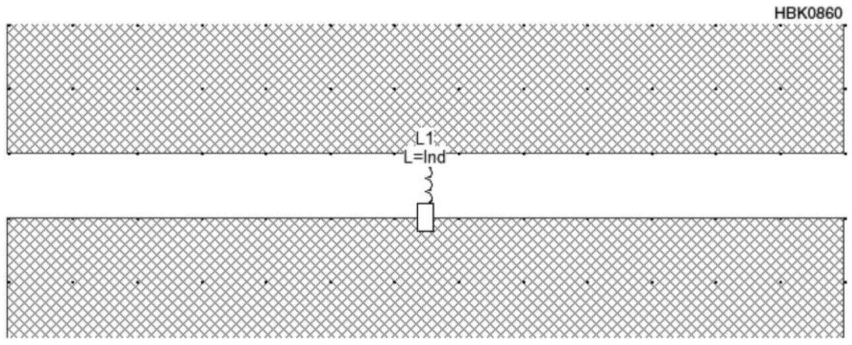
Son on yılda, *port tuning adı verilen çok daha hızlı bir metodoloji geliştirildi.* Birlikte bir şeyler yapabiliriz
Aslında inşa ettiğimiz bir devre ile asla yapamayacağımız EM analizi.
Örneğin, tipik bir filtrenin içinde birkaç rezonatör vardır. Bunlar genellikle çizginin sadece yarım dalga uzunluklarıdır, sadece
Dipol anten gibi, ama genellikle hiçbir şey bağlı değil. Eğer filtremizin geçiş bandı biraz düşük frekansa sahipse, rezonatörü daha kısa yaparız. Eğer geçiş bandı biraz fazla yüksek olursa, daha uzun yaparız. Port ayarının, her seferinde tüm EM analizini tekrarlamak zorunda kalmadan bunu yapmamıza izin verdiği ortaya çıktı.

Aşağıdaki bölüm *Sonnet kullanarak bunu göstermek için bir porttuning alıştırması kullanır.* Eğer takip etmek isterseniz, *ücretsiz SonnetLite'ı indirin* **www.sonnetsoftware.com. Aşağıdaki** açıklama *Sonnet Sürüm 16 içindir.* Daha sonraki bir sürümünüz varsa, kullanıcı arayüzü muhtemelen biraz farklı olacaktır.

Yazılımı yükledikten sonra, üstteki menülerden HELP- > GETTNG BAŞLADI'yı seçerek Sonnet öğreticisine gidin. Bölüm 4, "Öğretici: Hızlı Bir Tur'a odaklanın. Bunu yapmak yaklaşık bir saat sürer .



Şekil A - Port ayarını göstermek için kullandığımız temel filtre, her biri bir ucunda topraklanmış, substratın kenarında bulunan mükemmel iletken bir yan duvar olan çeyrek dalga boyu rezonatörlerinden yapılmıştır. [Nezaket Sonnet, izin ile kullanılır]

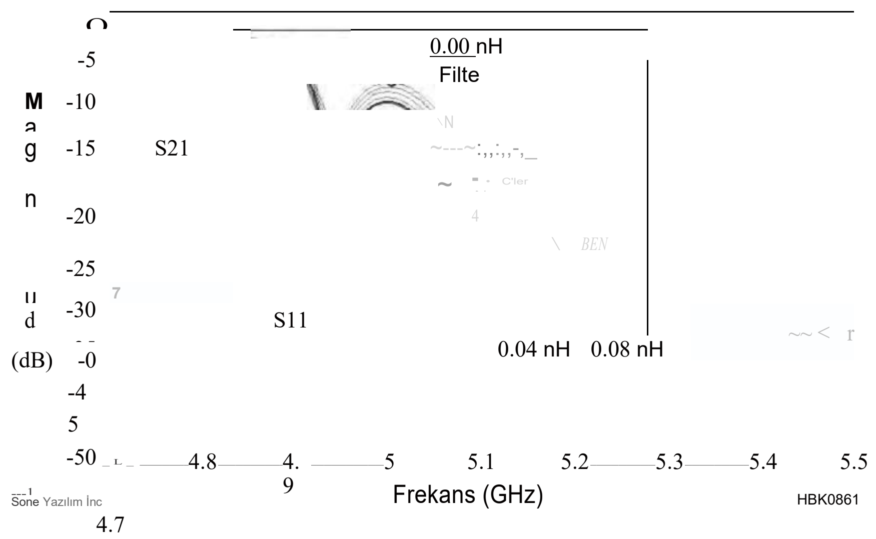


Şekil B - **Metindeki talimatları takiben, ilk (sol) rezonatörün uzunluğu boyunca bir boşluk yerleştirilir. Bu boşluğa yerleştirilen indüktör bileşeninin yakınlaştırılmış bir detayıdır. İndüktansın değeri, "Nd", ayarlanacak değişken bir parametredir. [Nezaket Sonnet, izin ile kullanılır]**

İşiniz bittiğinde, ilk port ayarlama projenizi başlatabilirsiniz.

Öğreticinin 4. bölümünü tamamladıktan sonra, *Sonnet* ekranınızda Şekil A'nın düzenine sahip olacaksınız. Bu filtre için Sonnet dosyası, indirilebilir ek içeriğe sahip BaselineFilter.son'dur. Bu bir interdigital filtredir. Rezonatörler çeyrek dalga boyu uzunluğundadır ve her rezonatörün bir ucu toprağa kısa devre yapmıştır. Anten eşdeğeri çeyrek dalga-
Aynı zamanda bir ucu toprağa kısa olan dikey anten uzunluğu.

Ayarlamak için rezonatörlerden birini seçin.
Bu örnek için, ilk (sol) rezonatörü seçeriz, ancak herhangi bir rezonatör bu yöntemle ayarlanabilir. Bir rezonatörü uzatmak rezonans frekansını düşürür ve bir rezonatörü kısaltmak rezonans frekansını arttırır. Seçtiğiniz rezonatörün uzunluğunu ayarlamak için, rezonatör oluşturma çok küçük bir kısmını kaldırmak gerekir



Şekil C - **"İnd" değeri için 0'dan 0.08'e kadar bir parametre taraması yapmanın sonuçları NH, 0.04 nH'nin orijinal (ayarlanmamış) filtreyle neredeyse aynı yanıtı verdiğini gösterir. 0.08 nH değeri, geliştirilmiş bir yansıma katsayısı ("S11"**) verir **ve ilk rezonatörün 0.002 inç daha uzun yapılması gerektiğini gösterir (ayrıntılar için metne bakınız). [Nezaket Sonnet, izin ile kullanılır]**

dar bir boşluk. Sonra çıkardığımız parçayı küçük, ideal bir indüktörle değiştiriyoruz. EM analizini tekrarlama Çünkü bir plandaki her küçük değişiklik zaman alır. Ancak küçük indüktörü değiştirebilir ve neredeyse anlık analiz sonuçları elde edebiliriz.

Devam etmeden önce, buna değer *Sonnet Version 16* Kullanım Kılavuzunun (HELP- > MANUALS) Bileşenler hakkındaki Bölüm 7'yi okuma zamanınız. Bir indüktör olan "İdeal Bileşeni" ekliyoruz. İşte *SonnetLite Sürüm 16 için adım adım açıklama :*

1) EDIT - > DIVIDE ÇOKGENLER'i seçin .

2)İstenilen rezonatörün genişliği boyunca uzunluk boyunca yaklaşık yarım yol boyunca kesin (tam konum kritik değildir).

3) EDIT- > DIVIDE POLYGONS'u tekrar seçin .

4) Rezonatörün genişliğini tekrar kesin, ilk kesiminizden bir hücre uzakta. Bir "hücre", belirli bir analiz için izin verilen en küçük metal parçasıdır. Hücre boyutu noktalardan oluşan bir ızgara ile gösterilir. Bu proje için hücre boyutu 0.002 inç kare olarak ayarlandı.

5) Bir hücre uzun parçasını seçin Rezonatör ve basın DELETE. Bu, rezonatörün genişliği boyunca dar bir boşluk bırakır.

6) MODIFY- > ADD COMPONENT > İDEAL'i seçin. Küçük bir ekleme yapacağız

Az önce kestiğimiz dar boşluk boyunca indüktör. Görünen pencereyi seçin, İnductor'ı seçin ve Terminal Genişliği'ni ayarlayın
Besleme hattı genişliğine. İndüktörün değeri için bir Sonnet değişkeni kullanacağız. İndüktör değeri değişkeninin adı için "İnd" yazın. "Nd", süpüreceğimiz değişkendir, yani *Sonnet,* değişkenin değerini otomatik olarak değiştirecek ve analizi tekrarlayacaktır. Ardından, Tamam'a tıklayın ve değişken hakkında daha fazla bilgi istenir. Daha fazlasına gerek yok, bu yüzden Tamam'a tıklayın.

7) Sadece kullandığınız bilgi pencereleri kaybolduğunda, boşluğun bir tarafının ortasına tıklayın ve boşluğun diğer tarafının ortasına ikinci kez tıklayın. Bu, indüktörü boşluk boyunca yerleştirir.

Boşluğun etrafındaki bölgeye yakınlaştırılmış düzeniniz, **Şekil B'ye benzer olmalıdır (indirilebilir** ek içeriğe sahip Port Tuning Examplee.son). Muhtemelen tahmin ettiğiniz gibi, rezonatördeki boşluğu açmak için çıkardığımız metali değiştirmek için bu düzene eklediğimiz indüktörü kullanacağız. Eğer biraz daha indüktans ortaya çıkarsa, bize daha arzu edilen bir filtre verir, sonra rezonatörü biraz daha uzun yaparız. Biraz daha az endüktans, rezonatörü biraz daha kısa yapmamız gerektiği anlamına gelir. Burada negatif indüktörlere bile izin verilir.

İlk olarak, bir parametre taraması kullanılarak ne kadar indüktansın rezonatör uzunluğundaki değişime karşılık geldiğini bulmalıyız. Parametre taraması yapmak için Sonnet *Sürüm 16 Kullanım* Kılavuzu'nun 9. ve 10. bölümlerini okuyun.

Şekil B, parametre taramasının sonuçlarını gösterir ve port ayar indüktörünün değerini 0,01 nH'lık bir adımla 0,0'dan 0,08 nH'a çıkarır. Ayrıca, ayar portlarını eklemeden önce başladığımız orijinal filtre de çizildi. Orijinal filtre yansıma katsayısı vurgulanır. Yansıma (11 $) yaklaşık -10 dB'dir. İld = 0.04 nH için eğrinin a Orijinal filtreye çok yakın bir eşleşme. Böylece, rezonatördeki 0.002 inç boşluğun yaklaşık 0.04 nH'ye eşit olduğu sonucuna varıyoruz.

Daha sonra, İd = 0.08 nH eğrisinin 5 dB daha iyi veya -15 dB olan bir yansıma verdiğine dikkat edin. Bu bize filtre iade kaybını iyileştirebileceğimizi söyler 5 dB giriş rezonatörünü başka bir 0.002 inç yaparsak (yani, başka bir 0.04 nH) daha uzun.

Orijinal filtreyi alıyoruz ve bu rezonatörün uzunluğunu 0,002 inç artırıyoruz, onaylayan bir EM analizi, indirilebilir ek içeriğe sahip Fina/Filter.son, bize neredeyse tam olarak aynı yanıtı veriyor. bağlantı noktası ayarlama filtresi ile Did = 0,08 nH. Oluşturacağımız filtre budur.

Port gerçek filtreleri ayarlarken başka pratik hususlar da vardır. Örneğin, bu filtrede rezonatörün açık ucundan yanağa olan mesafe 0.010'dur.
inç. Bu rezonatörü 0.002 inç daha uzun yapmak bu mesafeyi azaltır. Bu, açık uç kapasitansını arttırır, bu da rezonans frekansını düşürür
küçük bir miktar. Rezonatörün 0.008 inç kadar uzatılması gerekiyorsa, bu kritik hale gelecektir. Duvara olan boşluk sadece 0.002 inç olacaktır. Rezonatörü daha da uzatmak, duvarı hareket ettirmemizi gerektirir.

Ayrıca, pratikte, rezonatörleri simetrik olarak uzatırız. Başka bir deyişle, giriş rezonatörünü uzatırsak, çıkış rezonatörünü aynı miktarda uzatırız. Bu, çıkış rezonatöründeki aynı boşluğa özdeş bir indüktör ekleyerek yapılabilir. İlk indüktörün indüktansı bir değişken adıdır ("Nd"), bu nedenle çıkış rezonatör ayar indüktörü için aynı değişken adını kullanabiliriz. Her iki rezonatör de otomatik olarak eşittir.

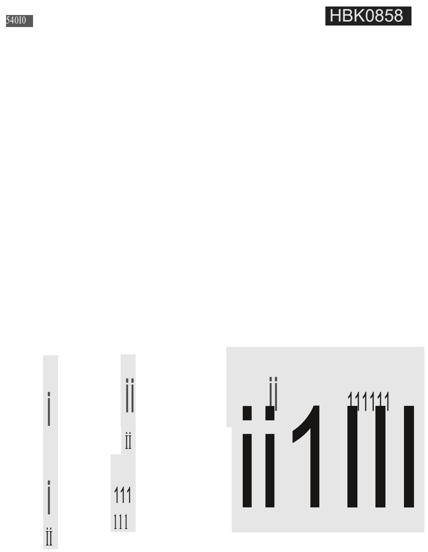
Bilgisayarda hata ve sonra devreyi bir kez oluşturur.

Silikon kayıplı bir iletkendir - bir yarı iletken. Herhangi bir RF tasarımcısı, bir indüktörü kayıplı bir iletkene yaklaştırdığımızda, indüktör kaybının arttığını bilir. Kaybı azaltmak için, indüktörü silikondan mümkün olduğunca uzak tutmaya çalışıyoruz. Belirli bir işlem, silikonun üstünde biriken birkaç mikron silikon dioksit veya diğer yalıtkanlara sahip olabilir. Böylece, tasarımcı indüktörü mevcut tüm silikon dioksitin üzerine koyar. Şekil 6.26, bu yalıtım katmanları gösterilmez, bu nedenle indüktör havada yüzüyor gibi görünür.

Kaybı azaltmanın bir başka püf noktası da bir yer kalkanı eklemektir. Bu, indüktörün altındaki ızgara benzeri iletken modelidir. Yer kalkanı iletkenlerinin, az ya da çok, spiral indüktörün üzerlerinde döndüğü dik açılarda olması önemlidir. Eğer toprak kalkanı iletkenleri paralelse, bir transformatörün ikincil sargısında kısa bir tum gibi davranmaya başlarlar, iyi değil!

Şekil 6.27, zemin kalkanı olmadığında doğrudan spiral indüktörün altındaki silikon yüzeyindeki akımı göstermektedir. Kırmızı (veya parlak) yüksek akımdır. İlk başta, akımın yönünün (gösterilmeyen) radyal olması, indüktöre doğru veya ondan uzağa akması şaşırtıcıdır. Bu, akımın manyetik alan tarafından değil, indüktörün etrafındaki elektrik alanı tarafından yönlendirildiği anlamına gelir. Tasarımcı, kaybı azaltmak için bu akımın mümkün olduğunca düşük olmasını ister.

Şekil 6.28, indüktörün küçük bir kısmının altındaki silikondaki substrat akımını bir - toprak kalkanıyla göstermektedir. Bu analiz edildi



Şekil 6.28 - Toprak **kalkanı yerinde olan indüktör altındaki silikondaki akımın küçük bir kısmı silikonda güçlü bir şekilde değiştirilmiş bir akım gösterir. İndüktör kaybının gerçekten azaldığı veya arttığı, güçlü bir şekilde**

Sonnet kullanarak, bir korumalı 3D düzlemsel EM aracı. Yukarıda belirtildiği gibi, indüklenen voltaj hesaplaması korumalı aletler için çok doğrudur, ancak ince, altta yatan dikdörtgen bir ağ gereklidir. Bu yakınlaştırılmış görüntüye yakından bakarsanız, ince ağın neden olduğu "pikselleşmeyi" görebilirsiniz.

Normalde, sadece devremizin iletkenlerindeki akımı düzlemsel EM araçlarıyla görürüz. Düzlemsel moment yönteminde "sense metal'olarak adlandırılan bir şey kullanarak teğet elektrik alanlarının nasıl görüntüleneceğinin bir açıklaması, *Sonnet Sürüm 16 kullanım* **kılavuzunun (www.sonnetsoftware.com) Bölüm 4'ünde verilmiştir.** Ohm yasasına göre, silikon substratın yüzeyindeki teğetsel elektrik alanı, silikonda akan akımla orantılıdır.

Profesyoneller genellikle Sonnet gibi bir EM analizörünü sözde "çerçeve'ile birlikte kullanırlar. Bir mikrodalga tasarım çerçevesi, örneğin devre teorisi analizi dahil olmak üzere birçok farklı birbirine bağlı mikrodalga ile ilgili yazılım araçlarını içerir. Hem - Keysight Technologies *ADS* çerçevesini hem de *Sonnet'i kullanan bir tasarımcı, Sonnet'te bir ayar elemanı olarak herhangi bir ADS bileşenini kullanabilir.* Bu durumda, bir iletim hattı modeli kullanarak (küçük bir indüktör yerine), tasarımcı, optimize edilmiş iletim hattı elemanından gerekli rezonatör uzunluk değişikliğini kolayca okuyabildiği için hayatı özellikle kolaylaştırır. Ne kadar indüktansın ne kadar rezonatör uzunluğuna ihtiyaç duyulmadığına karşılık geldiğini bulmak. Bu, *Sonnet'te* ayarlama için bir "Proje" bileşeni kullanarak ve projedeki ayar iletim hattı ile bir Sonnet netlist projesi yaparak bile yapılabilir.

Son olarak, tasarımcıların genellikle sadece bir veya iki tane değil, her rezonatörün uzunluğunu ayarlamaları gerekir. Ek olarak, rezonatörler arasındaki eşleşmeyi ayarlamaları gerekir (rezonatörler arasındaki boşluğu ayarlayın)**. Şekil 6.29,** bu şekilde ayarlanmış bir filtre örneğini göstermektedir. Tüm bunlar port tuning ile yapılabilir, ancak *SonnetLite'ın kapasitesini aşıyor. Sonnet'in tam bir kopyasına* ve tam bir mikrodalga çerçevesine (Keysight Technologies ADS, National İnstruments 'Microwave *Office veya* Cadence *Virtuoso)*

COMMERCIAL ELECTROMNETİC ANALYSİS TOOLS

Aşağıda, mikrodalga pazarına odaklanan mevcut RF ve mikrodalga EM yazılım satıcılarının çoğunu açıklıyoruz. Bu satıcıların hepsi, dünyanın önde gelen mikrodalga konferansı olan İnternational Microwave Symposium'da sergilendi. (Örneğin, **www.ims2018.org bakın** ve tüm EM yazılım satıcılarını görmek için "Genel Sergi İçeriği'ni arayın. Kaçırdığımız satıcılardan özür dileriz.)

Tüm ürün adları, ilişkili satıcıların ticari markalarıdır.

Ansoft (Ansys'in bir bölümü): Mikrodalga çalışması için uzmanlaşmış yaygın olarak kullanılan sonlu elemanlar kodu, HFSS *(Yüksek* Frekanslı Yapı Simülatörü). Ansoftprovides, düzlemsel korumasız moment yöntemi de dahil olmak üzere diğer EM araçlarının çeşitliliğini sağlar. Tüm araçlar, çok çeşitli devre teorisi ve sistem - simülasyon araçları ile kapsamlı bir mikrodalga tasarım çerçevesine entegre edilmiştir. www.ansys.com

AWR (National İnstruments'ın bir bölümü):

Araçları *Axiem,* çok çeşitli devre teorisi ve sistem simülasyon araçlarını içeren, yaygın olarak kullanılan kapsamlı bir mikrodalga tasarım çerçevesine (Mikrodalga Ofisi) entegre edilmiş korumasız düzlemsel moment yöntemini kullanır. **www.awrcorp.com**

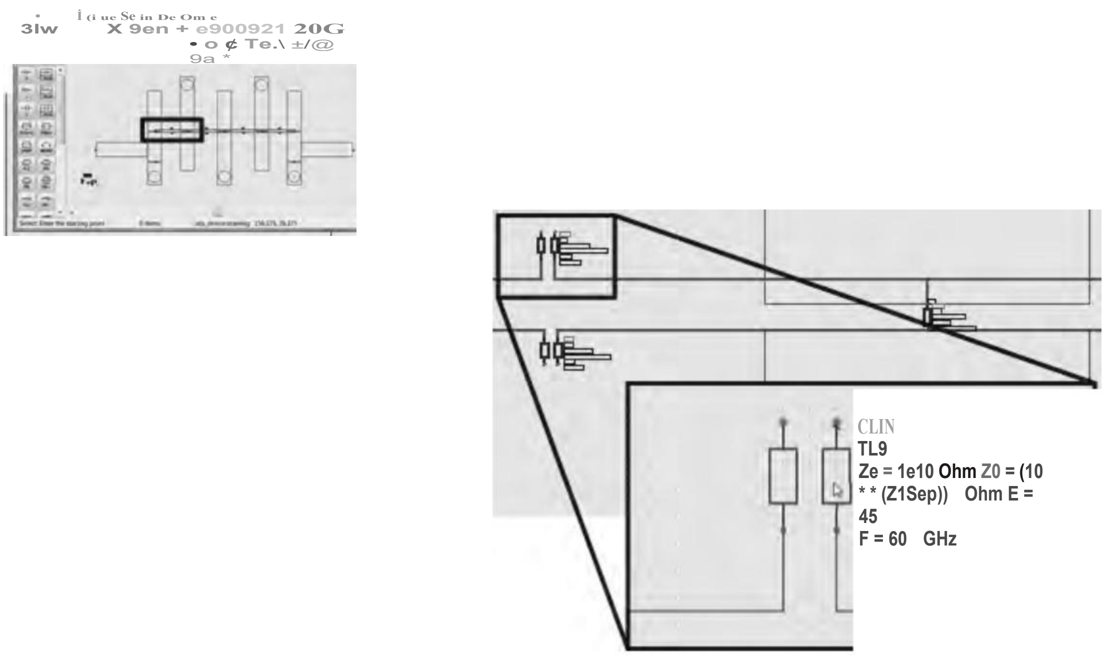
CST (Dassault Systemes'in bir bölümü): Günümüzde mevcut olan hemen hemen her tür EM çözücünün geniş bir yelpazesi. Birincil araçları, zaman alanı tam 3D hacim meshing EM analizi sağlayan FDTD ile yakından ilişkili bir tekniğe dayanmaktadır. Geniş araç yelpazesi çeşitli süitler halinde düzenlenmiştir. Örneğin, *CST Microwave Studio* geçici, frekans domeni, eigenmode, rezonant, integral denklemi, asimptotik ve TLM çözücülerini içerir. **www.cst.com**

EM Yazılım ve Sistemleri (Altair'in bir bölümü): Birincil ürün, çok büyük sorunlara yönelik momentlerin hızlı bir şekilde uygulanmasına dayanan FEKO'dur. İt sonlu elemanlar, fiziksel optik, geometrik optik ve kırınım tekdüze teorisi dahil olmak üzere diğer birçok EM teknikleri ile hibridize edilir. EMC, kablo demetleri, anten yerleşimi, biyo-medikal, mikrodalga devreleri ve diğer uygulamalar için uygundur**. www.feko.info**

IMST: Ana yazılım ürünü *olan Empire - XPU,* mikrodalga yapılarının FDTD analizini yapan zaman alanı 3D hacim sağlar. Ayrıca, doğrudan Keysight Technologies mikrodalga tasarım çerçevesi *ADS'de kullanılabilen düzlemsel çok katmanlı mikrodalga devreleri için modeller sağlayan bir araç olan MultiLib'i de sunarlar.* **www.imst.com**

İntegrand Yazılımı: Si RFI C tasarımı için yaygın olarak kullanılan *EMX,* yüksek derecede otomasyon da dahil olmak üzere silikon üzerinde RF tasarım çalışmaları için özel olarak uyarlanmış bir 3D korumasız moment analizi yöntemidir. İt, yaygın olarak kullanılan bir Si RFİC tasarım çerçevesi olan Cadence Virtuoso'ya tamamen entegre edilmiştir**. www.integrandsoftware.com**

Keysight **Teknolojileri:** İki ana EM aracı, korumasız 3B düzlemsel moment yöntemi - EM analizi *Momentum* ve 3B hacimli meshing sonlu elemanlar *EMPro. Eskiden* Agilent Technologies Elektronik Ölçüm Grubu, mikrodalga tasarım çerçevesi, *ADS (Gelişmiş Tasarım* ***Sistemi) dahil olmak üzere en büyük ve en yaygın kullanılan entegre mikrodalga araçlarını sunar. www.keysight.com/find/eesof***



Şekil 6.29 - Profesyonel kullanım için, istenen yanıtı elde etmek için rezonatörler arasındaki tüm rezonatör uzunluklarını ve kavramalarını ayarlamak için port ayarı kullanılabilir. Bu, Keysight ADS ve Sonnet EM analizi kullanılarak ayarlanmış bir filtreyi göstermektedir. Sağ alt ayrıntı, iki rezonatör arasındaki eşleşmeyi ince ayarlamak için kullanılan bir devre teorisi bağlanmış çizgisini göstermektedir. [Nezaket Sonnet, izin ile kullanılır]

Mician: Mod eşleştirme aracı µWave *Wizard,* her sonlu hacim yapısının bazen rezonans olarak da adlandırılan sonlu bir dizi karakteristik moda sahip olduğu gerçeğini kullanır. Dahil edilen birçok farklı EM aracından herhangi biri tarafından çözülen bilinen modlara sahip bir dizi daha basit yapı taşına ayrıştırılabilen herhangi bir yapı, tüm alanların bloklar arasındaki sınırlarda eşleşmesi için ağırlıklandırılmış tüm modlar eklenerek analiz edilebilir. Örneğin, dalga kılavuzu filtrelerinin çok hızlı ve doğru analizi mümkündür. Ücretsiz versiyonu mevcuttur. **www.mician.com**

Mikrodalga İnnovasyon Grubu: Mod eşleştirme aracı *WASP-NET,* her sonlu hacim yapısının bazen rezonans olarak da adlandırılan sonlu bir karakteristik mod setine sahip olduğu gerçeğini kullanır. Yapabilen herhangi bir yapı Dahil edilen birçok farklı EM aracından herhangi biri tarafından çözülen bilinen modlara sahip bir dizi daha basit yapı bloğuna dönüştürülebilir, tüm modların birlikte ağırlıklandırılarak eklenmesiyle analiz edilebilir, böylece tüm alanlar bloklar arasındaki sınırlarda eşleşir. Örneğin, dalga kılavuzu filtrelerinin çok hızlı ve doğru analizi **possible.www.wasp-net.com**

Remcom: Anten tasarımı ve yerleşimi, mobil cihaz tasarımı, biyomedikal, mikrodalga, otomotiv radarı vb. İçin tam dalga 3D EM çözücü olan XFdtd'in sağlayıcısı. Diğer ürünler arasında kablosuz iletişim sistemlerinin analizi için sahaya özgü radyo yayılım yazılımı olan Wireless İnSite ve gemiler gibi büyük yapılara anten yerleştirmek için ışın tabanlı bir EM analiz aracı olan XGtd bulunur. Uçak**. www.remcom.com**

Sonnet Yazılımı: Ana *araç olan Sonnet Suites,* EM analizinin korumalı 3 D düzlemsel yöntemini çizim, modelleme ve diğer araçlarla bütünleştirir. Sonnet ayrıca Keysight Technologies *ADS, A WR Microwave Office ve Cadence Virtuoso* mikrodalga tasarım çerçeveleri ile iyi entegre olur. Ücretsiz versiyonu mevcuttur. **www.sonnetsoftware.com**

WIPL-D: Hepsi korumasız moment yöntemine dayanan bir ürün yelpazesi. Vurgu, çok büyük sorunların hızlı çözümü üzerinedir. Birincil uygulamalar, çanak antenler, anten yerleşimi, EM uyumluluk analizi (EMC) ve mikrodalga devreleri dahil olmak üzere büyük antenleri içerir. Ücretsiz versiyonu mevcuttur. **www.wipl-d.com**

6.5 Kaynaklar ve Bibliyografya

SİMULATION REFERANSLARI

Allen, J. Wayde "Kazanç karakterizasyonu RF Ölçüm Yolu, *"NTIA Raporu TR-04-410* (Washington: ABD Ticaret Bakanlığı: **2004). 0.pdf www.its.bldrdoc.gov/pub/ ntia-rpt/04-410/04-41 olarak mevcuttur**.

Hayward, W. W7ZOI; R. Campbell, KK7B; B. Larkin, W7PUA, *RF Tasarımında Deneysel Yöntemler, 2.* baskı (ARRL: Newington, 2009).

P. Horowitz ve W. Hill, *Elektronik Sanatı, 2.* baskı (Cambridge: Cambridge Üniversitesi Yayınları, 1989).

Kundert, K., "RF Simülasyonuna ve Uygulamasına Giriş", **http://icslwebs.ee.ucla.edu/dejan/ researchwiki/images/3/30/Rf-sim.pdf**

NXP Yarı İletken: **www.nxp.com**

Newkirk, D. WJlZ ", Kutuda Matematik, Transistör Modelleme ve Yeni Buluşma Yeri ", RF'yi Keşfetmek, *QST, Mayıs* 1995, pp 90-92 .

Newkirk, D. WJLz ", ARRL Radyo Tasarımcısı ile Transistör Modelleme, Bölüm 2: Optimizasyon Gerçekçi Transistör Simülasyonları Üretir ", RF'yi Keşfetmek, *QST,* Jul 1995, pp 79-81 .

Newkirk, D. WJ1Z, "Bir Leaming (ve Sadece Düz Gözetleme) Aracı Olarak ARRL Radyo Tasarımcısı", *RF'yi Keşfetmek, QST,* Kasım 1995, pp 89-91.

Newkirk, D. WJlZ, "An ARRL Radio Designer Voltage Probe Mystery: The 3-dB Pad that Loses 9 dB", RF keşfetmek, *QST,* Ocak 1996, pp 79-80.

Newkirk, D. WJ1Z, "ARRL Radyo Tasarımcısı Osilatörlere karşı, Bölüm l", RF'yi keşfetmek, *QST,* Temmuz 1996, pp 68-69.

Newkirk, D. WJ1Z, "ARRL Radyo Tasarımcısı Karşı Osilatörler, Bölüm 2", RF keşfetmek, *QST, Eylül* 1996, pp 79-80 .

Newkirk, D. W9VES, "Simulating Circuits and Systems with *Serenade SV", QST,* Jan 2001, pp 37-43.

Rohde, U. Nl UL, "Modem Doğrusal Olmayan Simülasyon Programlarında Matematiksel Kararlılık Problemleri", *QEX,* Kasım/Aralık 2013, s 16-26.

"Baharat Sayfası", **(http ://bwrcs.eecs. berkeley.edu/Classes/IcBook/SPICE/).** *SPICE'ın ana sayfası .*

Tuinenga, Paul W., *Spice: A Guide to Circuit Simulation and Analysis Using Pspice, 2.* baskı (New York: PrenticeHall, 1992).

Vladimirescu, Andrei, *SPICE Kitabı (New* York: John Wiley ve Oğulları, 1994).

Gümüş, W. N0AX, "Uygulamalı Radyo Deneyleri 83-85: Devre Simülasyonu*", QST, Aralık* 2009 - Şubat 2010.

LTspice IV'de simülasyon, **www.we-online. com/web/en/electronic_ bileşenler/produkte _pb/fachbuecher/Trilogie _ 1. PHP**

İçerik

Güç kaynakları

Alıcı-vericilerimiz, amplifikatörlerimiz, aksesuarlarımız, bilgisayarlarımız ve test ekipmanlarımızın hepsi çalışmak için güç gerektirir.
Bu bölüm, ekipmanımızın ihtiyaç duyduğu voltaj ve akım seviyelerinde güç sağlamak için kullanılan çeşitli teknikleri, bileşenleri ve sistemleri göstermektedir. Konular temel transformatörler, doğrultucular ve filtrelerden doğrusal voltaj regülasyonuna, anahtar mod güç dönüşümüne, yüksek voltaj tekniklerine ve pillere kadar uzanmaktadır. Anahtar mod dönüşümündeki malzeme Rudy Severns, N6LF ve Chuck Mullett, KR6R tarafından sağlanmıştır. Pillerle ilgili bölüm, İsidor Buchmann tarafından *Taşınabilir Dünyada Piller adlı kitabından alınmıştır.* Pil seçimi ile ilgili bölümlere Alan Applegate, K0BG, mobil kullanımda ve James Duffey, KK6MC, taşınabilir kullanımda katkıda bulundu.

Bölüm 7 - İndirilebilir Ek İçerik

Makaleler

- *Taşınabilir Bir Dünyada Pillerden Alınan Pillerin Test Edilmesi ve İzlenmesi* - İsidor Buchmann
- Vakum Tüpü ve Eskimiş Doğrultucular

Projeler

- 12 V 15 A Güç Kaynağı - Makale ve PCB Şablonu
- 13.8 V 5 A Güç Kaynağı - PCB Şablonu
- Lüks Yüksek Gerilim Kaynağı, James Garland, W8ZR
- Ralph Crumrine, N0KC tarafından Küçük, Hafif Yüksek Gerilim Anahtarı Modu Güç Kaynağı
- Jim Stewart tarafından bir İnverting DC-DC Dönüştürücü oluşturun
- Diyot Voltaj Düşüşleri Ward Silver, N0AX tarafından Pil Güç Tahliyesini Yükseltin
- Larry Cicchinelli tarafından Dört Çıkış Tezgahı Temini, K3PTO - Makale ve destek dosyaları
- Aşırı gerilim Crowbar Devresi
- Tom Wheeler, N0GSG tarafından Basit Anahtarlama Boost Kaynağı ile USB Kaynaklarından Güç Gadget'ları
- 12 V Güç Kaynağının Yeniden Değerlendirilmesi
- Basit Ayarlanabilir İzleme Güç Kaynağı Bryant Julstrom, KC0ZNG

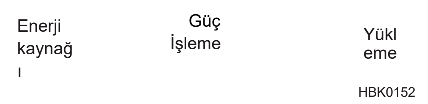
Bu bölümün başlığı, amatör ekipmanlara güç sağlamak için geniş bir yöntem yelpazesini yansıtmaktadır. Daha mobil ve taşınabilir çalışma, örneğin pillerden gelen güce dayanır. Ac ve de güç kaynaklarının hibritleri daha yaygın hale geliyor ve geleneksel olarak "güç kaynağı'olarak bilinen şeyi bulanıklaştırıyor. (Jeneratörler, Bir **İstasyonun Montajı ile ilgili bölümün Taşınabilir İnstallations bölümünde kapsanmaktadır.)**

7.1 Güç İşleme

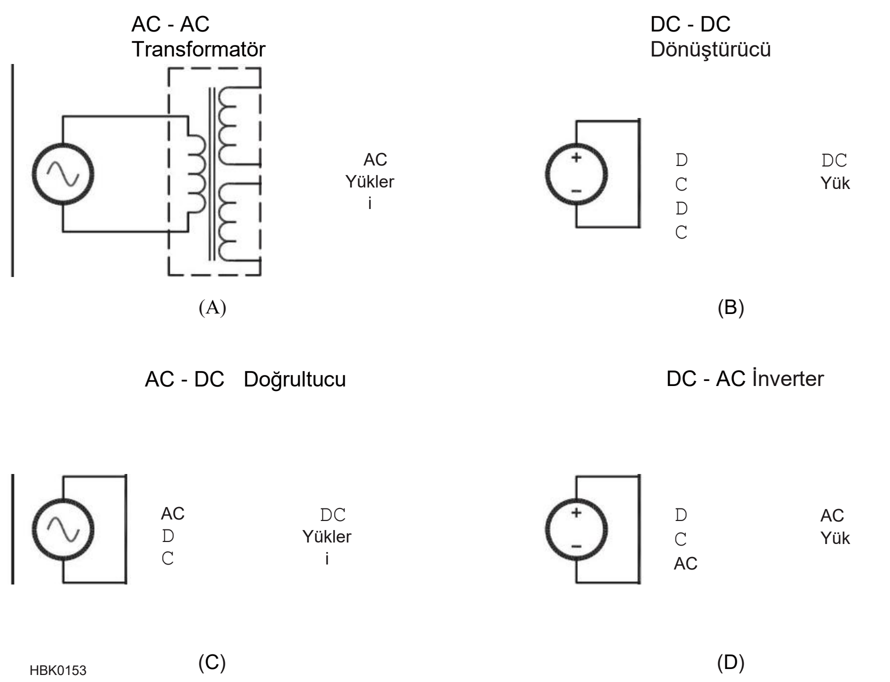
Şekil 7.1, enerji kaynağı ile elektronik ekipman veya yük arasına yerleştirilmiş bir güç işleme ünitesi kavramını göstermektedir. *Güç işlemcisine* genellikle *güç kaynağı denir. Bu,* enerji "kaynağının" aslında bazı harici kaynaklardan (pil, yardımcı güç vb.) gelmesi ve daha sonra güç işlemcisi tarafından yararlı formlara dönüştürülmesi nedeniyle biraz yanıltıcıdır. Bununla birlikte, pratikte "güç kaynağı've" güç işlemcisi "terimleri birbirinin yerine kullanılır.

Gerçek dünya daha da keyfi. Güç işlemcileri genellikle *güç dönüştürücüleri* veya sadece *dönüştürücüler olarak adlandırılır* ve
Bu konuda daha sonra kullanılan diğer terimleri göreceğiz bölüm. Genellikle tartışma bağlamından ne anlama geldiği açıktır ve bu bölümün sonundaki sözlük bazı ek bilgiler vermektedir.

Güç dönüştürme şemaları şu şekilde olabilir: ac-to-ac (genellikle yazılı



Şekil 7.1 - **Temel güç işleme kavramı.**



Şekil 7.2 - Dört güç işleme şeması: ac-ac, dc-dc, ac-dc ve dc-ac.

ac-ac), ac-dc, dc-ac ve de-de. Bu şemaların örnekleri **Şekil 7.2'de verilmiştir.** Her şemaya özel isimler verilebilir: ac-dc = > doğrultucu, de-de = > dönüştürücü ve dc-ac = > invertör. Bunlar genel olarak tanınan terimlerdir, ancak istisnalar göreceksiniz .

Güç dönüşümü normalde şunları içerir Voltaj ve akım düzenleme fonksiyonları. Örneğin, bir araç aküsünün voltajı, şarj edilirken 14 V'dan daha fazla, boşaltıldığında 10 V veya daha az olabilir. Mobile yeterli voltajı korumak için bir dönüştürücü ve regülatör gereklidir Hem aşırı hem de düşük voltaj koşullarında ekipman. Ticari kullanım gücü, dünyanın neresinde olduğunuza bağlı olarak 90 ila 270 V ac arasında değişebilir. AC güç dönüştürücüleri, sıkı bir şekilde düzenlenmiş güç sağlamaya devam ederken, tüm voltaj aralığını işlemek için sıklıkla gereklidir.

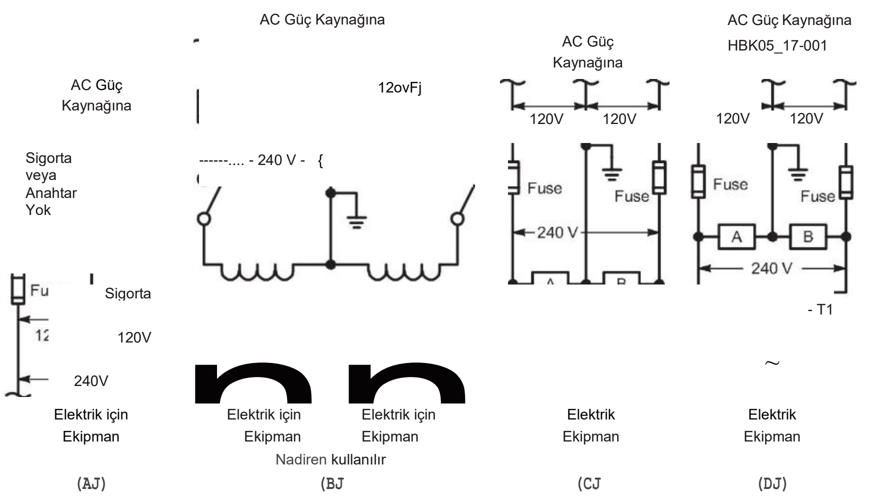
7.2 AC-AC Güç Dönüştürme

Çoğu ABD konutunda, dış elektrik servis şebekesinden ev dağıtım paneline üç tel getirilir. **Bu** üç telli sistemde, bir tel nötrdür ve bir toprak elektrotuna bağlanmalıdır. (Elektrik güvenliği hakkında bilgi için Güvenlik bölümüne bakın.) Bir toprak çubuğuna veya elektrota nötr bağlantı genellikle dağıtım panelinde yapılır. Diğer iki tel arasındaki voltaj, yaklaşık 240 V RMS'lik bir potansiyel fark ile 60-Hz ac'dir. Bu voltajın yarısı, **Şekil 7.3A'de belirtildiği gibi, bu tellerin her biri ile nötr arasında görünür.** Bu tip sistemler, 120 V ev yükleri, elektrik şebekesinin iki tarafı arasında mümkün olduğunca eşit bir şekilde kırıcı panelde bölünür. Elektrikli sobalar, su ısıtıcıları, merkezi klimalar gibi ağır cihazlar 240 V çalışma için tasarlanmıştır ve iki topraklanmamış tel boyunca bağlanır.

240 V devreler için her iki sıcak tel ve 120 V devreler için tek sıcak tel bir sigorta veya kırıcı ile korunmalıdır. Nötr telde bir sigorta veya kesici veya herhangi bir anahtar asla kullanılmamalıdır. Nötr kabloyu açmak, ekipmanı aktif veya "sıcak'bir hattan ayırmaz, muhtemelen bu hat ile toprak zemin arasında potansiyel bir şok tehlikesi yaratır.

Bu noktada bir başka uyarı daha yapılmalıdır. AC hattının bir tarafı toprağa topraklandığından (yeşil veya çıplak tel - standart ev kablolama renk kodu), tüm iletişim ekipmanı ac-line zemine kayış, ağır düz örgü örgüsü veya # 14 AWG veya daha ağır telden yapılmış ağır bir zemin iletkeni ile güvenilir bir şekilde bağlanmalıdır. Bu emniyet iletkeni, güç kablolama nötr iletkeninden ayrı olmalıdır. (Zemin terminaline sahip uygun şekilde kablolanmış bir 120 V çıkış, AC sıcak bağlantı için bir tel, AC nötr bağlantı için bir tel ve güvenli zemin bağlantısı için üçüncü bir tel kullanır.) Bu, AC hattının bir tarafının kazara kısa devre yapması veya şasiye sızması durumunda operatör için bir güvenlik önlemi sağlar .

Anten sisteminin, anteni elektriksel olarak "canlı" hale getirebilecek bir RF boğucu veya ayarlı devre aracılığıyla sık sık şasiye atlandığını unutmayın.



Şekil 7.3 - Üç telli güç hattı devreleri. A'da, normal üç telli hat sonlandırma. Topraklanmış (nötr) hatta sigorta kullanılmamalıdır. Zemin sembolü elektrik şirketinin toprağıdır, senin değil! Ekipman kasası da dahil olmak üzere, güç iade kablolarından başka bir şeyi güç nötr teline bağlamayın. B'de, "sıcak" hatların her birinin bir anahtarı vardır, ancak nötr hattaki bir anahtar, hattın her iki tarafındaki voltajı kaldırmaz ve asla kullanılmamalıdır. C'de, hem 120 hem de 240 V **yükler için bağlantılar. D'de, güç kaynağından çekilen akımı azaltmak için 240-t0-120 V kademeli transformatörden (T1) 120 V yük çalıştırılır.**

Toprağa ve potansiyel olarak ölümcül bir şok tehlikesi yaratır. Bir *toprak arıza devresi kesicisi (GFCI* veya GFİ) güvenlik nedeniyle de arzu edilir ve kulübenin elektrik güç kablolarının bir parçası olmalıdır. (Topraklama ve yapıştırma ile ilgili Silverformore bilgileri için referans öğesine bakın.)

7.2.1 Sigortalar ve Devre Kesiciler

Tüm transformatör birincil devreleri uygun şekilde kaynaşmalı ve çoklu ikincil çıkışlar da ayrı ayrı kaynaşmalıdır. Bir güç kaynağının hat tarafındaki sigorta veya devre kesicinin yaklaşık akım derecesini belirlemek için, toplam yük gücünü belirlemek gerekir. Bu, yük veya cihaz tarafından çekilen her akımı (amper cinsinden), akımın çekildiği voltajla çarparak yapılabilir. Lineer düzenlenmiş güç kaynakları durumunda, bu voltaj, regülatöre uygulanmadan önce doğrultucuların çıkışında görünen voltaj olmalıdır. sahne. Bleeder dirençler ve voltaj bölücüler tarafından çekilen akımı İnclude. Ayrıca transformatör vakum tüp filamentleri sağlıyorsa filament gücünü de içerir. Ulusal Elektrik Kodu (NEC) ayrıca transformatörde ve bağlantılarda kullanılan tel boyutlarına göre maksimum sigorta derecelerini belirtir.

Çeşitli voltajları ve akımları çarptıktan sonra, bireysel ürünleri ekleyin. Bu, besleme tarafından hattan çekilen toplam güçtür. Daha sonra bu gücü hat voltajına bölün ve güç kaynağının kendisinin verimsizliğini hesaba katmak için %10 ila %30 ekleyin. En yakın daha büyük akım derecesine sahip bir sigorta veya devre kesici kullanın. Filtre kapasitörlerinin şarj edilmesinin, besleme açıldığında büyük akım dalgalanmaları yaratabileceğini unutmayın. İf sigorta üfleme veya kırıcı tum açık açma bir sorundur, yüksek başlangıç dalgalanma akımları için izin yavaş darbe sigortaları kullanın.

Düşük güçlü yarı iletken devreler için, hızlı üflemeli sigortalar kullanın. Adından da anlaşılacağı gibi, bu sigortalar, akım sigorta derecesini %10'dan fazla aştığında çok hızlı bir şekilde açılır.

7 ,3 Güç Transformatörleri

Bir transformatörün amaçlanan kullanımına uyması için çok sayıda faktör düşünülmektedir. Bu parametrelerden bazıları şunlardır:

1. Çıkış voltajı ve akımı (volt-amper derecelendirme).
2. Güç kaynağı voltajı ve frekansı.
3. Ortam sıcaklığı.
4. Nominal yükte transformatörün görev döngüsü ve sıcaklık artışı.
5. Ağırlık, şekil ve montaj gibi mekanik hususlar.

7.3.1 Volt-Amper Değerlendirme

Alternatif akım ekipmanında, *watt terimi* yerine volt-amper (VA) terimi sıklıkla kullanılır. Bunun nedeni, AC bileşenlerinin reaktif gücün yanı sıra gerçek gücü de ele alması gerektiğidir. Bu kafa karıştırıcıysa, doğrudan bir transformatörün ikincil boyunca bağlanmış bir kapasitör düşünün. Kapasitör, yük bir dirençmiş gibi akımın akmasına izin veren bir reaktans olarak görünür. Bununla birlikte, akım 90 °'lik bir faz açısındadır. Eğer mükemmel bir kapasitör varsayarsak, - kapasitörün ısıtılması olmayacak, bu nedenle transformatör tarafından gerçek bir güç (watt) sağlanmayacaktır. Transformatör hala voltajı sağlayabilmeli ve reaktif yükün gerektirdiği akımı kullanabilmelidir. Transformatör sargılarındaki akım, sarım dirençlerindeki İ-R kayıplarının bir sonucu olarak sargıları ısıtacaktır. Sargıdaki voltaj ve akımın ürünü "volt-amper'olarak adlandırılır, çünkü" watt "yükteki gerçek veya dağılmış güç için ayrılmıştır. Volt-amper derecesi her zaman yük tarafından çekilen güce eşit veya daha büyük olacaktır.

Bir transformatör tarafından verilen volt-amper sayısı sadece de yük gereksinimlerine değil, aynı zamanda kullanılan de çıkış filtresinin türüne (kapasitör veya boğma girişi) ve kullanılan doğrultucu türüne (tam dalga merkezi musluk veya tam dalga köprüsü) bağlıdır. Bir kapasitif giriş filtresi ile, ikincil ısıtma etkisi yüksek peakto-ortalama akım oranı nedeniyle daha yüksektir. Transformatör tarafından kullanılan volt-amper, yüke verilen gücün birkaç katı olabilir. Birincil sargı volt-amper trafo kayıpları nedeniyle biraz daha yüksek olacaktır. Bu nokta ac-dc dönüşümü bölümünde daha ayrıntılı olarak ele alınmıştır. (Transformatörler ve reaktif güç hakkında daha fazla bilgi için Elektrik Temelleri bölümüne bakın.)

7.3.2 Kaynak Gerilimi ve Frekansı

Bir transformatör, çekirdeğinde ve sargılarında bir manyetik alan üreterek çalışır. Bu alanın yoğunluğu doğrudan uygulanan anlık voltaj ile değişir Trafo birincil sargısı. İkincil sargılarla birleşen bu varyasyonlar, istenen çıkış voltajını üretir. Transformatör, (eşdeğer) yüke paralel olarak bir indüktans olarak kaynağa göründüğünden, de uygulandığında birincil kısa devre olarak görünecektir. Birincilin boşaltılmış indüktansı (manyetize *edici indüktans olarak da bilinir),* tasarım hattı frekansında (normalde ABD'de 60 Hz) fazla miktarda giriş akımı çekmeyecek kadar yüksek olmalıdır. Bu, birincil ve yeterli manyetik çekirdek materyali üzerinde yeterli dönüşün bir kombinasyonunu sağlayarak elde edilir, böylece çekirdek her yarım döngü sırasında doymaz.

Bir sarım boyunca voltaj, doğrudan çekirdekteki manyetik akının değişim süresi ile ilgilidir. Bu ilişki matematiksel olarak V = N d/dt ile **Elektriksel Temeller** bölümünde İnduktans bölümünde açıklandığı gibi ifade edilir. Tum'daki toplam akı = A, B ile ifade edilir, burada A, çekirdeğin kesit alanıdır ve B akı yoğunluğudur .

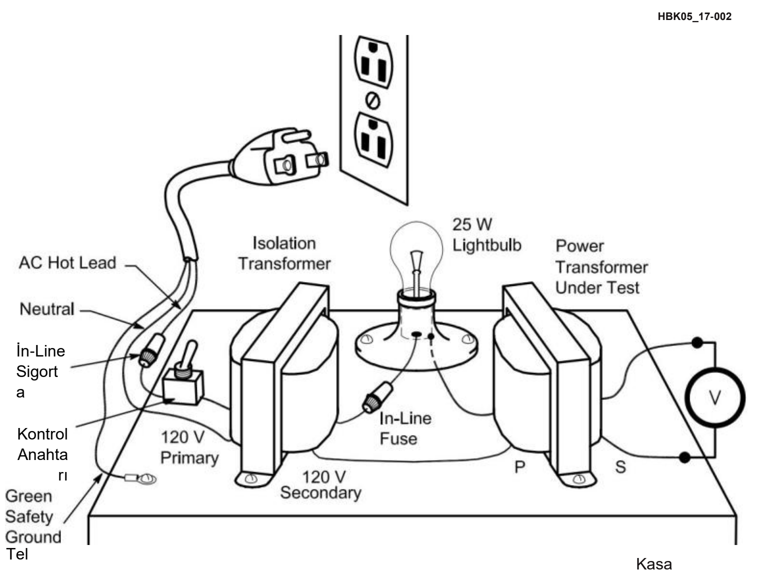
Akı yoğunluğu için maksimum değer (çekirdekte üretilen manyetik alan kuvveti) bazı yüzdelerle sınırlıdır (örneğin < %80) Çekirdek malzemenin doygunluk olmadan durabileceği maksimum akı yoğunluğundan, doygunlukta çekirdek etkisiz hale gelir ve birincil indüktansın çok düşük bir seviyeye düşmesine ve giriş akımının hızla yükselmesine neden olur. Doygunluk, birincil sargılarda yüksek birincil akımlara ve aşırı ısınmaya neden olur.

Belirli bir voltajda, 50 Hz ac, bir indüktörde veya transformatör çekirdeğinde daha fazla akı oluşturur, çünkü yarı çevrim başına daha uzun süre, aynı 60-Hz voltajla uyarıldığında aynı transformatörden daha fazla akı ve daha yüksek manyetizasyon akımı ile sonuçlanır. Bu nedenle, 60 Hz sistemler için tasarlanmış transformatörler ve diğer elektromanyetik ekipmanlar, alt hat frekansını işlemek için özel olarak tasarlanmadıkça, 50-Hz güç sistemlerinde kullanılmamalıdır.

7.3.3 İşaretlenmemiş Bir Güç Transformatörü Nasıl Değerlendirilir

Hamfestleri düzenli olarak ziyaret eden Hams, sıklıkla kullanılmış ve işaretlenmemiş transformatörlerle dolu bir çöp kutusu geliştirir. Zamanla, bobin ambalajlarındaki transformatör etiketleri veya işaretleri çıkabilir veya gizlenebilir. Transformatörün hala kullanılabilir olması iyi bir olasılıktır, ancak sorun transformatörün hangi voltajları ve akımları sağlayabileceğini belirlemektir. Öncelikle, bir güç transformatörü yerine bir ses transformatörüne veya başka bir empedans eşleştirme cihazına sahip olabileceğinizi düşünün. Emin değilseniz, AC gücüne bağlamayın!

Transformatörün renk kodlu uçları varsa, şanslısınız. Transformatör kurşun renk kodlaması için, **Bileşen Verileri ve Referanslar** bölümünde verildiği gibi bir standart vardır. İki renk listelendiğinde, birincisi yalıtımın ana rengidir; İkincisi, şeridin rengidir.



Şekil 7.4 - Bilinmeyen transformatörleri test etmek için böyle bir test fikstürü kullanın. İzolasyon transformatörünü atlamayın ve AC şebekesine takmadan önce tüm bağlantıları yalıttığınızdan emin olun.

Kısa (veya açık) sargı olmadığını belirlemek için transformatör sargılarını bir ohmmetre ile kontrol edin. Özellikle, herhangi bir sargı ve çekirdek arasındaki sürekliliği kontrol edin. Eğer bir sargının çekirdeğe kısa devre yaptığını görürseniz, transformatörü kullanmayın! Birincil sargı genellikle bir filament sargısından daha yüksek ve yüksek voltajlı bir sargıdan daha düşük bir dirence sahiptir.

Şekil 7.4, transformatörü test etmenin uygun bir yolunun, akımı güvenli (transformatör için) seviyelere sınırlamak için seri olarak 25 W ev tipi bir ampul içeren bir elektrik fişine bir test kablosu takmak olduğunu göstermektedir. Güvenlik nedeniyle bir izolasyon transformatörü kullanın ve AC şebekesine takmadan önce tüm bağlantıları yalıttığınızdan emin olun. Offthepowerwhilemaking veya herhangi bir bağlantıyı değiştirme. Voltmetre kabloları veya sayaç yalıtımı transformatör çıkış voltajı için derecelendirilmemişse elektrik çarpabilir! Şüpheniz varsa, sayacı devre kapalıyken bağlayın, ardından devreyle temas halinde değilken güç uygulayın. *Dikkatli olun! Tehlikeli voltajlarla uğraşıyorsunuz!*

Test uçlarını her sargıya ayrı ayrı bağlayın. Filament/ısıtıcı sargıları ampulün tam parlaklığa çıkmasına neden olur, çünkü filament sargısı çok düşüktür Empedans ve neredeyse tüm giriş voltajı seri ampul boyunca olacaktır. Yüksek voltajlı sargı, ampulün aşırı derecede loş olmasına veya hiç ışık göstermemesine neden olur, çünkü çok yüksek bir empedansa sahip olacaktır ve birincil sargı muhtemelen küçük bir parıltıya neden olacaktır. Ampul, transformatördeki küçük mıknatıslama akımı nedeniyle ikincil sargılar açık devre olsa bile parlar.

İzolasyon transformatörü çıkışı, birincil sargı olduğunu düşündüğünüz şeye bağlandığında, düşük voltajlı sargılardaki voltajları bir ac voltmetre ile ölçün. Eğer 6 V ac veya 5 V ac'ye yakın voltajlar bulursanız, birincil ve filament sargılarını tanımladığınızı bilirsiniz. Birincil ve düşük voltaj sargılarını etiketleyin.

Ampulle bile, bir trafo AC şebeke gücünü düşük voltajlı veya filament sargısına bağlayarak zarar görebilir. Böyle bir durumda, yalıtım, transformatör değerlerinin çok ötesinde voltajı yükselten yüksek dönüş oranı nedeniyle birincil veya yüksek voltajlı bir sargıda parçalanabilir.

Voltmetreyi yüksek voltajlı sargılara bağlayın. Vakum tüpü ekipmanından gelen transformatörlerin, sarım boyunca 800 V pk'ye kadar tedarik edebileceğini unutmayın, bu nedenle sayacınızın bunlara dayanabileceğinden emin olun Hasarsız potansiyeller ve voltmetreyi güvenle kullanmanız.

Bu test kurulumunda 6.3 V (veya 5 V) sarım boyunca ölçtüğünüz voltaja 6.3 (veya 5) bölün. Bu, ikincil yüksek voltajın gerçek yüksüz voltaj derecesini belirlemek için kullanabileceğiniz bir çarpan verir. Basitçe, yüksek voltajlı sarım boyunca ölçülen ac voltajını çarpan ile çarpın.

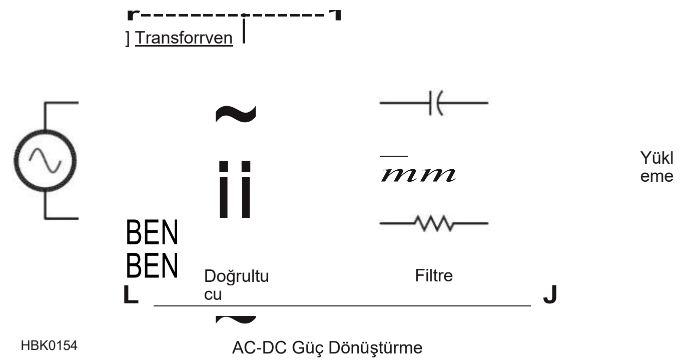
Eski ekipmanlarla, güç transformatörlerinin 110 V ac'lik bir ac hattı voltajı için tasarlandığını görebilirsiniz. Günümüzün 120 V ac hatlarından daha yüksek ikincil voltajlar eski ekipmanlara, özellikle de tüp filamentlerine zarar verebilir. Birincil voltaj, bu kitabın **Sorun Giderme ve Bakım** bölümünün Eski Ekipmanların Onarımı ve Restorasyonu bölümünde açıklandığı gibi değişken bir giriş transformatörü olmadan azaltılabilir.

Sargıların akım derecesi, her sargının primer doğrudan (ampul yok) ac hattına bağlı olarak yüklenmesiyle belirlenebilir. Güç dirençlerini kullanarak, voltajı yüksüz rakamdan yaklaşık %10 düşene kadar her sargıda yüklemeyi artırın. Dirençler tarafından çizilen akım, yaklaşık sargı yük akımı derecesidir.

7.4 AC-DC Güç Dönüştürme

En yaygın güç kaynağı işlevlerinden biri, ac gücünün de'ye dönüştürülmesi *veya düzeltilmesidir.* Doğrultucudan çıkan çıktı, istenen bileşen olan de ve de üzerine bindirilmiş ac ripple kombinasyonu olacaktır. Bu istenmeyen ama kaçınılmaz bir bileşendir. Çoğu yük, de voltajda az miktarda dalgalanmaya tahammül edemediğinden, bir çeşit filtre gereklidir. Sonuç, ac-dc güç dönüşümünün **Şekil 7.5'te gösterildiği gibi bir doğrultucu-filtre kombinasyonu ile gerçekleştirilmesidir.**

Sonraki bölümlerde verilen doğrultucu devre örneklerinde göreceğimiz gibi, bazen doğrultucu ve filtre fonksiyonları iki ayrı parçaya ayrılacak, ancak çoğu zaman ikisi entegre edilecektir. Bu, daha sonra bölümde çarpanlar bölümlerinde açıklandığı gibi voltaj ve akım çarpanları için özellikle geçerlidir. Doğrultucu ve filtrenin ayrı öğeler olduğu görülse bile, her bir parçanın tasarımının ve davranışının diğerine büyük ölçüde bağlı olduğu güçlü bir etkileşim olacaktır. Örneğin, doğrultuculardaki ve giriş kaynağındaki akım dalga formları, yük ve filtre özelliklerinin işlevleridir. Filtreye uygulanan voltaj dalga formu, redresör devresine ve giriş kaynağı voltajlarına bağlıdır. Tartışmayı basitleştirmek için, doğrultucu bağlantıları ve



Şekil 7.5 - Bir doğrultucu ve bir filtre ile Ac-de güç dönüşümü.

Ayrı ayrı filtreler, ancak her zaman karşılıklı bağımlılıklarını göz önünde bulundurarak.

Aşağıdaki doğrultucu filtre örnekleri geleneksel 60 Hz ac sinüs dalga kaynağını varsayar, ancak bu devreler sıklıkla çok daha yüksek frekanslarda ve kare dalga veya quasisquare dalga voltajı ve akım dalga formları ile dönüştürücülerin anahtarlanmasında kullanılır. Bileşen değerleri farklı olabilir, ancak temel davranış çok benzer olacaktır.

Uygulamaya bağlı olarak kullanılabilecek birçok farklı doğrultucu devre veya "bağlantı" vardır. Aşağıdaki tartışma Daha yaygın olanlardan bazılarına genel bir bakış sağlar. Devre diyagramları yarı iletken diyot sembolünü kullanır, ancak aynı devreler eski ekipmanlarda karşılaşılabilecek eski redresör tipleri ile kullanılabilir.

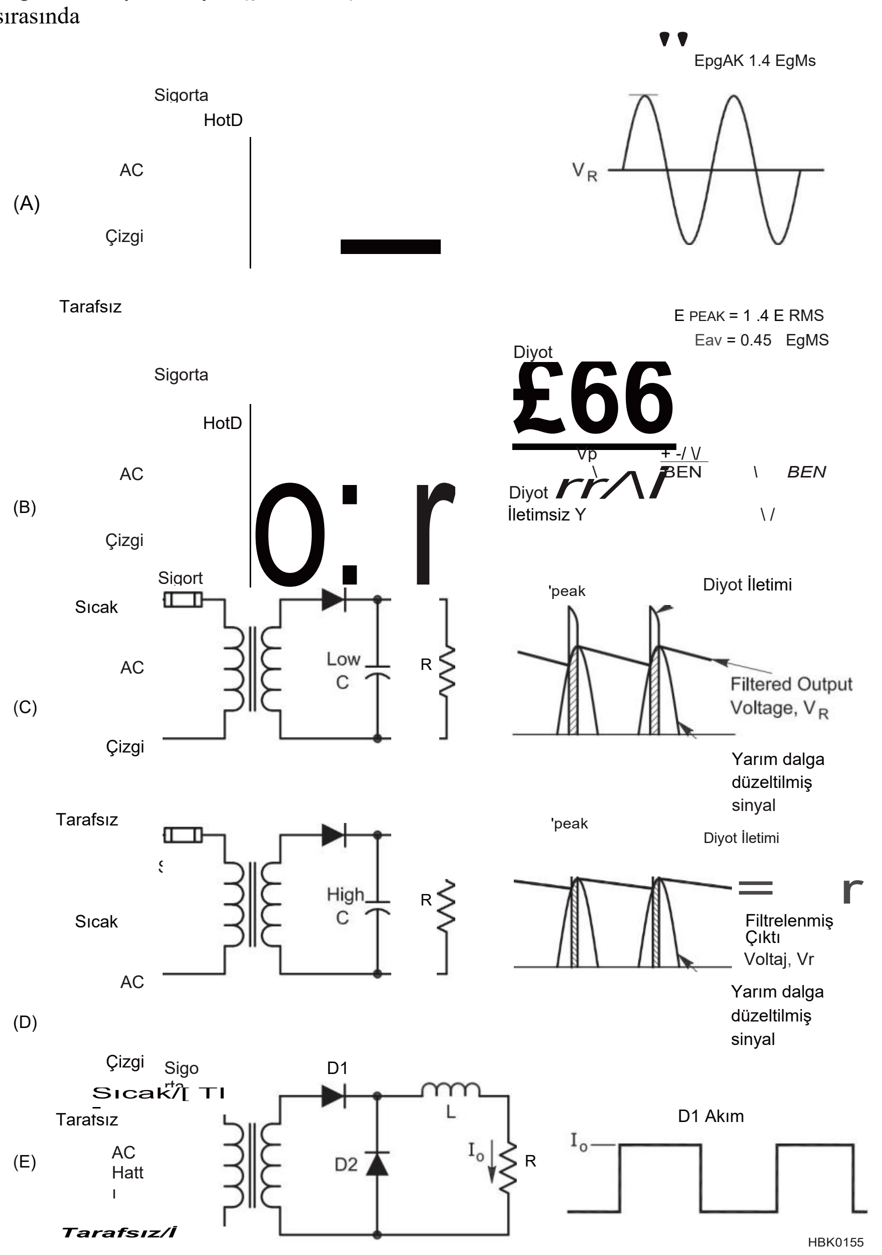
Her devre için, dirençli, kapasitif ve endüktif yükler için devredeki voltaj ve akım dalga formlarını göstereceğiz. Endüktif ve kapasitif yükler yaygın olarak kullanılan filtreleri temsil eder. Tepe ve ortalama voltajların yanı sıra RMS akımları ile ilgileneceğiz.

7.4.1 Yarım Dalga Doğrultucu

Şekil 7.6, yarım dalga doğrultucu devresinin birkaç örneğini göstermektedir. İt, dirençli bir yüke sahip basit bir transformatörle başlar (Şekil 7.6A) ve bir diyot ve filtre elemanları eklendiğinde çıkış voltajının ve transformatör akımının nasıl değiştiğini göstermeye devam eder.

Diyot olmadan (Şekil 7.6A) çıkış voltajı (Vp) ve akım sadece sinüs dalgalarıdır ve transformatör sargılarındaki RMS akımı yük (R) akımı ile aynı olacaktır.

Ardından, yük ile seri olarak bir doğrultucu diyot ekleyin (Şekil 7.6B). Yarısı sırasında Ac döngüsü, doğrultucu iletir ve doğrultucudan yüke akım vardır. Diğer yarı çevrim sırasında, doğrultucu ters taraflıdır ve R'de akım yoktur (Şekil 7.6B'deki kırık çizgi ile gösterilir). Çıkış voltajı, iki bileşenin bir kombinasyonu olan de titreşir: Ortalama de değeri 0.45 EgMs (voltmetre tarafından okunan voltaj) ve hat frekansı ac ripple. Transformatör ikincil sargı akımı da de titreşiyor. R'ye verilen güç şimdi Şekil ½ için 7.6A, ancak Şekil 7.6B'deki ikincil RMS sarım akımı hala Şekil 7.6A'dekinin 0.707 katıdır .



Şekil 7.6 - Yarım dalga doğrultucu devreler. A, doğrultucu olmadan çıkıştaki voltaj dalga formunu göstermektedir. B, temel yarım dalga doğrultucuyu ve çıkış dalga formunu temsil eder. C ve D, küçük ve büyük filtre kapasitörlerinin çıkış voltajı ve giriş akımı dalga formları üzerindeki etkisini göstermektedir. E, yarım dalga doğrultucu ile bir indüktör filtresi kullanmanın etkisini gösterir. Bu doğrultucu bağlantısı ile endüktif filtreler kullanırken şant diyotunun (D2) eklenmesine dikkat edin.

Aynı sarım direnci için, çıkış gücü ile orantılı olarak sarım kaybı, Şekil 7.6A'dekinin iki katıdır. Bu, yarım dalga doğrultucu devresinin içsel bir sınırlamasıdır - RMS sarım akımı, yük gücü ile orantılı olarak daha büyüktür. Ek olarak, ikincil sargı akımının de bileşeni, transformatör çekirdeğini doygunluğa ve artan çekirdek kaybına doğru yönlendirebilir.

Bu varyasyonları düzeltmek ve devreden daha yüksek bir ortalama voltaj sağlamak için bir filtre kullanılabilir. Darbelerin frekansı (dalgalanma frekansı) düşük olduğundan (döngü başına bir darbe), yeterince düzgün bir çıkış sağlamak için önemli ölçüde filtreleme gereklidir. Bu nedenle devre genellikle gerekli akımın küçük olduğu uygulamalarla sınırlıdır. Şekil 7 ,6'deki C, D ve E bölümleri bazı olası kapasitif ve endüktif filtreleri göstermektedir.

Şekil 7.6C ve D'de gösterildiği gibi, çıkış de voltajını filtrelemek için bir kapasitör kullanıldığında

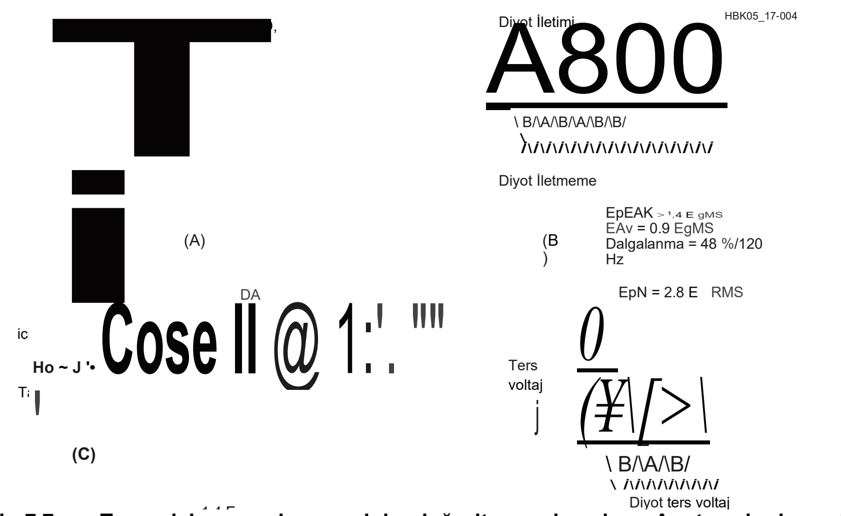
Yp =/2 x EµMs = 1.4xEgMs (D)

Ve filtre kapasitansını ne kadar büyük yaparsak, dalgalanma o kadar küçük olur.

Ne yazık ki, filtre kapasitansını daha büyük hale getirdiğimizde, diyot, kapasitör ve transformatör sarım akımlarının tümü, güç seviyesine orantılı olarak çok yüksek bir RMS değerine sahip olacak yüksek genlikli dar darbeler haline gelir. Bu akım darbeleri ayrıca giriş hattına iletilir ve hat frekansının harmoniklerindeki akımları güç kaynağına enjekte eder, bu da diğer ekipmanlara müdahale ile sonuçlanabilir. Dar yüksek amplitude akım darbeleri, gerilim kaynaklarından tahrik edildiğinde tüm doğrultucu bağlantılarda kapasitif giriş filtrelerinin karakteristiğidir.

Şekil 7.6E'de gösterildiği gibi, bunun yerine endüktif bir filtre kullanmak mümkündür, ancak ikinci bir diyot (bazen *serbest dönen diyot olarak adlandırılan D2)* kullanılmalıdır. D2 olmadan, daha iyi filtreleme elde etmek için L boyutunu artırdıkça çıkış voltajı küçülecek ve çıkış voltajı yüke göre büyük ölçüde değişecektir. D2'yi ekleyerek, küçük çıkış dalgalanması için L'yi büyük yapmakta özgürüz, ancak yine de makul voltaj düzenlemesine sahibiz. **D 1'deki akımlar ve** sargı, belirtildiği gibi yaklaşık kare dalgalar olacaktır. Bu, kaynağa enjekte edilen hat harmonik akımlarını azaltacaktır, ancak yine de bazıları olacaktır .

Tepe ters voltaj (PIV), doğrultucunun iletken olmadığı zaman dayanması gereken maksimum voltajdır. Bu, yük ve doğrultucu bağlantısına göre değişir. Yarım dalga doğrultucu, dirençli bir yük ile PIV, tepe ac voltajıdır (1.4 x ERM). Bir kondansatör giriş filtresi (Şekil 7 .6C ve 7 .6D) ile, kondansatörün şarj yarı döngüleri arasında şarj olduğu varsayılır. Bu, doğrultucu çıkış anlamına gelir



Şekil 7.7 - Tam dalga merkez-musluk doğrultucu devreler. A, temel devreyi göstermektedir. Diyot iletimi B'de diyotlar A ve B ile dönüşümlü olarak iletilir. Her diyot için tepe ters voltaj, C'de gösterildiği gibi 2.8 Egws'dir.

Girişi tam karşıt tepe voltajına ulaşırken 1.4 x EgMs yakınında kalır. Böylece, doğrultucu 2 (1, 4 x ERM) = 2.8 x EgMs'lik bir PIV yaşar:

7.4.2 Tam Dalga - MerkeziTaped Rectifier

Tam dalga merkez-taped doğrultucu devresi **Şekil** 7.7'de gösterilmiştir. Bu devrenin çalışması, transformatörün, her biri yarım dalga doğrultucuya bağlı olan 180 ° faz dışında olan iki dalga formu (A ve B) üreten ikincil olarak hayal edilebilir. Yarım dalga doğrultucu çıkışları daha sonra birleştirilir, böylece ac döngüsünün her iki yarısı da çıkışa güç sağlamak için kullanılır. Merkeze bağlı ikincil bir transformatör gereklidir .

Bu devrenin ortalama çıkış voltajı, transformatörün yarısının 0.9 x ERM'idir ikincil (bir tarafa orta musluk); Bu, uygun bir boğucu giriş filtresi ile elde edilebilecek maksimum değerdir. Tepe çıkış voltajı, transformatörün yarısının 1.4 x ERM'idir ikincil; Bu, bir kapasitör giriş filtresinden elde edilebilecek maksimum voltajdır.

Şekil 7.7C'de görülebileceği gibi, her diyotta etkilenen PIV, çıkıştaki yük türünden bağımsızdır. Bunun nedeni, tepe ters voltaj durumunun, diyot D iletirken ve diyot Dµ iletmediğinde meydana gelmesidir. Pozitif ve negatif voltaj zirveleri tam olarak aynı anda meydana gelir, bu durum yarım dalga devresindekinden farklıdır. D ve Dµ diyotlarının katotları pozitif bir zirveye (1.4 EgMs) ulaştığında, DB diyotunun anotu da 1.4 EgMs gibi negatif bir zirvededir, ancak ters yönde. Toplam tepe ters voltaj bu nedenle 2.8 EgMs İf bir kondansatör giriş filtresi kullanılır, kondansatör her diyot iletken olmayan sırasında yaklaşık 1.4 x EgMs yüklü kalır

Yarım çevrim ve böylece PIV 2.8 x ERMs

Şekil 7.7C, dalgalanma frekansının yarım dalga doğrultucunun iki katı olduğunu göstermektedir (çizgi frekansının iki katı). Daha yüksek dalgalanma frekansı nedeniyle önemli ölçüde daha az filtreleme gereklidir. Doğrultucular dönüşümlü olarak çalıştığından, her biri yük akımının yarısını işler. Her doğrultunun mevcut derecesi, arzdan çekilen toplam akımın sadece yarısı kadardır.

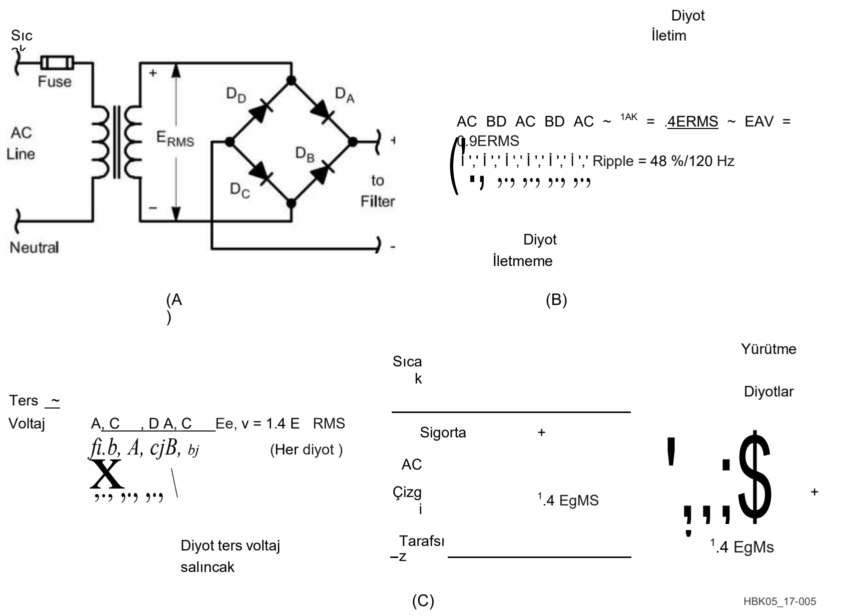
Yarım dalga bağlantısıyla ilişkili transformatör çekirdeğindeki de bias sorunu bu devre ile büyük ölçüde ortadan kaldırılır ve birincil sargıdaki RMS akımı da azaltılır.

7.4.3 Tam Dalga Köprü Doğrultucu

Merkeze bağlı bir transformatör gerektirmeyen yaygın olarak kullanılan bir başka doğrultucu devre, **Şekil 7.8'de gösterilmiştir.** Bu düzenlemede, iki doğrultucu, döngünün her bir yarısında seri olarak çalışır, bir doğrultucu, yüke akım sağlayan kurşunda, diğeri ise mevcut dönüş kurşunudur. Şekil 7.8A ve B'de gösterildiği gibi, transformatörün sekonder üst ucu alt kurşuna göre pozitif olduğunda, diyotlar Dµ ve Di ters çevrilirken diyotlar DA ve De iletir. Bir sonraki yarı döngüde, transformatörün üst ucu tabana göre negatif olduğunda, diyotlar DA ve De ters önyargılı iken DB ve D0 diyotları hareket edecektir.

Çıkış voltajı dalga şekli ve dalgalanma frekansı, tam dalga merkezi bağlantılı devre ile aynıdır. Dirençli bir yük veya boğucu giriş filtresine ortalama çıkış voltajı, transformatör - ikincil tarafından verilen 0.9 kat EgMs'dir; Bir kapasitör filtresi ve hafif bir yük ile maksimum çıkış voltajı, ikincil EgMs Voltajının 1.4 katıdır.

Şekil 7.8C, PIV'in her diyot için 1.4 EgMS olduğunu göstermektedir; bu, aynı çıkış voltajı için tam dalga merkez bağlantılı devrenin yarısıdır. Alternatif bir diyot çifti (DA ve De gibi) iletken olduğunda, diğer diyotlar esasen paralel olarak bağlanır (iletken diyotlar esasen kısa devrelerdir) ters yönlü bir yönde. Bu, bir kapasitör giriş filtresi kullanılsa bile diyot PIV'i 1.4 x EgMs ile sınırlar. Her çift



Şekil 7.8 - **Tam dalga köprü doğrultucu devreleri. Temel devre, A. Diyot iletimi ve iletim dışı süreler, giriş** döngüsünün bir yarısında B. Diyot A ve C davranışında gösterilirken, diyotlar **B** ve D davranışlarında gösterilir. C, bir yarım döngü için tepe ters voltajı gösterir. Bu devre, esasen paralel olarak iki diyotu ters önyargılı hale getirdiğinden, her diyota 1.4 ERMS uygulanır.

Diyotlar, iletken yarı döngüsü sırasında her diyot boyunca tam yük akımı ile alternatif yarı döngülerde iletir. Her diyot diğer yarım döngü boyunca iletken olmadığından, ortalama diyot akımı, beslemeden çekilen toplam yük akımının yarısı kadardır.

Yarım dalga ve tam dalga merkez bağlantılı devre ile karşılaştırıldığında, tam dalga köprü devresi transformatör RMS sarım akımlarını daha da azaltır. Dirençli bir yük durumunda, sargı akımları, dirençli yük doğrudan ikincil boyunca bağlandığında olduğu gibi aynıdır. RMS sarım akımları, indüktif ve özellikle kapasitif filtreler kullanıldığında, diyot ve sarım akımlarının titreşimli doğası nedeniyle hala daha yüksek olacaktır.

7.4.4 Doğrultucu Devrelerin Karşılaştırılması

Tam dalga merkez-uçlu ve tam dalga köprü devrelerini karşılaştırdığımızda, merkez-uçlu devrenin köprü olarak redresör sayısının yarısına sahip olduğunu ancak bu redresörlerin köprü diyotlarının PIV derecelendirme gereksiniminin iki katına sahip olduğunu görebiliriz. Diyot akım değerleri iki devre için aynıdır. Köprü, transformatörün ikincisini merkeze bağlı doğrultucudan daha iyi kullanır, çünkü transformatörün tam sargı, her iki yarı döngü sırasında güç sağlarken, merkeze bağlı devrenin ikincisinin her yarısı, pozitif yarı döngüsü sırasında güçlü bir şekilde sağlar.

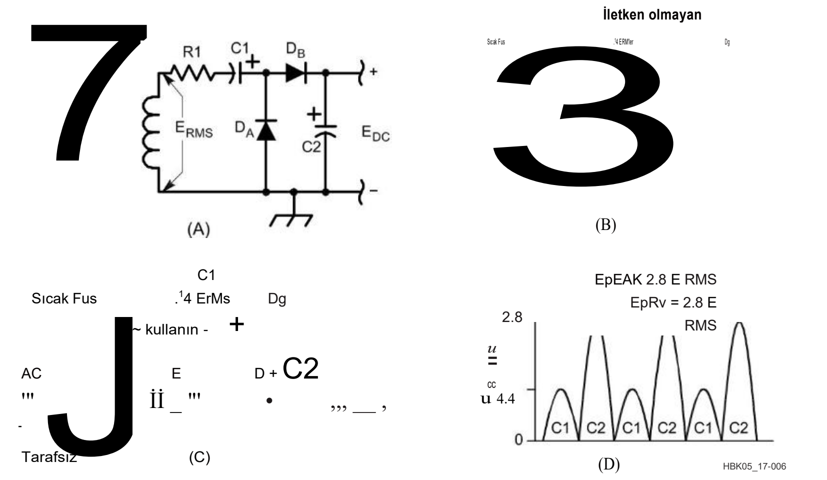
Tam dalga merkez-dokunaklı doğrultucu tipik olarak yüksek akım, düşük voltaj uygulamalarında kullanılır, çünkü sadece bir diyot iletir her seferinde. Bu, diyot iletimi ile ilişkili kaybı azaltır. Tam dalga köprü devresinde, aynı anda iletimde seri olarak iki diyot vardır, bu da daha yüksek kayba yol açar. Tam dalga köprü devresi tipik olarak bunun ciddi bir endişe olmadığı daha yüksek çıkış voltajları için kullanılır. Düşük diyot PIV ve transformatör sargılarının daha iyi kullanılması, bu devreyi daha yüksek çıkış voltajları ve yüksek voltaj amplifikatör kaynakları için tipik olan daha yüksek güçler için çok çekici kılar.

Daha önce belirtilen dezavantajlar nedeniyle, yarım dalga devresi, önyargı kaynakları veya diğer küçük yükler dışında 60-Hz düzeltmede nadiren kullanılır. Bunu ile birlikte, yüksek frekanslı anahtar modu güç kaynaklarında önemli bir kullanım görüyor.

7 .5 Voltaj Çarpanları

Voltaj çarpanları da dahil olmak üzere diğer düzeltme devreleri bazen yararlıdır. Bu devreler, ac dalga formunun bir yarım döngüsünde paralel olarak bir veya daha fazla kondansatörün şarj edilmesi ve daha sonra bu kondansatörün veya kondansatörlerin, alternatif yarı döngüdeki ac dalga formunun zıt polaritesi ile seri olarak bağlanması işlemiyle işlev görür. İn tam dalga çarpanları, bu şarj her iki yarı döngü sırasında gerçekleşir .

Voltaj çarpanları, özellikle *voltaj ikilileri,* yüksek voltajlı kaynaklarda önemli ölçüde kullanım bulmaktadır. Bir katlayıcı kullanıldığında, güç transformatörünün ikincil sargısı, bir köprü doğrultucu için gerekli olan voltajın sadece yarısına sahip olmalıdır. Bu, sargılardaki voltaj stresini azaltır ve transformatör yalıtım gereksinimlerini azaltır. Bununla birlikte, bu maliyetsiz değildir, çünkü transformatör-ikincil *akım derecesi,* belirli bir yük akımı için uygun şekilde iki katına çıkarılmalıdır ve kapasitörlerin şarj edilmesi, transformatör sargılarında ve kapasitörlerde dar yüksek RMS akım dalga formlarına yol açar.



Şekil 7.9 - Bölüm A, yarım dalga voltaj katlayıcı devresini göstermektedir. B, giriş voltajının ilk yarı döngüsünün C1'i nasıl yüklediğini gösterir. Bir sonraki yarı döngü sırasında (C'de gösterilen), kapasitör C2, transformatör ikincil voltajı artı önceki yarı döngüden C1'de depolanan voltajla şarj olur. B ve C kısımlarındaki oklar geleneksel akımı gösterir. D, her bir kondansatörün birkaç döngü boyunca yüklendiği seviyeleri gösterir.

7.5.1 Yarım Dalga Voltaj Katlayıcı

Şekil 7 **.9,** yarım dalga voltaj çiftleyicisinin devresini gösterir ve devre çalışmasını gösterir. Netlik için, devrenin etkinleştirildiği andaki transformatör voltajı polaritesinin Şekil 7 .9B gösterildiğini varsayalım. İlk negatif yarı döngü sırasında, D, Cl'yi tepe düzeltilmiş voltaja (1.4 EgMs) şarj ederek (Dg iletken olmayan bir durumdadır) iletir. **Cİ,** Şekil 7.9B'de gösterilen polarite ile ücretlendirilir. İkincil voltajın pozitif yarı döngüsü sırasında, D "kesilir ve Dµ iletir, kapasitör C2'yi şarj eder. Miktarı C2'ye iletilen voltajın toplamı, transformatör tepe ikincil voltajının artı Cİ'de (1.4 ErMs) depolanan voltajın toplamıdır. Bir sonraki negatif yarım döngüde, Dµ iletken değildir ve C2 yüke boşalır. C2'ye yük bağlanmazsa, kapasitörler yüklü kalacaktır - 1.4 EgMs'ye Cİ ve 2.8 ERM'ye C2. Devre çıkışına bir yük bağlandığında, negatif yarı döngü sırasında C2 boyunca voltaj düşer ve pozitif yarı döngü sırasında 2.8 EgMs'ye kadar şarj edilir.

C2 boyunca çıkış dalga formu, yarım dalga doğrultucu devresine benzer, çünkü C2 her döngüde bir kez darbelenir. Şekil 7 .9D iki kapasitörler hangi seviyeleri göstermektedir döngü boyunca şarj edilir. Gerçek çalışma durumunda, kapasitörler genellikle gösterildiği gibi sıfıra kadar değil, sadece kısmen deşarj olacak kadar büyük olacaktır.

7.5.2 Tam Dalga Voltaj Katlayıcı

Şekil 7 .10, tam dalga voltaj çiftleyicisinin devresini gösterir ve devre çalışmasını gösterir. Transformatör ikincil geriliminin pozitif yarı döngüsü sırasında, Şekil 7.10B'de gösterildiği gibi, Dx şarj kapasitörü Cİ'yı 1.4 EgMs'ye iletir. Dy şu anda yönetmiyor.

Negatif yarı döngü sırasında, Şekil 7.10C'de gösterildiği gibi, Dg, DA iletken değilken, kapasitör C2'yi 1.4 ERM'ye şarj eder. Çıkış voltajı, yüksüz koşullar altında 2.8 EgMs olacak olan iki kapasitör voltajının toplamıdır. **Şekil 7 .1 OD,** her kondansatörün dönüşümlü olarak döngü başına bir kez şarj aldığını göstermektedir. Etkili filtre kapasitansı, Cl veya C2'nin tek başına kapasitansından daha az olan seri olarak C 1 ve C2'dir.

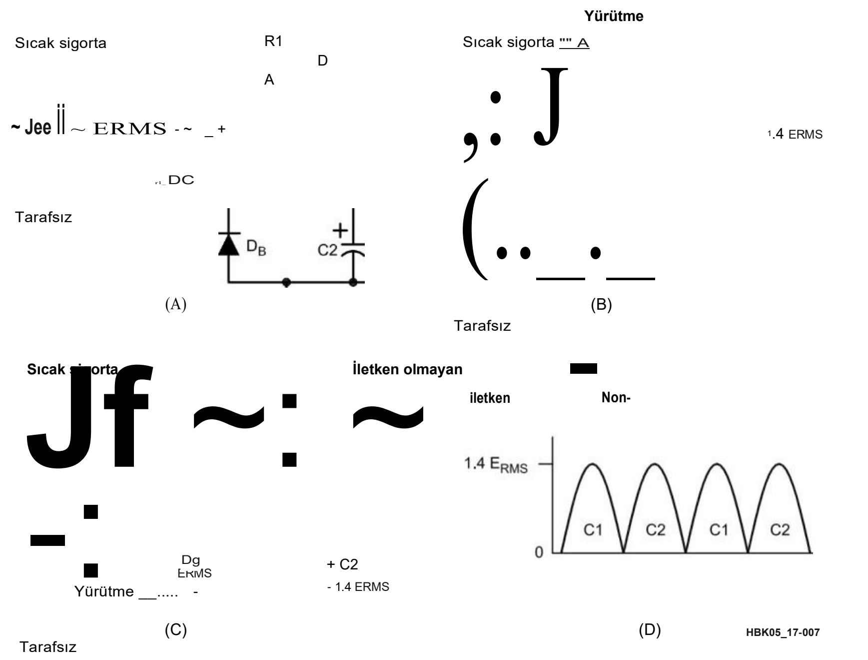
Resistörler Rl ve R2 **Şekil** 7.l0A redresörler aracılığıyla dalgalanma akımı sınırlamak için kullanılır. Değerleri, transformatör voltajına ve doğrultucu dalgalanma akımı derecesine dayanır, çünkü güç kaynağı açıldığı anda, filtre kapasitörleri kısa devre yapılmış bir yük gibi görünür. Sınırlayıcı dirençlerin aşırı akım akımına dayanabilmesi koşuluyla, akım işleme kapasitesi, kaynaktan gelen maksimum yük akımına dayanır. Transformatörün tepe voltajının iki katına yaklaşan çıkış voltajları, Şekil 7.10'da gösterilen voltaj ikiye katlama devresi ile elde edilebilir.

Şekil 7.11, voltajın seri direncinin yük direncine oranına nasıl bağlı olduğunu ve yük direncinin filtre kapasitansını nasıl çarptığını göstermektedir. Her diyot boyunca tepe ters voltajı 2.8 ERM'dir· Şekil 7.11'deki eğrilerle belirtildiği gibi, bu çift bağlantının çıkış voltajı düzenlemesi çok iyi değildir ve -yüksek güç seviyelerinde yüksek voltaj sağlamak için çekici değildir.

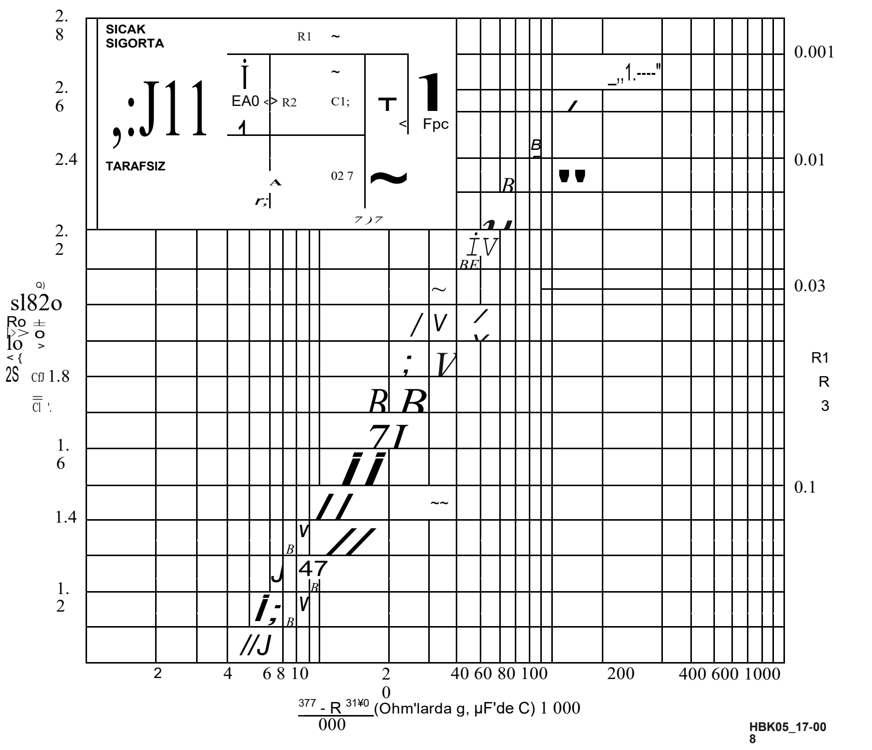
Daha yüksek güç uygulamaları için daha iyi çift bağlantılar vardır ve iki olasılık **Şekil 7.12'de gösterilmiştir.** Şekil 7'deki bağlantı. L 2A, köprülerin ac terminalleri arasında kapasitif bağlantı ile seri olarak iki köprü doğrultucu kullanır. Daha fazla diyot pahasına, bu bağlantı daha yüksek güç seviyelerinde daha iyi çıkış voltajı düzenlemesine sahip olacaktır. Şekil 7.12B'de gösterilen bağlantıyı kullanarak daha da iyi düzenleme yapılabilir. Bu örnekte, transformatör üzerindeki iki sargı kullanılır. Her iki sargının da aynı voltaja sahip olması şart değildir, ancak her ikisi de istenen çıkış akımını sağlayabilmelidir. Ek olarak, üst sargının yalıtımı, alt sargıdan kendisine uygulanan ek de önyargıyı karşılamak için yeterli olmalıdır.

7.5.3 Gerilim Tri iskele ve Quadrupler

Şekil 7.13A voltajı üç katına çıkaran devreyi gösteriyor. AC çevriminin bir yarısında, C 1 ve C3, **Dl, D2** ve D3 aracılığıyla kaynak voltajına yüklenir. Rl, kapasitörleri şarj etmek için mevcut olan akım miktarını sınırlayan transformatör ikincil sargısının direncini temsil eder. Döngünün diğer yarısında, D2 iletir ve C2 şarj edilir

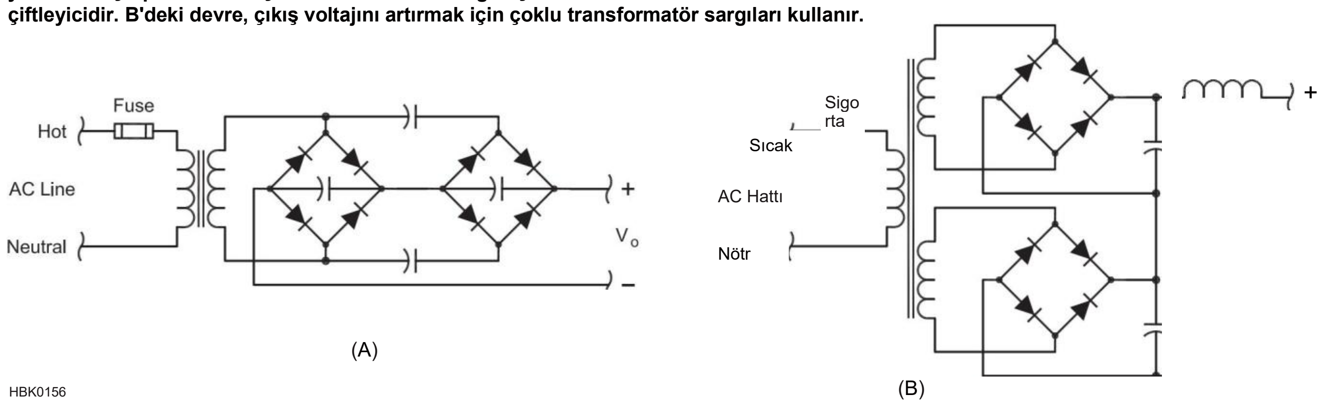


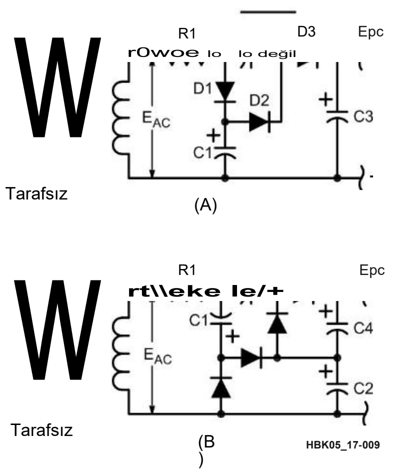
Şekil 7.10 - Bölüm A, tam dalga voltaj katlayıcı devresini göstermektedir. Yarım döngü B'de ve sonraki yarım döngü C'de gösterilir. Her kapasitör, her giriş-voltaj döngüsü sırasında bir yük alır. D, her bir kondansatörün dönüşümlü olarak nasıl şarj edildiğini göstermektedir.



Şekil 7.11 - DC çıkış voltajları, filtre kapasitanslarının ve yük direncinin bir fonksiyonu olarak tam dalga voltaj çift devresinden. R1/R3 oranı ve R3 x C1 ürünü için, direnç ohm cinsinden ve kapasitans mikrofaradlardadır. R1 ve R2 için eşit direnç değerleri ve C1 ve C2 için eşit kapasitans değerleri kabul edilir. (Schade'den, bkz. Referanslar)

Şekil 7.12 - Daha yüksek güç seviyeleri için voltaj katlayıcı doğrultucu bağlantıları. A, daha yüksek bir çarpan faktörü için daha fazla bölüme genişletilebilen kondansatörlü bir çiftleyicidir. B'deki devre, çıkış voltajını artırmak için çoklu transformatör sargıları kullanır.





Şekil 7.13 - Ortak bir bağlantı olarak kullanılan ikincil transformatörün bir tarafı ile voltaj çarpma devreleri. A bir voltaj üçleyicisini ve B bir voltaj dörtleyicisini gösterir. Kapasitanslar, çıkış akımı talebine bağlı olarak tipik olarak 20 ila 50 µF'dir. Kapasitör de derecelendirmeleri EpEAK (1.4 E "ws) ile ilgilidir:
C1 - EpEAK C2'den büyük -
2'den büyük EpEAK C3 - 3'ten
büyük EpEAK C4 - 2'den
büyük EpEAK
R1 - Transformatör ikincil sargısının direnci

Kaynak voltajının iki katına, çünkü transformatörü artı Cl'deki yükü kaynağı olarak görür (D 1 bu yarı döngü sırasında kesilir). Aynı zamanda, D3 iletir ve transformatör ve kaynak olarak C2'deki yük ile C3, transformatör voltajının üç katına şarj edilir.

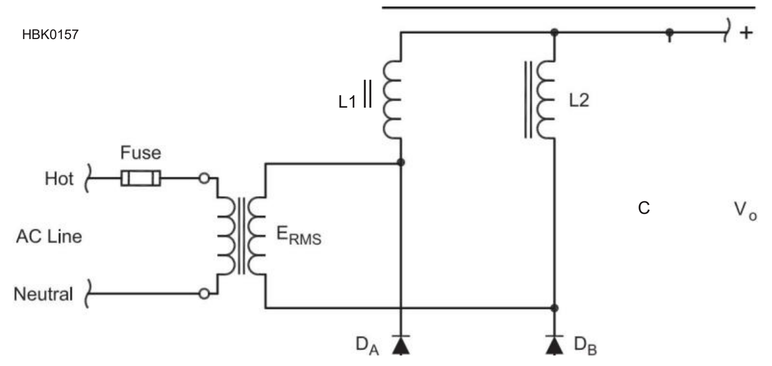
Şekil 7.13B'in voltaj dörtleme devresi benzer şekilde çalışır. İn eitherofthe devreleriŞekil 7 .13, çıkış voltajı, çıkış akımı tahliyesi düşük olduğunda ve kapasitans değerleri büyük olduğunda peakac voltajının tam bir katına yaklaşacaktır.

İkincil direnç olan Rl, kapasitörler için şarj akımını ve dolayısıyla maksimum çıkış voltajını sınırlar. Bu, filtre kapasitansı arttıkça Şekil 7.11'deki çıkış voltaj eğrisinin düzleştirilmesiyle tamamlayıcı bir şekilde gösterilmiştir. Rl İncreasing aynı etkiye sahiptir. Yüksek voltajlı kaynaklar için, mevcut AC voltajının tam bir katına ulaşmak için genellikle düşük dirençli bir ikincil gereklidir.

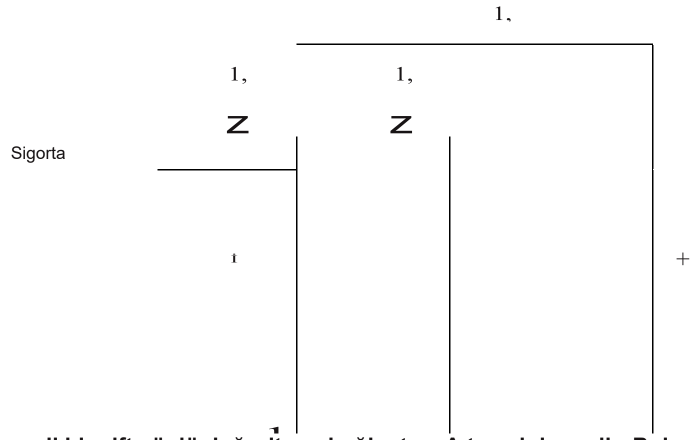
7 ,6 Akım Çarpanları

Tıpkı yüksek voltajlı, düşük akımlı yükler için voltaj çarpan bağlantıları olduğu gibi, düşük voltajlı, yüksek akımlı yükler için de akım çarpan bağlantıları vardır. Bir akım-katlayıcı örneği **Şekil 7 .14A'de verilmiştir.**

Devre operasyonunun görselleştirilmesini kolaylaştırmak için, Ll ve L2'yi mevcut kaynaklar olarak gösterebiliriz (Şekil 7.14B), bu da kararlı durum işlemi için iyi bir yaklaşımdır. İkincil sargının terminal 1'i terminal 2'ye göre pozitif olduğunda, diyot DA ters taraflı ve dolayısıyla iletkensiz olacaktır. Devre içindeki akım akışları Şekil 7.14B'de gösterilmiştir. Tüm çıkış akımının (İ ") Dµ içinden aktığını, ancak İ'nin sadece yarısının sargıdan aktığını unutmayın. Katotta ofD8 akım yarısı L2'ye ve diğer yarısı ikincil transformatöre bölünür. Çıkış voltajı, ortalama sarma voltajının (0.45 ERM) voltajının yarısı kadar olacaktır. Bu doğrultucu bağlantısı voltajı böler ve akımı çoğaltır! İki indüktöre ihtiyaç duyulduğundan, bu devre nadiren linefrekans uygulamalarında kullanılır, ancak çok düşük çıkış voltajlarına (< 10 V) sahip yüksek frekanslı anahtar modu regülatörlerinde çok kullanışlıdır, çünkü ikincil sargı tasarımını kolaylaştırır ve devre verimliliğini artırabilir. Yüksek frekanslarda, indüktörler oldukça küçük olabilir .



(A)



Şekil 7.14 - Geçerli bir çift yönlü doğrultucu bağlantısı. A temel devredir. B devre içindeki akım akışını gösterir.

7. 7 Doğrultucu türleri

Redresörler, 1800'lü yıllarda mekanik redresörlerden günümüzün bol çeşitli yarı iletken cihazlarına kadar uzun bir geçmişe sahiptir. Bu amaç için birçok farklı cihaz oluşturulmuş olsa da, hepsi ters yönde akım akışını bloke etme, önemli ters gerilime dayanma ve minimum voltaj düşüşü ile ileri yönde akım akışına izin verme özelliğine sahiptir. En basit doğrultucular diyotlardır, ancak düzeltme sağlamanın yanı sıra çıkış de düzenlemek için kontrol edilebilen üç terminalli cihazlara (bir tristör gibi) sahip olmak da mümkündür. İt ayrıca iletim sırasında çok düşük ileri damla ile senkron doğrultucular olarak MOSFETs gibi cihazları kullanmak mümkündür. Bu genellikle çok düşük voltaj çıkışları için verimliliği artırmak için yapılır. Aşağıda, daha yaygın örneklerden birkaçının kısa bir açıklaması verilmiştir. Vakum tüpü ve önceki baskılardan kalma diğer eski redresör türleri hakkındaki bölümler, bu kitabın indirilebilir ek içeriğine sahip bir PDF makalesi olarak mevcuttur.

7.7.1 Yarı İletken Diyotlar

Doğrultucu diyotlar, germanyum, silikon, silisyum-karbür veya galyum-arsenit gibi bir dizi farklı yarı iletken malzemeden yapılabilir ve şüphesiz gelecekte başka malzemeler de ortaya çıkacaktır. Seçim uygulamaya bağlı olacaktır ve her zaman olduğu gibi maliyet bir faktördür.

Germanyum diyotlar, katı hal yarı iletken doğrultucularının ilkiydi. Çok düşük bir ileri voltaj düşüşüne sahiptirler, ancak nispeten sıcaklığa duyarlıdırlar, daha yüksek sıcaklıklarda yüksek ters sızıntı akımlarına sahiptirler. Lehimleme sırasında aşırı ısınma ile kolayca yok edilebilirler. Germanyum diyotlar artık güç redresörleri olarak kullanılmamaktadır.

Bugün, silikon diyotlar neredeyse tüm güç doğrultucu uygulamaları için birincil seçimdir. Son derece yüksek ters direnç (düşük ters kaçak), bir volt veya daha az ileri damlalar ve 125 ° C'ye kadar bağlantı sıcaklıklarında çalışırlar. Bazı

Çok kavşaklı HV diyotların birkaç voltluk ileri damlaları olacaktır, ancak bu, kullanıldıkları voltaja kıyasla hala düşüktür.

Farklı uygulamalar için birçok farklı silikon diyot türü mevcuttur. Silikon doğrultucular iki genel kategoriye ayrılır: PN-bağlantı diyotları ve Schottky bariyer diyotları (Devreler **ve Bileşenler bölümüne bakınız**). Schottky diyotlar, düşük ileri iletim düşüşlerinin verimlilik için kritik olduğu düşük çıkış voltajları (< 20 V) için olağan seçimdir. Bununla birlikte, daha yüksek voltajlar için, Schottky diyotlarının yüksek ters kaçağı kabul edilemez ve PN-bağlantı diyotları normalde seçilir .

50/60 Hz uygulamalar için, bir mikrosaniye veya daha fazla ters geri kazanım sürelerine sahip diyotlar uygun ve çok ekonomiktir. Düzenli olarak 25 kHz ve daha yüksek frekanslarda çalışan switchmode dönüştürücüler ve invertörler için, hızlı kurtarma diyotlarına ihtiyaç vardır. Bu dönüştürücüler tipik olarak dalga formuna sahiptir

Devre içinde 1 µs'den daha az geçiş. MOSFET güç transistörleri genellikle 100 ns'den daha az geçişe sahiptir.

Anahtarlama geçişleri sırasında, önceden iletken diyotlar akım yönünün tersine döndüğünü görür. Bu değişiklik, bu diyotları tersine çevirme eğilimindedir ve böylece onları bir açık devre koşuluna sokar. Ne yazık ki, **Devreler ve Bileşenler** bölümünde açıklandığı gibi, katı hal doğrultucular iletimi anında durduramaz. Sonuç olarak, bir köprü doğrultucudaki veya tam dalga doğrultucudaki karşıt diyotlar, dönüştürücü anahtarlarının durumu sırasında iletken hale geldiğinde, kapatılan diyotlar aslında kısa bir süre için ters yönde hareket edecektir. Bu, redresörlerin ters geri kazanım özelliklerine bağlı olarak dönüştürücüyü bir süre etkili bir şekilde kısa devre yapar. Bu özellik, anahtarlama transistörlerini zorlayan ve artan kayıp ve elektromanyetik girişime yol açan yüksek akım geçişleri oluşturabilir. Anahtarlama frekansı arttıkça, bu geçişlerin daha fazlası her saniye gerçekleşir ve diyot çapraz iletimi nedeniyle daha fazla güç kaybedilir.

Bu akım geçişleri ve ilişkili kayıplar, - depolama süresini en aza indirmek için tasarlanmış özel katkılı diyotlar olan hızlı geri kazanım diyotlarını kullanarak azaltılır. 50 ns veya daha az kurtarma sürelerine sahip diyotlar mevcuttur.

7.7.2 Doğrultucu Dizeleri veya Yığınları

DİODES İN SERİES

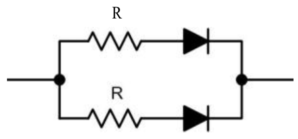
Uygulama için tek bir diyotun PIV derecesi yeterli olmadığında, benzer diyotlar seri olarak kullanılabilir. (Serideki iki 500 PIV diyot 1000 PIV'e dayanacak ve böyle devam edecektir.) PIV damlalarını eşitlemek için dizedeki her diyot boyunca bir direnç yerleştirmek için genel bir öneri vardı. Modem diyotlar ile bu uygulama artık gerekli değildir.

Modem silikon doğrultucu diyotlar çığ karakteristiğine sahip olacak şekilde üretilmiştir. Basitçe söylemek gerekirse, bu, difüzyon işleminin kontrol edildiği anlamına gelir, böylece diyot, bağlantının yıkıcı parçalanması gerçekleşmeden önce ters taraflı yönde bir Zener özelliği sergileyecektir. Bu, seri olarak diyotlar için bir güvenlik ölçüsü sağlar. Bir diyot kendini yok etmeden önce Zener iletimine girecek. Zincirdeki diğer diyotlar çığ voltajlarına ulaşmamışsa, çığlı diyottan geçen akım diğer diyotlardaki sızıntı akımı ile sınırlı olacaktır. Bu normalde çok düşük olmalıdır. Bu nedenle, şant dirençleri genellikle seri doğrultucu dizelerdeki diyotlar arasında gerekli değildir. Aslında, şant dirençleri aslında problem yaratabilir çünkü düşük empedanslı bir zararlı akım kaynağı üretebilirler.

Çığ potansiyeline ulaşmış olabilecek herhangi bir diyota.

DİODES İN PARALEL

Diyotlar akım işleme kapasitesini artırmak için paralel olarak yerleştirilebilir. Eşitleyici dirençler **Şekil 7 15'te gösterildiği gibi eklenmelidir.** Dirençler olmadan, bir diyot akımın çoğunu alabilir. Dirençler, beklenen tepe akımında bir voltun birkaç onda biri kadar bir düşüşe sahip olacak şekilde seçilmelidir. Bu zorla akım paylaşımının bir dezavantajı, eklenen dirençler nedeniyle güç kaybındaki artış olacaktır.



HBK05_17-010

Şekil 7.15 - Devrenin akım işleme - kabiliyetini artırmak için diyotlar paralel olarak bağlanabilir. Her diyot, beklenen - akımda bir voltun birkaç onda biri kadar bir düşüşe sahip olmak için seçilen bir değere sahip bir dizi akım eşitleyici dirence sahip olmalıdır.

7.7.3 Doğrultucu Derecelendirmeleri ve Çalışma Stresi

Amatör ekipmanlar için tasarlanan güç kaynakları neredeyse tamamen silikon doğrultucular kullanır. Bu doğrultucular çok çeşitli voltaj ve akım değerlerinde mevcuttur: 600 V veya daha fazla PIV değerleri ve 400 A kadar yüksek akım değerleri mevcuttur. 1000 PIV'de, mevcut derecelendirmeler birkaç amper olabilir. Daha yüksek voltajlar için birkaç üniteyi seri olarak istiflemek mümkündür. 1 A veya daha fazla yük akımında 10 kV'a kadar tepe ters gerilimleri

7.7.4 Doğrultucu Koruması

Doğrultucu devreler tartışması, her devredeki doğrultucular tarafından görülen tepe ters voltajını içeriyordu. Verilen uygulamada diyotların voltaj derecesini seçmek için bu bilgiye ihtiyacınız olacaktır. En kötü durumda ters voltaj için diyotları nominal voltajlarının %75'inden fazlasına maruz bırakmamak normal iyi bir uygulamadır. Bu muhtemelen en yüksek giriş voltajında çalışırken olacaktır, ancak meydana gelebilecek geçişleri de dikkate almalıdır.

Bir silikonun önemli özellikleri Diyot şunlardır:

1. PIV - tepe ters voltaj.
2. İo - ortalama DC akım derecesi.
3. IREP Tekrarlayan pik ileri güncel.
4. İssURGE 8.3 ms süreli anon tekrarlayan tepe yarım sinüs dalgası (60-Hz hat frekansının bir buçuk döngüsü).
5. Değiştirme hızı veya ters kurtarma süresi.
6. Güç dağılımı ve termal direnç. İlk iki özellik çoğu katalogda görünür. İprp ve İsURGE kataloglarda sıklıkla belirtilmez, ancak çok önemlidir. Bazı anahtarlama regülatörü ve kapasitif filtre devreleri dışında, doğrultucu akım tipik olarak zamanın yarısı kadar akar - hareket ettiğinde, doğrultucu ortalama doğru akımın en az iki katını geçmelidir. Bir kapasitorinput filtresi ile, doğrultucu zamanın yarısından çok daha azını iletir. Bu durumda, davranış yaptığında, 10 ila 20 kadar geçebilir

Belirli koşullar altında, ortalama de akım çarpı.

GÜNCEL İNRUSH

Besleme ilk açıldığında, filtre kapasitörleri boşaltılır ve ölü bir kısa devre gibi davranır. Sonuç, en az bir yarım çevrim ve bazen daha fazla diyot boyunca çok ağır bir akım dalgalanması olabilir. Bu geçici akım İsURGE olarak adlandırılır. Bir diyot için maksimum dalgalanma akımı derecesi genellikle bir buçuk döngü (60 Hz'de) veya yaklaşık 8.3 ms'lik bir süre için belirtilir. Kullanılan diyotlar çok yüksek bir dalgalanma akımı derecesine (birkaç yüz amper) sahip olmadıkça, filtre kapasitörleri neredeyse şarj olana kadar diyotları korumak için bir miktar dalgalanma koruması genellikle gereklidir. Bir üreticinin veri sayfası mevcut değilse, bir diyotun kabiliyeti hakkında eğitimli bir tahmin, Amatör Radyo güç kaynaklarında yaygın olarak kullanılan silikon diyotlar için bu kurallar kullanılarak yapılabilir:

Kural İ. Maksimum İgrp derecesi, ortalama de current derecesi olduğu maksimum İ derecesinin yaklaşık dört katı olarak kabul edilebilir.

Kural 2. Maksimum İsuRGE derecesi, maksimum İo değerinin yaklaşık 12 katı olarak kabul edilebilir. Bu rakam makul bir güvenlik faktörü sağlamalıdır. 750 mA de derecesine sahip silikon doğrultucular, örneğin, nadiren 15 A'dan daha az İ-çevrim dalgalanma derecesine sahiptir; Bazıları 35 A veya daha fazla derecelendirilmiştir. Bundan, doğrultucunun İo - derecelendirmelerine göre değil, İssURGE temelinde seçilmesi gerektiğini görebilirsiniz.

Bazen aşırı gerilim akımı sınırlaması sağlamak için transformatör sargılarının direncine güvenebilseniz de, bu yüksek voltajlı güç kaynaklarında nadiren yeterlidir. Seri dirençler genellikle ikincil ve doğrultucu sicimler arasında veya transformatörün birincil devresinde kurulur, ancak bunlar iyi voltaj regülasyonu için caydırıcı olabilir.

Normal çalışma sırasında voltaj regülasyonunu sınırlayan iyi bir dalgalanma akımına sahip olmanın bir yolu, giriş ile birlikte seri olarak bir dirence sahip olmaktır.

Direnç boyunca 50 ms'den sonra kısa devre yapan bir röle. Bu tür bir düzenleme, HV tedariklerinde özellikle önemlidir.

VOLTAJ GEÇİŞLERİ

Vakum tüpü doğrultucuları, gelen güç hatlarındaki voltaj geçişlerinde çok az sorun yaşadı. İç ark olasılığı çok azdı, çünkü üretilen ısı çok kısa süreliydi ve masif plaka ve katot yapıları üzerinde çok az etkisi vardı.

Ne yazık ki, silikon diyotlarda durum böyle değildir. Düşük ileri voltaj düşüşü nedeniyle, silikon diyotlar yüksek ileri akım ile çok az ısı oluşturur ve bu nedenle küçük bağlantı alanlarına sahiptir. Bununla birlikte, normal ters geri kazanım süresinin (ters çığ) ötesinde ters yönde iletim, yarı iletken bağlantının tahrip olmasıyla birlikte bağlantı sıcaklıklarının son derece hızlı yükselmesine neden olabilir.

Yarı iletken doğrultucuları voltaj geçişlerinden korumak için, gelen ac bus veya transformatör ikincil boyunca bağlantı için özel aşırı gerilim emme cihazları mevcuttur. Bu cihazlar bir Zener diyotuna benzer şekilde çalışır; Belirli bir voltaj seviyesine ulaşıldığında ağır davranırlar. Bununla birlikte, Zener diyotların aksine, çok yüksek geçici enerji seviyelerini hasar görmeden emebilme yeteneğine sahiptirler. Sıkıştırma seviyesi, doğrultucular için normal çalışma voltaj aralığının çok üzerinde ayarlandığında, bu cihazlar normalde açık devreler olarak görünür ve güç kaynağı devreleri üzerinde hiçbir etkisi yoktur. Bununla birlikte, bir voltaj geçişi meydana geldiğinde, bu koruma cihazları geçici olanı sıkıştırır ve böylece doğrultucuların tahrip olmasını önler .

Geçici koruyucular üç temel çeşitte mevcuttur:

1. *Silikon Zener diyotlar* - büyük bağlantı Zeners özellikle bu amaç için yapılmış ve de (tek kutuplu) için tek bağlantı olarak kullanılabilir ve ac (bipolar) için arka arkaya bağlantılar. Bu silikon koruyucular, General Semiconductor Corporation'dan TransZorb ticari adı altında mevcuttur ve diğer üreticiler tarafından da üretilmektedir. Burada bahsedilen üç çeşidin en iyi geçici baskılayıcı özelliklerine sahiptirler, ancak pahalıdırlar ve grubun doları başına en az enerji emme kapasitesine sahiptirler.

2. *Jaristors* *Bir* kompozisyondan yapılmış
Belirli bir voltajda parçalanan metal oksit malzeme. MOV olarak da bilinen metal oksit varistörler ucuz ve kolay elde edilir, ancak daha yüksek bir iç dirence sahiptir, bu da Zener çeşidinden daha büyük bir voltaj artışı sağlar. Varistörler ayrıca, nominal güç kullanım sınırları içinde ardışık geçişlerle de bozulabilir (bu genellikle geçişlerin az olduğu ve varistörün değiştirilmesinin kolayca gerçekleştirildiği jambon kulübesinde bir sorun değildir).

Varistörler genellikle başarısız olduklarında kısa devre yaparlar. Büyük enerji dağılımı cihaz patlamasına neden olabilir. Bu nedenle, varistör boyunca kısa devre akımını sınırlayan bir sigorta eklemek ve insanları ve devreleri enkazdan korumak iyi bir fikirdir.

3. *Gaz tüpü* - inşaatta tanıdık neon ampulüne benzer, ancak yüksek geçici akımlar altında iletken voltaj artışını sınırlamak için tasarlanmıştır. Gaz tüpleri genellikle grubun en yüksek geçici enerji seviyelerine dayanabilir. Bununla birlikte, gaz tüpleri iyonizasyon zaman probleminden muzdariptir. Tüp boyunca yüksek bir voltaj hemen iletime neden olmaz. Gazın geçici olanı iyonize etmesi ve kelepçelemesi için gereken süre, cihazın iyonizasyon voltajını aşan uygulanan voltaj seviyesi ile ters orantılıdır. Sonuç olarak, gaz tüpü, devreye girmeden önce geçici olanın bir kısmının ekipmana geçmesine izin verecektir.

Güvenilir ekipman çalışmasının kritik olduğu, yerel gücün zayıf olduğu ve geçişlerin büyük bir sorun olduğu İn kurulumları, her zamanki gibi Uygulama, koruyucuların bir kombinasyonunu kullanmaktır. Bu tür sistemler, bir gaz tüpü cihazı ile birlikte bir varistör veya Zener koruyucusundan oluşur. Genellikle bir dalgalanma varistörü patlattığında uyarmak için bir gösterge ışığı vardır. Operasyonel olarak, katı hal cihazı dalgalanmayı hemen sıkıştırır, kısa bir süre sonra kabarık gaz tüpü, dalgalanmanın çoğunu katı hal cihazından almak için ateşlenir.

ISİ

Bir diyotun birleşimi oldukça küçüktür, bu nedenle yüksek akım yoğunluğunda çalışması gerekir. Bu nedenle ısı işleme kapasitesi oldukça küçüktür. Normalde, bu - yüksek voltajlı, düşük akımlı kaynaklarda önemli bir husus değildir. Yüksek akım redresörlerinin maksimum değerlerinde veya yakınında (genellikle 2 A veya daha büyük, - studmount redresörleri) kullanılması, bir tür ısı batması gerektirir. Sık sık, doğrultucuyu ana şasiye monte etmek - doğrudan veya ince ısı yalıtım yıkayıcıları ile - yeterli olacaktır.

Bir doğrultucu doğrudan soğutucu üzerine monte edildiğinde, iyi ısı iletimini sağlamak için diyot ile soğutucu arasında ince bir termal gres tabakası kullanmak iyi bir uygulamadır. Çoğu modem yalıtımlı termal yıkayıcı gres kullanımını gerektirmez, ancak eski mika ve diğer yıkayıcılar *çok ince bir* yağ tabakasından yararlanabilir. Termal gres ve ısı iletken yalıtım yıkayıcıları ve pedleri, posta siparişi veren bileşen satıcılarından temin edilebilen standart ürünlerdir.

Büyük, yüksek akımlı doğrultucular genellikle güvenli bir çalışma sıcaklığını korumak için özel ısı emiciler gerektirir. Bir fandan zorla hava soğutması bazen daha fazla yardım olarak kullanılır. Güvenli kasa sıcaklıkları genellikle üreticinin veri sayfalarında verilir ve diyotun maksimum yeteneklerinin gerçekleştirilmesi durumunda gözlemlenmelidir. Daha fazla bilgi için Elektrik Temelleri bölümündeki termal tasarım bölümüne bakın.

7 .8 Güç filtreleme

Çoğu yük, doğrultuculardan gelen titreşimin dalgalanmasını (bir ac bileşeni) tolere etmez. Dalgalanmayı düşük bir seviyeye indirmek için doğrultucu ile yük arasında filtreler gereklidir. Daha önce de belirtildiği gibi, bazı kapasitanslar veya indüktanslar, doğrultucu bağlantısında doğal olabilir ve dalgalanma genliğini azaltır. Bununla birlikte, çoğu durumda ek filtreleme gereklidir. Filtrenin tasarımı büyük ölçüde de voltaj çıkışına, güç kaynağının istenen voltaj düzenlemesine ve maksimum yük akımına bağlıdır. Güç kaynağı filtreleri, seri indüktörler ve/veya şant kapasitörleri kullanan düşük geçişli cihazlardır.

7.8.1 Yük direnci

Güç kaynağı filtrelerinin performansını tartışırken, çıktıya bağlı yükü bir direnç olarak karakterize etmek bazen uygundur. Bu *yük direnci,* bleeder direnci tarafından çekilen akım da dahil olmak üzere toplam yük akımına bölünen çıkış voltajına eşittir.

7.8.2 Voltaj Düzenlemesi

Düzensiz bir besleme olduğunda, çıkış voltajı genellikle daha fazla akım çekildikçe azalır. Bu sadece trafo ve filtredeki artan voltaj düşüşleri nedeniyle olmaz

Ayrıca, hafif yüklerdeki çıkış voltajı, ilk kapasitörün şarj edilmesinin bir sonucu olarak transformatör voltajının tepe değerine yükselme eğiliminde olduğu için. Uygun filtre tasarımı bu etkiyi azaltabilir. Yük ile çıkış voltajındaki değişime *voltaj regülasyonu denir* ve yüzde olarak ifade edilir.

$$\text{Yüzde düzenleme} \quad \frac{(EĪ - E?)}{E2} \text{ " } 100\% \qquad (2)$$

nerede

El = yüksüz voltaj E2 = tam yük voltajı.

Temsil edilen gibi sabit bir yük

Bir alıcı, konuşma amplifikatörü veya bir vericinin anahtarsız aşamaları tarafından, yük koşullarında uygun voltaj elde edildiği sürece iyi (düşük) düzenleme gerektirmez. Filtre kapasitörleri, harici yük kaldırıldığında voltajın yükseleceği en yüksek değer için güvenli bir voltaj derecesine sahip olmalıdır.

Tipik olarak çıkış voltajı, yük direncindeki uzun süreli değişikliklerle kısa geçici değişikliklerden daha büyük bir değişiklik gösterecektir. Bunun nedeni, geçici yük akımlarının çıkış kapasitansında depolanan enerjiden sağlanmasıdır. Uzun süreli değişikliklerle yapılan düzenlemeye, *dinamik düzenlemeden* (geçici yük değişiklikleri) ayırt etmek için genellikle statik düzenleme denir. - Bazı ses ve RF amplifikatörleri tarafından temsil edildiği gibi, bir hece veya anahtarlama oranında değişen bir yük, distorsiyon ürünleri düşük bir seviyede tutulacaksa, genellikle iyi bir dinamik düzenleme (< %15) gerektirir. Bir güç kaynağının dinamik düzenlemesi, çıkış kapasitansını artırarak geliştirilebilir .

Esasen sabit voltaj gerektiğinde, mevcut varyasyondan bağımsız olarak (örneğin bir osilatörün stabilizasyonu için), bu bölümde daha sonra açıklanan özel voltaj düzenleyici devreler kullanılır.

7.8.3 Bleeder Dirençler

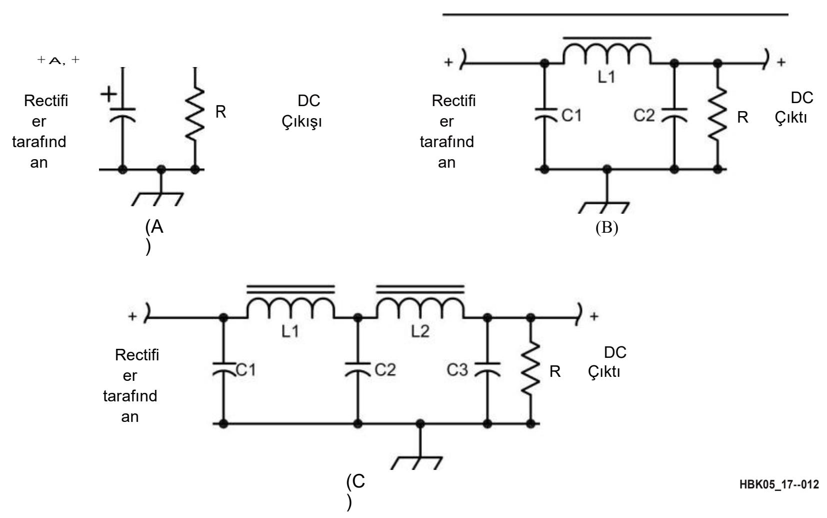
Bir bleeder direnç, **Şekil 7.16A'de gösterildiği gibi güç kaynağının çıkış terminalleri boyunca bağlı bir dirençtir (R).** İts fonksiyonları, güç kapatıldığında bir güvenlik önlemi olarak filtre kapasitörlerini boşaltmak ve minimum yük direnci sağlayarak voltaj regülasyonunu iyileştirmektir. Voltaj regülasyonu önemli olmadığında, direnç çıkış voltajı volt başına 100 92 kadar yüksek olabilir. Gerilim düzenleyici amaçlar için kullanılacak direnç değeri daha sonraki bölümlerde tartışılmıştır. Güvenlik açısından, bleeder dirençlerinin güç derecesi mümkün olduğunca muhafazakar olmalıdır - yanmış bir bleederresistöre sahip olmak tehlikelidir!

7.8.4 Dalgalanma Frekansı ve Voltajı

Doğrultucunun çıkışındaki dalgalanma, sabit bir doğru akım üzerine bindirilmiş alternatif bir akımdır. Bu açıdan, filtrenin aşağıdakilerden oluştuğu düşünülebilir: 1) de bileşeninin akışına müdahale etmeden ac bileşenini kısa devre yapan şant kapasitörleri; ve/veya 2) de kolayca geçen ancak ac bileşenini engelleyecek seri boğucular.

Filtrenin etkinliği, dalgalanmanın RMS - değerinin yüzde cinsinden de değerine oranı olan yüzde dalgalanma cinsinden ifade edilebilir.

Yüzde Dalgalanma (RMS) - +! " 100%
E2 (3)



Şekil 7.16 - Kapasitör girişli filtre devreleri. A'da basit bir kapasitör filtresi var. Band C, sırasıyla tek ve çift bölümlü filtrelerdir.

nerede
El = dalgalanma voltajı E2'nin RMS değeri = sabit de voltajı .

Bir CW vericisindeki herhangi bir frekans çarpanı veya amplifikatör kaynağı %5'ten daha az dalgalanmaya sahip olmalıdır. Doğrusal bir amplifikatör, plaka voltajı üzerinde yaklaşık %3 dalgalanmayı tolere edebilir. Doğrusal amplifikatörler için önyargı kaynakları %1'den az dalgalanmaya sahip olmalıdır. VF Os, konuşma amplifikatörleri ve alıcıları %0.01'den fazla dalgalanma gerektirmeyebilir.

Dalgalanma frekansı, rektifieroutput dalga formundaki titreşimlerin frekansını ifade eder - saniyedeki titreşimlerin sayısı. Yarım dalga doğrultucuların dalgalanma frekansı, hat besleme frekansı ile aynıdır - bir 60-Hz kaynağı ile 60 Hz. Çıkış darbeleri bir tam dalga doğrultucu ile iki katına çıktığından, dalgalanma frekansı bir 60-Hz kaynağı ile iki katına - 120 Hz.

Yeterli düzleştirme sağlamak için gereken filtreleme miktarı (indüktans ve kapasitans değerleri) dalgalanma frekansına bağlıdır. Dalgalanma frekansı azaldıkça daha fazla filtreleme gereklidir. Bu nedenle, hat frekansı düzeltmesi için kullanılan filtreler, dalgalanma frekansının genellikle yüzlerce kHz olduğu switchmode dönüştürücülerinde kullanılanlardan çok daha büyüktür.

7.8.5 Kapasitör-İnput Filtreleri

Tipik kapasitör giriş filtresi sistemleri Şekil 7.16'da gösterilmiştir. Dalgalanma, Cl'yi daha büyük hale getirerek azaltılabilir, ancak bu, tum-on'da çok büyük kapasitanslara ve yüksek inrush akımlarına yol açabilir. İçin ılımlı değerler olduğunda daha iyi dalgalanma azaltma elde edilecektir Cl kullanılır ve LC bölümleri Şekil 7.16B ve C'de gösterildiği gibi eklenir.

İNPUT VERSUS OUTPUT VOLTAJI

Bir kapasitör giriş filtresinin ortalama çıkış voltajı genellikle yük akımı değişimleri ile zayıf bir şekilde düzenlenir. Daha önce gösterildiği gibi (Şekil 7.6) doğrultucu diyotlar, filtre kondansatörünü ac dalga formunun tepe değerine şarj etmek için ac döngüsünün sadece küçük bir kısmı için hareket eder. Ac'nin anlık voltajı zirvesini geçtiğinde, diyot iletmeyi bırakır. Bu, kondansatörü, köprüdeki karşıt diyottaki ac voltajı veya tam dalga doğrultucu, yükü almak ve kondansatörü şarj etmek için yeterince yüksek olana kadar yük akımını desteklemeye zorlar. Bu nedenle, tepe diyot akımları genellikle oldukça yüksektir.

Kapasitör-filtre çıkışının döngüsel tepe voltajı, giriş ac dalga formunun zirvesi, minimum voltaj ve dolayısıyla dalgalanma genliği tarafından belirlendiğinden, voltaj deşarjı veya "sarkma" miktarı ile belirlenir., yükü boşaltırken ve desteklerken kapasitörde meydana gelir. Açıkçası, yük akımı ne kadar yüksek olursa, deşarj o kadar orantılı olur ve bu nedenle ortalama çıkış o kadar düşük olur.

Belirli bir kapasitör için tepe-tepe dalgalanmasına yaklaşmanın ve sabit bir yük akımı varsayarak yüklemenin kolay bir yolu vardır. Kondansatördeki sarkmayı ilişkiyi kullanarak hesaplayabiliriz:

CxE = İ * t (4)

nerede
C = mikrofaradlardaki kapasitans

E = voltaj düşmesi veya tepe-tepe dalgalanma voltajı
İ = miliamperes cinsinden yük akımı
t = doğrultucuların iletken olmadığı döngü başına ms cinsinden süre, bu süre boyunca filtre kondansatörü yük - akımını desteklemelidir. 60-Hz, tam dalga doğrultucular için, tis yaklaşık 7.5 ms.

Örnek olarak, 13.8 V de üreten ve bir - alıcı-verici çizim 2.0 A sağlayan bir tam dalga doğrultucu/filtre kombinasyonunun çıkışındaki tepe-tepe dalgalanma voltajını belirlememiz gerektiğini varsayalım. Güç kaynağındaki filtre kapasitörü 5000 µF'dir. Yukarıdaki ilişkiyi kullanarak:

CxE = İ * t (5)

5000 µF x E = 2000 mA x 7.5 ms

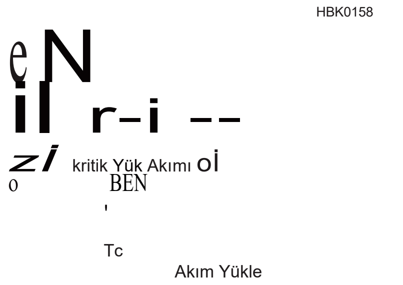
E = 2000 mA x 7.5 ms = 3 V **P-P** 5000 µF

Açıkçası, bu çok fazla dalgalanma. Yaklaşık 20.000 µF kapasitör değeri bu uygulama için daha uygun olacaktır. Bu doğrultucu/filtre kombinasyonundan sonra doğrusal bir regülatör kullanılırsa, daha sonra regülatördeki yüksek güç dağılımına karşı daha yüksek dalgalanma voltajını değiştirmek mümkündür. Düzgün tasarlanmış bir doğrusal regülatör, dalgalanma genliğini çok küçük bir değere düşürebilir.

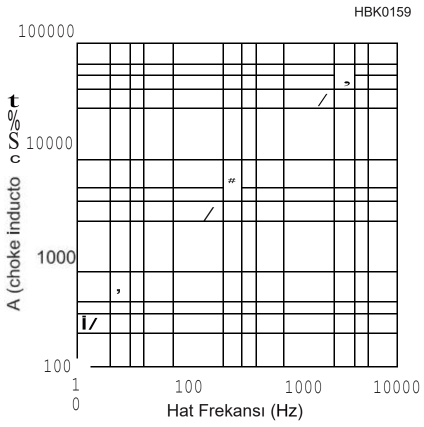
7.8.6 Boğma-İnput Filtreleri

Choke-input filtreleri, değişen yükler üzerinde büyük ölçüde geliştirilmiş çıkış voltajı kararlılığının ve doğrultuculardaki düşük tepe akım dalgalanmalarının avantajlarını sağlar. Negatif tarafta, çıkış voltajı bir kapasitorinput - filtresi için bundan daha düşük olacaktır.

Hat frekanslı güç kaynakları, chokeinput filtreleri bir zamanlar olduğundan daha az popüler. Bu değişiklik kısmen gerçekleşti çünkü



Şekil 7.17 - Yük akımının bir fonksiyonu olarak İnduktif filtre çıkış voltajı düzenlemesi. Kapasitif tepe şarjından endüktif ortalamaya geçiş, kritik yük akımında gerçekleşir, Ic-



Şekil 7.18 - Boğma indüktör sabiti, A, denklem 6'yı çözmek için kullanılır.

Silikon doğrultucuların yüksek akım kapasitesi, ancak daha da önemlisi, büyük filtre tıkanıklıkları ortadan kaldırıldığında boyut, ağırlık ve maliyet azaldığı için. Bununla birlikte, boğma giriş filtreleri, boğmaların çok daha küçük olacağı yüksek frekanslı anahtar modu dönüştürücülerinde sıklıkla kullanılır.

Boğmanın indüktansı olduğu sürece Giriş ac dalga formunun tüm döngüsü boyunca sürekli bir akım tutacak kadar büyük, filtre çıkış voltajı düzeltilmiş çıkışın ortalama değeri olacaktır. Tam dalga doğrultulmuş sinüs dalgasının ortalama de değeri, tepe voltajının 0.637 katıdır. RMS değeri 0 olduğu için. Tepe noktasının 707 katı, boğucu giriş filtresinin çıkışı (*0.637 İ 0.707*) veya RMS ac voltajının 0.9 katı olacaktır.

Şekil 7.17'de gösterildiği gibi, boğmanın gerekli filtrelemeyi sağlamadığı minimum veya "kritik'bir yük akımı vardır. Hafif yükler için, tam döngü boyunca sürekli akıma izin vermek için giriş dalga formu tepesi sırasında boğmada depolanan yeterli enerji olmayabilir. Bu olduğunda, filtre çıkış voltajı, filtre bir kondansatör giriş filtresinin özelliklerinden daha fazlasını varsaydığı için artacaktır. Bleeder direncinin bir amacı, minimum yük akımını kritik değerin üzerinde tutmaktır.

Tek bir fazda belirli bir maksimum yük direnci değeri için kritik (veya minimum) indüktans değeri, sinüs dalga kaynağı voltajına sahip tam dalga doğrultucu aşağıdakilerden yaklaşık olarak elde edilebilir:

L_c = R/A (6)

nerede
R = maksimum yük direnci A = Şekil'den elde edilen bir sabit
7 .18, giriş akımının frekansından türetilmiştir (bakınız Referans 1).

Minimum yük akımı için düşük değerler (yüksek minimum yük R), Le için pratik olmayan büyük değerlere yol açabilir. Standart filtre indüktörleri tipik olarak, de akım değiştiği için L için nispeten sabit bir değere sahiptir, ancak bunun yerine sallanan bir boğucu kullanmak mümkündür. Bu, düşük akımlarda yüksek indüktansa ve yüksek akımlarda çok daha düşük indüktansa sahip bir indüktördür. Sallanan bir boğucu kullanmak genellikle çok daha küçük bir filtre boğucu ve/veya daha iyi çıkış regülasyonu ile sonuçlanır.

7.9 Güç kaynağı yönetmeliği

Bir doğrultucu/filtre sisteminin çıkışı bazı elektronik ekipmanlar için kullanılabilir, ancak günümüzün alıcı-vericileri ve aksesuarları için, ihtiyaçları için yeterince temiz ve istikrarlı bir güç sağlamak için daha fazla önlem gerekebilir. Voltaj regülatörleri genellikle bu ek şartlandırma seviyesini sağlamak için kullanılır.

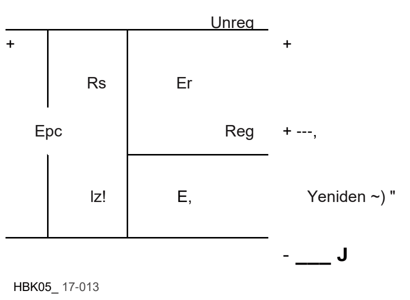
Doğrultucu/filtre devreleri, ekipmanı giriş-güç hattı dalgalanmaları, yük-akım değişimleri ve artık dalgalanma voltajları ile ilgili sorunlardan kendi başlarına koruyamazlar. Düzenleyiciler bu sorunları ortadan kaldırabilir, ancak devre karmaşıklığı ve güç dönüşüm verimliliğinde maliyetler olmadan değil.

7.9.1 Zener Diyotlar

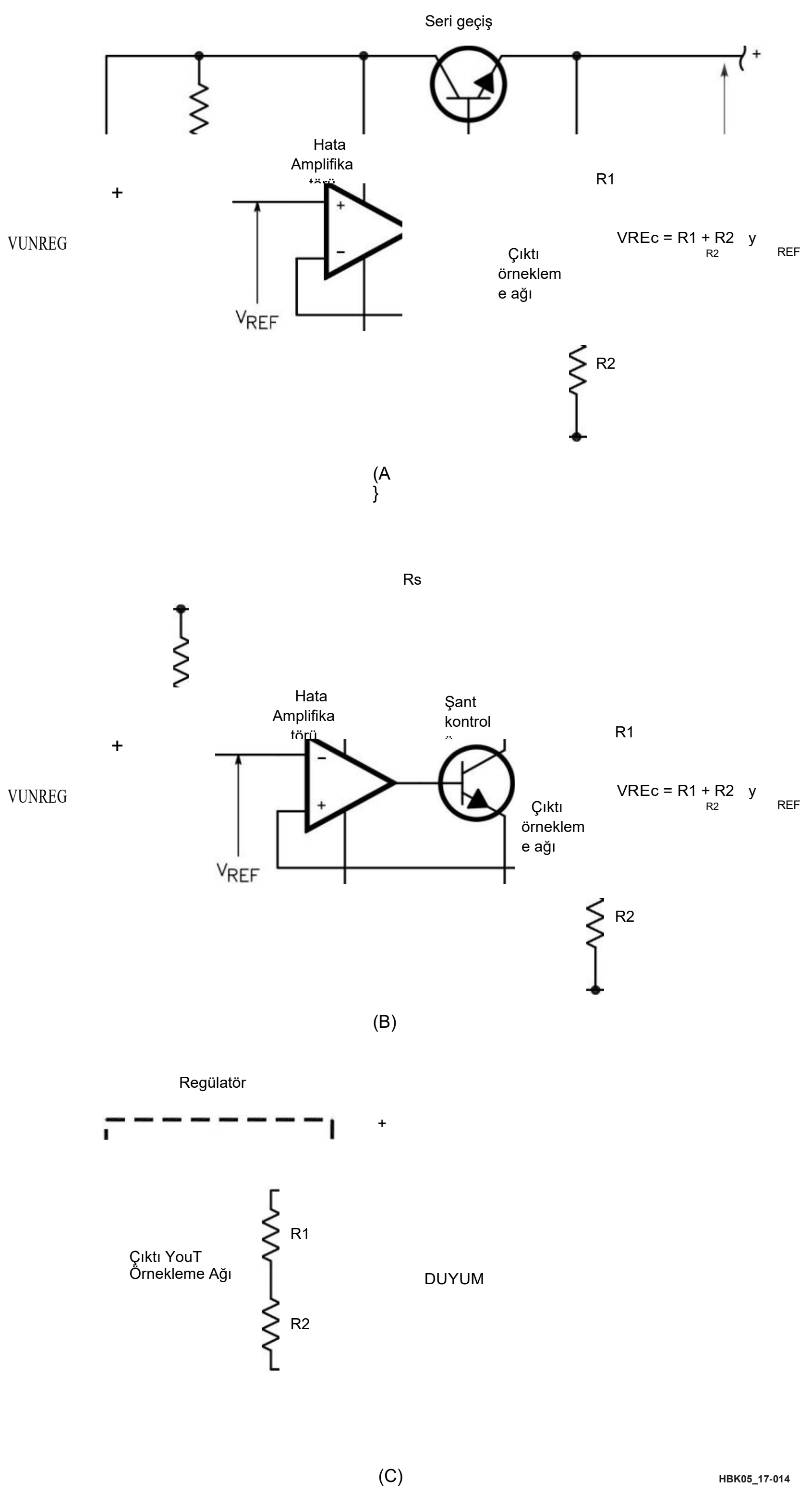
Bir Zener diyotu (Dr Clarence Zener tarafından geliştirilmiştir), güç kaynağının voltaj düzenlemesine veya yük akımındaki değişikliklere bakılmaksızın, bir devreye uygulanan voltajı pratik olarak sabit bir değerde tutmak için kullanılabilir. Tipik devre **Şekil 7.19'da gösterilmiştir.** Diyotun katot tarafının, kaynağın pozitif tarafına bağlı olduğunu unutmayın.

Zener diyotları çok çeşitli voltajlarda ve güç değerlerinde mevcuttur. Voltajlar 2 V'dan az ila birkaç yüz volt arasında değişirken, güç değerleri (diyotun dağıtabileceği güç) 0.25 W'dan 50 W'a kadar uzanır. Zener diyotunun bir voltajı stabilize etme yeteneği diyotun iletken empedansına bağlıdır. Bu, düşük voltajlı, yüksek güçlü bir diyotta 1 © 2 veya daha düşük veya yüksek voltajlı, düşük güçlü bir diyotta 1000 Qin kadar yüksek olabilir .

Şekil 7.19'daki devre, sabit bir çıkış voltajını korumak için bir kontrol cihazından (Zener diyotu) akımı "engellediği" için av regülatörü gibidir. Bir Zener şant regülatörü tasarlamak için, minimum ve maksimum giriş voltajını (Epc) bilmeniz gerekir; The



Şekil 7.19 - Zener-diyot voltaj düzenlemesi. Negatif bir kaynaktan gelen voltaj, güç kaynağı bağlantılarının ve diyot polaritesinin tersine çevrilmesiyle düzenlenebilir.



Şekil 7.20 - Doğrusal elektronik voltaj regülatör devreleri. Bu diyagramlarda, piller düzenlenmemiş giriş-voltaj kaynağını temsil eder. Bir transformatör, doğrultucu ve filtre çoğu uygulamada bu işlevi görür. Bölüm A bir seri regülatörü gösterir ve Bölüm B bir şant regülatörü gösterir. Bölüm C, uzaktan algılamanın, bağlantı tellerindeki İR düşüşünün neden olduğu zayıf yük düzenlemesini geri besleme döngüsünün içine getirerek nasıl aştığını gösterir. Voltajı algılamak için ekstra bağlantıların kullanılması "dört telli Kelvin bağlantısı'olarak adlandırılır.

Zener diyot voltajına (E) eşit olan çıkış voltajı; Ve R üzerinden minimum ve maksimum yük akımı (İ). Giriş voltajı değişken ise, Epc için maksimum ve minimum değerleri belirtmelisiniz. Genel bir kural olarak, Zener'den geçen akım, iyi bir düzenleme için maksimum yük akımının %10'u olmalı ve Zener diyotunun sabit voltaj düşüşünü sürdürdüğü lz (min)'den daha büyük olmalıdır. Bu miktarlar bilindikten sonra seri direnci, R, belirlenebilir:

$$R_S = \frac{E_{DC(dk)} - E_Z}{1.1 İ_O} \quad (7)$$

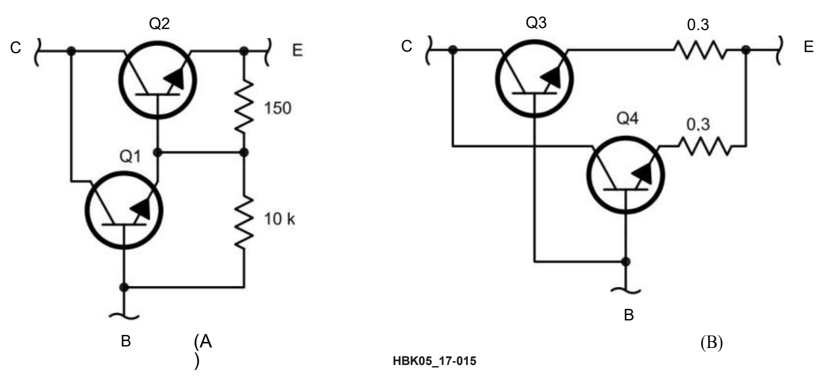
Zener diyotunun güç dağılımı, Ppz,

$$P_{DZ} = \left[\frac{EDC\ (maks.) - Ez}{Rs} - IL\ (dk)\right] Ez \quad (8)$$

ve seri direnç, Rs,

$$F = \frac{(Eoqmax) - Ez)^2}{Rs} DR \quad (9)$$

İt, hem seri direnç hem de Zener diyot için beş kat nominal güç dağılımı güvenlik marjı sağlamak için iyi bir uygulamadır. Bu, Zener'de ısınmayı ve sonuçta voltajda sürüklenmeyi önler. Yüksek güçlü Zener diyotları (10 W dağılımı veya daha fazlası), **Devreler ve Bileşenler** bölümünde Isı Yönetimi bölümünde tartışıldığı gibi ısı batmasını gerektirecektir.



Şekil 7.21 - A'da, seri düzenleyici bir devrede geçiş elemanı olarak kullanılmak üzere Darlington'a bağlı bir transistör çifti. B'de, yüksek akım çıkışı için iki veya daha fazla transistörü paralel olarak bağlama yöntemi. Dirençler çok yüksek. A'daki devre, 100 mA'dan 5 A'ya kadar olan yük akımları için kullanılabilir ve B'deki akım, 6 A'dan 10 A'ya

Q1 - NPN transistör, MJE340 veya eşdeğeri

Q2-Q4 - 2N3055 veya 2N3772 gibi güç transistörü

7.9.2 Doğrusal düzenleyiciler

Doğrusal regülatörler, **Şekil 7 .20'de gösterildiği gibi, seri ve şant olmak üzere iki çeşittir.** Şant regülatörü, Zener diyotunun elektronik ('aktif'olarak da adlandırılır) bir versiyonudur. Çoğunlukla, aktif şant - regülatörü (Şekil 7.20B) nadiren kullanılır, çünkü seri regülatör çoğu uygulama için üstün bir seçimdir.

Seri regülatör (Şekil 7.20A), genellikle bir Zener diyotu, güç kaynağı ve yük (seri *geçiş transistörü olarak adlandırılır) ve* bir hata amplifikatörü arasında seri bir transistör tarafından kurulan sabit bir voltaj referansından oluşur. Kritik uygulamalarda, Zener diyot yerine sıcaklıkla dengelenmiş referans diyot kullanılır.

Çıkış voltajı, çıkışı (genellikle bir voltaj ayırıcı tarafından küçültülmüş) referans ile karşılaştıran hata amplifikatörü tarafından örneklenir. Eğer küçültülmüş çıkış voltajı referans voltajdan daha yüksek olursa, hata amplifikatörü geçiş transistörüne giden sürücü akımını azaltır, böylece çıkış voltajının hafifçe düşmesine izin verir. Tersine, yük çıkış voltajını istenen değerin altına çekerse, amplifikatör geçiş transistörünü artan iletime yönlendirir.

Düzenlemenin "sertliği" veya sıkılığı Doğrusal bir regülatörün, hata yükselticisinin kazancına ve çıkış ölçekleme dirençlerinin oranına bağlıdır. Herhangi bir regülatörde, çıkış, örnekleme ağının veya hata amplifikatörünün bağlandığı noktada en temiz ve düzenleme en serttir. Eğer ağır yük akımı uzun uçlardan çekilirse, voltaj düşüşü yükteki regülasyonu bozabilir. Bu etkiyle mücadele etmek için, hata amplifikatörüne geri besleme bağlantısı doğrudan yüke yapılabilir. *Uzaktan algılama* veya *dört telli Kelvin bağlantısı olarak adlandırılan bu teknik,* bağlantı yüklerini geri besleme döngüsünün içine getirerek en iyi düzenleme noktasını yüke taşır. Bu Şekil 7.20C'de gösterilmiştir.

İNPUT VERSUS OUTPUT VOLTAJI

Bir seri regülatörde, geçiş transistörü güç dağılımı, yük akımı ve giriş/çıkış voltajı diferansiyeli ile doğru orantılıdır. Seri geçiş elemanı, tedarikin her iki ayağında da bulunabilir. Düzenlenmemiş girişin zemin polaritesine bağlı olarak NPN veya PNP cihazları kullanılabilir.

Giriş ve çıkış voltajları arasındaki fark bir tasarım takasıdır. Redresörlerden ve filtreden giriş voltajı gerekli çıkış voltajından sadece biraz daha yüksekse, seri geçiş transistörü boyunca minimum voltaj düşüşü olacaktır. Küçük bir düşüş, minimum termal dağılım ve yüksek güç kaynağı verimliliği ile sonuçlanır. Bununla birlikte, besleme, güç hattı brownout ve diğer azaltılmış hat voltaj koşullarında düzenlenmiş güç sağlama konusunda daha az kapasiteye sahip olacaktır. Tersine, daha yüksek bir giriş voltajı, daha geniş bir giriş voltajı aralığında, ancak artan ısı dağılımı pahasına çalışma sağlayacaktır.

7.9.3 Doğrusal Regülatör Geçiş Transistörleri

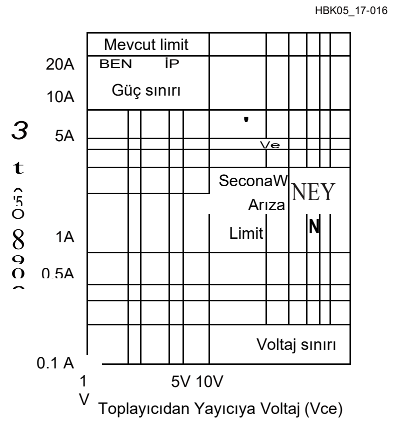
DARLINGTON PAIRS

Basit bir Zener-diyot referansı veya İC opamp hata amplifikatörü, ağır yük akımı iletmesi gereken bir transistöre yeterli akım sağlayamayabilir. **Şekil 7.21A'in Darlington konfigürasyonu,** transistör beta'yı çoğaltır, böylece hata amplifikatörünün kontrol aralığını genişletir. Darlington düzenlemesi ayrık transistörlerle uygulanırsa, Q 1'deki kollektörden tabana sızıntı akımlarının yükseltilmesini ve transistör çiftini açmasını önlemek için temel alıcı kavşaklarındaki dirençler gerekli olabilir. Bu dirençler, monolitik bir Darlington cihazının zarfında bulunur.

Bir regülatörden istenen akımı işlemek için tek bir geçiş transistörü mevcut olmadığında, iki veya daha fazla geçiş transistörünü paralel olarak bağlayarak akım işleme yeteneği arttırılabilir. Şekil 7 .21 B'nin devresi, bu geçiş transistörlerinin bağlanma yöntemini göstermektedir. Her transistörün yayıcı uçlarındaki dirençler, akımları eşitlemek için gereklidir.

TRANSISTOR RATİNGS

Bipolar (NPN, PNP) güç transistörleri, - anahtarlama yerine gücü sürekli olarak ele almaya çağrıldıkları uygulamalarda kullanıldığında, herhangi bir maksimum sınırın aşılıp aşılmadığını görmek için incelenmesi gereken dört parametre vardır. Transistörün bu sınırlar dışında çalışması kolayca cihaz arızasına neden olabilir ve bu parametreler tasarım sürecinde dikkate alınmalıdır.



Şekil 7.22 - Bir transistörün güvenli çalışma alanının (SOA) tipik grafiği. Ayrıntılar için metne bakın. Belirli cihazlar için güvenli çalışma koşulları burada gösterilenlerden oldukça farklı olabilir.

Dört sınır maksimum toplayıcı akımı (İ), maksimum toplayıcı-yayıcı voltajı (Vcro), maksimum güç *ve ikinci arızadır (İsy).* Bu parametrelerin dördü de, güvenli *çalışma alanı (SOA)* grafiği olarak bilinen transistörün veri sayfasında grafiksel olarak gösterilir. (Şekil **7.22)** Bu sınırların ilk üçü genellikle diğer cihaz bilgileriyle birlikte belirgin bir şekilde listelenir, ancak genellikle uzun bir çalışma süresinden sonra güç transistörünün'ani ölümünden "sorumlu olan dördüncü parametredir - ikincil bozulma.

Transistörün maksimum akım sınırı (İc MAx) genellikle transistör çipinin kendisine ait herhangi bir şeyden ziyade, emitöre bağlı bağ telinin kaynaşması için geçerli sınırdır. Bu sınır aşıldığında, bağ teli eriyebilir ve yayıcı devreyi açabilir. Çalışma eğrisinde, bu sınır, Y ekseninden uzanan ve sabit güç sınırının başladığı voltaj noktasında biten yatay bir çizgi olarak gösterilir.

Transistörün maksimum toplayıcı-yayıcı voltaj sınırı (V CE MAX), transistör kavşaklarının artık toplayıcı ve yayıcı arasındaki voltaja dayanamadığı noktadır.

Maksimum toplayıcı akımında artan toplayıcı-yayıcı voltaj düşüşü ile, transistördeki gücün bağlantı sıcaklığının, cihaz kaçak akımının hızla arttığı ve hakim olmaya başladığı bir seviyeye yükselmesine neden olacağı bir noktaya ulaşılır. Bu bölgede, voltaj düşüşü ve akımın ürünü sabit olacak ve transistör için maksimum güç (P,) derecesini temsil edecektir; Yani, voltaj düşüşü artmaya devam ettikçe, güç dağılımını sabit bir değerde tutmak için toplayıcı akımının azalması gerekir.

Daha yüksek voltajlar için derecelendirilmiş çoğu transistörde, eğrinin sabit güç kısmında bir noktaya ulaşılır, böylece daha fazla voltaj düşüşü ile maksimum güç derecesi *sabit değildir,* ancak toplayıcı voltaj arttıkça azalır. Güç taşıma kapasitesindeki bu azalma maksimum voltaj sınırına ulaşılana kadar devam eder.

Bu özel bölge *forward bias second breakdown* (FBSB) alanı olarak bilinir. Transistörün güç taşıma kapasitesindeki azalma, transistör bağlantısının belirli küçük alanlarında ("sıcak noktalar") lokalize ısıtmadan kaynaklanır; bunun yerine, cihazın tüm yüzeyi boyunca güç dağılımının düzgün bir dağılımı değildir.

Bu eğriler içinde yer alan çalışma koşulları bölgesi güvenli çalışma alanı veya SOA olarak adlandırılır. Transistör her zaman bu sınırlar içinde çalıştırılırsa, uzun süre güvenilir ve sürekli hizmet sağlamalıdır.

MOSFET TRANSİSTORS

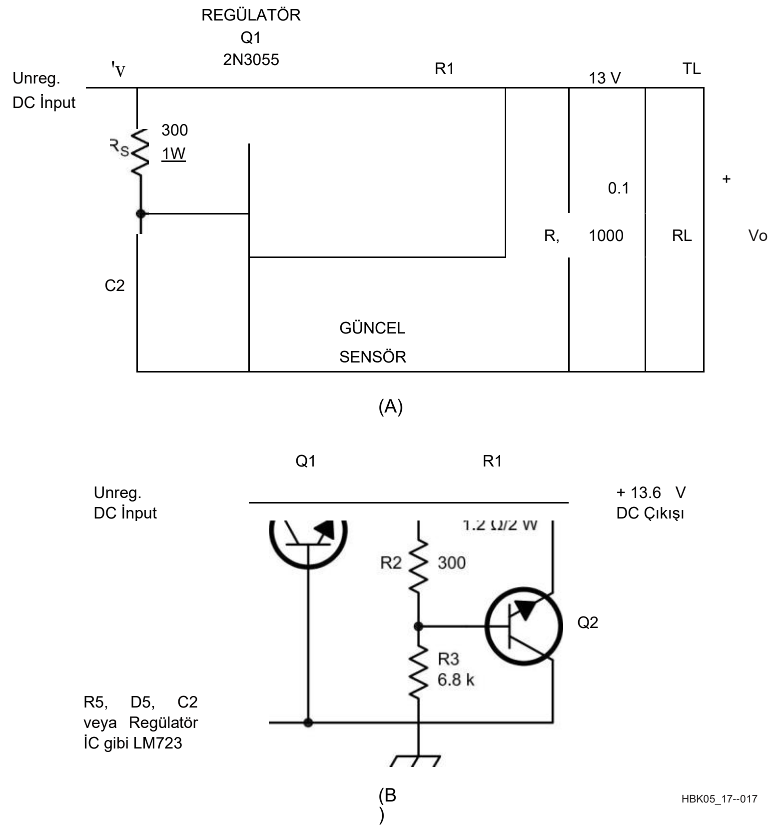
Bipolar kavşak transistörü (BJT), yeni güç kaynağı tasarımlarında hızla MOSFET ile değiştirilmektedir, çünkü MOSFET'lerin kullanımı daha kolaydır. N-kanal MOSFET (NPN bipolar eşdeğer) daha fazladır

Geçiş transistör uygulamaları için P-kanalından daha popüler.

aMOSFET'i doğrusal bir regülatör serisi geçiş transistörü olarak kullanırken dikkat edilmesi gereken bazı hususlar vardır. BJT için 1 V'dan daha az aksine, cihazın iletimini başlatmak için birkaç volt kapı tahriki gereklidir. MOSFET'ler doğal olarak çok yüksek frekanslı cihazlardır ve başıboş devre kapasiteleri ile kolayca salınırlar. Transistör ve çevresindeki devrelerde salınımı önlemek için, kapı devresi Q'yu azaltmak için seri geçişli transistörün kapısı ile seri olarak yaklaşık 100 9'luk küçük bir direnç takmak yaygın bir uygulamadır.

FAZLA AKIMLI KORUMACILIK

Bir geçiş transistöründe hasar, yük akımı güvenli miktarı aştığında ortaya çıkabilir. **Şekil 7.23A,** Ql'yi koruyacak basit bir akım sınırlayıcı devreyi göstermektedir. Tüm yük akımı Rl üzerinden yönlendirilir. Rl arasında bir voltaj farkı olacaktır; Değer, belirli bir zamanda tam yük akımına bağlı olacaktır. Yük akımı önceden belirlenmiş bir güvenli değeri aştığında, Rl boyunca voltaj düşüşü Q2'yi ileri-önyargılı hale getirecek ve iletilmesine neden olacaktır. Q2 bir silikon transistör olduğundan, Rl boyunca voltaj düşüşü



Şekil 7.23 - **Düzenlenmiş bir besleme için aşırı yük koruması, A. B'de gösterildiği gibi, bir akım-aşırı yük-koruyucu devre eklenerek uygulanabilir, devre akım-katlama sınırlaması kullanacak şekilde değiştirilmiştir.**

Q2'yi açmak için 0.6 V. Bu durumda, maksimum güvenli yük akımı çekildiğinde 0.6 V'luk bir düşüş sağlayan bir değer için Rl seçilir. Bu örnekte, 0.5 A'ya ulaştığımda düşüş 0.6 V olacaktır.R2, baz yayıcı bağlantı ofQ2 mevcut geçişlerden veya Q 1'in kısa devre koşullarında başarısız olması durumunda yıkımdan korur.

Q2 açıldığında, Rs'den geçen akımın bir kısmı Q2'den akar, böylece Q 1'i temel akımının bir kısmından mahrum eder. Bu eylem, belirli bir anda Q 1 baz akımının miktarına bağlı olarak, Q 1 iletimini bir dereceye kadar keser, böylece içinden geçen akımı sınırlar.

FOLDBACK AKIMI LIMITİNG Kısa devre koşullarında, sabit akım tipi bir akım sınırlayıcısı, aynı anda tam kaynak voltajına ve sınırlı kısa devre akımına dayanmalıdır; bu, seri geçiş transistörüne çok yüksek bir güç dağılımı veya ikinci bozulma gerilmesi uygulayabilir. Örneğin, 10 A için akım sınırlaması olan ve 16 V kaynağı olan bir 12 V regülatörü, akım sınırlaması (diz) noktasında 40 W [(16 V - 12 V) x 10 A] dağılımına sahip olacaktır. Ancak kısa devre koşullarında (16 V x 10 A) dağılımı 160 W'a yükselecektir.

Sınırlayıcı devrenin bir modifikasyonu, aşırı akım dizinin ötesinde azalan yük direnci ile düzenlenmiş çıkış akımının azalmasına neden olabilir. Çıkış kısa olduğunda, çıkış akımı diz akım değerinin sadece bir kısmıdır, bu da seriespass transistörünü aşırı dağılma ve olası arızalardan korur. 12 V, 10 A regülatörünün önceki örneğini kullanarak, kısa devre akımı 3 A olarak tasarlanmışsa (diz hala 10 A), kısa devre ile transistör dağılımı sadece 16 V x 3 A = 48 W olacaktır.

Şekil 7 .23B akım sınırlayıcısının nasıl

Önceki bölümde verilen örnek, katlama geri sınırlamasını içerecek şekilde değiştirilecektir. R2 ve R3 tarafından oluşturulan bölücü dize, taban ofQ2 negatif bir önyargı sağlar ve bu önyargı, yük akımının neden olduğu Rl'deki düşüşün üstesinden gelene kadar Q2'nin açılmasını önler. Çıkış voltajı düştükçe bu tutma eğilimi azaldığından, Q2 azalan çıkış voltajı ile Rl üzerinden akıma daha duyarlı hale gelir. **Şekil 7.24'e bakınız.**

Devre, önce kısa devre akımı için Rl değerini hesaplayarak tasarlanmıştır. Örneğin, 0.5 A seçilirse, Rl değeri sadece 0.6 V/0.5 A = 1.2 Q'dur (çıktı kısa devre yaptığında, R2 ve R3 tarafından sağlanan bekletme önyargısı miktarı çok küçüktür ve ihmal edilebilir). Ardından diz akıntısı seçilir. Bu örnekte, seçilen değer 1 olacaktır. 0 A. Bölücü dize daha sonra dizde Q2 üzerinde tum için yeterli olan bir temel voltaj sağlamak üzere orantılanır (13.0 V çıkış için 13.6 V değeri). Rl üzerinden akan 1.0 A ile, bölücü boyunca voltaj 14.2 V olacaktır. R2 tarafından düşürülen voltaj daha sonra 14.2 V -13.6 V veya 0.6 V olmalıdır. 2 mA'lık bir bölücü akımı seçildiğinde, ofR2 değer 0.6 V/0.002 A = 300 92'dir. R3 13.6 V/0.002 A = 6800 9 olarak hesaplanmıştır.

7.9.4 Üç Terminal Gerilim Regülatörleri

Düzenleyicilerdeki modem eğilimi, genellikle üç terminalli *düzenleyiciler olarak adlandırılan üç terminalli cihazların kullanımına yöneliktir.* Her regülatör bir voltaj referansı, yüksek kazançlı bir hata amplifikatörü, sıcaklık telafi edilmiş voltaj algılama dirençleri ve bir geçiş elemanıdır. Şu anda mevcut olan birçok ünite, termal kapanma, aşırı gerilim koruması ve akım katlama özelliğine sahiptir ve bu da onları neredeyse yıkıma dayanıklı hale getirir. Nedenini görmek kolaydır

Bu tür düzenleyiciler, düşük fiyatı ve değiştirebilecekleri bireysel bileşenlerin sayısını düşündüğünüzde çok popülerdir.

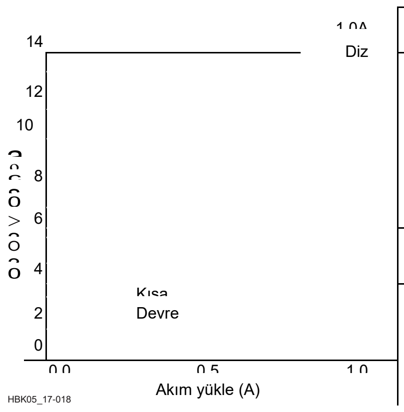
Üç uçlu regülatörler, düzenlenmemiş de giriş, düzenlenmiş de çıkış ve toprak için bağlantılara sahiptir ve çok çeşitli voltaj ve akım değerlerinde mevcuttur. Sabit voltajlı regülatörler, 5 ila 28 V arasındaki en yaygın değerlerde çıkış değerlerine sahiptir. Diğer aileler 1.25 ila 50 V arasında ayarlanabilen cihazları içerir.

Düzenleyiciler, mevcut derecelendirmelere bağlı olarak birkaç farklı paket stilinde mevcuttur. Düşük akım (100 mA) cihazları sıklıkla plastik TO-92 ve DIP tarzı kasaları kullanır. TO-220 paketler 1.5 A aralığında popülerdir ve TO-3 durumda daha büyük 3 A ve 5 A cihazlarını barındırır. Yüzeye monte paketlerde de mevcuttur.

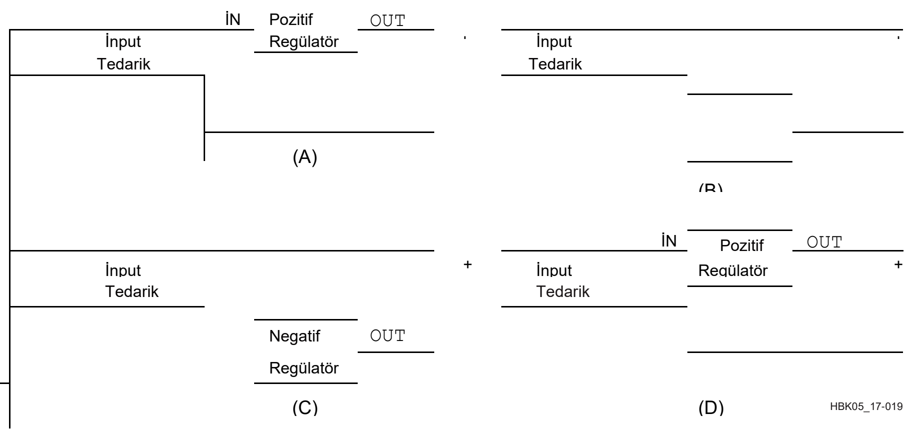
Üç uçlu regülatörler pozitif veya negatif tipler olarak mevcuttur. Çoğu durumda, pozitif bir voltaj ve negatif bir regülatör negatif voltajı düzenlemek için pozitif bir regülatör kullanılır. Bununla birlikte, sistem zemin gereksinimlerine bağlı olarak, her regülatör tipi "zıt" voltajı düzenlemek için kullanılabilir.

Şekil 7.25A ve B, düzenleyicilerin geleneksel modda nasıl kullanıldığını göstermektedir. Birkaç regülatör, ortak bir zemine sahip birkaç voltaj sağlamak için ortak giriş kaynağı ile kullanılabilir. Negatif regülatörler de aynı şekilde kullanılabilir. Eğer diğer ortak kaynaklar giriş kaynağından regülatöre çalışmazsa, Şekil 7.25C ve D devreleri pozitif voltajları negatif bir regülatörle düzenlemek için kullanılabilir ve bunun tersi de geçerlidir. Bu konfigürasyonlarda giriş kaynağı yüzdürülür; Girişin hiçbir tarafı sistem zeminine bağlı değildir.

Üreticiler bir sistem benimsemiştir



Şekil 7.24 - Şekil 7.23B'de gösterilen 1 A regülatörü, kısa devre koşullarında 0,5 A'ya kadar katlanacaktır. Metne bakın.



Şekil 7.25 - Kısım A ve B, üç uçlu regülatörlerin kullanıldığı geleneksel şekli göstermektedir. C ve D parçaları, bir polarite regülatörünün zıt polarite voltajını düzenlemek için nasıl kullanılabileceğini gösterir.

Üç uçlu regülatörleri tedarik polaritesi, çıkış akımı ve düzenlenmiş voltaj açısından sınıflandırmak için aile numaraları. Örneğin, 7805 pozitif 5 V, 1.5 A regülatörü ve 7905 negatif 5 V, 1.5 A birimini tanımlar. Üreticiye bağlı olarak, tam parça numarasının çeşitli eklerle (örneğin, LM7805CT veya MC7805CTG) birlikte LM, UA veya MC gibi bir öneki olabilir. Üreticilerden temin edilebilecek çok çeşitli derecelendirmelere sahip birçok aile vardır. Daha fazla bilgi **Bileşen Verileri ve Referanslar** bölümünde bulunabilir.

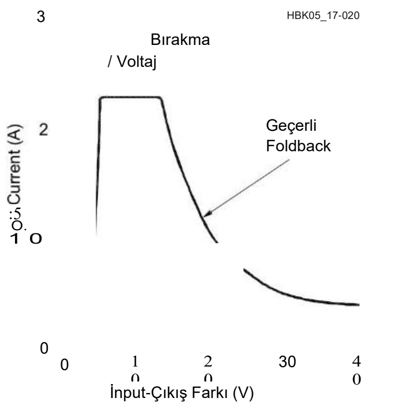
SPECIFYNG A REGÜLATÖRÜ

Belirli bir uygulama için üç terminalli bir regülatör seçerken, dikkate alınması gereken en önemli özellikler cihaz çıkış voltajı, çıkış akımı, minimum ve maksimum giriş-çıkış diferansiyel voltajları, hat regülasyonu, yük regülasyonu ve güç dağılımıdır. Çıkış voltajı ve akım gereksinimleri, kaynağın nihayetinde kullanılacağı yük tarafından belirlenir.

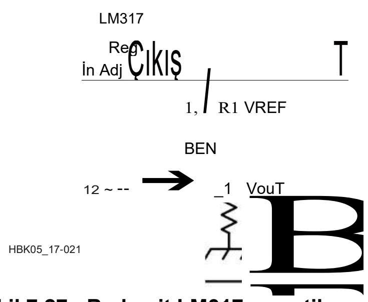
İnput-to-output diferansiyel voltaj, bir -tedarik tasarlarken dikkate alınması gereken en önemli üç terminal regülatör spesifikasyonlarından biridir. Diferansiyel değer (giriş terminaline uygulanan voltaj ile çıkış terminalindeki voltaj arasındaki fark) -belirli bir aralıkta olmalıdır. Minimum diferansiyel değer, genellikle yaklaşık 2.5 V, *bırakma voltajı olarak adlandırılır.* Diferansiyel değer bırakma voltajından daha az ise, hiçbir düzenleme yapılmayacaktır. Daha düşük minimum diferansiyel değerlere sahip özel düşük bırakma düzenleyicileri de mevcuttur. Ölçeğin diğer ucunda, maksimum giriş-çıkış diferansiyel voltajı genellikle yaklaşık 40 V. İf bu diferansiyel değeri aşılırsa, cihaz arızası meydana gelebilir.

Çıkış akımı veya diferansiyel voltajdaki İncreases, cihaz güç tüketiminde orantılı artışlar üretir. Yukarıda açıklandığı gibi mevcut foldback'i kullanarak, bazı üreticiler normal çalışmada maksimum dağılımın asla aşılmamasını sağlar**. Şekil 7,26,** çıkış akımı, giriş-çıkış diferansiyeli ve üç uçlu bir regülatör için akım sınırlaması arasındaki ilişkiyi göstermektedirA 1,5 çıkış akımı için ominal olarak derecelendirilmiştir. Maksimum çıkış akımı, yaklaşık 2.5 V (bırakma voltajı) ila 12 V arasında değişen diferansiyel voltajlarda mevcuttur. 12 V'un üzerinde, çıkış akımı azalır ve cihaz dağılımını güvenli bir değere sınırlar. Çıkış terminalleri yanlışlıkla kısa devre yapılırsa, -giriş-çıkış farkı artar, bu da mevcut katlamaya neden olur ve böylece güç kaynağı bileşenlerinin aşırı gerilmesini önler. Bu koruyucu özellik, üç uçlu regülatörleri -basit güç kaynaklarında özellikle çekici kılar.

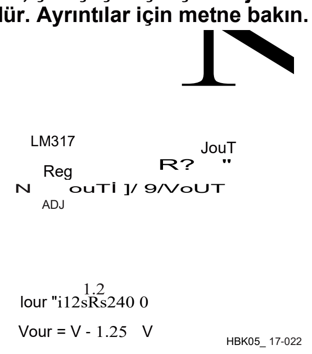
Etrafında bir güç kaynağı tasarlarken



Şekil 7.26 - Giriş-çıkış diferansiyel geriliminin üç terminal regülatör akımı üzerindeki etkileri.



Şekil 7.27 - Bu basit LM317 şematik diyagramda R2'nin R1'e oranını değiştirerek, çok çeşitli çıkış voltajları mümkündür. Ayrıntılar için metne bakın.



Şekil 7.28 - Temel LM317 voltaj regülatörü, sadece bir direnç eklenerek sabit akım kaynağına dönüştürülür.

Regülatörün belirli bir üç terminal regülatörü, inputoutput voltaj özellikleri, -transformatör-ikincil ve filtre-kapasitör bileşen değerlerinin seçiminde önemli bir rol oynamalıdır. Üç terminalli cihazın girişine uygulanan düzenlenmemiş voltaj, bırakma voltajından daha yüksek olmalı, ancak regülatörün aşırı diferansiyel voltajın neden olduğu akım sınırlamasına girmeyecek kadar düşük olmalıdır. İf, için

Örneğin, Şekil 7.26'da gösterilen cihazın düzenlenmiş çıkış voltajı 12 V idi, daha sonra maksimum çıkış akımı isteniyorsa 14.5 ila 24 V arasındaki düzenlenmemiş giriş voltajları kabul edilebilir.

Kullanımda, en düşük akım regülatörleri hariç hepsi genellikle yeterli bir harici ısı emici gerektirir, çünkü adil bir miktarda güç dağıtmak için çağrılabilirler. Ayrıca, regülatör çipi yüksek kazançlı bir hata amplifikatörü içerdiğinden, giriş ve çıkış uçlarının atlanması kararlı çalışma için gereklidir.

Çoğu üretici, giriş ve çıkışı doğrudan ısı emiciden çıkıntı yaptıkları uçlarda atlamayı önerir. Katı tantal kapasitörler genellikle -tavsiye edilir, çünkü iyi yüksek frekans yetenekleri vardır.

İC regülatörleri ile kullanılan harici kapasitörler, belirli devre koşulları altında İC bağlantılarından deşarj olabilir ve yüksek akım deşarjları İ Cs'ye zarar verebilir. Koruma diyotlarının gerekli olup olmadığını, hangi diyotların kullanılacağını ve herhangi bir uygulamaya nasıl yerleştirileceğini

Ayarlanabilir regülatörler

Sabit çıkışlı voltaj İC'lerine ek olarak, yüksek akım, ayarlanabilir voltaj regülatörleri mevcuttur. Bu İC'ler, 5 A'ya kadar 5 ila 24 V arasında ayarlanabilir bir çıkış aralığı için harici bir potansiyometreden biraz daha fazlasını gerektirir. Bu öğelerdeki birim fiyat sadece birkaç dolar olup, test tezgahı güç kaynakları için idealdir. Çok popüler bir düşük akım, ayarlanabilir çıkış voltajı üç terminal regülatörü, LM317, **Şekil 7.27'de gösterilmiştir.** İt, çıkış ve ayar terminalleri arasında sabit bir 1.25 V referans, V REF geliştirir. Rl'yi bu terminaller arasına yerleştirerek, aşağıdaki denklem tarafından yönetilen sabit bir akım olan İl geliştirilir:

N- (10)

YR

Hem İl hem de 100 µA hata akımı, İ2, R2 boyunca akar ve çıkış voltajı Vo ile sonuçlanır. Vo denklemi kullanılarak hesaplanabilir:

vo = v [u + Cj] on.a av

1,2 ila 37 V arasındaki herhangi bir voltaj, ofR2 oranını Rl olarak değiştirerek 40 V giriş ile elde edilebilir. Bununla birlikte, daha düşük çıkış voltajlarında, mevcut akım regülatörün güç dağılımı ile sınırlı olacaktır.

Şekil 7.28, LM3 l 7 için birçok esnek uygulamadan birini göstermektedir. Regülatöre sadece bir direnç ekleyerek, voltaj regülatörü, örneğin NiCd pilleri şarj edebilen sabit bir akım kaynağına dönüştürülebilir. Tasarım denklemleri şekil olarak verilmiştir. Aynı önlemler

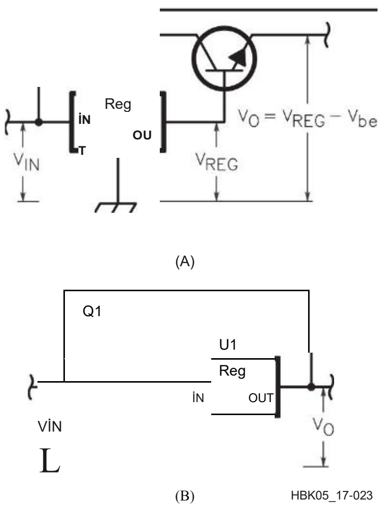
Sabit voltajlı ünitelerde olduğu gibi ayarlanabilir regülatörlerle alınmalıdır. Doğru ısı batması ve kurşun atlaması, doğru devre çalışması için gereklidir.

İNCREASİNG REGÜLATÖR ÇIKIŞ AKIMI

Bir İC voltaj regülatöründen gelen maksimum çıkış akımı yükü çalıştırmak için yetersiz olduğunda, akım kapasitesini artırmak için ayrı güç transistörleri bağlanabilir. **Şekil 7.29,** pozitif bir düzenleyicinin çıkış akımını artırmak için iki yöntem göstermektedir, ancak aynı teknikler negatif düzenleyicilere uygulanabilir.

Bir NPN transistörü olan İn A, bir emitör takipçisi olarak bağlanır ve çıkış akım kapasitesini transistör beta ile çarpar. Bu yaklaşımın eksikliği, temel yayıcı - bağlantısının geri besleme döngüsünün içinde olmamasıdır. Sonuç, çıkış voltajının baz yayıcı düşüşü ile düşürülmesi ve yük düzenlemesinin bu düşüşteki değişikliklerle bozulmasıdır.

B'deki devre bir PNP transistörüne sahiptir



Regülatöre "sarılmış". Regülatör, baz yayıcı kavşağından akım çekerek transistörün iletmesine neden olur. Rl, Ql'yi açmak için önyargı voltajı sağlar

Şekil 7.29 - Bir İC voltaj regülatörünün çıkış akımı kapasitesini artırmak için iki yöntem. Bölüm A, bir NPN yayıcı takipçisini ve B, bir PNP "sarma" yapılandırmasını gösterir. Bu devrelerin çalışması metinde açıklanmıştır.

Böylece Ul aşırı akımı görmez. Örneğin, 6 9'luk bir direnç, mevcut UL'nin 100 mA ile sınırlandıracaktır. İC çıkış voltajı transistör tarafından değiştirilmez, çünkü toplayıcı doğrudan İC çıkışına (duyu noktası) bağlanır. Çıkış voltajındaki herhangi bir artış, dahili geçiş transistörünü kapatan İC regülatörü tarafından tespit edilir ve bu, boost-transistör baz akımını durdurur.

7.10 "Levye" Koruyucu Devreler

Elektronik parçalar zaman zaman arızalanır. Düzenlenmiş bir güç kaynağında, yüksek bir kaynak gerilimi ile alıcı-vericiniz arasında duran tek bileşen, bir transistör veya paralel olarak kablolu bir transistör grubudur. Transistör veya gruptaki transistörlerden biri dahili olarak kısa olursa, ekipmanınız çok fazla hasar görebilir.

Yük ekipmanını olası aşırı gerilime karşı korumak için, bazı güç kaynağı üreticileri *levye olarak bilinen bir devre içerir.* Bu devre genellikle bir

Silikon kontrollü doğrultucu (SCR) veya tristör, kapısına bağlı aşırı voltaj algılayıcı bir tetik devresi ile doğrudan güç kaynağının çıkışına bağlanır. SCR, beslemenin tam kısa devre çıkış akımını alacak kadar büyüktür, sanki çıkış terminalleri boyunca bir levye yerleştirilmiş gibi, böylece isim.

Çıkış voltajı tetik ayar noktasını aşarsa, SCR ateşlenir ve çıkış kısa devre yapar. Güç kaynağında ortaya çıkan yüksek akım (kısa devre

Seri geçişli transistör ile seri çıkış kısa başarısız oldu) güç kaynağının hat sigortalarını patlatacaktır. Bu, arz için bir korumanın yanı sıra, bir şeyin dahili olarak arızalandığının bir göstergesidir. Bu nedenlerden dolayı, üflemeli sigortaları asla daha yüksek akım derecesine sahip olanlarla değiştirmeyin.

Bir levye aşırı gerilim koruma devresi örneği, bu bölümün sonunda bir proje olarak bulunabilir. İt, çok çeşitli güç kaynağı uygulamalarına uyarlanabilen temel tasarım denklemleri sağlar.

7. 11 DC-DC Anahtar modu Güç Dönüştürme

Çoğu zaman güç kaynağı, bir pil veya güneş pili gibi de veya bir ac kaynağına bağlı düzenlenmemiş bir doğrultucunun çıktısıdır. Çoğu uygulamada, hem kaynaktan enerji tasarrufu sağlamak hem de dönüştürücüdeki ısı dağılımını azaltmak için yüksek dönüşüm verimliliği istenir. Yüksek verimlilik gerektiğinde, güç dönüşümü için bir çeşit anahtarlama devresi kullanılacaktır. Daha verimli olmasının yanı sıra, anahtarlama devreleri genellikle geleneksel 60 Hz, transformatör doğrultucu devrelerden çok daha küçük ve daha hafiftir, çünkü 25 ila 400 kHz veya daha yüksek frekanslarda çalışırlar. Anahtarlama devreleri birçok isimle gider; *Anahtarlama düzenleyicileri ve switchmode dönüştürücüleri,* daha yaygın isimlerden sadece ikisidir.

Yüksek dönüşüm verimliliği elde etme olasılığı, düşük kayıplı endüktif ve kapasitif elemanlarla birlikte doğrudan güç dönüştürme işlemi için anahtarların kullanılmasından kaynaklanmaktadır. Aktif bir anahtar, AÇIK veya KAPALI olan bir cihazdır ve anahtarın durumu (AÇIK veya KAPALI) harici bir sinyalle kontrol edilebilir. Anahtardaki kayıp her zaman anahtar boyunca voltajın ve içinden akan akımın ürünüdür (P = E x İ).

ON (iletken) durumunda, anahtar boyunca voltaj düşüşü küçüktür ve OFF durumunda anahtardan geçen akım küçüktür. Her iki durumda da kayıplar dönüştürücünün güç seviyesine göre küçük olabilir. Bununla birlikte, ON ve OFF durumları arasındaki geçişler sırasında, aynı anda hem anahtar boyunca önemli bir voltaj hem de içinden akan önemli bir akım olacaktır. Bu, anahtarda, *anahtarlama kaybı olarak adlandırılan güç dağılımına neden olur*. Anahtarlama geçişlerini mümkün olduğunca kısa yaparak bu kayıp en aza indirilir. Bu şekilde anlık güç dağılımı yüksek olsa da, geçişlerin küçük görev döngüsü nedeniyle ortalama kayıp düşüktür. Tabii ki, anahtar ne kadar sık çalışırsa (daha yüksek anahtarlama frekansı), ortalama kayıp o kadar yüksek olur ve bu sonuçta maksimum çalışma frekansını sınırlar. Anahtarlama frekans aralığının alt ucundaki bir sınırlama, duyulabilir frekansların (> 25 kHz) üzerinde olması gerektiğidir.

Bu, daha önce tartışılan doğrusal düzenleyicilerden oldukça farklıdır; burada, akım içinden akarken, geçiş transistörü boyunca (kontrollü bir değişken direnç görevi gören) her zaman bir miktar voltaj düşüşü vardır. Sonuç olarak, doğrusal bir regülatörün verimliliği çok düşük, genellikle %65 veya daha az olabilir. Öte yandan switchmode dönüştürücüler tipik olarak %85 ila 95 aralığında verimliliğe sahip olacaktır.

Switchmode devreleri, frekans harmoniklerinin anahtarlanması ve hızlı yükselişin neden olduğu zil sesi nedeniyle VHF aracılığıyla radyo frekansı paraziti (RFI) de üretebilir. ve voltaj ve akımın düşme zamanları. - ON-OFF geçiş süresini en aza indirmeye çalışırken, önemli miktarda RF enerjisi üretilebilir. Hassas alıcılara RFI'yi önlemek için, hem giriş hem de çıkış devrelerinin dikkatli bir şekilde atlanması, korunması ve filtrelenmesi gerekir. (Anahtarlama modundan veya "anahtarlama" kaynaklarından gelen RFI, **RF İnterference bölümünde de tartışılmaktadır.**)

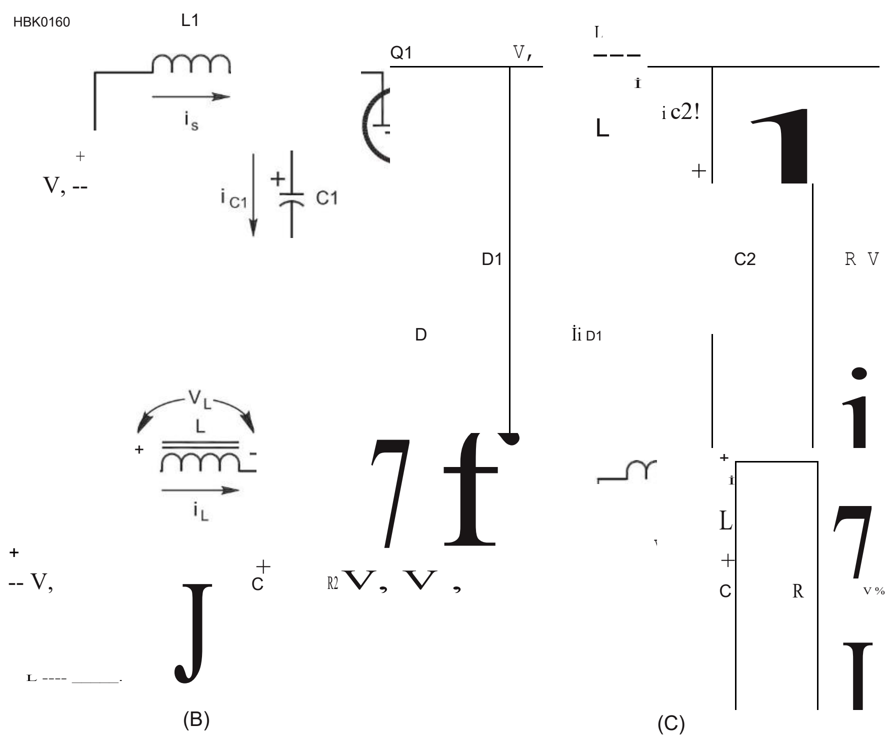
Kelimenin tam anlamıyla yüzlerce farklı anahtar mod devresi veya "topoloji" vardır (bkz. Referans 2), ancak amatörler tarafından en çok kullanılanlardan sadece birkaçına bakacağız. Neyse ki, basit devrelerin özellikleri büyük ölçüde daha karmaşık devrelerde çoğaltılır, böylece temel devrelerin anlaşılması diğer birçok devreye giriş noktası sağlar.

Aşağıdaki tartışma, switchmode dönüştürücülerin temellerine sadece bir giriştir. Bu devreleri tasarlamaya gerçekten hakim olmak için, okuyucunun bazı ek okumalar yapması gerekecektir. Neyse ki çok büyük miktarda yararlı bilgi çevrimiçi olarak serbestçe kullanılabilir. Yarı iletken üreticilerinden birçok faydalı uygulama notu mevcuttur ve filtre kapasitörü ve ferrit çekirdek üreticilerinin web sitelerinde ek bilgiler bulunabilir (bkz. Referanslar 3 ve 4). Konuyla ilgili, genellikle kütüphanelerde ve kullanılmış kitap mağazalarında bulunan çok sayıda kitap da vardır.

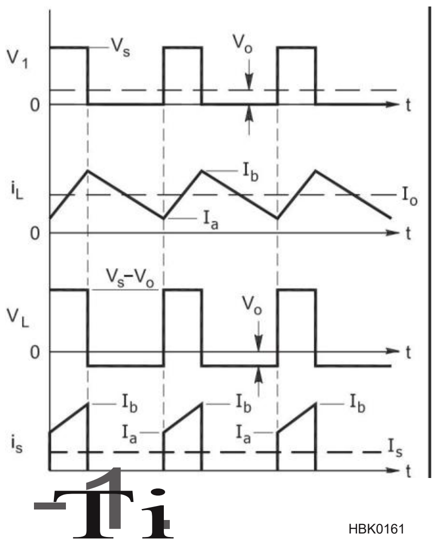
Switchmode devreleri, mekanik vibratörlerden vakum ve gaz tüplerine ve yarı iletkenlere kadar birçok farklı anahtarla uygulanabilir ve uygulanmıştır. Ancak bugün, yarı iletkenler evrensel seçimdir. Amatör uygulamalarda tipik olan güç aralığındaki dönüştürücüler için (2-3 kW ile birkaç watt) yarı iletken anahtarların en yaygın seçenekleri bipolar kavşak transistörleri (BJT'ler) veya güç MOSFET'leri olacaktır. BJT'lerin anahtar mod uygulamalarında uzun bir kullanım geçmişi vardır, ancak BJT'leri güvenilir ve sorunsuz bir devrede kullanmak, nispeten sofistike bir anlayış gerektirir. MOSFET'in de dikkatli kullanılması gerekirken, yeni gelenler için genellikle daha kolaydır. Aşağıdaki devre diyagramları, anahtarlar için MOSFET'leri veya genel anahtar sembollerini gösterecektir, ancak tüm devrelerin diğer anahtar türleriyle uygulanabileceğini unutmayın.

7.11.1 Buck Dönüştürücü

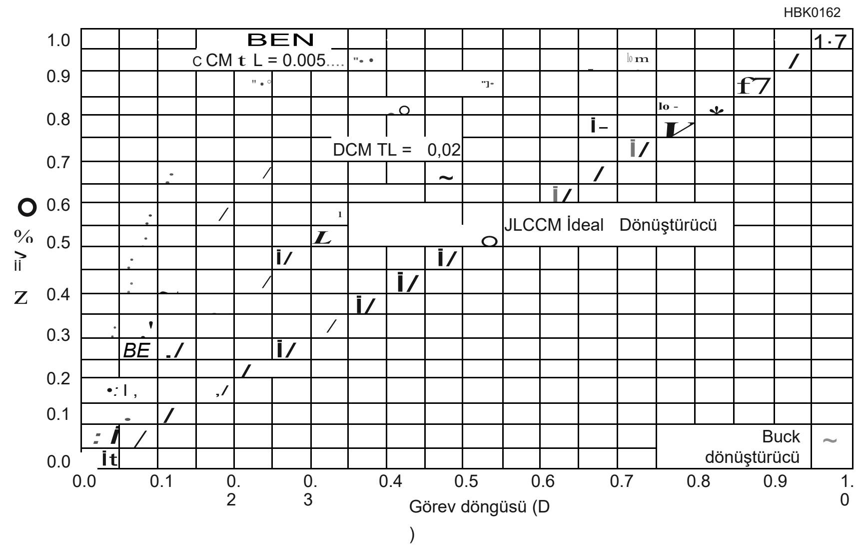
Bir *buck dönüştürücü için bir şematik* **Şekil 7.30A'de gösterilmiştir.** Bu devreye "buck" dönüştürücü denir, çünkü çıkış voltajı her zaman giriş voltajından daha az veya eşittir. Güç, DC kaynağından (V,) giriş filtresinden (Ll, Cl) anahtarın tahliyesine (Ql) verilir. Yük (R) çıkış filtresine (L, C2) bağlanır.



Şekil 7.30 - Tipik buck dönüştürücü.



Şekil 7.31 - Bir buck dönüştürücüde Waveforms.



Şekil 7.32 - Anahtar görev döngüsünün (D) bir fonksiyonu olarak çıkış voltajındaki giriş voltaj oranına (M = VO/VS) değişim.

Ql ON olduğunda eşdeğer devre Şekil 7.30B'de gösterilir (giriş filtresi bileşenlerinin Vg'nin bir parçası olduğu varsayılır). V s çıkış indüktörünün bir ucuna bağlanır (L) ve Vo < Vs olduğu için, akım kaynaktan çıkışa akar ve kaynaktan çıkışa enerji iletir ve ayrıca L'de enerji depolar. Bir noktada Q 1 kapatılır ve Şekil 7.30C'de gösterildiği gibi L komütatlarında (anahtarlar) Dl'ye akan akım kapatılır. (Bir indüktördeki akım anında değişemez, bu nedenle **Q 1 KAPALI olduğunda, L'deki** çöken manyetik alan, *serbest tekerlekli diyot olarak adlandırılan şant diyot D 1 aracılığıyla akımı çeker.) L'deki* enerji şimdi çıkışa boşaltılıyor. Bu döngü anahtarlama frekansında (fs) tekrarlanır - ON-time anahtarının toplam anahtarlama süresine oranı (T = t * 4n 1/f) *görev döngüsü (D) olarak adlandırılır.*

Bir buck dönüştürücü için tipik voltaj ve akım dalga formları, V 7,31'nin Ql, Dl ve L kavşağındaki voltaj olduğu Şekil 1'de gösterilmiştir (bkz. Şekil 7.

0-t aralığı Ql'nin AÇIK zamanına karşılık gelir ve t T_- KAPALI zamana karşılık gelir (T = t + t5). Dalga formlarından, indüktördeki akımın Q 1 AÇIK iken yükseldiği ve **Q 1 KAPALI iken düştüğü görülebilir.** İndüktördeki enerji LI2/2 ile orantılıdır .

Giriş akımı (İs) anahtarlama frekansında titreşiyor. Giriş akımındaki bu titreşim, giriş filtresinin (L **1 ve** C **1) nedenidir.** Bu yüksek frekanslı gürültüyü (titreşimin ac bileşeni) kaynaktan uzak tutmamız gerekir. Tüm switchmode dönüştürücüler, gürültüyü kaynaktan çıkarmaya devam etmek için girişte bir çeşit filtre gerektirir. Anahtarlama gürültüsünü yükten uzak tutmak için çıkışta bir çeşit filtre de gereklidir. Şekil 7.30, L ve C2 çıkış filtresini oluşturur.

Düşük dalgalanma gerektiren uygulamalar için, çıktıya eklenen ek bir L-C filtreleme aşaması görmek olağandışı olmaz.

Çıkış filtresinin (Land C2) girişindeki voltaj dalga formu (V), darbe genişliğinde modüle edilmiştir (PWM) ve VO (Şekil 7.31A'de V1 için dalga formundaki noktalı çizgi), V. Vo'nun zaman ortalamasıdır Giriş voltajına veya çıkış yükü değişikliklerine yanıt olarak Ql'nin görev döngüsünü ayarlayarak kontrol edilir veya düzenlenir. Eğer D'yi arttırırsak, VO'yu D = 1 (anahtar her zaman AÇIK) ve vo ss Vs· İf'e kadar arttırırız, asla Q 1'i (D = 0) ve VO = 0'ı tum etmeyiz. Normal çalışma bu aşırı uçlar arasında bir yerde olacaktır .

Şekil 7 .31'deki indüktör akım dalga formu, Q 1 **KAPALI iken sıfıra gitmez**. Başka bir deyişle, L'de depolanan enerjinin tamamı, her anahtarlama döngüsünün sonunda çıkışa boşaltılmaz. Bu, daha ağır yükler için ortak bir çalışma şeklidir. Sürekli *iletim modu veya* CCM olarak adlandırılır, burada atıfta bulunulan iletim L'deki akımdır. Başka bir olasılık daha vardır: Q 1 kapalı olduğu süre boyunca L'deki tüm enerji boşalabilir ve bir süre için indüktör akımı sıfırdır. Q 1 tekrar AÇILANA kadar. Buna *süreksiz iletim modu veya DCM denir*. Tipik bir dönüştürücü, ağır yükler için CCM'de çalışacaktır, ancak yük azaldıkça, bir noktada devre işlemi DCM'ye değişecektir. CCM genellikle'ağır yük "durumu ve DCM" hafif yük "durumu olarak adlandırılır.

Bu ayrım çok önemlidir, çünkü devrenin davranışı, hem küçük sinyal hem de büyük sinyal için, iki mod arasında radikal olarak farklıdır. **Şekil** 7 .32, Ql'nin görev döngüsü (D) ile çıkış voltajının oranı arasındaki ilişkiyi göstermektedir.

Şekil 7 .32'de t'nin bir fonksiyonu olarak giriş voltajına (M = V 0N s):

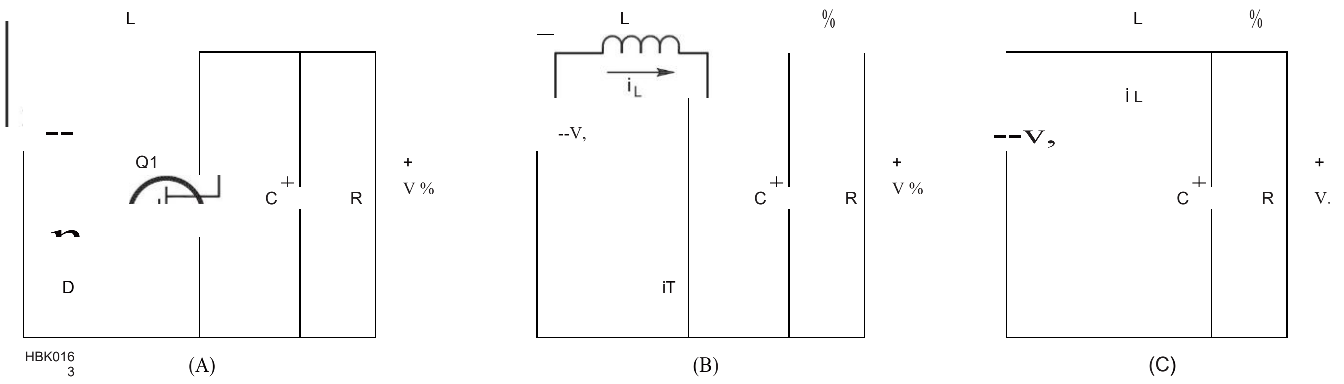
-()- (12)

L, R ve f değişkenlerini birbirine bağlayarak Şekil 7 .32'yi daha genel hale getirmenin uygun bir yoludur. Tr için daha küçük değerler daha hafif yüklere karşılık gelir (R için daha büyük değerler). Şekil 7.32'de görüldüğü gibi, çok hafif yükler için D için daha yüksek değerlerin çıkış/giriş voltaj oranı üzerinde çok az etkisi vardır. Bu temel olarak çıkış kapasitörünün (C2) pik değerine şarj edilmesidir.V = Vs

CCM işlemi için, Mis D'nin doğrusal bir fonksiyonudur. Yükü değiştirdikçe, VO nispeten sabit kalacaktır. Ancak DCM'ye girdiğimizde, D ve M arasındaki ilişki artık doğrusal değildir ve ek olarak yüke büyük ölçüde bağlıdır: Görev döngüsü telafi etmek için değiştirilmedikçe yük değiştikçe VO değişecektir. Bu tür bir davranış, tüm anahtarlama düzenleyicilerinin, hatta doğrudan buck dönüştürücüsüyle ilgili olmayanların bile tipik bir örneğidir. Aslında, bu davranışı zaten Şekil 7.17'de, çıkış voltajının hafif yükler için tepe giriş voltajına yakın olduğu ve VO'nun stabilize olduğu bir noktaya (le) ulaşana kadar yük arttıkça azaldığı boğucu giriş filtreleri

D (13)

Bu, A = 2fs/(1-M) olan denklem 6'ya (boğma giriş filtrelerinde önceki bölümde) benziyor! İki fenomen aynıdır: Vl ortalamasına karşı en yüksek şarj.



Şekil 7.33 - Tipik boost dönüştürücü.

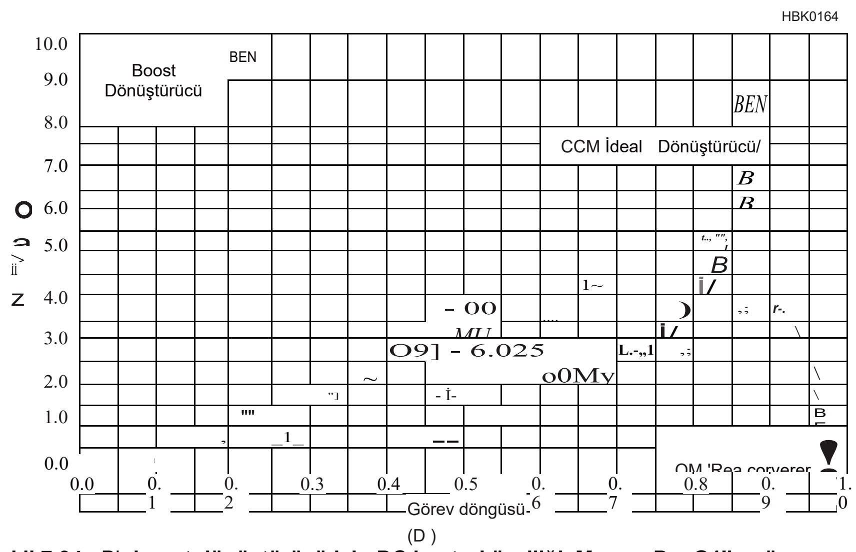
7.11.2 Boost Dönüştürücü

Bir *boost dönüştürücü devresi* **Şekil 7 .33A'de gösterilmiştir.** Bu devreye "boost" dönüştürücü denir, çünkü çıkış voltajı her zaman giriş voltajından daha büyük veya eşittir.

Ql açık olduğunda (Şekil 7.33B), Lis - kaynağa (Vs) paralel olarak bağlanır ve enerji içinde depolanır. Bu zaman aralığında yük enerjisi C'den sağlanır. Q 1 KAPALI (Şekil 7.33C), L çıkışa D 1 ile bağlanır ve L'deki enerji, artı kaynaktan ek enerji, çıkışa boşaltılır. L, Vs değeri ve yüklendiği süre, L'de depolanan enerjiyi belirler. Yine, L'deki enerjinin bir kısmının (CCM) veya tamamının (DCM), Q 1'in OFF-time'ı sırasında boşalması olasılığına sahibiz. Çıkış-giriş voltajının (M) görev döngüsü ile oranındaki değişim **Şekil** 7.34'te gösterilmiştir.

Buck dönüştürücüde gördüğümüz gibi, L'nin iletim modu önemlidir. CCM'de çalışan ideal bir dönüştürücü olan çıkış voltajı, yükten ve M = l**/(1 - D)'den büyük ölçüde bağımsızdır.** Gerçekçi boost dönüştürücüler, **M. için CCM değerinde önemli bir sınır vardır.İdeal bir boost** dönüştürücüsü, boost oranını (M) istediğiniz kadar büyük yapabilirsiniz, ancak gerçek dönüştürücülerde, bileşenlerle ilişkili parazitik dirençler, CCM işlemi için kesikli hat tarafından belirtildiği gibi maksimum M değerini sınırlar. Kontrol fonksiyonunun bu kısmının tam şekli, dönüştürücü içindeki parazitik direncin yük direncine oranına bağlı olacaktır (bkz. Referans 2).

Bu sınırlamanın M için tepe değeri üzerinde çok önemli bir pratik etkisi daha vardır. Görev döngüsü maksimum M noktasının ötesine geçtiğinde (bu, Şekil 7.34'te D = 0.9'da gerçekleşir), kontrol fonksiyonunun eğiminin işareti değişir, böylece kontrol döngüsü negatif geri beslemeden pozitif geri bildirime dönüşür. Bu, konvertörün bazı yük koşullarında kilitlenmesine neden olabilir, eğer kontrol devresi D'nin



Şekil 7.34 - Bir **boost dönüştürücü için DC kontrol özelliği. M** $_{= V0N5}$**, D = Q1'in görev döngüsü ve** t **= f, (L/R).**

Maksimum M değerini aşan İn boost dönüştürücüleri kontrol devresinin tasarımı D için maksimum değeri sınırlamalıdır, böylece aşırı yük koşulları için zor olsa da mandallama mümkün değildir.

Buck dönüştürücü durumunda olduğu gibi, DCM'de M için kontrol fonksiyonu - CCM'de olduğundan çok farklıdır ve yüke güçlü bir şekilde bağlıdır. R. DCM işleminin bir avantajı, parazitik devre dirençleri nedeniyle M için maksimum değerdeki sınırlamanın neredeyse o kadar belirgin olmamasıdır. DCM'de çalışarak M > 5'e sahip olmak mümkündür.

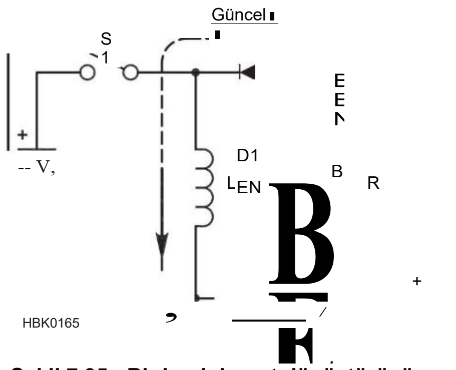
Yükseltme dönüştürücüsünün önemli bir sınırlaması, Ql'nin KAPALI olması durumunda, Vo- Vo üzerinde hiçbir kontrole sahip olmamanızdır, Vs· İn ilavesi, Vs açıldığında, D 1'den C'ye, Ql tarafından kontrol edilemeyen bir inrush akımı olacaktır. Buck dönüştürücü durumunda, Vs açıldığında Ql kapalı tutulursa, çıkış filtresi kapasitörünü (C2) şarj eden ani akım olmayacaktır. İn

Buck dönüştürücü C2, tum-on sırasında Q 1'in görev döngüsünü artırarak yavaşça şarj edilebilir, ancak bu, boost dönüştürücüsünde mümkün değildir.

7.11.3 Buck-Boost ve Flyback Dönüştürücüler

Şekil 7.35, bir *buckboost dönüştürücüsünün bir örneğini göstermektedir.* "Buck-boost'adı, çıkış voltajının büyüklüğünün giriş voltajından daha büyük veya daha az olabileceği gerçeğinden gelir.

Sl ON olduğunda, Vs L'ye uygulanır ve enerji içinde depolanır. Ql'nin ON zamanında, Dl ters taraflı ve iletkendir. Yük (R) boyunca çıkış voltajı (V 0) yalnızca C'de depolanan enerjiden desteklenir. S 1 KAPALI olduğunda, Lis'teki enerji C'ye Dl aracılığıyla boşaltılır. Vo'nun polaritesinin Vs'den ters çevrildiğini unutmayın: *pozitif V "negatif V anlamına gelir.* VO ve Vs arasındaki ilişki bi



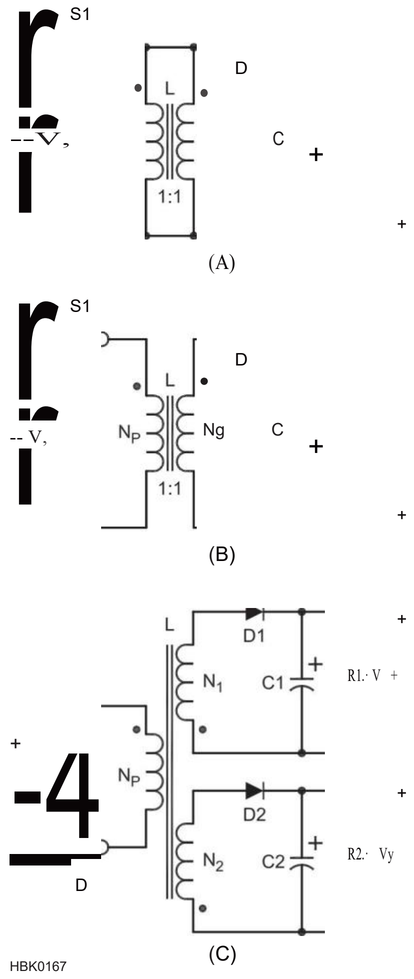
Şekil 7.35 - Bir buck-boost dönüştürücü örneği.

Döngü **Şekil 7.36'da gösterilmiştir.**

Bu grafik, bir önemli istisna dışında, boost dönüştürücü için (Şekil 7.34) benzerdir: İMI sıfırdan başlar. Bu, çıkış voltajının büyüklüğünün kaynak voltajının altında veya üstünde olmasına izin verir, bu nedenle "buck-boost'adı verilir.

FLYBACK DÖNÜŞTÜRÜCÜLER

Basit buck-boost dönüştürücüler bazen - kullanılır, ancak çok daha sık kullanılan ajlyback dönüştürücü olarak adlandırılan bu dönüştürücünün transformatör bağlı versiyonudur. Flyback ve buck-boost dönüştürücüler arasındaki ilişki **Şekil** 7 .3 7'de gösterilmiştir. Şekil 7.3 7 Standart bir - buck-boost dönüştürücümüz var, Şekil 7.35'ten tek değişiklik indüktör üzerinde iki paralel ve eşit sargı. Şekil İn 7.37B biz indüktör dönüştürme, iki paralel sargılar üst ve alt bağlantıları kaldırmak



Şekil 7.37 - Buck-boost ve flyback dönüştürücüler arasındaki ilişki.

Birincil ve ikincil sargıları olan bir transformatöre. Tek değişiklik, Sl AÇIK olduğunda, akımın transformatörün birincil kısmında akması ve S **1** KAPALI olduğunda, akımın depolanan enerjiyi çıkışa ileten ikincil sargıda akmasıdır. Bu noktada devre çalışması, birincil-ikincil galvanik izolasyonu getirmememiz dışında aynıdır.

Artık dönüş oranını 1:1'den istediğimiz herhangi bir şeye değiştirmekte özgürüz. Ayrıca çıkış voltajlarının polaritesini değiştirebilir ve/veya diğer voltajlar ve ek yüklerle daha fazla sargı ekleyebiliriz Şekil 7.37C, tipik bir geri dönüş dönüştürücü örneği. Bunlar genellikle birkaç watt ila belki de 200 W güç aralığında kullanılır. Daha yüksek güç seviyeleri için diğer devreler genellikle daha kullanışlıdır .

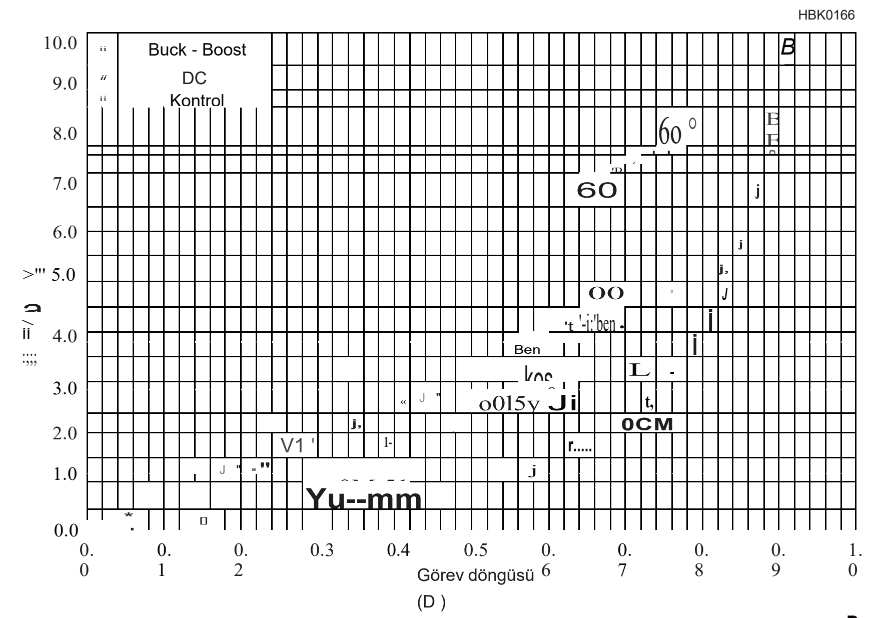
Flyback dönüştürücünün avantajları basitliğinde yatmaktadır. İt, çıkış sargılarının her birinde yalnızca bir güç anahtarı ve bir diyot gerektirir. İndüktör aynı zamanda izolasyon transformatörüdür, böylece sadece bir manyetik bileşene sahip olursunuz. Bu devrenin dezavantajı, hem giriş hem de çıkış akımında dalga formlarının titreşmesidir. Sonuç olarak, daha fazla filtreleme gereklidir ve filtre kapasitörleri güç seviyesine göre yüksek RMS akımlarına maruz kalır.

İndüktörlerin sonuna yakın noktalar, anlık ac dalga formlarının fazda nerede olduğunu gösteren aşamalı noktalardır. Bu anahtar mod transformatörlerinde, noktayla birlikte sondaki birincil sargıya akan akım, akımın noktayla birlikte sondaki ikincil sargıdan dışarı akmasına neden olacaktır.

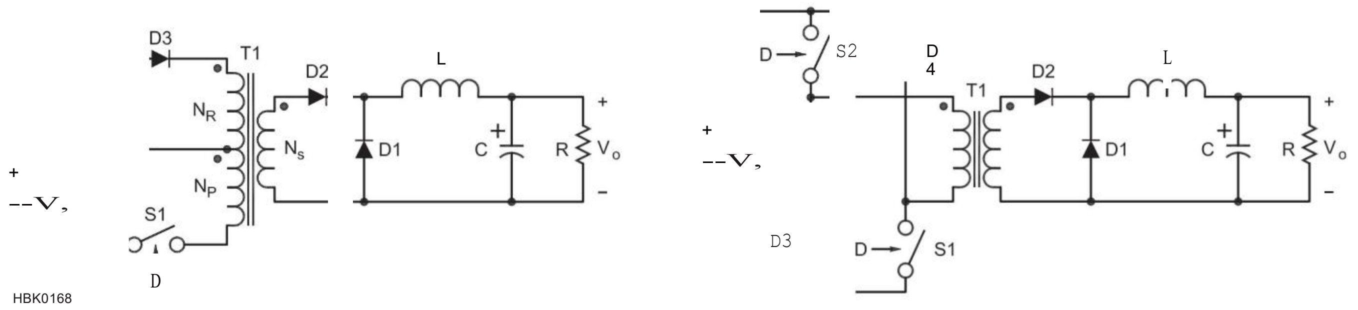
7.11.4 İleri dönüştürücü

Buck dönüştürücünün birçok kullanışlı özelliği vardır, ancak giriş-çıkış galvanik izolasyonu, giriş voltajından daha yüksek çıkış voltajları üretme yeteneği ve/veya çoklu yükler için çoklu izole çıkış voltajları yoktur. Anahtar (Sl) ve şant diyotu (Dl) arasına bir transformatör yerleştirerek bu dezavantajların üstesinden gelebiliriz. Bununla birlikte, bu basit fikrin çalışmasını sağlamak için, transformatörün (D2) çıkışı ile seri olarak bir diyot ve transformatöre başka bir diyot (D3) ile üçüncü bir sarım (Nµ) eklememiz gerekir. Bu, her anahtarlama döngüsünün sonunda çekirdeği sıfırlamak (manyetik akıyı sıfıra döndürmek) için bir araç sağlamak için yapılır. Sonuç, **Şekil 7.38'de gösterilen ileri dönüştürücüdür.**

A'daki devre az önce tarif edilen devredir. Otobüslerdeki varyasyon, bir yerine iki anahtar (aynı anda AÇIK ve KAPALI olan S 1 ve S2), ancak transformatörde sıfırlama sargısı ihtiyacını ortadan kaldırır. A'daki devre ve belirli bir giriş voltajı için, anahtar boyunca voltaj (OFF durumunda), OFF-time sırasında Vs artı sıfırlama voltajına eşit olacaktır. Tipik olarak tepe anahtarı voltajı

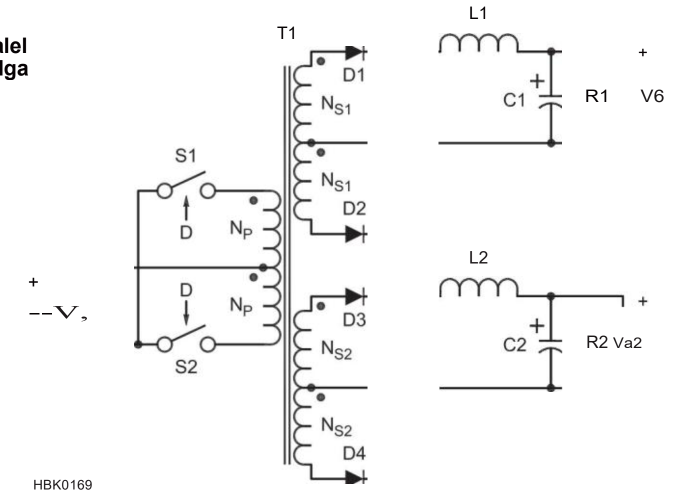


Şekil 7.36 - İdeal bir buck-boost dönüştürücü için DC kontrol fonksiyonu. M = V0N5, D = Q1'in görev döngüsü ve 'L = fs (L/R).



Şekil 7.38 - Bir ileri dönüştürücü örneği.

Şekil 7.39 - Paralel quasisquare dalga de-de örneği



Yaklaşık 2V s olacak· B'de gösterilen devrede anahtar voltajı, daha yüksek hat voltajlarında çok yardımcı olan Vs ile sınırlıdır. Bu devreler bir buck dönüştürücü gibi davranır, ancak artık keyfi voltajlar ve kutuplar ile birden fazla izole çıkışa sahip olabilirsiniz. Bu devreler tipik olarak 100 ila 500 W güç seviyesine sahip dönüştürücülerde kullanılır.

7.11.5 Paralel, Yarım ve Tam Köprü Dönüştürücüler

Güç seviyesi arttıkça, daha fazla anahtar kullanmak avantajlı hale gelir. biraz daha karmaşık devre. Giriş voltajının düşük (< lO0V) ve akımın yüksek olduğu uygulamalar için, **Şekil 7.39'da gösterilen push-pull quasisquare dalga devresi** sıklıkla kullanılır .

S 1 ve S2, < 0.5 görev döngüleri ile dönüşümlü olarak çalıştırılır. Çıkış voltajları - görev döngüsü tarafından kontrol edilir, D. Tepe anahtarı akımları giriş akımına eşittir, ancak tepe anahtarı voltajları 2V S olacaktır .

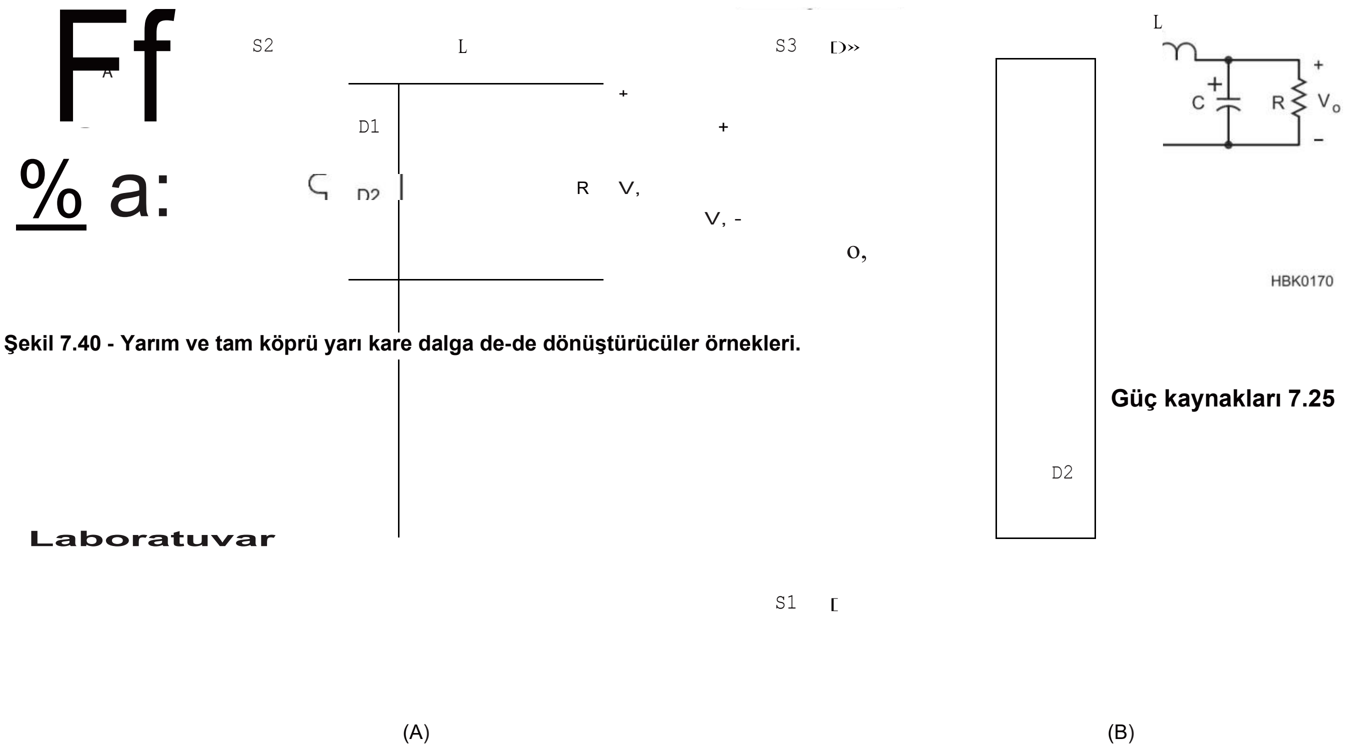
Bu devre hala sadece bir buck dönüştürücüdür, ancak giriş voltajının üstünde veya altında farklı voltajlara sahip çoklu çıkışlara izin veren bir izolasyon transformatörü eklenmiştir. İt olurdu

Örneğin, 5 V, yüksek akım çıkışı ve ± 12 V, düşük akım çıkışları olması çok yaygındır. Bu dönüştürücü tipik olarak birkaç yüz watt'a kadar yüklerle araç gücünden çalışmak için kullanılır .

Doğrudan düzeltilmiş AC hizmet gücünden çalışmak, genellikle Vs'nin 200 V veya daha fazla olacağı anlamına gelir. Bu uygulamalar için Şekil **7.40,** anahtarların yarım (Şekil 7.40A) veya tam köprü (Şekil 7.40B) devresinde nasıl yapılandırıldığını gösterir.

İn A, S 1 ve $2 dönüşümlü olarak geçiş yapar ve çıkışı kontrol etmek için darbe genişliği modüle edilir (PWM). CA ve CB, her bir kapasitör boyunca V s/2 ile bir voltaj bölücü oluşturan büyük kapasitörlerdir. Tepe anahtarı voltajları V'ye eşit olacak, ancak anahtar akımları 2İ olacaktır. Birincil sargı boyunca tepe voltajı V/2 olacaktır. Bu devre tipik olarak 500 W veya daha fazla çıkış gücüne sahip off-line uygulamalar için kullanılacaktır.

İn B, Sl ve S4, aynı anda değişen S2 ve S3 ile aynı anda geçiş yapar. Çıkış PWM tarafından kontrol edilir. Tepe anahtarı voltajı V'ye eşit olacak ve tepe anahtarı akımı lg'ye yakın olacaktır (tepe değeri, birincil sargıya geri yansıyan indüktör akımındaki dalgalanma nedeniyle biraz daha yüksektir). Tam köprü devresi tipik olarak 500 W ila birkaç kW güç seviyeleri için kullanılır. Cs, birincil PWM voltaj dalga formlarındaki herhangi bir asimetri nedeniyle çekirdek doygunluğunu önlemek için tam köprü devresinde bulunur. Görev döngüsündeki farklılıklar nedeniyle C'ler anon polarize kondansatör olmalıdır



Şekil 7.40 - Yarım ve tam köprü yarı kare dalga de-de dönüştürücüler örnekleri.

S 1-4 arasında ya de gerilimleri oluşturabilir
Polarite onun karşısında.

7.11.6 Bina Anahtar Kodu Güç kaynakları

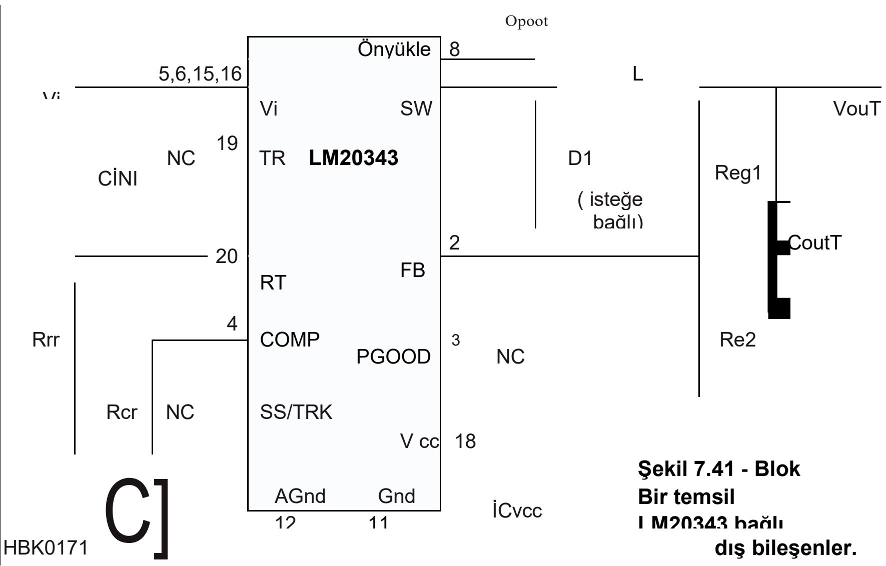
Anahtarlama devresi veya topolojisi seçme

Pratik bir inşa etmenin ilk adımıdır

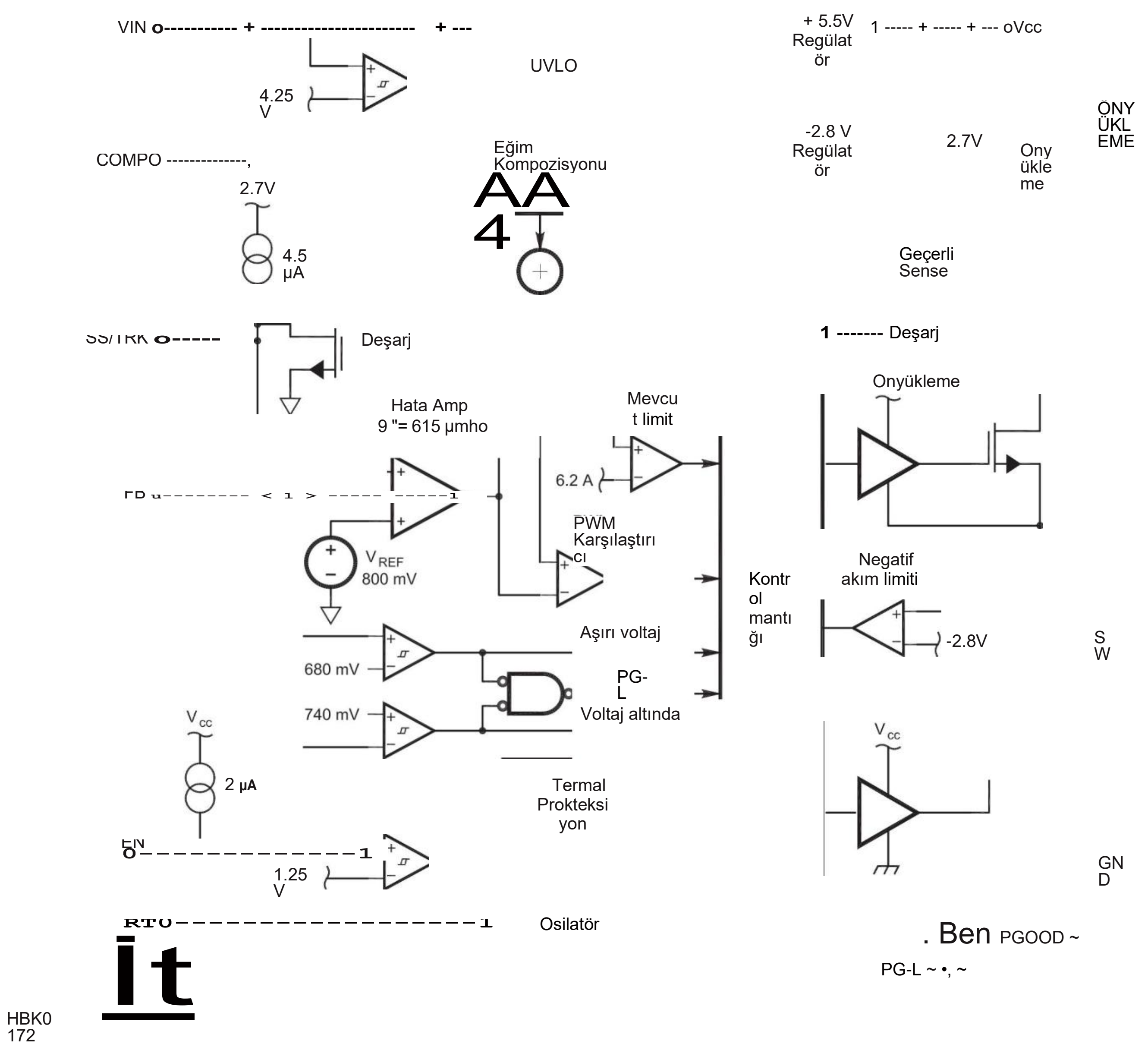
Anahtar mod güç kaynağı. İn gerçek

devre çıkışı örneklemek zorunda kalacaksınız

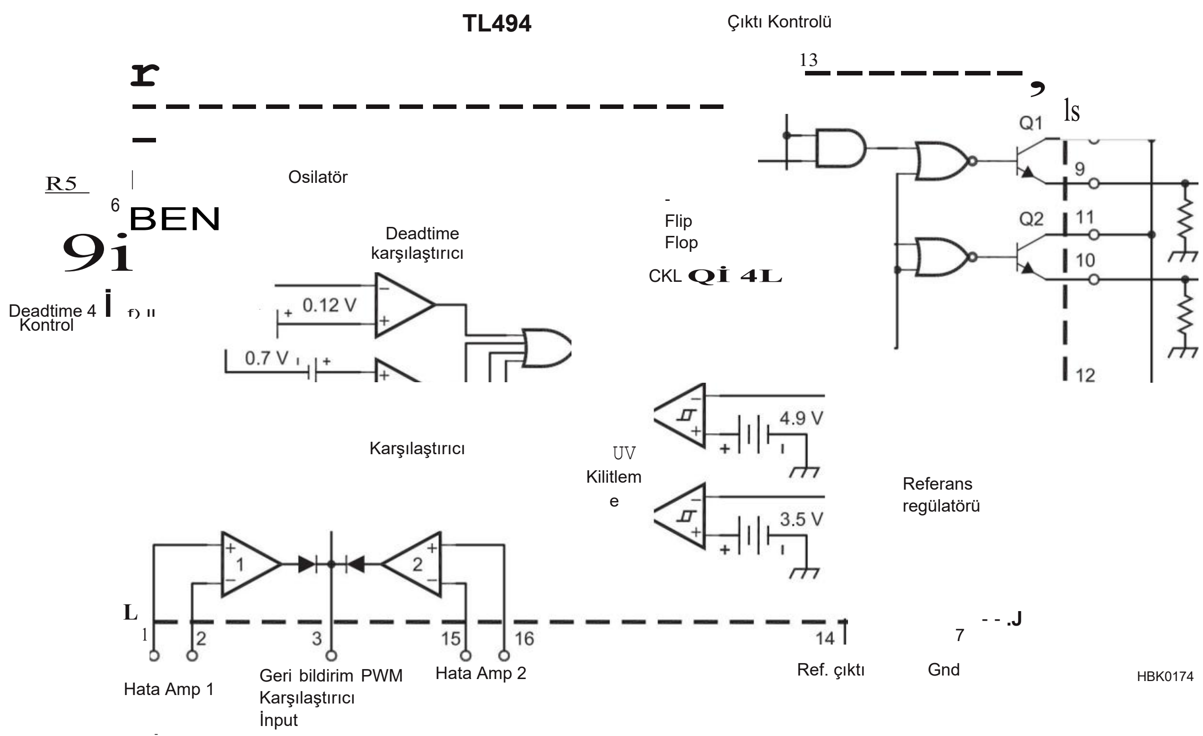
voltaj, karşı bir voltaj referansı sağlamak
Çıktıyı karşılaştırmak için, amodu-
hata voltajlarını a'ya dönüştürecek lator
Değişken görev döngüsü sinyali ve son olarak pro-
Güç anahtarlarına doğru sürücüyü verin.
Neyse ki, tüm bu fonksiyonlar
Hazır entegre ile sağlanan



Şekil 7.41 - Blok Bir temsil LM20343 bağlı dış bileşenler.



Şekil 7.42 - LM20343 için İnternal blok diyagramı.



Şekil 7.43 - TL494 için İnternal blok diyagram gösterimi.

Devreler ve birkaç harici bileşen. Bu İC'ler genellikle kapsamlı uygulama bilgileri ile birlikte gelir.

Özellikle düşük güç uygulamalarında (< 100 W) tüm kontrol fonksiyonlarını *ve* güç anahtarını sağlayan İC'ler vardır. Bazı durumlarda bir güç diyotu da dahil edilir. **Şekil 7.41,** bu İC'lerden birine bir örnek vermektedir. Benzer İC'ler birçok farklı üretici tarafından üretilmektedir .

İC, bir buck dönüştürücü için bileşenlerin çoğunu sağlar, ancak bazı harici bileşenlere hala ihtiyaç vardır: filtre kapasitörleri (Ci: Cour Cyce), çıkış indüktörü (L), çıkış voltajı algılama (Rrg1 ve Rrp2) ve anahtarlama frekansını ayarlamak için bileşenler (Re | ve Ce1). Şant diyot (D1) isteğe bağlı olarak işaretlenmiştir, çünkü bu işlevi daha düşük güçler için gerçekleştirebilen bir iç anahtar vardır.

Şekil 7.42 ve Şekil 7.43, tipik voltaj regülatörü kontrol İC'lerinin iç blok diyagramını göstermektedir. (Uygulama bilgileri ve referans tasarımları için üretici veri sayfalarına bakın.) Kontrol fonksiyonlarına ek olarak, giriş altı ve aşırı gerilim koruması, aşırı sıcaklık (termal) koruması, aşırı akım sınırlaması ve yavaş başlatma gibi bazı koruyucu fonksiyonlar da vardır (Yavaşça D'yi yükselterek) açılışta inrush akımını sınırlamak için. Buna benzer İC'ler boost, buck-boost ve flyback dönüştürücüler ve diğer birçok topoloji için mevcuttur. - Mevcut mod kontrolü ve ileri besleme telafisi gibi daha karmaşık kontrol şemaları uygulayan İC'ler de mevcuttur.

7.11.7 Switchmode Kontrol Döngüsü İssues

Switchmode dönüştürücülerle ilgili tüm kontrol sorunlarını açıklamak için bu kitapta yerimiz yok, ancak switchmode - dönüştürücüler için istikrarlı, yüksek performanslı kontrol döngüleri tasarlamanın bir seri geçiş regülatörü veya ses amplifikatörü için olacağından çok daha karmaşık bir iş olduğunu kabul etmek önemlidir. Burada yapabileceğimiz tek şey okuyucuyu bazı konularda uyarmak ve Referans 2'ye ayrıntılı açıklamalar ve örneklerle danışmanlık önermektir. Ek olarak, switchmode dönüştürücü tasarımında gerekli ayrıntılara giren çok sayıda kitap ve uygulama notu vardır.

Karmaşıklıklar, switchmode devrelerinin doğal davranışından kaynaklanır. Bu Davranış genellikle sezgisel değildir ve bazen tuhaftır. Daha önce de gördüğümüz gibi, de davranışı CCM ve DCM çalışma modları arasında önemli ölçüde farklılık gösterir. Bu fark, küçük sinyal kontrol-çıkış özelliklerinde daha da belirgindir. Kontrol sisteminin yanıtındaki kutupları ve sıfırları (Devreler **ve Bileşenler bölümüne bakınız)** giriş voltajı, görev döngüsü ve/veya yük ile hareket eden çok yaygındır. Sabit çift kutuplar hareketli tek kutuplara dönüşebilir. Sağ yarı düzlem sıfırların hareket ettirilmesi (bu, frekansla faz kaymasını arttırmak yerine faz kaymasını azaltan bir sıfırdır), boost ve buck-boost devrelerinin ve türevlerinin CCM çalışmasında doğaldır. Anahtarlama - frekansının büyük sinyal instabilitiessuchasoscillationsatsub-harmoni kleri ve büyük yük akımı veya hat voltaj değişikliklerine bazen kaotik tepki de olabilir.

Bu, okuyucuları switchmode dönüştürücülerle çalışmaktan caydırmak için değil, bazı zorluklara önceden uyarmak için tasarlanmıştır. Temel bir anlayışa ulaşıldığında, anahtar modu dönüştürücülerin tasarımı çok ilginç ve ödüllendirici olabilir.

Switchmode Dönüştürücü Tasarım Yardımcıları

Bugün, piyasada güç dönüşüm sürecini kontrol etmeyi amaçlayan düzinelerce üreticiden yüzlerce İC var. Bu cihazlar, 20 yıl önce piyasaya sürüldüğünde, amaçlanan yardımcı işlevlerin uzun bir listesini içerecek şekilde en basit biçimlerinden büyüdü. Destekleyici devreyi azaltmak ve kaliteyi ve verimliliği arttırmak
Güç dönüşüm sürecinin. Sonuç olarak, bu İC'leri nihai güç dönüşüm devresine tasarlama görevi aslında daha karmaşık hale geldi. Uzman seviyesinin altındaki devre tasarımcısına, görev gerçekten de göz korkutucu görünebilir.

Bu soruna cevap olarak, birçok İC üreticisi, ürünlerini kullanma görevini büyük ölçüde basitleştiren bilgisayar destekli tasarım araçları sağlar. Bu araçlar, en ilkel yemek kitabı tarzı kılavuzlardan, *SPICE gibi tam teşekküllü devre simülasyon araçlarına kadar çeşitli biçimler alır.* Bu araçların amacı Tasarımcının uygun olanı seçmesine yardımcı olmak için Tasarım için dirençler, kapasitörler ve manyetik bileşenler ve ayrıca Powerhandling bileşenleri üzerindeki gerilmeleri tahmin etmek.

Bu tasarım araçları genellikle iki türe ayrılır: denklem tabanlı tasarım araçları ve yinelemeli devre simülatörleri. Farklar, denkleme dayalı araçların sadece
Devrenin temel tasarım denklemleri, bileşenler için önerilen seçenekleri sağlar ve daha sonra bileşenler üzerindeki voltaj, akım ve güç streslerini hesaplamak için denklemleri çözer. Bazı durumlarda, termal analiz de dahildir.

Simülatörler ise bileşenler için ayrıntılı matematiksel modeller kullanır ve devrelerin hem de hem de ac simülasyonunu sağlar. Bu, kullanıcının devrenin dinamik davranışını görmesini sağlar. Simülasyon, anahtarlama aralıkları sırasında ayrıntıları içerir ve artış sürelerini, bileşenin neden olduğu parazitik etkileri gösterir Kapasitans, iç direnç ve diğer özellikler.

Modern güç dönüştürücü tasarımı, manyetik bileşenler - transformatörler, güç indüktörleri ve filtre indüktörleri - manyetik tasarımda ustalaşmayan tasarımcı için bir meydan okuma olabilir. Sonuç olarak, bu parçaların satıcıları genellikle bu bileşenlerin tasarımına ve/veya hazır versiyonların uygun seçimine özel olarak oluşturulmuş tasarım araçlarını sağlar.

Okuyucu, üreticilerin web sitelerinde bulunan tasarım yardımcılarını keşfetmeye teşvik edilir **(Tablo 7.A1).** Aşağıdakiler tam olmaktan uzaktır, ancak okuyucuya mevcut araçların geniş dizisi hakkında değerli bilgiler vermelidir. Ayrıca, kapasitörler, dirençler, ısı emiciler ve termal donanım gibi pasif bileşenlerin üreticilerinin de web sitelerinde yararlı ve bilgilendirici tasarım yardımcılarına sahip olabileceğini unutmayın. - Chuck *Mullett, KR6R*

Masa 7.A1
Switchmode Dönüştürücü Tasarım

Satıcı	*Ana Web Sitesi*	*Tasarım Araçları*
Analog Cihazlar	http://www.analog.com/	***www.analog.com/en/design-center.html***
İnfineon	http://www.infineon.com/	Araçlar menüsünün altına bakın
ON Yarı İletken	http://www.onsemi.com/	**www.onsemi.com/support/design-resources/tools**
Renesas	http://www.renesas.com/	Tasarım ve Destek menüsünün altına bakın
Teksas İnstruments		www.ti.com/power-management/overview.html

7.12 Yüksek gerilim teknikleri

Yüksek voltajlı kaynakların yapımı, düşük voltajlı kaynaklar için kullanılan normal tasarım ve inşaat uygulamalarına ek olarak özel hususlar gerektirir. Genel olarak, inşaatçının uçlar, bağlantılar, parçalar ve şasi arasındaki fiziksel boşluğun arklamayı önlemek için yeterli olması gerektiğini hatırlaması gerekir. Ayrıca, kondansatör ve direnç dizileri gibi bileşenlerin seri bağlantısının, bileşenler arasındaki voltaj gerilmelerinin dağılımı dikkate alınarak yapılması gerekir. Yüksek voltajlar bir güvenlik tehlikesi oluşturabilir ve yüksek potansiyeller mevcutken bileşenlere ve kablolara fiziksel erişimi sınırlamak için büyük özen gösterilmelidir.

7.12.1 Yüksek Gerilim Kapasitörler

Ekonomi ve kullanılabilirlik nedeniyle, elektrolitik kapasitörler genellikle çıkış filtresi kapasitörleri için kullanılır. Bu - kondansatörler nispeten düşük voltaj değerlerine (< 600 V) sahip olduğundan, HV uygulamalarında, daha yüksek uygulanan voltaja dayanma kabiliyetine sahip eşdeğer bir kapasitör oluşturmak için bunları seri dizilere bağlamak genellikle gerekli olacaktır. Elektrolitik kapasitörler, özellikle daha yüksek sıcaklıklarda nispeten yüksek sızıntı akımlarına (düşük sızıntı direnci) sahiptir.

Seri dizideki kondansatörler arasındaki voltajları nispeten sabit tutmak için, eşit değerli bypass dirençleri her kondansatöre bağlanır. Bu *eşitleyici dirençler, kapasitörler* - arasındaki kapasitör sızıntı direncindeki farklılıkları eşitlemek için yeterince düşük bir değere sahip olmalı, aşırı gücü dağıtmayacak kadar yüksek olmalıdır. Ayrıca, kondansatör gövdelerinin şasiden ve birbirlerinden yalıtımlı panellere monte edilerek yalıtılması gerekir, böylece şasiye veya dizedeki diğer kondansatörlere ark çekilmesi önlenir. Kondansatörler için yalıtımlı montaj genellikle tahta formunda plastik veya diğer yalıtım malzemesidir. Bu bölümde verilen bazı yönergeleri uygulayan ticari bir amplifikatörün tipik bir örneği **Şekil 7.44'te gösterilmiştir.**

Eşitleme dirençleri, seri dizideki farklı kapasitörler arasındaki kaçak akımdaki farklılıklar nedeniyle gereklidir. Bir elektrolitik kondansatör için veri sayfası genellikle bir denklem şeklinde 20 ° C'de de ...ktir. Örneğin :

$$kaçak = 3CV \quad (14)$$

nerede

C = μF cinsinden değer
V = μA cinsinden çalışma voltajı kaçak kaçak akımı.

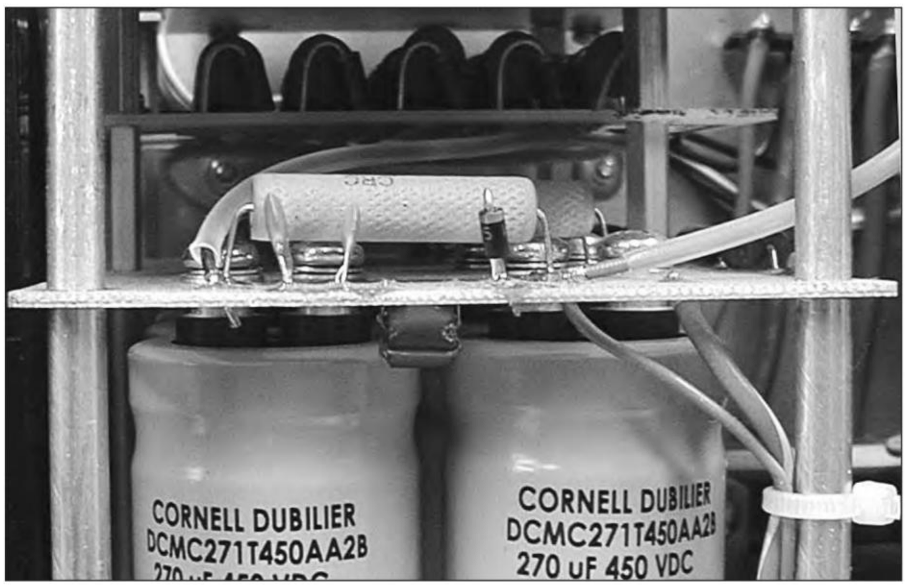
Unutmayın ki sızıntı akımı

Yüksek gerilim güvenliği hususlar

Bugünlerde, çoğunlukla zararsız tüketim mallarına ilişkin ayrıntılı güvenlik uyarılarıyla o kadar kuşatıldık ki, bazı şeylerin gerçekten tehlikeli olduğunu unutmak kolaydır. Yüksek voltajlı güç kaynakları kesinlikle bu kategoriye girer, özellikle birçok amatör katı hal devrelerine alışkın olduğundan ve nadiren daha yüksek voltajlarla karşılaştığından 12 V'den daha fazla ***Bu güç kaynağı, son derece ölümcül olan voltajlar üretir.*** Bu yüzden lütfen aşağıdaki 10 önlemi alın. Ayrıca, hatalarınızdan ders almayı beklemeyin, çünkü ilk seferinde uygun önlemleri almazsanız, ikinci bir şansınız olması pek olası değildir.

1. Erişimin, kavrayışını aşmasın. Yüksek voltajlı güç kaynakları yeni başlayanlar için bir proje değildir. Yüksek voltaj devresi konusunda tecrübesi olan deneyimli bir inşaatçı olmadıkça bu tür bir güç kaynağı oluşturmaya çalışmamalısınız.
2. Genç amatörler bu tür bir projeyi tek başına denememelidir. Yüksek voltajlarla çalışmak, yaş ve deneyimle gelen olgunluk ve sabır gerektirir.
3. Yorgun, stresli veya aceleniz olduğunda asla yüksek voltaj etrafında çalışmayın.
4. Alkol aldıktan sonra asla yüksek voltaj etrafında çalışmayın. Bir bira veya bir kadeh şarap bile kararınızı bozabilir ve sizi dikkatsiz yapabilir .
5. Yüksek voltajlı bir güç kaynağı üzerinde çalışmadan önce, her zaman şu üç adımı izleyin:
Fişi çekin (ac güç kablosu), boşaltın (filtre kapasitörleri) ve doğrulayın (çıkış voltajının gerçekten sıfır olduğunu). Zamana bağlı uygulama, filtre kapasitörlerinin tamamen boşaldığından emin olmak için bir "tavuk çubuğu" (bir ucu topraklanmış bir tele bağlı olan ahşap bir dübel veya PVC tüp) kullanmaktır. Örnek için Şekil 7.46'ya bakın.
6. Yüksek voltajlı bir güç kaynağı üzerinde çalışırken, güç kaynağı kapatıldıktan sonra, *ancak* filtre kapasitörleri tamamen boşalmadan önce tehlikeli bir zaman olduğunu unutmayın. 4000 V'a şarj edilen 50 µF kapasitör, potansiyel olarak ölümcül 400 joule enerji tutar. Kanayıcı dirençlerle bile, tamamen boşalması bir dakika veya daha fazla sürebilir.
7. Yakın zamanda boşalmış bir filtre kapasitörünü bir güç kaynağından çıkarırken, iki terminali tel ile birbirine bağlayın. Büyük yüksek voltajlı kapasitörler, terminaller yüzer bırakılırsa tehlikeli seviyelere kendiliğinden şarj olabilir.
8. Hayatınızı, kanayıcı dirençlerin, sigortaların, devre kesicilerin, rölelerin ve anahtarların her zaman işlerini yapacakları beklentisiyle riske atmayın. Modern bileşenler çok güvenilir olsa da, her zaman en kötüsünü varsaymak güvenli bir uygulamadır.
9. Devrenin nasıl çalıştığını bilmiyorsanız yüksek voltajlı bir güç kaynağı oluşturmayın. Yüksek güç amplifikatörleri ve güç kaynakları, adım adım talimatlara sahip "tak ve çalıştır" projeleri değildir. İnşaatçılar, doğaçlama yapmak, bileşen ikamelerini yapmak ve tasarım değişikliklerini uygulamak için yeterince bilgili olmalıdır.
10. Yüksek gerilim projelerinde, "kuruş bilge ve pound aptal" olmak için ödeme yapmaz. Boyunca yüksek kaliteli bileşenler kullanın ve kırk yıllık çöp kutusu parçalarınızı güvenlik ve güvenilirliğin en önemli gereklilikler olmadığı projeler için saklayın.

(Önceki yönergeler, bu kitabın indirilebilir ek içeriğine dahil olan Jim Garland, W8ZR tarafından "A Deluxe High Voltage Supply'adlı QEX makalesinden alınmıştır.)



Şekil 7.44 - Yüksek voltajlı bir güç kaynağına filtre kondansatör/bleeder direnç kurulumu örneği.

Kondansatör sıcaklığı 20 ° C'nin üzerine çıktıkça artar. Normal ısıtma nedeniyle 20 ° C değerinin 3 ila 4 katı bir değer olağandışı olmayacaktır .

Bölücü dirençlerin maksimum değerini belirlemek için ısıtma için ödenek içeren bir yaklaşım kullanabiliriz:

RY-Y % (15)

kaçak nerede

V r = kapasitörün voltaj derecesi V m = normal çalışma sırasında kapasitör boyunca voltaj.

Tipik bir 3000 V güç kaynağı seri olarak sekiz adet 330 µF, 450 V kapasitör kullanabilir. Bu durumda, V, = 450 V, V "= 375 V ve $_{Laakage}$ = 1.06 mA. Bu, direnç dizesi için R = 68 kn (standart değer) veya toplam 544 k © yapar. Direnç dizisi boyunca 3.000 V ile, toplam güç dağılımı 16.5 W veya direnç başına yaklaşık 2.06 W olacaktır. Muhafazakar olmak için, her biri en az 4 W için derecelendirilmiş dirençler kullanmalısınız .

Eşitleyici dirençler önemli gücü dağıtabilir ve oldukça ısınabilir. Bu dirençlerin, ilişkili oldukları kapasitörleri ısıtmaması önemlidir, çünkü bu, kapasitör kaçak akımını artıracaktır. Ayrıca, dirençlerden gelen ısının plastik destek panellerinin altına sıkışmamasına dikkat etmelisiniz. En iyi uygulama, dirençleri kapasitörlerin ve montaj yapılarının üzerine yerleştirmek ve Şekil 7.44'te gösterildiği gibi ısının engellenmeden yükselmesini sağlamaktır.

OIL-FILLED KAPASİTÖRLER

Yüksek voltajlar için, yağ dolu kağıt-dielektrik kapasitörler elektrolitlerden daha üstündür, çünkü yüksek frekanslarda daha düşük iç empedansa, daha yüksek sızıntı direncine sahiptirler ve çok daha yüksek çalışma voltajları ile kullanılabilirler. Bu kapasitörler birkaç mikro farad değerlerinde mevcuttur ve binlerce voltluk çalışma voltajı değerlerine sahiptir. Öte yandan, pahalı, ağır ve hantal olabilirler.

Yağ dolu kapasitörler genellikle bit pazarlarında cazip fiyatlarla satışa sunulmaktadır. Bir uyarı: Eski yağlı - kondansatörlerden kaçınmak en iyisidir, çünkü bilinen bir kansere neden olan bir ajan olan poliklorlu bifeniller (PCB'ler) içerebilirler. Daha yeni kondansatörler PCB'leri ortadan kaldırmış ve bu konuda bir bildirimde bulunmuştur. Eski yağ dolu kapasitörler, herhangi bir sızıntı belirtisi için dikkatlice incelenmelidir. Sızan yağ ile temastan kaçınılmalı, ellerden sonra dikkatli bir şekilde yıkanmalıdır. Yağ dolu kapasitörleri ev çöpleriyle, özellikle de eski ünitelerle birlikte atmayın. Bunların nasıl düzgün bir şekilde imha edileceği hakkında

başvurun.

7.12.2 Yüksek Gerilim Bleeder Dirençleri

Çıkıştaki bleederresistörler, güç kaynağı kapatıldığında filtre kapasitörlerinde depolanan enerjiyi boşaltmak için kullanılır ve dikkatli bir şekilde düşünülmelidir. Bu dirençler, güç kaynağı kapatıldığında ve tehlikeli kablolara maruz kaldığında şoka karşı koruma sağlar. Genel bir kural, akıtıcının, güç kaynağını kapattıktan sonraki 30 saniye içinde çıkış voltajını 30 V veya daha düşük bir değere düşürmek için tasarlanması gerektiğidir.

Direncin maksimum voltaj derecesinin aşılmamasına dikkat edin. Tipik bir bölücü dize olarak, direnç değerleri, direnç boyunca voltajın sınırlı dağılmayacağı kadar yüksektir. Voltaj sınırı tipik olarak rezistöre içsel yalıtım ile ilgilidir. Direnç maksimum voltaj değerleri genellikle üreticinin veri sayfasında verilir ve çevrimiçi olarak bulunabilir. İki büyük direnç üreticisi Ohmite Electronics **(www.ohmite.com)** ve Stackpole Electronics **(www.seielect.com)'dir.**

2 W'lık bir karbon bileşim direnci, 500 V'luk bir maksimum voltaj derecesine sahip olacaktır. Kaba bir tahmin olarak, daha büyük tel sargılı güç dirençleri tipik olarak inç başına 500 V RMS'de derecelendirilir - ancak emin olmak için üreticiye danışın.

Bleeder seri olarak birkaç dirençten oluşacaktır. Tipik olarak tel sargılı güç dirençleri bu uygulama için kullanılır. Ek bir öneri, tellerden birinin arızalanması durumunda güvenliği sağlamak için iki ayrı (yedekli) bleeder telinin kullanılmasıdır. Elektrolitik kondansatörler kullanıldığında, eşitleyici dirençler aynı zamanda kanayıcı direnç olarak da işlev görebilir, ancak fazlalık olmalıdır. Yine, Şekil 7.44'te gösterildiği gibi dirençlerden gelen ısıyı kapasitörlerden uzak tutmaya dikkat edin.

Denkleştirici direnç değerini hesaplamak için yukarıda verilen örnekte, seri olarak sekiz 330 µF kapasitör, 3000 V dereceli 41 µF kapasitöre eşdeğer oluşturdu. Kapasitörler boyunca toplam direnç 8 x 63 k9 = 504 k © idi. Bu bize yaklaşık R x C = 21 saniyelik bir zaman sabiti (Rx C) verir. Kapasitörleri 3000 V'den 30 V'a boşaltmak, bir dakikadan fazla olan yaklaşık dört zaman sabiti (yaklaşık 84 saniye) alacaktır. Deşarj süresini 30 saniyeye düşürmek için, eşitleme dirençlerinin her biri 25 k © 2'ye düşürülmesi gerekir. Daha sonra kanayıcı güç dağılımı şöyle olur:

$$p \; Y \; \frac{3000^{\circ 2} \;\; -45^{2}}{R \qquad 200{,}000} \; W \tag{6}$$

2 veya 3 kV güç kaynağı için bu makul bir değerdir, ancak yine de önemli miktarda güçtür ve elde edilen ısının uygun şekilde yönetildiğinden emin olmanız gerekir.

7.12.3 Yüksek Gerilim Ölçüm Teknikleri

Doğrusal amplifikatörler için plaka kaynakları gibi yüksek gerilim kaynaklarının ölçümü için özel hususlar dikkate alınmalıdır. Bu hem personele hem de sayaçların kendilerine güvenlik sağlamaktır.

Akımı izlemek için, ampermetreyi tedarik dönüş (toprak) hattına yerleştirmek gelenekseldir. Bu, her iki sayaç terminalinin de zemin potansiyeline yakın olmasını sağlar. Sayacı pozitif çıkış hattına yerleştirmek bir tehlike yaratır, çünkü her sayaç terminalindeki voltaj tam yüksek voltaj potansiyeline yakın olacaktır. Ayrıca, sayacın içindeki kablolama ve bobinler ile amplifikatörün veya güç kaynağının kendisinin şasisi arasında bir ark oluşabileceği güçlü bir olasılık vardır. Bu tehlikeli potansiyel negatif bacaktaki sayaç ile var olamaz.

Bir diğer iyi güvenlik uygulaması, ampermetre terminalleri boyunca düşük voltajlı bir Zener diyot yerleştirmektir. Bu, sayaçta bir iç açık devre olması durumunda sayacı atlar. Ölçüm devresindeki akım düşük olduğu için 1 W Zener diyot yeterli olacaktır.

RF Güç Amplifikatörleri ile ilgili bölüm, - yüksek voltaj kaynaklarında ve amplifikatörlerde akım ve voltaj ölçümünün nasıl yapılacağına dair örnekler içerir. Geçmişte, amplifikatör makaleleri, - amplifikatör veya güç kaynağı ön panelindeki plastik bir pencerenin arkasındaki stand-off izolatörleri olan plastik levhalara monte edilen sayaçları göstermiştir. Bu işe yarayabilirken, bugün iyi bir uygulama olarak kabul edilmez. İt genellikle sayaçları, sayaçların zemin potansiyeline yakın olacak şekilde düzenlemek mümkündür ve amplifikatörün veya güç kaynağının ön paneline güvenli bir şekilde monte edilebilir.

Yüksek voltajın ölçülmesi için, inşaatçı, çarpan dizelerinde kullanılacak dirençlerin, örneklenen toplam voltajın çok altında voltagebreakdown değerlerine sahip olacağını hatırlamalıdır. Genellikle, bireysel dirençler arasındaki voltaj stresini azaltmak için birkaç özdeş seri direnç kullanılacaktır. Temel bir kural, aksi belirtilmedikçe, bu dirençlerin maksimum 200 V ile sınırlandırılmasıdır. Örneğin, 2000 V güç kaynağında voltmetre çarpanı, voltajı eşit olarak dağıtmak için seri olarak bağlanmış bir 10 direnç dizisine sahip olmalıdır. Kapasitör eşitleme ve bleeder dirençleri ile ... esi ... çin

7.12.4 Yüksek Gerilim Transformatörleri ve İnduktörler

Kullanılabilir transformatörler ve filtre indüktörleri genellikle amatör bit pazarlarında bulunabilir, ancak bunlar genellikle WWII'den kalma çok eski birimlerdir. Hermetik olarak kapatılmış askeri bileşenlerin hala



Şekil 7.45 - Üzerinde lehim topu bulunan bir yüksek gerilim panosu örneği çıkıntılı bir kurşun ve sonu sonlandırmak için bir kapak somunu kullanımı Vida ipliğinden.

İyi, özellikle kullanılmamışlarsa. Uzun süre atmosfere ve neme doğrudan maruz kalan izolasyonlu açık çerçeve üniteleri şüpheli olarak kabul edilmelidir. Bu birimler, "hipot testi" (yüksek potansiyel testi) denilen şeyi çalıştırarak kontrol edilebilir. Bu, çıkışla seri olarak yüksek değerli bir dirence sahip düşük akım, değişken çıkış voltajı güç kaynağını içerir. Ne yazık ki bu ekipman nadiren amatörler için kullanılabilir. Bazı motor bakım atölyelerinde "Megger'adı verilen bir yalıtım test cihazı bulunur ve sizin için bir transformatör veya indüktör üzerinde yalıtım testi yapmaya istekli olabilir. Bu tamamen kesin bir test değildir, ancak yalıtımla ilgili herhangi bir brüt sorunu kesinlikle tespit edecektir.

Bir alternatif, daha önce tartışılan transformatör testlerini ac girişindeki değişken bir ototransformer ile gerçekleştirmek olacaktır. Tam hat voltajına ulaşılana kadar giriş voltajını yavaşça artırın ve herhangi bir arıza belirtisi olup olmadığını görmek için izlerken transformatörün bir veya iki saat çalışmasına izin verin. Bu testi karanlık bir odada yapmak, yalıtım sorunlarının bir başka işareti olan görünür korona akıntısını görmeyi kolaylaştırır. Trafo terminalleri tam voltajda olacağından, HV terminalleriyle teması önlemek için büyük özen gösterilmelidir. Test kurulumu için bir çeşit şeffaf yalıtım kalkanı gereklidir.

7.12.5 Yüksek Gerilim Kaynakları için Yapım Teknikleri

HV kaynaklarındaki düzen ve bileşen düzenlemesi, daha düşük voltajlı projeler için olanların ötesinde bazı ek bakım gerektirir. **RF Güç Amplifikatörleri bölümündeki fotoğraflar** iyi bir başlangıçtır, ancak resimlerden açık olmayan bazı noktalar vardır.

KESKIN KENARLAR

Keskin noktalar, anakart kenarları ve/veya düzensiz kenarlı donanım, elektrik alanının gücünün lokalize bir şekilde yoğunlaşmasına ve olası bir bozulmaya neden olabilir. Yaygın bir suçlu, baskılı devre kartının lehimli tarafındaki bileşen uçlarıdır. Bunlar

Genellikle lehimlenir ve daha sonra küçük ama genellikle çok keskin bir nokta bırakarak kesilir. Bununla başa çıkmanın en iyi yolu, kurşunu tahtaya pratik olduğu kadar yakın kesmek ve kesme ucu ucunun etrafında küçük bir lehim topu veya tümsek oluşturmaktır. Bu önerilerin bir örneği **Şekil 7 .45'te verilmiştir.** Tepeye yakın çıkıntılı bileşen teli yüksek alan gradyanına sahip olacaktır. Bunun altında, telin ucunu örten yuvarlak bir lehim höyüğü ile kısa kesilmiş bir tel görüyoruz.

Keskin dişli cıvataların uçları genellikle ilgili somunun ötesine geçer. Bunu ortadan kaldırmanın bir yolu, cıvata veya vidanın ucunu yakalayan ve güzel yuvarlatılmış bir yüzey oluşturan kubbe tarzı somunları (kapak somunları) kullanmaktır. Şekil 7.45'te gösterilen bir başlık nutis örneği.

Keskin uçları olan sac metal vidalardan mümkünse kaçınılmalıdır. Metal gövdeleri yüksek potansiyelde kapatmak için kullanılan sac metal vidalar, çoğu durumda normal olacak şekilde muhafaza içindeki vida uçlarına sahip olmalıdır. Ayrıca, dış muhafazanın içine çıkan sac vidaların uçlarına da dikkat etmelisiniz. Bunlar yüksek potansiyeldeki devrelere yakınsa, arklanmaya da yol açabilirler. Sac vida uçlarını yüksek voltaj devresinden uzak tutmak en iyi savunmadır.

Yüksek potansiyele sahip bir yapının parçası olabilecek küçük sac parçalarının kenarları bir dosya ile yuvarlatılmalıdır. Bununla birlikte, devre kartlarının kenarlarına yakın bakır izler yuvarlamadan fayda sağlamaz. Aslında, dosyalama kenarı daha keskin, düzensiz ve bozulmaya daha yatkın hale getirebilir. Kritik alanlarda, küçük bir katı yuvarlak tel, Şekil 7.45'in sağ tarafında gösterildiği gibi yuvarlak bir kenar oluşturmak için bakır bir izin kenarlarına lehimlenebilir.

İNSULATORS

Devrenin bazı kısımları izolatörlere veya plastik levhalara monte edilebilir. Yeni, temiz bir yalıtkan, yalıtım yüzeyi boyunca sürünme veya bozulma olmadan inç başına 10 kV'a kolayca dayanmalıdır, ancak zamanla bu yüzey kir ve toz biriktirecektir. İzolatörler arasındaki yüksek voltaj stresini inç başına 5 kV'a düşürmek daha muhafazakar olacaktır.

Teorik olarak, bir hava boşluğu boyunca iki düz yüzey arasındaki boşluk çok daha küçük, belki de inç başına 20 ila 30 kV veya daha yüksek olabilir. Ancak donanım, kablolama, bileşenler ve anakart kenarları etrafındaki düzen ve voltaj gradyanlarının belirsizlikleri göz önüne alındığında, inç başına 5 kV ile yapıştırmak hava boşlukları için bile iyi bir fikirdir. Bu ayırma, çok kompakt bir ünite inşa etmeye çalışmadığınız sürece nadiren inşaat düzeni sorunlarına neden olacaktır.

WIRE

Yüksek voltaj ve yüksek sıcaklıklar için derecelendirilmiş tel kullandığınızdan emin olun. Pomona Electronics tip 6733 test kablosu tellidir # 18 AWG, l0kVand 150 ° Cwith için derecelendirilmiştir

Silikon izolasyon, hem kırmızı hem de siyah olarak mevcuttur. Esnek ve dayanıklı, bir şasi etrafında yönlendirmek veya diğer tellerle sleeving içine sığmak kolaydır. Dış çap (0.144 inç) buji telinden veya çoğu HV kablosundan daha ince ve daha esnektir.

SIGORTALAR

Bazen yük arkı durumunda koruma sağlamak için yüksek voltaj çıkışına sahip bir sigorta seri olarak yerleştirilecektir. Bu sigortalar özel sorunlar yaratır. Bir sigorta patladığında, sigorta elemanı en azından eriyecek ve hatta buharlaşacaktır. Hepsi olmasa da çoğunun çıkış voltajının sigorta boyunca göründüğü ancak sigortanın iletmeyi durdurmadığı bir aralık olabilir. Yani, sigortada sürekli bir ark olabilir.

Sigortalar, arkın hızlı bir şekilde sönmesi beklenen sigorta boyunca maksimum voltaj olan voltaj değerlerine sahiptir. Giriş ac hattında kullanılan standart 0.25 x 1.25 inç sigortalar tipik olarak 250 V için derecelendirilmiştir. Şüphesiz bu dereceler - muhafazakar olsa da, bu sigorta türünün sigorta boyunca 2 ila 3 kV'luk bir arkı güvenilir bir şekilde temizlemesi beklenemez ve yüksek voltajlı bir çıkışa sahip serilerde kullanılmamalıdır.

HV sigortaları için ilk tercihiniz, güç kaynağı üreticisi tarafından belirtilen önerilen parça olmalıdır. Bunlar mevcut değilse veya kaynağı kendiniz inşa ediyorsanız, mikrodalga fırın transformatörü ikincil kullanımı için sigortalar genellikle uygundur. HV hizmeti için derecelendirilmemiş düşük voltajlı sigortaları veya sigorta tutucularını değiştirmeyin. Sigortanın görünür ve açık olduğu bir HV güç kaynağı üzerinde çalışırken, sigortanın yüksek akımlı bir aşırı yük sırasında patlayabileceğinden, cam veya seramik parçalarını yüksek hızda saçabileceğinden emin

7.12.6 Yüksek Gerilim Güvenliği için İnşaat Uygulamaları

HV güç kaynaklarında bulunan voltajlar - öldürücüdür. Yüksek voltajlara fiziksel erişimi kısıtlamak için her türlü çaba gösterilmelidir. Birkaç adım atılabilir:

1) Güç kaynağını kapalı bir kutu, tercihen metal bir kutu içinde oluşturun.

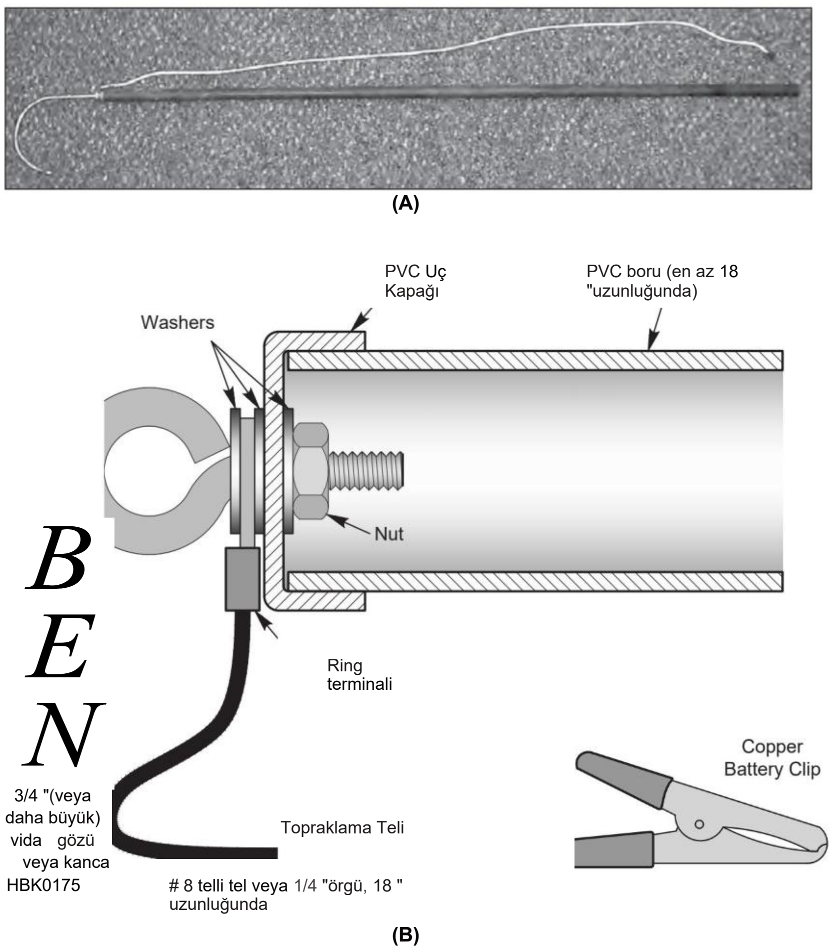
2) İç mekana erişim için kullanılan çıkarılabilir panellerdeki İnstall kilitleri. Bir kilitleme genellikle giriş güç hattı ile seri olarak anormal-openmicroswitch'tir. Microswitch, yalnızca üstteki panel yerine sabitlendiğinde kapatılabilecek şekilde konumlandırılmıştır. Panel çıkarıldığında anahtar açık konuma geçer ve güç kaynağından çıkarılır.

3) Daha önce belirtildiği gibi, kondansatörleri hızlı bir şekilde boşaltmak için bir kanama direncinin kullanılması zorunludur.

4) Yüksek voltajlı bir gücün içine erişirken operatörü daha da korumak için

Besleme, **Şekil 7.46A'de gösterilen gibi bir topraklama kancası, kancayı her bir kondansatör** terminaline dokundurarak her bir kondansatörü pozitif olarak boşaltmak için kullanılmalıdır. Kanca, gösterilen tel vasıtasıyla şasiye bağlanır ve yalıtımlı sap tarafından tutulur. İt, birincil gücün yanlışlıkla uygulanması durumunda, besleme üzerinde çalışırken kancayı kondansatörler arasında yerinde bırakmak için normal bir uygulamadır. İş bittiğinde, kancayı çıkarın ve güç kaynağındaki kapakları değiştirin .

Şekil 7.46B, kendi topraklama çubuğunuzu nasıl oluşturacağınızı göstermektedir. Kanca yerine büyük bir vida gözü veya kanca kullanılır. Topraklama telinin sapın dışında bırakılması önemlidir, böylece herhangi bir tehlikeli voltaj veya akım elinizin veya vücudunuzun yakınında bulunmaz.



Şekil 7.46 - Kapasitör enerjisini güvenli bir şekilde boşaltmak için bir topraklama çubuğu veya kanca örneği. Telin ucu toprağa bağlanır ve kanca onları boşaltmak için kondansatör terminallerine dokunur. Bir - topraklama çubuğunun nasıl inşa edileceğini gösteren bir diyagram B'de gösterilir.

7. 13 Batarya

Bir pil, genellikle *hücre voltajının istenen bir katını vermek için seri bağlı bir grup bireysel hücredir. Hücre* voltajı genellikle **1** ila 4 V aralığındadır. Hücrede kullanılan her kimyasal sistem, sıcaklık ve şarj durumuna göre değişecek belirli bir nominal voltaj verir. Bu, belirli bir pil voltajını oluşturmak için dikkate alınmalıdır. Örneğin, dört adet 1.5 V karbon-çinko hücresi 6 V pil ve altı adet 2 V kurşun-asit hücresi 12 V **pil üretir. Tablo 7.1,** yaygın olarak kullanılan pillerin boyutlarını listeler.

Pil türleri ve kullanımı ile ilgili aşağıdaki bölümler, öncelikle pil şarjı ve ilgili ekipmanların lider üreticisi olan Cadex Electronics'in (www.cadex.com) CEO'su İsidor Buchmann'ın Taşınabilir Bir Dünyada Pillerden alıntılarından oluşmaktadır. ARRL, bu materyali kullanma izni verildiğini takdir eder. Kitap burada özetlenen konuları (ve diğerlerini) ayrıntılı olarak tartışıyor. Okuyucu, daha eksiksiz bilgi için orijinal metne yönlendirilir. Bu özet, amatörler tarafından yaygın olarak kullanılan çeşitli seçenekleri sunmak ve karşılaştırmak için tasarlanmıştır. Ek bilgi ve kapsamlı bir pil sözlüğü **www.batteryuniversity.com. adresinde çevrimiçi olarak sağlanmaktadır**

Piller iki kategoriye ayrılır: *birincil (şarj edilemez) ve ikincil (*şarj edilebilir). İkincil pillerin 2015 yılına kadar küresel pil kullanımının %80'inden fazlasını oluşturması bekleniyor. En yaygın pil kimyası türleri lityum, kurşun ve nikel bazlı sistemlerdir.

Piller enerjiyi iyi ve uzun süre depolar. Birincil piller ikinciden daha fazla enerji tutar ve *kendi kendine deşarjları daha düşüktür*. Alkali hücreler en az kayıpla 10 yıl boyunca iyidir. Kurşun, nikel ve lityum bazlı piller, -kayıp gücü telafi etmek için periyodik şarjlara ihtiyaç duyar**. Şekil** 7.47 kurşun asit, nikel-kadmiyum (NiCd), nikel-metal-hidrit (NiMH) ve lityum-iyon ailesinin (Li-iyon) enerji ve güç yoğunluklarını göstermektedir.

Pillere türlerine göre benzersiz isimler vermek yerine, aşağıdaki özelliklerle genel olarak ayırt edilirler:

Kimya - pili yapmak için kullanılan kimyasalların aileleri. En yaygın kimyasal maddeler kurşun, nikel ve lityumdur.

Voltaj - kimyaya ve seri olarak bağlanan hücre sayısına göre değişen nominal açık devre voltajı (OCV).

Boyut - AAA, AA, C ve D gibi standart pil veya hücre boyutları

Kapasite (C) - amper-saat cinsinden spesifik enerji (Ah).

Soğuk Krank Amfileri (CCA) - bir marş bataryasının yüksek yük akımı sağlama yeteneği Araç standardı SAE J357 tarafından belirtildiği gibi -18 ° C'de (0 ° F).

Spesifik enerji - kilogram başına watt-saat cinsinden pil kapasitesi (Wh/kg)

Belirli güç - yükleme kapasitesini veya pilin watt/kilogram (W/kg) cinsinden sağlayabileceği akım miktarını gösterir

C oranı **Şarj** ve deşarj oranı C (kapasite) birimlerinde belirtilmiştir. 1 C'de, pil, Ah derecesine eşit bir akım numerinde şarj olur veya boşalır. Örneğin, 1 C'de deşarj olan 2000 mAh pil, 0.5 C'de 2 A'lık bir akım sağlıyor, akım 1 A ve benzeri olacaktır.

Yük - bataryadan enerji çeken her şey. İnternal pil direnci ve

Pil güvenliği

Her pil türü için verilen önlemlere ek olarak, aşağıdaki önlemler tüm pil türleri için geçerlidir. Her zaman üreticinin tavsiyesine uyun! Kapsamlı uygulama bilgileri üreticinin web sitelerinde bulunabilir.

Depolama pillerinden kaçan hidrojen gazı patlayıcı olabilir. Sigara, puro, boru ve benzeri dahil olmak üzere alevleri veya her türlü yanan malzemeyi uzak tutun. Hidrojen gazının birikmesini önlemek için pilleri iyi havalandırılan alanlarda kullanın ve şarj edin.

Hiçbir pil gereksiz ısı, titreşim veya fiziksel şoka maruz bırakılmamalıdır. Batarya temiz tutulmalıdır. Sızıntılar için sık muayene bir İyi fikir. Aküden sızan veya püskürtülen elektrolitler tüm yüzeylerden temizlenmelidir. Elektrolit kimyasal olarak aktif ve elektriksel olarak iletkendir ve elektrikli ekipmanı mahvedebilir. Asit sodyum bikarbonat (kabartma tozu) ile nötralize edilebilir ve alkaliler (NiCd pillerinde bulunur) sirke gibi zayıf bir asit ile nötralize edilebilir. Her iki nötrleştirici de suda çözünür ve hızlı bir şekilde yıkanmalıdır. Nötrleştiricinin pilin içine girmesine izin vermeyin.

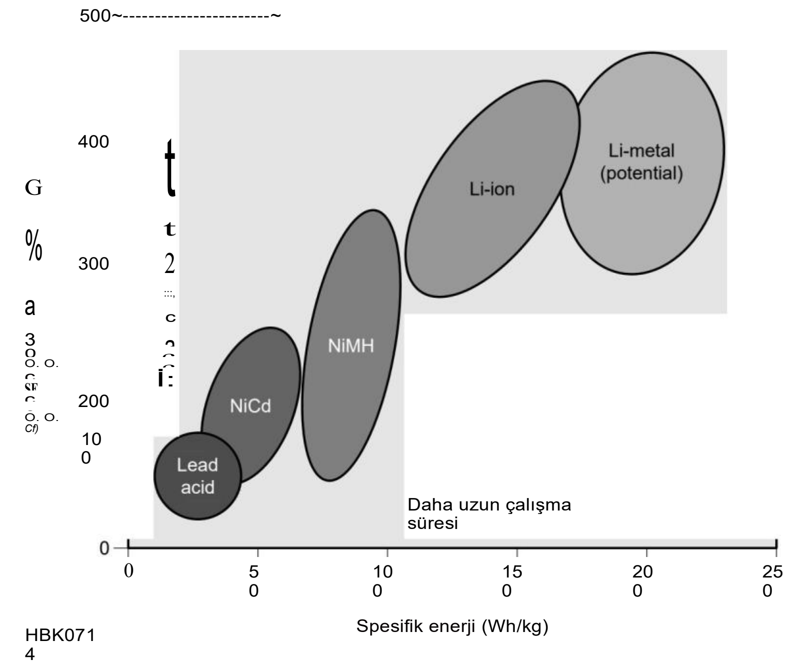
Pil kullanımının kaydını tutun ve son çıkış voltajını ve kurşun-asit depolama pilleri için hidrometre okumasını ekleyin. Bu, kalan faydalı şarjın tahmin edilmesine ve ekstra pillerin şarj edilmesine veya tedarik edilmesine izin verir, böylece bir gezi veya acil durum sırasında pil gücünün arızalanmasını en aza indirir.

Piller kurşun, kadmiyum, cıva veya asit gibi bir dizi tehlikeli madde içerebilir ve faydalı ömrün sonunda bertaraf edilmeleri için bazı düşüncelere ihtiyaç vardır. Belediye ve ilçe atık bertaraf sahaları ve geri dönüşüm merkezleri genellikle kurşun asit pilleri kabul eder çünkü kolayca geri dönüştürülebilirler. Diğer pil türleri tipik olarak geri dönüştürülmez ve tehlikeli atık olarak değerlendirilmelidir. Çoğu atık alanı ve geri dönüşüm merkezi, evsel tehlikeli atıkları kabul etmek için ara sıra özel programlara sahip olacaktır. Donanım ve elektronik mağazaların da pil geri dönüşüm programları olabilir. Onlardan faydalanın.

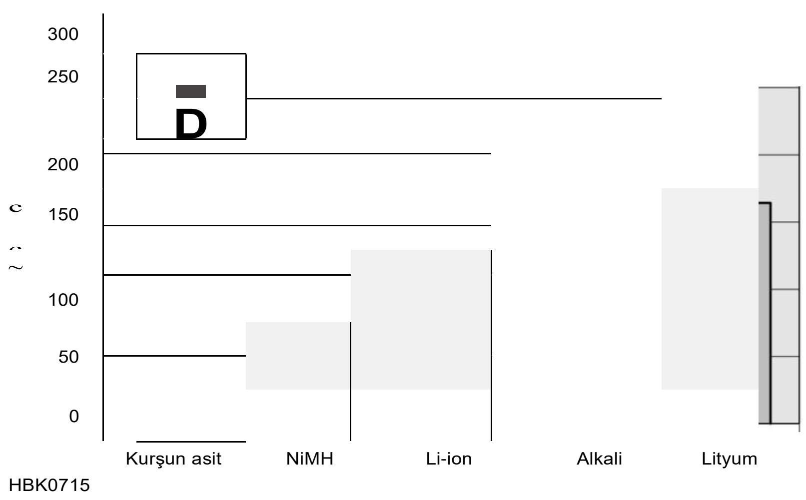
Tablo 7.1
Ortak Standart Hücrelerin Boyutları

Boyut	*Boyutlar*	*Notlar*
D	34 x 61 mm	
C	25,5 x 50 mm	
A	17 x 50 mm	Sadece NiCd için kullanılabilir; Halflength - boyutunda da mevcuttur
AA	14,5 x 50 mm	
AAA	10,5 x 44,5 mm	
AAAA	8,3 x 42,5 mm	9 V pil oluşturan hücrenin tipik boyutu Seri olarak altı
N	12 x 32 mm	AAAA hücresi içerir, ek terminaller Lityum iyon pil
9V	48,5 x 26,5 x 17,5 mm 18	paketlerinde yaygın olarak kullanılır Yay terminalleri
18650	x 65 mm	Coin hücresi
Fener	115 x 68.2 x 68.2	Coin hücresi
CR2016	20 x 1.6 mm	Coin hücresi
CR2025	20 x 2,5 mm	
[illegible]	20 x 3.2 mm	

Cadex ve en.wikipedia.org/wiki/List_of_battery_sizes'dan İnformation nezaket



Şekil 7.47 - Şarj edilebilir pillerin spesifik enerjisi ve spesifik gücü. (Cadex tarafından)



Şekil 7.48 - 1 C yükte farklı pil tiplerinin enerji karşılaştırması (Cadex'in izniyle)

Tablo 7.2
Düşük Yükte Standart Pillerin Alkali Özellikleri

Pil Yazı	*Nominal Voltaj (V)*	*Derecelend Kapasite (mAh)*	*Voltaj Kesme (V)*	*Derecelendiril Yükleme (a)*	*Deşarj C oranı*
9V	9	570	4.8	620	0.025
AAA	1.5	1150	0.8	75	0.017
AA	1.5	2870	0.8	75	0.007
C	1.5	7800	0.8	39	0.005
D	1.5	17,000	0.8	39	0.0022

(Tablo Cadex izniyle)

Pilin şarj durumunun tükenmesi voltajın düşmesine neden olur.

Birincil piller en yüksek enerji yoğunluklarından birine sahiptir. En yaygın birincil pillerden biri *alkalin-manganez veya* alkalin pildir. *Karbon-çinko veya Leclanche pil* daha ucuzdur ancak alkalin pilden daha az enerji tutar. İkincil piller gelişmiş olmasına rağmen, normal bir ev alkalin hücresi lityum-iyondan %50 daha fazla enerji sağlar.

Birincil piller, deşarjı hafif yüklerle sınırlayan yüksek iç dirence sahip olma eğilimindedir. Bu, pilin spesifik gücünü azaltır, ancak spesifik enerjisi oldukça yüksek olabilir. Şarj edilemeyen lityum metal ve alkalin piller, saatler, sayaç LCD'leri, anahtarlar ve benzeri gibi düşük güç uygulamalarında yaygın olarak kullanılır.

Birincil pil üreticileri, C'nin küçük bir kısmında belirli bir enerji belirtir ve pillerin hücre başına 0.8 voltluk çok düşük bir voltaja deşarj olmasına izin verilir**. Şekil 7.48,** 1 C oranında deşarj edilen birincil ve ikincil pilleri karşılaştırmaktadır.Birincil (alkalin ve lityum) piller, derecelendirilmiş spesifik enerjilerini ağır yüklerde veremezler. **Tablo 7.2,** hafif yüklerde alkalin piller için tipik özellikler verir, örneğin alma sırasında bir el telsizi çalıştırmak gibi.

Şarj edilebilirse, birincil pilleri kullanmak pahalı olabilir - ikincil pillere göre yaklaşık otuz kat daha yüksek. Sahada pil kullanan amatörler, özellikle acil iletişim için, ikincil piller için şarj olmadığında birincil pilleri kullanma yeteneğini korumak isteyebilir.

7.13.1 İkincil Pillerin Seçenekleri

Aşağıdaki tartışma, günümüzün en popüler ikincil pil sistemlerini belirli enerji, hizmet ömrü, yük özellikleri, güvenlik, fiyat, kendi kendine şarj, çevre sorunları, bakım ve bertarafa göre inceler. **Tablo** 7.3, 2013 yılında yayınlandığı sırada ortalama performans derecesini gösteren, yaygın olarak kullanılan dört şarj edilebilir pil sisteminin özelliklerini karşılaştırmaktadır.

Lityum-iyon ailesi, kobalt, manganez ve fosfat olan katot oksitleri tarafından adlandırılan üç ana pil tipine ayrılmıştır. Bu Li-ion sistemlerinin özellikleri şöyledir:

Lityum-iyon-kobalt veya lityum-kobalt (LiCoO) - Orta düzeyde yük kapasitesi ve mütevazı hizmet ömrü ile yüksek spesifik enerjiye sahiptir.

Lityum-iyon-manganez veya lityummanganez (LiMnO}) - Yüksek şarj ve deşarj akımları yeteneğine sahip, ancak düşük spesifik enerjiye ve mütevazı hizmet ömrüne sahiptir .

Lityum-iyon-fosfat veya lityum-

Fosfat (LiFePO}) - genellikle lityum-manganeze benzer şekilde kısaltılmış LiPo.İs; Nominal voltaj 3 ,3 V/hücredir; Uzun çevrim ömrü sunar, iyi bir güvenlik kaydına sahiptir, ancak diğer Li-ion sistemlerinden daha yüksek kendi kendine deşarj gösterir.

Bir başka lityum-iyon hücre türü, popüler *lityum-iyon-polimer veya Li-polimerdir.* Li-ion sistemleri isimlerini benzersiz katot malzemelerinden alırken, Li-polimer farklı bir mimariye sahip olarak farklılık gösterir. Hangi bir jelleştirilmiş elektrolit, anot ve katot arasındaki normal gözenekli ayırıcının yerini alır. Jelleşmiş elektrolit, diğer pil malzemelerinin elektriksel aktivitesini arttırmak için bir katalizör görevi görür.

7.13.2 Kurşun Asit Aküler

Günümüzde kullanılan kurşun asit akülerin çoğu, sıvının içinde bulunduğu bakım gerektirmeyen tiplerdir Elektrolit, pilin içinde sıvı veya jel şeklinde kapatılır. İki benzer tip kullanılır: *Sızdırmaz kurşun asit* (SLA*) ve valf regüle edilmiş kurşun asit (*VRLA). SLA piller yaklaşık 30 Ah'a kadar kapasiteye sahiptir. VRLA piller daha büyüktür ve 30 Ah ila birkaç bin Ah kapasiteye sahiptir. **Tablo** 7.4 kurşun asit pil sistemlerinin avantajlarını ve sınırlamalarını özetlemektedir.

Doğru voltaj limitini uygularken

Tablo 7.3
Yaygın Olarak Kullanılan Şarj Edilebilir Pillerin Özellikleri

Şartname	*Kurşun asit*	*NiCd*	*NiMH*	*Li-ion Kobalt*	*Li-ion Manganez*	*Li-ion Fosfat*
Spesifik enerji (Wh/kg)	30-50	45-80	60-120	150-190	100-135	90-120
İç direnç! (mo)	<100 12 V paketi	100-200 6 V paketi	200-300 6 V paketi	150-300 7.2V	25-75[2] Hücre başına	25-50[2] Hücre başına
Çevrim ömrü4 (%80 DoD)	200-300	10003	300-5003	500-1000	500-1000	1000-2000
Hızlı şarj süresi	8-16 h	1 h Tipik tipik	2-4 h	2-4 h	1 h veya daha az	1 h veya daha az
Aşırı şarj toleransı	Yüksek	İlımlı	Düşük	Düşük. Olamaz damlama şarj	Düşük. Olamaz damlama şarj.	Düşük. Olamaz damlama şarj.
Kendi kendine deşarj/ay (oda sıcaklığı)	5%	20%[5]	30%[5]	<10%[6]	<10%[6]	<10%[6]
Hücre voltajı (nominal)	2V	1.2V[7]	1.2V[7]	3.6 V8	3.8 V8	3.3V
Tepe yük akımı (en iyi sonuç)	5C[9] (0.2 C)	20 C (1 C)	5C (0.5 C)	> 3 C (< 1C)	> 30 C (< 10 C)	> 30 C (< 10 C)
Çalışma [1sıcaklığı, 0] (sadece deşarj)	-20 ila 60 ° C	-40 ila 60 ° C	-20 ila 60 ° C	-20 ila 60 ° C	-20 ila 60 ° C	-20 ila 60 ° C
Bakım gereksinimi	3-6 ay 11	30-60 gün	60-90 gün	Gerekli değil	Gerekli değil	Gerekli değil
Güvenlik gereksinimleri	Termal olarak stabil	Termal olarak stabil Sigorta koruması Ortak	Termal olarak stabil Sigorta koruması Ortak	Koruma devre zorunlu	Koruma devre zorunlu	Koruma devre zorunlu
Beri İn kullanımı	1800'lerin sonu	1950	1990	1991	1996	2006
Toksisite	Çok yüksek	Çok yüksek	Düşük	Düşük	Düşük	Düşük

Tablo notları:
[1]Bir pil takımının İnternal direnci miliamper-saat (mAh) derecesi, kablolama ve hücre sayısı ile değişir. Lityum-iyonun koruma devresi yaklaşık 100 mo ekler.
[2] 18650 hücre boyutuna dayanmaktadır. Hücre boyutu ve tasarımı iç direnci belirler. 3
Çevrim ömrü, bataryanın düzenli bakım almasına dayanır.
[4] Çevrim ömrü, deşarj derinliğine (DoD) dayanmaktadır. Sığ DoD döngü ömrünü artırır.
5 Kendiliğinden deşarj, şarjdan hemen sonra en yüksektir. NiCd ilk 24 saat içinde %10, daha sonra her 30 günde bir %10'a düşer. Yüksek sıcaklık kendiliğinden boşalmayı arttırır.
6 İnternal koruma devreleri tipik olarak ayda[7 depolanan enerjinin %3'ünü tüketir Geleneksel] voltaj 1.25 V;
1.2 Vis daha yaygın olarak kullanılır.
8 Düşük iç direnç, yük altındaki voltaj düşüşünü azaltır ve Li-ion genellikle 3.6 V/hücreden daha yüksek derecelendirilir. 3.7 V ve 3.8 V işaretli hücreler 3.6 V ile tam uyumludur.
9 Yüksek akım darbeleri yeteneğine sahip; İyileşmek için zamana ihtiyacı var.
[1]0 Sadece deşarj için geçerlidir; Şarj sıcaklığı daha sınırlıdır.
11 Bakım, sülfasyonu önlemek için eşitleme veya tepeleme yükü şeklinde olabilir (Tablo Cadex'in izniyle)

Kurşun asit sistemlerinin şarj edilmesi kritiktir ve şarj edildiğinde kapasite ile pilin dahili - malzemelerinin bakımı arasında bir uzlaşma olacaktır. Düşük bir şarj sınırı voltajı bataryayı koruyabilir, ancak bu düşük performansa ve negatif plaka üzerinde sülfasyon birikmesine neden olur. Yüksek voltaj sınırı performansı artırır, ancak pozitif plaka üzerinde geri dönüşü olmayan ızgara korozyonunu teşvik eder. Sıcaklık ayrıca voltaj eşiğini de değiştirir.

Kurşun asit hızlı şarj için kendini ödünç vermez ve tamamen doymuş bir şarj 14 ila 16 saat gerektirir. Sülfatlanmayı önlemek için pil her zaman tam şarj durumunda saklanmalıdır. Kurşun asit hafızaya tabi değildir, ancak uzun bir ömür elde etmek için doğru şarj ve float voltajları önemlidir (aşağıda şarj etme bölümünde seethe). Ni Cd, depolanan enerjisinin yaklaşık %40'ını üç ayda kaybederken, kurşun asit bir yıl içinde aynı miktarda kendini şarj eder.

Kurşun asit piller, costper-watt bazında ucuzdur, ancak daha az uygun olan derin bisiklet kullanımıdır. Tam deşarj gerginliğe neden olur ve her deşarj/şarj döngüsü, pili az miktarda kapasitenin kalıcı olarak çalmaktadır. Pil, nominal kapasitesinin %80'inin altına düştüğünde solma daha akut hale gelir. Deşarj derinliğine ve çalışma sıcaklığına bağlı olarak, derin çevrim uygulamaları için kurşun asit 200 ila 300 deşarj/şarj döngüsü sağlar.

Yüksek sıcaklık mevcut döngü sayısını azaltır. Kılavuz olarak, 25 ° C (77 ° F) optimum sıcaklığın üzerindeki her 8 ° C (13 ° F) artış, pil ömrünü yarıya indirir .

Kurşun asit piller 5 saatlik (0.2 C) ve 20 saatlik (0.05 C) deşarjda derecelendirilir ve pil yavaş boşaldığında en iyi performansı gösterir. Kurşun asit, sadece birkaç saniye boyunca yapıldığında birkaç C'lik yüksek darbe akımları sağlayabilir, bu da kurşun asidi bir *marş aküsü olarak çok uygun hale getirir.*

STARTER VE DEEP-CYCLE BATTERİES

Marş aküsü, anlık yüksek güç patlaması olan bir motoru krank etmek için tasarlanmıştır; Öte yandan, derin çevrim pil, sürekli güç sağlamak için üretilmiştir. Marş bataryası yüksek tepe gücü için üretilmiştir ve derin bisiklet sürmeyi iyi tolere etmez. Derin çevrim pil, ılımlı bir güç çıkışına sahiptir, ancak bisiklete binmeye izin verir.

Marş aküleri, amper cinsinden bir CCA derecesine ve çok düşük bir iç dirence sahiptir. Deepcycle piller Ah veya çalışma süresi dakika olarak derecelendirilmiştir. Bir marş bataryası, derin çevrimli bir batarya ile değiştirilemez ve - farklı dahili yapıları nedeniyle bunun tersi de geçerlidir. **Tablo** 7. **5,** derin döngü yapıldığında marş ve derin çevrim pillerin tipik ömrünü karşılaştırır.

EMICI CAM MAT (AGM) AGM, elektrolitin ince cam elyafların bir matında emildiği geliştirilmiş bir kurşun asit pilidir. Bu, pili dökülmez hale getirir. AGM çok düşük iç dirence sahiptir, yüksek akımlar sağlayabilir ve *bazen* derin bile olsa uzun hizmet sunar. Ayrıca yüksek ve düşük iyi ayağa kalkar

Sıcaklık ve düşük kendi kendine deşarj vardır. AGM, yüksek yük akımları için daha yüksek bir spesifik güç derecesine sahiptir ve geleneksel - kurşun asidinden daha hızlı şarj süreleri (beş kat daha hızlı) sağlar. AGM biraz daha düşük - spesifik enerjiye ve daha yüksek üretim maliyetine sahiptir.

AGM piller aşırı şarja karşı hassastır. - Sorunsuz bir şekilde 2,40 V/hücreye şarj edilebilirler, ancak float yükü 2,25 ila 2,30 V/hücreye düşürülmelidir ve yaz sıcaklıkları daha düşük voltajlar gerektirebilir. Su basmış kurşun asit için tasarlanmış otomotiv şarj sistemleri genellikle 14,40 V (2,40 V/hücre) sabit bir şamandıra voltaj ayarına sahiptir ve bir AGM pil ile doğrudan değiştirilmesi uzun bir sürüşte aşırı şarj ile sonuçlanabilir.

İsı, AGM ve diğer jelleşmiş elektrolit piller için bir sorun olabilir. Üreticiler, pil çekirdeği 49 ° C'ye (120 ° F) ulaştığında şarjın durdurulmasını önerir. Bununla birlikte, AGM piller, sülfasyonu önlemek için yeniden şarj edilmeden önce uzun süre depoda kalabilir .

7.13.3 Nikel Bazlı Piller

NİCKEL-CADMİUM (NiCd)

Standart NiCd en sağlam ve bağışlayıcı pillerden biri olmaya devam ediyor, ancak uzun ömürlülük elde etmek için uygun bakıma ihtiyaç duyuyor. Nikel bazlı piller ayrıca 1.25 ila 1.0 V/hücre arasında değişen düz bir deşarj eğrisine sahiptir. **Tablo 7.6,** NiCd pil sistemlerinin avantajlarını ve sınırlamalarını özetlemektedir.

NICKEL-METAL-HYDRIDE (NiMH) NiMH, standart Ni Cd'den %40 daha yüksek spesifik enerji sağlar, ancak belirleyici avantaj toksik metallerin bulunmamasıdır. NiMH ayrıca Li-ion'a göre iki büyük avantaja sahiptir: fiyat ve güvenlik. NiMH, AA ve AAA boyutlarında sunulmaktadır.

NiMH'nin dezavantajları yoktur. İt, Li-ion'dan daha düşük bir spesifik enerjiye sahiptir ve aynı zamanda ilk 24 saat içinde kapasitesinin yaklaşık %20'sini ve daha sonra ayda %10'unu kaybederek yüksek kendi kendine deşarjına sahiptir. Sanyo'dan Eneloop, GP'den ReCyko ve diğerleri gibi yeni NiMH türleri, kendi kendine boşalmayı altı kat azalttı ve depolama ömrünü bir miktar kapasitenin feda edilmesiyle aynı miktarda artırdı. **Masa** 7. 7, NiMH pil sistemlerinin avantajlarını ve

7.13.4 Lityum Bazlı Piller

Li-ion'un spesifik enerjisi Ni Cd'nin iki katıdır ve nikel sistemleri için 3 ,60 V ile karşılaştırıldığında 1,20 V'nin yüksek nominal hücre voltajı bu kazanıma katkıda bulunur. Yük özellikleri iyidir ve düz deşarj eğrisi, 3'ün arzu edilen bir voltaj spektrumunda depolanan enerjinin etkin bir şekilde kullanılmasını sağlar. 70 ila 2.80 V/hücre. Li-ion pillerin performansı değişir

Tablo 7.4
Kurşun Asit Pillerin Avantajları ve Sınırlamaları

Avantajları

İnexpensive ve üretimi basit; Watt-saat başına en düşük maliyet Olgun ve iyi anlaşılmış teknoloji; Güvenilir hizmet sağlar Düşük kendi kendine deşarj; Şarj edilebilir piller arasında en düşük
Yüksek deşarj akımları yeteneğine sahip yüksek spesifik güç

Sınırlamalar

Düşük spesifik enerji; Zayıf ağırlık-enerji oranı
Yavaş şarj; Tamamen doymuş şarj 14 saat sürer Her zaman yüklü durumda saklanmalıdır
Sınırlı döngü ömrü; Tekrarlanan derin döngü pil ömrünü azaltır Su dolu versiyon sulama gerektirir
Çevre dostu değil
Su basmış tipte ulaşım kısıtlamaları (Tablo Cadex'in izniyle)

Tablo 7.5
Starter ve Deep-Cycle Bataryaların Çevrim Performansı

Deşarj Derinliği	*Marş Bataryası*	*Derin çevrim Pil*
%100	*12-15* döngü	*150-200* döngü
50%	100-120 döngü	400-500 döngü
30%	130-150 döngü	1000 ve daha fazla döngü

(Tablo Cadex izniyle)

Tablo 7.6
NiCd Pillerin Avantajları ve Sınırlamaları

Avantajları Uzun süreli depolamadan sonra bile hızlı ve basit şarj
Yüksek sayıda şarj/deşarj döngüsü; sağlar
Uygun bakım ile 1000'den fazla şarj/deşarj döngüsü İyi yük performansı; Kaba ve affedici eğer istismar
Uzun raf ömrü; Boşaltılmış durumda saklanabilir
Basit depolama ve nakliye; Düzenleyici kontrole tabi değildir İyi düşük sıcaklık performansı
Ekonomik fiyatlı; NiCd, döngü başına maliyet açısından en düşüktür
Çok çeşitli boyut ve performans seçeneklerinde mevcuttur

Sınırlamalar Yeni sistemlerle karşılaştırıldığında nispeten düşük spesifik enerji Bellek etkisi; Periyodik tam deşarj ihtiyacı
Çevre dostu olmayan; Kadmiyum toksik bir metaldir ve çöplüklere atılamaz
Yüksek kendi kendine deşarj; Depolamadan sonra
yeniden şarj edilmesi gerekir (Tablo Cadex'in izniyle)

Tablo 7.7
NiMH Pillerin Avantajları ve Sınırlamaları

Avantajları Standart bir NiCd'den %30-40 daha yüksek kapasite NiCd'den daha az bellek eğilimi
Basit depolama ve nakliye; Düzenleyici kontrole tabi değildir Çevre dostu; Sadece hafif toksinler içerir
Nikel içeriği geri dönüşümü karlı hale getirir

Sınırlamalar Sınırlı hizmet ömrü; Derin deşarj servis ömrünü azaltır
Karmaşık şarj algoritması gerektirir
Hiçbir absorbe fazla ücret iyi; Damlama yükü düşük tutulmalıdır Hızlı şarj ve yüksek yüklü deşarj sırasında ısı üretir
Yüksek kendi kendine deşarj; Kimyasal katkı maddeleri kapasite pahasına kendi kendine deşarjı azaltır
Yüksek sıcaklıklarda saklanırsa performans düşer; Yaklaşık %40 şarj durumunda serin bir yerde saklanmalıdır
(Tablo Cadex izniyle)

Tablo 7.8
En Yaygın Kullanılan Dört Lityum İyon Pilin Özellikleri

Özellikler	*Li-kobalt LiCoO "(LCO)*	*Li-manganez LiMn, O, (LMO)*	*Li-fosfat LIFePO, (LFP)*	*NMC[1] IINİMnCoO,*
Voltaj (V)	3.60	3.80	3.30	3.60/3.70
Şarj limiti (V)	4.20	4.20	3.60	4.20
Çevrim ömrü 2	500-1000	500-1000	1000-2000	1000-2000
Çalışma sıcaklığı	Ortalama	Ortalama	İyi	İyi
Spesifik enerji (Wh/kg)	150-190	100-135	90-120	140-180
Özel Güç (C)	1	10, 40 nabız	35 sürekli	10
Güvenlik	Ortalama °	Ortalama °	Çok güvenli 4	Li-kobalt'tan daha
Termal runaway® (° C/° F)	150/302	250/482	270/518	210/410
Maliyet	Hammadde yüksek	Kobalt'tan %30 daha	Yüksek	Yüksek
Beri İn kullanımı	1994	1996	1999	2003

Tablo Notları
1 NMC (nikel-manganez-kobalt), NCM, CMN, CNM, MNC ve MCN temelde aynıdır. Ni, Mn ve Co'nun sırası çok[2] önemli değil Uygulama ve çevre döngü ömrünü yönetir; Rakamlar her zaman doğru uygulanmaz
3 Koruma devresi ve çoklu hücre paketinin hücre dengelemesi gerektirir. 1 veya 2 hücreli küçük formatlar için gereksinimler rahatlatılabilir
Hücre [4]dengeleme ve voltaj koruması gerekir
5 Tam şarjlı bir pil termal kaçak sıcaklığını yükseltir, kısmi şarj düşürür
(Tablo Cadex izniyle)

Katot malzemelerinin seçimine göre. **Tablo 7 ,8,** ortak Li-ion pil kimyalarının özelliklerini sunar ve **Tablo 7,9,** lityum-iyon pil sistemlerinin avantajlarını ve sınırlamalarını özetler.

Lityum-polimer, anot ve katot arasındaki mikro gözenekli bir ayırıcıda jelleşmiş bir elektrolit kullanır. Li-polimer bir yapı tekniğidir ve bir tür pil kimyası değildir, bu nedenle lityum pil kimyasının herhangi birine uygulanabilir. Çoğu Li-polimer pil paketi Li-kobalt'a dayanmaktadır. Li-polimerin şarj ve deşarj özellikleri diğer Li-ion sistemleriyle aynıdır ve bu kimya özel bir şarj cihazı gerektirmez.

Şekil 7.49 kurşun, nikel ve lityum bazlı sistemlerin spesifik enerjisini karşılaştırmaktadır. Li-kobalt, diğer sistemlerden daha yüksek kapasite açısından açık bir kazanan olsa da, bu sadece belirli enerji için geçerlidir. Spesifik güç ve termal stabilite açısından Li-manganez ve Li-fosfat üstündür.

7.13.5 Şarj yöntemleri

Şarj edilebilir pillerin performansı ve uzun ömürlülüğü büyük ölçüde şarj cihazının kalitesine bağlıdır. Kaliteli bir şarj cihazı seçmek, pil değiştirme maliyetleri ve düşük performans göz önüne alındığında önemlidir.

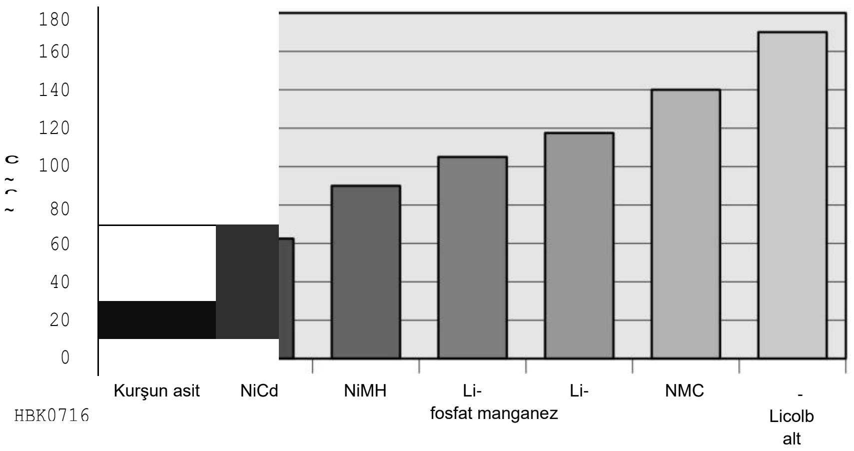
ŞARJ CIHAZLARI

Bu tartışma, bireysel hücreleri veya pilleri şarj etmek ve korumak için tasarlanmış üçüncü taraf şarj cihazlarına odaklanmaktadır. Bir şirket veya ajans ortamında ortak tipte birçok aküyü korumak için tasarlanmış filo şarj cihazları genellikle ekipman OEM tarafından sağlanır ve genellikle pil koşullandırma için özel özelliklere sahiptir.

Tablo 7.9
Li-ion Pillerin Avantajları ve Sınırlamaları

Avantajları	Yüksek spesifik enerji Nispeten düşük kendi kendine deşarj; NiCd ve NiMH Low bakımının yarısından daha azı. Periyodik deşarj gerekmez; hafıza yok
Sınırlamalar	Voltajı ve akımı sınırlamak için koruma devresi gerektirir
Kullanımda olmasa bile yaşlanmaya bağlı (yaşam süresi diğer kimyalara benzer)	Daha büyük miktarlarda nakliye yaparken nakliye düzenlemeleri geçerlidir

(Tablo Cadex izniyle)



Şekil 7.49 - Kurşun, nikel ve lityum bazlı pillerin tipik enerji yoğunlukları.

"Akıllı" şarj cihazları, aküye akım uygulamanın ötesinde değerli ek özellikler içerir. Sıcaklık koruması, pil sıcakken donma noktasının altında veya önerilen eşiklerin üzerinde şarj etmeyi yavaşlatmak veya önlemek için özellikle önemlidir. Gelişmiş kurşun asit şarj cihazları şamandırayı ayarlar ve sıcaklık ve pil yaşına göre şarj eşiklerini damlatır**. Tablo 7.10,** üçüncü taraf şarj cihazlarının türlerini özetlemektedir.

İki yaygın yük yöntemi vardır: voltaj sınırlaması (VL) ve akım sınırlaması (CL). Kurşun ve lityum bazlı şarj cihazları voltajı sabit bir eşikte kaplar. Kesme voltajına ulaşırken, pil doymaya başlar ve kalan şarjı kendi zaman çizelgesinde alırken akım düşer.

Tam şarj algılama akım belirlenen bir seviyeye düştüğünde oluşur.

Nikel bazlı piller kontrollü bir akımla şarj olur ve voltajın serbestçe dalgalanmasına izin verilir. Sabit bir yükselmeden sonra hafif bir voltaj düşüşü, tamamen şarj edilmiş bir bataryayı gösterir. Voltaj düşürme yöntemi hızlı bir şarjın sonlandırılmasında iyi çalışır, ancak şarj cihazı kısa veya uyumsuz hücreleri tespit etmeli ve korumalıdır. Çoğu şarj cihazı, sıcaklık güvenli bir seviyeyi aşarsa şarjı sonlandırmak için sıcaklık sensörleri içerir. (Bazı pillerde dahili sıcaklık sensörleri de vardır .)

Nikel bazlı piller tam şarja yaklaştıkça sıcaklık artışı normaldir. "Hazır" moddayken, pil oda sıcaklığına kadar soğumalıdır. Sıcaklık strese neden olur ve

Yüksek sıcaklığa uzun süre maruz kalmak pil ömrünü kısaltır. Genişletilmiş damlama şarjı, şarj cihazında sürekli olarak veya birkaç günden fazla bırakılmaması gereken nikel bazlı pillere de zarar verir.

Lityum bazlı bir pil şarj cihazında ısınmamalıdır ve bu durumda pil veya şarj cihazı arızalı olabilir. Li-ion şarj cihazları, damlama şarjı uygulamaz ve tam şarj olduğunda bataryayı elektriksel olarak ayırır. Batarya şarj cihazında kalırsa, açık devre voltajı belirlenmiş bir eşiğin altına düştüğünde bir şarj oluşabilir. Bir şarj cihazından Li-ion pilleri çıkarmak için gerekli değildir.

SIMPLE GUIDELİNES NE ZAMAN BİR ŞARJ CİHAZI SATIN

• Pil kimyası için doğru şarj cihazını kullanın. Çoğu şarj cihazı yalnızca bir kimyaya hizmet eder.

• Akü voltajı şarj cihazına uygun olmalıdır. Farklıysa şarj etmeyin.

• Bir pilin Ah derecesi, şarj cihazında belirtilenden biraz daha yüksek veya daha düşük olabilir. Daha büyük bir pilin şarj edilmesi daha küçük olandan daha uzun sürer ve bunun tersi de geçerlidir.

• Şarj cihazının amperajı ne kadar yüksek olursa, şarj süresi o kadar kısa olur, pilin ne kadar hızlı şarj edilebileceği sınırlarına tabidir.

• Doğru şarj sonlandırma ve doğru damlama şarjı pil ömrünü uzatır.

• Tamamen doymuş olduğunda, bir kurşun asit şarj cihazı daha düşük bir voltaja geçmelidir; Nikel tabanlı bir şarj cihazının damlama şarjı olmalıdır; Bir Li-ion şarj cihazı hiçbir damlama şarjı sağlamaz .

• Şarj cihazları, arızalı bir bataryada şarjı sonlandırmak için bir sıcaklık geçersiz kılma özelliğine sahip olmalıdır.

• Şarj cihazının ve bataryanın sıcaklığına dikkat edin. Kurşun asit piller şarj sırasında serin kalır; Nikel bazlı piller, sıcaklığı şarjın sonuna doğru yükseltir ve şarjdan sonra soğuması gerekir; Li-ion piller şarj boyunca serin kalmalıdır.

YAVAŞ ŞARJ CIHAZLARI

Bu tip şarj cihazı, pil bağlı olduğu sürece yaklaşık 0.1 C'lik (nominal kapasitenin onda biri) sabit bir akım uygular. Yavaş şarj cihazlarının tam şarj algılaması yoktur, şarj akımı her zaman uygulanır ve tamamen boşalmış bir batarya için şarj süresi 14 ila 16 saattir.

Tablo 7.10
Şarj cihazı özellikleri

Yazı	*Kimya*	*C oranı (C)*	*Zaman*	*Ücret Sonlandırma*
Yavaş	NiCd, Kurşun asit	0.1	14 h	Sürekli düşük şarj veya sabit zamanlayıcı.
Hızlı	NiCd, NiMH,	0.3-0.5	3-6 h	Fazla ücrete tabi. Şarj olduğunda pili çıkarın. Voltaj, akım, sıcaklık ile pil algılar, ve zaman aşımı zamanlayıcısı
Hızlı	Li-ion NiCd,	1	1 + h	Daha hızlı servis ile hızlı şarj cihazı ile aynı
Ultra	NiMH, Li-ion	1-10	10-60 dk	%70 SoC'ye ultra hızlı şarj uygular; Özel pillerle sınırlı

0 ° C ila 45 ° F (32 ° F ila 113 ° F) aralığında belirtilen tüm değerler (Tablo Cadex izniyle)

Çoğu yavaş şarj cihazının "hazır" göstergesi yoktur.

Tam olarak şarj edildiğinde, yavaş bir şarj cihazı NiCd pilleri dokunulduğunda ılık tutar. Bazı aşırı şarj kabul edilebilir ve hazır olduğunda pilin hemen çıkarılması gerekmez. Pili şarj cihazında bırakmak, NiCd pillerde "bellek etkilerine" yol açan dahili kristal büyümesine neden olabilir.

Şarj cihazı için belirtilenden daha düşük bir Ah derecesine sahip bir pilin şarj edilmesi, daha yüksek şarj oranı nedeniyle tam şarja yaklaşırken pilin ısınmasına neden olur. Yavaş şarj cihazlarının akımı düşürmek veya şarjı sonlandırmak için hiçbir hükmü olmadığından, aşırı ısı pilin ömrünü kısaltacaktır.

Bunun tersi, yavaş bir şarj cihazı, -derecelendirildiğinden daha büyük bir pili şarj ederken ortaya çıkabilir. Bu durumda, pil asla tam şarja ulaşamayabilir ve soğuk kalabilir. -Yetersiz şarj nedeniyle pil performansı düşük olacaktır. Tekrarlanan kısmi şarj da kristal büyümesine ve hafıza etkilerine neden olabilir.

RAPID ŞARJ CIHAZLARI

Yavaş ve hızlı şarj cihazı arasında kalan hızlı şarj cihazı, nikel ve lityum bazlı piller için tasarlanmıştır. Özel olarak tasarlanmadıkça, hızlı şarj cihazı her iki pil tipine de hizmet veremez.

Hızlı şarj cihazları, tamamen boşalmış pilleri ve pil takımlarını 3 ila 6 saat içinde şarj etmek için tasarlanmıştır. Tam şarja ulaşıldığında, şarj cihazı "hazır" duruma geçer. Çoğu hızlı şarj cihazı sıcaklık koruması içerir.

HIZLI ŞARJ CIHAZLARI

Hızlı şarj cihazı tipik olarak **1** C hızında şarj uygular, böylece tamamen boşalmış bir pil 1 saatten biraz fazla bir sürede şarj edilir. Pil tam şarja yaklaştığında, şarj cihazı şarj akımını azaltabilir (özellikle NiCd için) ve pil tamamen şarj olduğunda, şarj cihazı bir damlama veya bakım şarj moduna geçer.

Çoğu nikel bazlı hızlı şarj cihazı NiCd ve NiMH pilleri barındırır ve aynı şarj algoritmasını uygular, ancak Li-ion pilleri şarj edemez. Bir Li-ion paketine hizmet vermek için, özel çift modlu şarj cihazları, doğru şarj cihazı ayarına geçmek için pil üzerindeki bir güvenlik kodunu okuyabilir.

Kurşun asit piller hızlı şarj edilemez ve "hızlı şarj" terimi kurşun asit şarj cihazları için yanlış bir isimdir. Çoğu kurşun asit şarj cihazı pili 14 saat içinde şarj eder; Daha yavaş olan her şey bir uzlaşma olabilir. Kurşun asit, kalan süreyi tüketen önemli doygunluk yükü ile tam şarjın %70'ine nispeten hızlı bir şekilde şarj edilebilir. Yüksek oranda kısmi şarj, pilin sülfasyonu önlemek için birkaç haftada bir tamamen doymuş bir şarj alması şartıyla kabul edilebilir.

ULTRA HIZLI ŞARJ CIHAZLARI

Büyük NiCd ve Li-ion piller olabilir Tam şarjın %70'ine kadar çok yüksek bir oranda (10 C tipiktir) şarj edilir. Ultra hızlı şarj pilleri zorlar. Mümkünse, pili daha ılımlı bir akımda şarj edin. Ultra hızlı bir şarj cihazı, şarj gereksinimlerini optimize etmek için kullanıcı tarafından seçilebilir fiyatlar sunmalıdır.

10C'lik bir hızda, bir pil birkaç dakika içinde şarj edilebilir, ancak birkaç koşul gözlenmelidir:

- Pil, ultra hızlı bir şarjı kabul edecek şekilde tasarlanmalıdır.
- Ultra hızlı şarj sadece ilk şarj aşamasında geçerlidir ve %70 şarj durumu (SoC) eşiğine ulaşıldığında şarj akımı düşürülmelidir.
- Bir paketteki tüm hücreler dengeli ve iyi durumda olmalıdır. Yüksek iç dirence sahip eski piller ısınır ve artık ultra hızlı şarj için uygun değildir.
- Ultra hızlı şarj sadece orta sıcaklıklarda yapılabilir. Düşük sıcaklıklar kimyasal reaksiyonu yavaşlatır ve absorbe edilmemiş enerji gaz ve ısı birikimi ile sonuçlanır.
- Şarj, pilin aşırı gerilmesi durumunda şarjı sonlandırmak için sıcaklık telafisi ve diğer güvenlik hükümlerini içermelidir.

Bir USB PORTUNDAN CHARGNG

Evrensel seri veri yolu (USB) arayüzü bilgisayarlarda ve tüketici elektroniğinde her yerde bulunur hale geldi. Radyo cihazlarında giderek daha fazla kullanılmaktadır. USB arabirimi için bir çizim ve pin bağlantıları **Bileşen Verileri ve Referanslar** bölümünde mevcuttur.

USB hub'ları 5 V ve 500 mA akım sağlayacak şekilde belirtilmiştir. (Yüksek akım şarj portları 2.0 A'ya kadar tedarik edebilir) Bu, küçük bir Li-ion pilini şarj etmek için yeterli olsa da, diğer cihazlar takılıysa göbeği aşırı yükleyebilir. Birçok hub akımı sınırlar ve aşırı yüklenirse kapanır, bu nedenle şarj kapasitesi oldukça sınırlıdır .

En yaygın USB şarj cihazları tek hücreli Li-ion piller için tasarlanmıştır. Yük, 4.20 V/hücreye sabit bir akım yükü ile başlar, bu noktada voltaj seviyeleri kapanır ve akım azalmaya başlar. USB kablosu ve şarj devresindeki voltaj düşüşleri nedeniyle, hub pili tam olarak şarj edemeyebilir. Bu, bir Li-ion bataryaya zarar vermez, ancak beklenenden daha kısa çalışma süreleri sunar.

CHARGİNG KURŞUN ACID

Kurşun asit piller, **Şekil 7.50'de gösterildiği gibi üç aşamada şarj edilmelidir:**
1 - sabit akım yükü
2 - doldurma ücreti
3 - float şarj

Sabit akım yükü, yükün büyük kısmını uygular ve gerekli şarj süresinin yaklaşık yarısını alır. Üst yük daha düşük bir yük akımında devam eder ve doygunluk sağlar. Şamandıra Şarj, kendiliğinden boşalmanın neden olduğu kaybı telafi eder.

Sabit akım şarjı sırasında pil 5 ila 8 saat içinde %70 SoC'ye şarj olur ve kalan %30'u başka bir süreye dayanan daha yavaş üst şarj ile sağlanır mı? 10 saate kadar. Üst şarj, bataryanın refahı için gereklidir. Üst şarj işlemi yapılmazsa, pil sonunda tam şarj kabul etme yeteneğini kaybedecek ve sülfasyon nedeniyle performans düşecektir. Float şarj, bataryayı tam şarjda tutar.

Doldurma şarjına geçiş, pil ayarlanan voltaj sınırına ulaştığında gerçekleşir. Pil doymaya başladığında akım düşmeye başlar ve akım nominal akımın %3'üne düştüğünde tam şarja ulaşılır. Yüksek sızıntılı bir pil asla bu seviyeye ulaşamayabilir ve şarj sonlandırmasına başlamak için bir zamanlayıcı gereklidir.

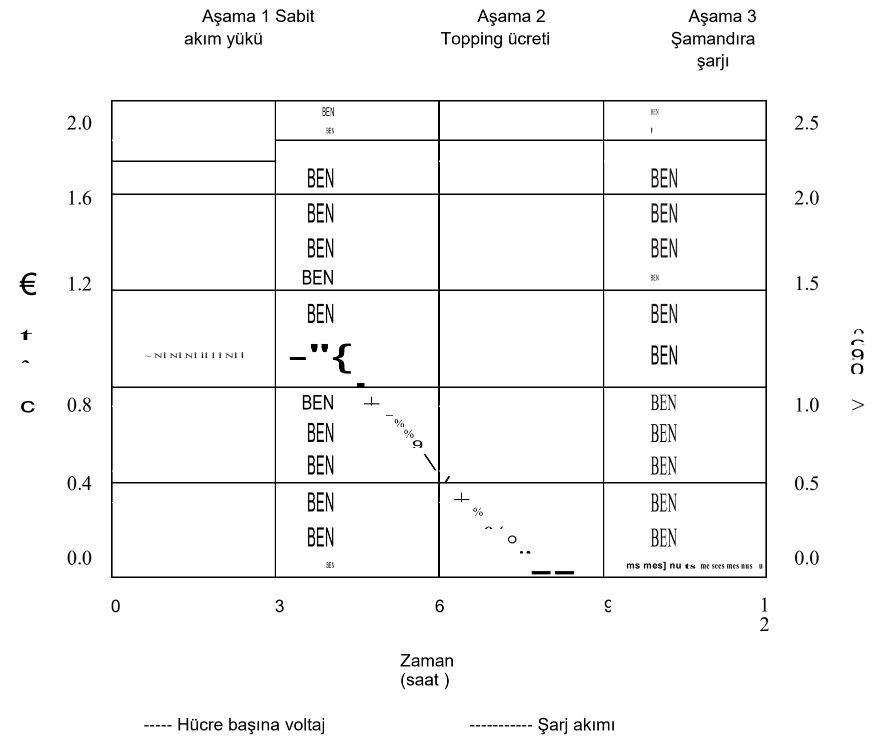
Şarj voltajının doğru ayarlanması, hücre başına 2,3 ila 2,45 V arasında değişen kritiktir. Eşik, maksimum kapasiteye şarj etme ile iç korozyon ve gazlama oluşturma arasında bir uzlaşma olarak seçilir. Pil voltajı da sıcaklıkla birlikte değişir, daha sıcak sıcaklıklar biraz daha düşük voltaj eşikleri gerektirir. Değişken voltaj eşikleri şarj cihazında mevcut değilse, güvenlik için daha düşük bir voltaj eşiği kullanmak daha iyidir.

Doygunluk boyunca tamamen şarj edildikten sonra, pil 48 saatten fazla bir süre boyunca tepe voltajında durmamalı ve *şamandıra voltaj* seviyesine düşürülmelidir. Bu, özellikle sızdırmaz sistemler için kritik öneme sahiptir, çünkü ısıtma ve gaz (hidrojen) üretimi nedeniyle su basmış tipten daha az aşırı şarjı tolere edebilirler. Çoğu kurşun asit pilin önerilen şamandıra voltajı 2.25 ila 2.27 V/hücredir. Üreticiler, 29 ° C'nin (85 ° F) üzerindeki ortam sıcaklıklarında şamandıra şarjının düşürülmesini önerir. Tüm şarj cihazları float şarj özelliğine sahip değildir. Şarj cihazı tepe voltajında kalırsa ve 2.30 V/hücrenin altına düşmezse, şarj cihazını maksimum 48 saat şarj ettikten sonra çıkarın.

Yaşlanan piller, hücreler arasında dengesizlikler geliştirir ve bu da zayıf hücrelerden aşırı şarj ve gazla sonuçlanabilir. Bu aynı zamanda güçlü bir hücrenin az şarj edilmesine ve sülfasyon gelişmesine neden olabilir. Bazı pil üreticileri, hücre dengesizliğini telafi eden hücre dengeleme cihazları geliştirmiştir.

Kurşun asit piller her zaman şarj edilmiş bir durumda saklanmalıdır. Voltajın 2.10 V/hücrenin altına düşmesini önlemek için altı ayda bir doldurma şarjı uygulanmalıdır. AGM ile bu gereksinimler biraz rahatlatılabilir.

Depolama sırasında açık devre voltajının (OCV) ölçülmesi, pilin şarj durumunun (SoC) güvenilir bir şekilde gösterilmesini sağlar. Bir voltaj 2.10 Vat oda sıcaklığı yaklaşık %90 bir ücret gösterir. (Bu eşdeğerdir



Şekil 7.50 - Bir kurşun asit pilin şarj aşamaları. Pil, akım önceden belirlenmiş bir seviyeye düştüğünde veya 2. aşamada olduğunda tamamen şarj edilir. Şamandıra voltajı tam şarjda azaltılmalıdır. (Cadex tarafından)

Tipik bir altı hücreli "12 V" kurşun asit pil için 12.6 V.) Böyle bir pil iyi durumdadır ve kullanmadan önce sadece kısa bir tam şarj gerektirir. OCV daha düşükse, sülfasyonu önlemek için pil şarj edilmelidir. Soğuk sıcaklıklar OCV'yi hafifçe arttırır ve ılık sıcaklıklar düşürür. Şarjın etkilerinin dağılmasını sağlamak için pil birkaç saat dinlendikten sonra OCV'yi SoC göstergesi olarak kullanın.

CHARGİNG KURŞUN ACID BATTERİES İÇİN SIMPLE GUIDELİNES

• İyi havalandırılan bir alanda şarj edin. Şarj sırasında oluşan hidrojen gazı patlayıcıdır .

• Su basmış, jel ve AGM piller için uygun şarj programını seçin. Üreticinin voltaj eşikleri özelliklerini takip edin.

• Sülfasyonu önlemek için her kullanımdan sonra kurşun asit pilleri şarj edin. Düşük ücret koşullarında saklamayın.

• Su basmış pillerin plakaları her zaman - tamamen elektrolit içine batırılmalıdır. Plakalar iflow kapsayacak şekilde damıtılmış veya de-iyonize su ile pil doldurun. Asla elektrolit eklemeyin .

• Şarj edildikten sonra su seviyesini tasarlanan seviyeye kadar doldurun. Boşalmış bir bataryanın aşırı doldurulması taşma ve asit dökülmesine neden olabilir .

tam şarj.

• Ortam sıcaklığı 29 ° C'den (85 ° F) yüksekse şamandıra yükünü azaltın.

• Kurşun asit bataryanın donmasına izin vermeyin ve asla donmuş bir bataryayı şarj etmeyin.

• 49 ° C'nin (120 ° F) üzerindeki sıcaklıklarda şarj etmeyin.

CHARGİ NICKEL-CADMİUM

Pil üreticileri, yeni Ni Cd pillerin kullanımdan önce 16 ila 24 saat boyunca yavaş şarj edilmesini önerir. Yavaş şarj, bir pil takımındaki tüm hücreleri eşit şarj seviyesine getirir. Bu önemlidir, çünkü NiCd pilindeki her hücre kendi kendine deşarj olabilir. Ayrıca, uzun depolama sırasında elektrolit, hücrenin dibine doğru çekilme eğilimindedir ve ilk damlama yükü, ayırıcı üzerindeki kuru lekeleri ortadan kaldırmak için elektrolitin yeniden dağıtılmasına yardımcı olur. Hücreler birkaç şarj/deşarj döngüsünden sonra optimum performansa ulaşacaktır.

Tam şarj Algılama Sıcaklığa göre

Mühürlü nikel bazlı pillerin tam şarjlı tespiti, kurşun asit ve lityum iyon sistemlerinden daha karmaşıktır. Düşük maliyetli şarj cihazları genellikle hızlı şarjı sonlandırmak için sıcaklık algılama kullanır, ancak bu yanlış olabilir

İç ve dış sıcaklık farklılıkları nedeniyle. Şarj cihazı üreticileri sıcaklık kesintisi olarak 50 ° C (122 ° F) kullanırlar 45 ° C'nin (113 ° F) üzerindeki herhangi bir uzun süreli sıcaklık zararlı olsa da, şarj cihazı "hazır" duruma geçtiğinde sıcaklık hızla düşerse, kısa bir süre kabul edilebilir .

Bazı mikroişlemci kontrollü şarj cihazları, "hazır" durumunu tetiklemek için şarjın sonuna doğru hızlı sıcaklık artışını kullanarak zamanla sıcaklık artışını algılar. Buna delta *zaman boyunca delta sıcaklığı* veya dV/dt denir. Dakikada 1 ° C (1.8 ° F) şarj işlemini sonlandırır. Bu, pili daha serin tutar, ancak sıcaklığın gerekli oranda artması için hücrelerin makul derecede hızlı şarj edilmesi gerekir. 60 ° C (140 ° F) mutlak sıcaklık, herhangi bir koşulda şarjı sonlandırır .

Sıcaklığa dayanan şarj cihazları, şarj cihazına tam olarak şarj edilmiş piller takıldığında, her kullanım arasında şarj cihazında elde tutulan bir radyo kalması gibi zararlı aşırı şarjlara neden olur. Bu, şarj cihazının SoC göstergesi olarak voltaj kullandığı Li-ion pillerde geçerli değildir.

Tarafından tam şarj Algılama Voltaj imzası

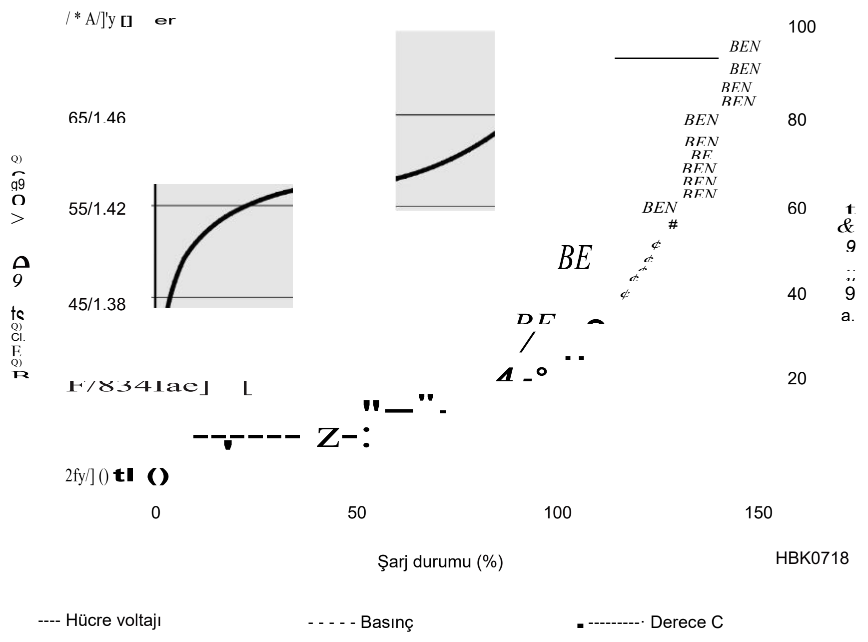
Gelişmiş şarj cihazları, negatif *delta V veya* NDV olarak adlandırılan, tanımlanmış bir voltaj imzası veya zamanla profil oluştuğunda şarjı sonlandırır. Bu, nikel bazlı piller için sıcaklık bazlı yöntemlerden daha hassas tam şarj tespiti sağlar. Tam şarja ulaşıldığında pil voltajı düştüğünde şarj sonlandırılır. NDV, sıcaklık - kontrolü için dahili bir termistör içermeyen ve tam şarjlı pillerin aşırı şarj edilmesini önleyen NiCd hücreleri için önerilen yöntemdir. NDV, voltajda güvenilir bir şekilde ölçülebilir bir değişiklik üretmek için en az 0,5 C'lik bir şarj oranı gerektirir ve hızlı şarj ile en iyi şekilde çalışır. 1 C'lik bir şarj oranında, tamamen boşalmış bir pil yaklaşık bir saat içinde şarj edilir.

Şekil 7.51, bir şarj Ni Cd pilinin hücre voltajı, basıncı ve sıcaklığı arasındaki ilişkiyi göstermektedir. Yaklaşık %70 SoC'ye kadar pil, sağlanan enerjinin neredeyse tamamını kabul eder (şarj *verimliliği denir).* %70'in üzerinde, pil şarjı kabul etme kabiliyetini kaybeder, gaz üretmeye başlar, böylece basınç yükselir ve sıcaklık hızla artar.

Ultra yüksek kapasiteli Ni Cd piller, **1 C'de şarj edilirken standart pillerden daha fazla ve daha yüksek** iç dirençleri nedeniyle daha yüksek oranlarda ısınma eğilimindedir. İlk şarj sırasında yüksek akım uygulamak ve daha düşük bir oranda sivriltmek, tüm nikel bazlı pillerle iyi sonuçlar elde eder ve sıcaklık artışını azaltır.

Bazı şarj cihazları, gazların yeniden birleşip alçalmasına neden olacak bir deşarj darbesi üretmek için bir yük uygulayarak bir şarj bataryasını "geğirebilir"

oluşumu yaklaşan bir göstergesidir



Şekil 7.51 - NiCd **hücresinin şarj özellikleri. %70'in üzerinde şarj durumu, sıcaklık ve hücre basıncı hızla yükselir. NiMH benzer şarj özelliklerine sahiptir. (Cadex tarafından)**

İç baskı. Sonuç, geleneksel de şarjdan daha soğuk ve daha etkili bir şarjdır. Darbe şarjı kurşun ve lityum bazlı sistemler için geçerli değildir.

Tam şarjdan sonra, Ni Cd pil, kendi kendine boşalmayı telafi etmek için 0.05 C ile 0.1 C arasında bir damlama şarjı alır. Olası aşırı şarjı önlemek için, damlama şarjı mümkün olan en düşük hızda yapılmalı ve piller birkaç günden fazla bir süre sonra şarj cihazından çıkarılmalıdır.

CHARGİ NIÇEL-METAL-HYDRIDE

NiMH için şarj algoritması, NiMH'nin daha karmaşık olması haricinde NiCd'ye benzer. - Tam şarjı ölçmenin NDV yöntemi zorludur, çünkü tam şarjda voltaj düşüşü çok küçüktür - yaklaşık 5 m V/hücre. Sonuç olarak, modem şarj cihazları, çeşitli voltaj ve sıcaklık ölçüm yöntemlerini, pil durumuna bağlı olarak tepki veren bir kompozit algoritmaya birleştirir.

Bazı gelişmiş şarj cihazları 1 C'de ilk hızlı şarj uygular. Belirli bir voltaj eşiğine ulaştıktan sonra, pilin soğumasını sağlamak için birkaç dakika dinlenir. Şarj daha sonra şarj tam şarj ilerledikçe daha düşük akımlarda devam eder. Bu, "kademeli diferansiyel şarj'olarak bilinir ve tüm nikel bazlı piller için iyi çalışır ve temel şarj cihazlarının yaklaşık %6 üzerinde ekstra bir kapasite elde eder. Bu yöntemin bir dezavantajı, pildeki hızlı şarj stresinin genel pil ömrünü %10 ila 20 oranında kısaltmasıdır.

NiMH aşırı şarjı iyi absorbe edemez ve damlama şarj akımı yaklaşık 0.05 C ile sınırlı olmalıdır. Karşılaştırma, 0.1 C'de bir temel NiCd şarj cihazı damlama ücretleri. Bu daha yüksek damlama şarjı ve hassas tam şarj algılama ihtiyacı, temel Ni Cd şarj cihazlarını - NiMH piller için uygun olmayan hale getirir. Öte yandan, NiCd hücreleri NiMH şarj cihazında daha düşük damlama şarj oranında şarj edilebilir.

NiMH piller için yavaş şarj kullanılmamalıdır. 0.1 ila 0.3 C şarj hızında, voltaj ve sıcaklık profilleri tam şarjı doğru bir şekilde ölçmeyi çok zorlaştırır, böylece şarj cihazı bir zamanlayıcıya bağlı olmalıdır. - Özellikle kısmen veya tamamen şarj edilmiş pilleri şarj ederken sabit bir zamanlayıcı kullanıldığında zararlı aşırı şarj meydana gelecektir. Aynı şey, eski pilleri azaltılmış kapasite ile şarj etmek için de geçerlidir.

İnexpensive şarj cihazları, tam şarjı doğru bir şekilde algılamadaki zorluk nedeniyle yanlış şarj etmeye eğilimlidir. Tamamen şarj olduklarını düşündüğünüzde pilleri şarj cihazından çıkarın. Yüksek şarj oranları için, pilleri dokunmaya sıcak olduklarında çıkarın. İt, pilleri çıkarmak ve kullanmadan önce şarj etmek, aşırı şarj ve hasar görebilecekleri şarj cihazında bırakmaktan daha iyidir.

SIMPLE GUIDELİNES ON CHARGİNG NICKEL-BASED BATTERİES HAKKINDA

• Yüksek veya dondurucu sıcaklıklarda şarj etmeyin; Oda sıcaklığı en iyisidir.

• Pillerin ısınmasına izin veren şarj cihazları kullanmayın; Dokunulduğunda ısındığında pilleri çıkarın.

• Nikel bazlı piller en iyi şekilde hızlı şarj edilir .

• NiMH şarj cihazları NiCd pilleri şarj edebilir, ancak tersi geçerli değildir.

• Yüksek şarj akımı veya yaşlanan bir bataryada aşırı şarj, ısı birikmesine neden olabilir.

• Doğru damlama şarjı olsa bile, şarj cihazında uzun süre nikel bazlı bir pil bırakmayın. Kullanmadan önce kısa bir şarjı çıkarın ve uygulayın.

• Nikel ve lityum bazlı piller farklı şarj algoritmaları gerektirir ve farklı kimyasallar arasında geçiş yapmadığı sürece aynı şarj cihazını paylaşamaz.

CHARGİNG LITHİUM-İON

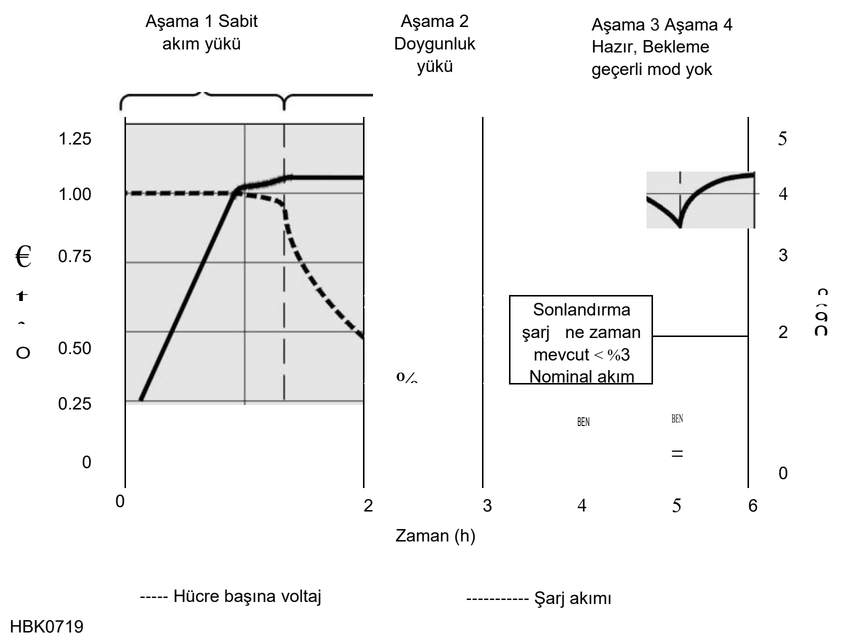
Li-ion şarj cihazı, kurşun asit sistemine benzer bir voltaj sınırlayıcı cihazdır. Fark, hücre başına daha yüksek bir voltaj, daha sıkı voltaj toleransı ve tam şarjda damlama veya float şarjının olmamasıdır. Li-ion aşırı şarj kabul edemez - herhangi bir ekstra şarj strese neden olur.

Çoğu Li-iyon hücresi, ± 50 m V/hücre toleransı ile 4.20 V/hücreye şarj olur. **Şekil 7.52,** lityum-iyon sabit akım ve tepe yükü için aşamalardan geçerken voltaj ve akım imzasını göstermektedir. Tipik bir tüketici Li-ion pilinin şarj oranı Aşama 1'de 0,5 ila 1 C arasındadır ve şarj süresi yaklaşık üç saattir. Üreticiler, 18650 hücresinin 0,8 C veya daha düşük bir sıcaklıkta şarj edilmesini önerir. Şarj işlemi sırasında hücre serin kalmalıdır, ancak tam şarj olduğunda birkaç derecelik hafif bir sıcaklık artışı olabilir. Tam şarj, pil voltaj eşiğine ulaştığında ve akım nominal akımın %3'üne düştüğünde veya şarj akımı sabit bir değere ulaştığında ve daha fazla azalmazsa oluşur. İkincisi, yüksek kendi kendine deşarj nedeniyle olabilir.

Li-ion'un, kurşun asitte olduğu gibi tam olarak şarj edilmesi gerekmez, ne de bunun yapılması istenmez. Aslında, pili zorlamamak için tam olarak şarj etmemek daha iyidir. Daha düşük bir voltaj eşiği seçmek veya doygunluk şarjını ortadan kaldırmak, pil ömrünü azaltılmış çalışma süresi pahasına uzatır. Doygunluk aşaması olmadan, pil genellikle kapasitenin yaklaşık %85'ine kadar şarj edilir.

Şarj sonlandırıldığında, pil voltajı düşmeye başlar ve bu voltaj stresini azaltır. Zamanla, açık devre voltajı (OCV) 3.60 ila 3.90 V/hücre arasında olacaktır. Tamamen doymuş bir şarj alan bir pil, yüksek voltajı hızlı şarj edilmiş ve doygunluk şarjı olmadan sonlandırılmış bir pilden daha uzun süre tutacaktır.

Operasyonel hazırlık için şarj cihazında bir lityum-iyon pil bırakılmalıdır, bazı şarj cihazları



Şekil 7.52 - Lityum iyonunun şarj aşamaları. Li-ion, akım önceden belirlenmiş bir seviyeye düştüğünde veya Aşama 2'nin sonunda yükseldiğinde tamamen şarj edilir. Damlama şarjı yerine, bazı şarj cihazları voltaj 4.05 V/hücreye düştüğünde (Aşama 4) bir tepeleme şarjı uygular. (Cadex tarafından)

Pilin küçük kendiliğinden boşalmasını ve koruyucu devresini telafi eder. İt, akü voltajının 4.00 V/hücreye düşmesine ve daha sonra voltaja bağlı stresi azaltmak ve pil ömrünü uzatmak için 4.05 V/hücreye şarj edilmesine izin vermek için yaygındır. Pille çalışan cihazlar pillerini şarj ederken kapatılmalıdır. Aksi takdirde, cihazın parazitik yükü şarj cihazını karıştırabilir, şarj döngüsünü bozabilir ve pili zorlayabilir.

Aşırı şarj Lityum-iyon

Lityum-iyon sistemleri, belirlenen çalışma voltajları içinde güvenli bir şekilde çalışır; Bununla birlikte, pil, belirtilenden daha yüksek bir voltaja yanlışlıkla şarj edilirse kararsız hale gelir. 4.30 V/hücrenin üzerindeki uzun süreli şarj, anot üzerindeki metalik lityum kaplamasını oluştururken, katot malzemesi bir oksitleyici madde haline gelir, stabilitesini kaybeder ve CO, üretir. Hücre basıncı, iç *akım kesme cihazı (CID)* 1380 kPa'da (200 psi) akımı kesene kadar yükselir.

Basınç daha da yükselirse, bir güvenlik membranı 3450 kPa'da (500 psi) açılır ve hücre sonunda alevle havalandırılabilir. Batarya tamamen şarj olduğunda termal kaçak daha düşük hareket eder; Li-kobalt için bu eşik 130-150 ° C (266-302 ° F), fornickel-manganez-kobalt (NMC) 170-180 ° C (338-356 ° F) ve manganez 250 ° C (482 ° F) arasındadır. Li-fosfat benzer ve daha iyi sıcaklık kararlılıklarına sahiptir

manganez yerine.

Lityum-iyon, aşırı şarj edildiğinde güvenlik tehlikesi olan tek pil değildir. Kurşun ve nikel bazlı pillerin de erimesi ve yanlış kullanıldığında yangına neden olduğu bilinmektedir. Düzgün tasarlanmış şarj ekipmanı tüm batarya sistemleri için çok önemlidir.

SIMPLE GUIDELİNES FOR CHARGİNG LITHİUM-BASED BATTERİES

- Şarj olurken pille çalışan bir cihaz kapatılmalıdır.
- Orta sıcaklıkta şarj edin. Donma noktasının altında şarj etmeyin.
- Lityum-iyonun tam olarak şarj edilmesi gerekmez; Kısmi yük daha iyidir.
- Şarj cihazları "hazır" gösterge için farklı yöntemler kullanır ve her zaman tam şarj göstermeyebilir.
- Pil aşırı ısınırsa şarj cihazı ve/veya pil kullanmayı bırakın.
- Depolamayı uzatmadan önce, bir paketi yaklaşık yarı şarja getirmek için biraz şarj uygulayın .

CEZANIN ÖZETİ

Pillerin kendine özgü **ihtiyaçları vardır ve Table7.11, bu** ihtiyaçların doğru kullanım ile nasıl karşılanacağını açıklar. Pil aileleri arasındaki benzerlikler nedeniyle, sadece kurşun, nikel ve lityum sistemleri kapsanmaktadır. Bu yönergelerle birlikte, üç basit kuralı izleyerek pil ömrünü uzatabilirsiniz: pili saklayın

Orta sıcaklıklarda, deşarj seviyesini ve oranını kontrol edin ve pili kötüye kullanmaktan kaçının.

7.13.6 Deşarj Yöntemleri

C-RATE

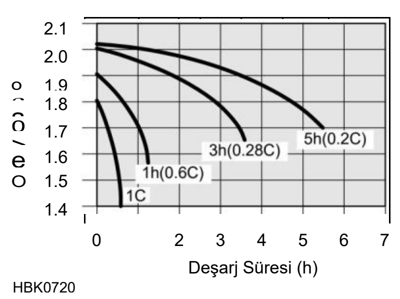
Coulomb'un tanımına göre, 1 amperlik bir akım, saniyede 1 coulomb (C) yük akışıdır. Bugün, batarya endüstrisi bir bataryanın şarj ve deşarj akımını ölçeklendirmek için C-rate kullanıyor.

Çoğu taşınabilir pil 1 C'de derecelendirilmiştir, yani **1 C'de boşaltılan 1000 mAh pil** ideal koşullar altında 1 saat boyunca bir akım sağlamalıdır. 0.5 C'de aynı pil deşarjı 2 saat boyunca 500 mA sağlar, Ve 2 C'de, 1000 mAh batarya 30 dakika boyunca 2000 mA verecektir. Ben Cisalsoknownasaone-hourdischarge; 0.5 C iki saatlik bir deşarjdır, 2 C yarım saat deşarjıdır, vb.

Bir pilin kapasitesi - bir pilin tutabileceği enerji miktarı - bir *pil analizörü ile ölçülebilir.* Analizör, bataryayı kalibre edilmiş bir akımda boşaltırken, belirtilen son şarj voltajına ulaşmak için gereken süreyi ölçer. 1000 mAh pil 1 saat boyunca 1000 mA sağlayabilirse, pilin nominal enerji derecesinin %100'üne ulaşılır. Deşarj belirtilen voltaja ulaşmadan önce sadece 30 dakika sürerse, pil nominal değerinin %50'sine sahiptir.

Bir pili farklı oranlarda boşaltırken, daha yüksek bir C hızı, iç direnç nedeniyle enerjinin bir kısmını bir yüke akım olarak vermek yerine ısıya dönüştüren daha düşük bir kapasite okuması üretecektir. Daha düşük C-oranı deşarjları daha yüksek bir kapasite üretecektir.

Örneğin, makul derecede iyi bir kapasite derecesi elde etmek için, üreticiler genellikle kurşun asit pilleri 0.05 C'de veya 20 saatlik bir deşarj olarak değerlendirir**. Şekil 7.53, bir** kurşun asit pilin C-rate cinsinden ifade edilen çeşitli yüklerdeki deşarj sürelerini göstermektedir.



Şekil 7.53 - Kurşun asidin C hızının bir fonksiyonu olarak tipik deşarj eğrileri. Daha küçük piller 1 C deşarjda derecelendirilmiştir oranı. Halsiz davranış nedeniyle, kurşun asit 0,2 C (5 saat) ve 0,05 C (20 saat) olarak derecelendirilmiştir. (Cadex tarafından)

Tablo 7.11

Sık sorulan en iyi şarj yöntemleri

Soru	*Kurşun Asit (Mühürlü, su basmış)*	*Nikel Bazlı (NiCd ve NiMH)*	*Lityum-iyon (Li-iyon, Polimer)*
Yeni bir bataryayı nasıl hazırlamalıyım?	Batarya tamamen şarj oluyor. Tepeleme ücreti uygula	Şarj 14-16 h. Hazırlama gerekebilir.	Kullanmadan önce bir üst şarj uygulayın. Hazırlama gerekmez
Yanlış kullanımda bir bataryaya zarar verebilir miyim?	Evet, kısmen şarjlı depolamayın, tam şarjlı tutun	Pil sağlamdır ve kullanım ile performans artacaktır.	Biraz şarj edin. Düşük şarj, koruma devresini kapatabilir.
Tam ücret almalı mıyım?	Evet, kısmi yük sülfatlaşmaya neden olur.	Kısmi şarj iyi.	Kısmi şarj tam şarjdan daha iyidir.
Bir şarj döngüsünü bozabilir miyim?	Evet, kısmi yük zarar vermez.	İnterruptions ısı birikmesine neden olabilir.	Evet, kısmi yük zarar vermez.
Şarj etmeden önce tüm pil enerjisini kullanmalı mıyım ?	Hayır, derin deşarj bataryayı yıpratır. Daha sık şarj edin.	Sadece belleği önlemek için zamanlanmış deşarjları uygulayın.	Hayır, derin deşarj bataryayı yıpratır.
"Hafıza" konusunda endişelenmeli miyim?	Hafıza yok	NiCd'yi her 1-3 ayda bir boşaltın.	Hafıza yok
"Akıllı'bir pili nasıl kalibre edebilirim?	Uygulanamaz	Yakıt göstergesi yanlış olduğunda deşarj/şarj uygulayın. Her 1-3 ayda bir tekrarlayın.	Yakıt göstergesi yanlış olduğunda deşarj/şarj uygulayın. Her 1-3 ayda bir tekrarlayın.
Tam şarj olduğunda pili çıkarmalı mıyım?	Şarj cihazına bağlıdır; Doğru float voltajı gerekir	Şarj cihazında birkaç gün sonra çıkarın.	Gerek yok; Şarj cihazı kapanıyor
Pilimi nasıl saklayabilirim?	Hücreleri 2.10 V'un üzerinde tutun, her 6 ayda bir şarj edin	Serin yerde saklayın; Toplam deşarj zarar vermez.	Kısmen şarj edilmiş serin yerde saklayın, tamamen boşaltmayın
Şarj sırasında bataryanın ısınmasına izin verilir mi?	Pil, şarjın sonuna doğru ılık olabilir.	Pil ısınır ama hazır soğumaya gerekir.	Pil, şarjın sonuna doğru ılık olabilir.
Nasıl şarj ederim Ne zaman soğuk ?	Yavaş şarj (0.1 C): 0 ° -45 ° C (32-113 ° F) Hızlı şarj (0.5-1C): 5 ° -45 ° C (41-113 ° F)	Yavaş şarj (0.1C): 0 ° -45 ° C (32 ° -113 ° F) Hızlı şarj (0.5-1C): 5 ° -45 ° C (41-113 ° F)	Şarj etmeyin 50 ° C'nin (122 ° F) üzerinde Şarj etmeyin 50 ° C'nin üzerinde (122 ° F)
Sıcak havada şarj edebilir miyim?	25 ° C'nin üzerinde, alt eşik 3 mV/° C	Pil sıcakken tamamen şarj olmaz	50 ° C'nin (122 ° F) **üzerinde şarj etmeyin**
Şarj cihazları hakkında ne bilmeliyim?	Şarj cihazı hazır olduğunda 2.25- 2.30 V/hücrede yüzmelidir.	Pil çok ısınmamalıdır; Sıcaklık sensörünü içermelidir.	Pil serin kalmalıdır; Hazır olduğunda damlama ücreti yok.

(Tablo Cadex izniyle)

DISCHARGE DERINLIĞI

Kurşun asit için deşarj sonu voltajı 1.75 V/hücredir; Nikel bazlı sistemler için 1.00 V/hücredir; Ve çoğu Li-ion için 3.00 V/hücredir. Bu seviyede, pilin depolanan enerjisinin yaklaşık %95'i harcanmıştır ve deşarj devam ederse voltaj hızla düşecektir. Çoğu cihaz, belirtilen deşarj sonu voltajının ötesinde çalışmayı önler. Boşaldıktan sonra yükü çıkarırken, sağlıklı bir akünün voltajı yavaş yavaş nominal voltaja doğru geri kazanılır.

Entemal direnç, kablolama, koruma devreleri ve temas direnci nedeniyle, yüksek yük akımı akü voltajını düşürür ve deşarj sonu voltaj eşiği buna göre düşürülmelidir. Boşaltma sırasında kesme voltajı da düşürülmelidir

Tablo 7.12

V/Cell'de Önerilen Deşarj Sonu Voltajları

Deşarj sonu	*Li-manganez*	*Li-fosfat 2.70*	*Kurşun-as it 1.75*	*NiCd/NiMH*
Normal yük	3.00	2.45		1.00
Ağır yük	2.70		1.40	0.90

(Tablo Cadex izniyle)

Çok soğuk hava. **Tablo 7.12,** çeşitli pil kimyalarının tipik deşarj sonu gerilimlerini göstermektedir. Daha yüksek yükler için düşük deşarj sonu voltajı, dahili pil direncinden kaynaklanan kayıpları telafi eder.

Bir batarya paketindeki hücreler asla mükemmel bir şekilde eşleştirilemediğinden, bir batarya paketindeki daha zayıf bir hücrede negatif voltaj potansiyeli oluşabilir. Çok hücreli paket, deşarjın güvenli bir kesme noktasının ötesinde devam etmesine izin verilirse. *Hücre geri dönüşü olarak bilinen zayıf* hücre, kalıcı bir elektrik kısa devresi geliştirme noktasında hasar görür. Paketteki hücre sayısı ne kadar büyük olursa, bir hücrenin ağır yük altında tersine dönme olasılığı o kadar artar. Aşırı şarj, özellikle! y düşük sıcaklıklarda,

Özellikle nikel bazlı paketler için kablosuz elektrikli el aletlerinin pil arızasına büyük katkıda bulunur. Li-ion paketleri koruma devrelerine sahiptir ve arıza oranı daha düşüktür.

DISCHARGİNG AT HIGH VE DÜŞÜK SICAKLIKLAR

Piller, 20 ° C'de (68 ° F) veya biraz altında kullanıldığında optimum servis ömrüne ulaşır ve nikel bazlı kimyalar, yüksek ortam sıcaklıklarında çevrildiğinde hızla bozulur. Daha yüksek sıcaklıkta çalışma, iç direnci düşürür ve kimyasal reaksiyonları hızlandırır, ancak uzatılırsa servis ömrünü kısaltır .

Tüm pil kimyalarının performansı düşük sıcaklıklarda büyük ölçüde düşer. -20 ° C'de (-4 ° F) çoğu nikel, kurşun ve lityumbased pil çalışmayı durdurur. NiCd -40 ° C'ye (-40 ° F) kadar kullanılabilmesine rağmen, izin verilen deşarj sadece 0.2 C'dir (5 saat hızı). Kurşun asit ayrıca muhafazayı kırabilen elektrolit dondurma problemine de sahiptir. Kurşun asit elektrolit ayrıca düşük bir şarjla daha kolay donar .

DISCHARGİNG BATTERİES İÇİN SIMPLE GUIDELİNES

• Pil performansı soğuk sıcaklık ile azalır ve ısı ile artar.

• Isı pil performansını artırır, ancak 25-30 ° C'nin (77-86 ° F'nin üzerinde 18 ° F) üzerindeki her 10 ° C (18 ° F) için iki kat daha kısa çevrim ömrü sağlar.

• Sadece orta sıcaklıklarda şarj edin. Donma noktasının altında şarj için üreticinin özelliklerini kontrol edin.

• Pillerin soğuk sıcaklıklarda hızlı şarj edilmesi gerekiyorsa ısıtma battaniyeleri kullanın.

• Aşırı boşalmayı önleyin. Hücre tersine çevrilmesi elektriksel bir kısa devreye neden olabilir.

• Tekrarlayan derin deşarj döngüleri strese neden olursa daha büyük bir pil kullanın.

• Orta derecede de deşarj, bir pil için darbeli yüklerden daha iyidir.

• Kurşun asit sistemleri ağırdır ve ağır

7.13.7 Pil kullanımı

Bu bölüm, pillerin yeniyken, kullanım ömrü boyunca ve bunların nasıl depolanacağı ve atılacağı ile ilgili en önemli hususlara değinmektedir.

FORMATTİNG VE PRIMİNG BATTERİES

Şarj edilebilir piller, yeni olduklarında tam nominal kapasitelerini sağlayamayabilir ve esas olarak üretim sürecini tamamlayan bir işlem olan biçimlendirme gerektirecektir. Li-ion sistemleri bu konuda daha az özen gerektirir, ancak bu pillerin uzun depolamadan sonra bisiklete binmesinin performansı artırdığı bildirilmiştir. *Hazırlama,* uygulanan bir koşullandırma Kullanım sırasında veya uzun süreli depolama sonrasında pil performansını artırmak için. Astarlama esas olarak nikel bazlı piller için geçerlidir.

Lead asit pillerin biçimlendirilmesi, bir şarj uygulanarak, ardından bir deşarj ve düzenli kullanımın bir parçası olarak şarj edilerek gerçekleşir. Yeni bir pil üzerindeki yükü kademeli olarak artırın ve 50 ila 100 döngüden sonra tam kapasiteye ulaşmasını sağlayın.

Üreticiler, yeni ve uzun bir depolamadan sonra nikel bazlı bir pil takımını 16 ila 24 saat boyunca şarj etmelerini tavsiye eder. Bu, bireysel hücrelerin eşit bir yük seviyesine ulaşmasını sağlar. Yavaş bir şarj, ayırıcı üzerindeki yerçekimi nedeniyle oluşmuş olabilecek kuru lekeleri ortadan kaldırmak için elektrolitin yeniden dağıtılmasına da yardımcı olur. Normal kullanım yoluyla veya bir pil analizörü ile birkaç şarj/deşarj döngüsünün uygulanması, biçimlendirme işlemini tamamlar. Bu, pil kalitesine bağlı olarak beş ila yedi döngü veya 50 döngü gerektirebilir.

Bisiklete binme, nikel bazlı bir pil altı ay veya daha uzun süre depolandığında kaybedilen kapasiteyi de geri yükler. Depolama süresi, şarj durumu ve depolama sıcaklığı pil geri kazanımını etkiler. Depolama ne kadar uzun olursa ve sıcaklık ne kadar yüksek olursa, tam kapasiteyi yeniden kazanmak için daha fazla döngü gerekir.

Lityum-iyon yeni olduğunda biçimlendirmeye ihtiyaç duymaz ve nikel bazlı pillerin yaptığı bakım seviyesini gerektirmez. Maksimum kapasite hemen kullanılabilir. Bir deşarj/şarj döngüsü "akıllı'bir bataryayı kalibre etmek için faydalı olabilir, ancak bu iç kimyayı iyileştirmez.

Test ve İzleme Pilleri

"Test ve İzleme" bölümünün birkaç bölümü *Piller Taşınabilir bir Dünya* sağlanır Bu kitabın indirilebilir ek içeriği. Bilgi, iç direncin ve şarj durumunun ölçülmesini, ölçüm kapasitesinin ölçülmesini ve nikel ve lityum bazlı pillerin ölçülmesi için özel teknikleri kapsar.

Çoğu pil için 15 ° C (59 ° F) ve izin verilen aşırı sıcaklık, çoğu kimya için -40 ° C ila 50 ° C (-40 ° Fto 122 ° F) arasındadır. Depolama sırasında kurşun asidin tam şarjda tutulması gerekirken, nikel ve lityum bazlı kimyalar yaklaşık %40 oranında depolanmalıdır .

Depolama her zaman pillerin yaşlanmasına neden olur.

Tablo 7.13, lityum ve nikel bazlı pillerin çeşitli sıcaklıklarda ve bir yıl boyunca şarj seviyelerinde geri kazanılabilir kapasitesini göstermektedir. Kurtarılabilir kapasite, tam şarj ile depolamadan sonra mevcut pil kapasitesidir.

Kapalı bir kurşun asit pil iki yıla kadar saklanabilir. Pil %70 SoC'ye düştüğünde şarj uygulamak önemlidir, tipik olarak 2.07 V/hücre veya 12 V paket için 12.42 V.

Nikel-metal-hidrit yaklaşık üç yıl saklanabilir. Depolama sırasında meydana gelen kapasite düşüşü, astarlama ile kısmen tersine çevrilebilir.

Birincil alkalin ve lityum piller, minimum kapasite kaybıyla 10 yıla kadar saklanabilir.

STORNG BATTERİES İÇİN SIMPLE GUIDELİNES

• Pilleri ekipmandan çıkarın ve kuru ve serin bir yerde saklayın.

• Donmaktan kaçının. Piller boşaldığında daha kolay donar.

• Voltajı sık sık depolamadan ve izlemeden önce kurşun asidi şarj edin; 2.10 V/hücrenin altındaysa bir şarj uygulayın.

• Nikel bazlı piller, kullanımdan önce asal olarak beş yıl ve daha uzun süre saklanabilir.

• Lityum-iyon, ideal olarak %40 oranında yüklü bir durumda saklanmalıdır.

• Voltaj bir haftadan uzun süre 2.00 V/hücrenin altında kalmışsa Li-ion'u atın.

RECYCLING BATTERİES

Pillerin geri dönüşümünün temel amacı, tehlikeli maddelerin depolama alanlarına girmesini önlemektir. Kurşun asit ve Ni Cd piller özel bir endişe kaynağıdır.

Hiçbir koşulda piller yakılmamalıdır, çünkü yangın patlamaya neden olabilir. Elektrolite dokunurken onaylı eldiven kullanın. Cilde maruz kaldığında, hemen suyla yıkayın. İf göz maruziyeti meydana gelir,

Tablo 7.13

1 Yıllık Depolama Sonrası Tahmini Kurtarılabilir Kapasite

Sıcaklık (c)	*Kurşun asit Tam şarjda*	*Nikel bazlı herhangi bir ücret karşılığında*	*Lityum-iyon (Li-kobalt) %40 şarj*	*Lityum-iyon (Li-kobalt) %100 şarj*
0	%97	*%99*	98%	94%
25	90%	97%	96%	80%
40	62%	95%	85%	65%
60	%38 (6 ay sonra)	70%	75%	%60 (3 ay sonra)

(Tablo Cadex izniyle)

15 dakika su ile yıkayın ve hemen bir doktora danışın.

Otomotiv ve daha büyük kurşun asit aküler, otomobil parçaları mağazaları ve akü bayileri aracılığıyla geri dönüştürülebilir. Pil satın alındığında genellikle bir geri dönüşüm ücreti alınır.

Daha küçük SLA da dahil olmak üzere daha küçük piller, birçok elektronik ve donanım mağazasında veya yerel belediye geri dönüşüm merkezinde geri dönüştürülebilir. Bölgenizdeki pil geri dönüşümcüleri için bir İnternet araması yapın.

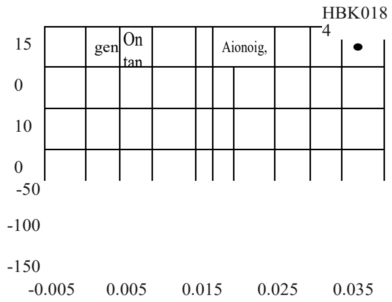
İt, belirli bir konum oluşturmanıza veya evinizde, ofisinizde veya tezgahınızda harcanan piller için bir konteyner

7.13.8 DC-AC İnverters

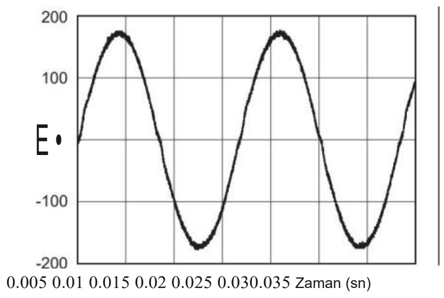
Ac ile çalışan ekipmanın pille çalışması için, dc-ac invertörler kullanılır. Bir invertör, 120 V ac sağlayan bir dc-ac dönüştürücüdür. İnverterler değişen derecelerde sofistike ile gelir. En basit invertör tipi, kare dalga çıkışı üretmek için doğrudan 60 Hz'de geçiş yapar. Bu, giriş dalga formunu önemsemeyen aydınlatma ve diğer yükler için sorun değildir. Bununla birlikte, bazı ekipmanlar, dalga formunun yüksek harmonik içeriği nedeniyle kare dalga gücü ile birlikte verildiğinde zayıf veya hiç çalışmayacaktır.

İnvertör çıkış dalga formunun harmonik içeriği, dalga formu görev döngüsünü %50'den (kare dalga için) yaklaşık %40'a indirmenin basit bir yolu ile azaltılabilir. Bilgisayarlar ve diğer elektronik cihazlar gibi birçok yük için bu hala yeterli olmayabilir ve birçok invertör bir sinüs dalgası çıkışına yaklaşmak için dalga formu şekillendirmesini kullanır. Bu yöntemlerin en basiti rezonant indüktör-kondansatör filtresidir. Bu, invertöre önemli ağırlık ve boyut ekler. Modem invertörlerin çoğu, anahtarlama güç kaynağı gibi 60 Hz sinüzoidal çıkış dalga formunu sentezlemek için yüksek frekanslı darbe genişliği modülasyonu (PWM) teknikleri kullanır. **Şekil 7.54'e bakın .**

İnverterler genellikle VA veya "volt-amper ürün" yetenekleri açısından derecelendirilir, ancak bazen watt cinsinden derecelendirilirler. İnvertör derecelendirmelerinin yorumlanmasında özen gereklidir. Bir sinüzoidal voltaj kaynağından çalışan tamamen dirençli bir yük, voltaj ile faz halinde akan bir sinüzoidal akıma sahip olacaktır. Bu durumda, voltajın (V) ve akımın (A) ürünü olan VA, yüke verilen watt cinsinden gerçek güce eşit olacaktır, böylece VA ve watt değerleri aynıdır. Motorlar ve birçok doğrultucu güç kaynağı gibi bazı yükler, yük akımının fazını kaynak voltajından uzaklaştıracaktır; Veya yük akımı, kapasitör giriş filtreleri için daha önce gösterildiği gibi kısa darbelerle akacaktır. Bu durumlarda (çok yaygın olan), bu tür yük için VA ürünü olabilir



(A)



(B)

Şekil 7.54 - Tipik dc-ac invertörlerin çıkış dalga formları. A'da, çıktısı Değiştirilmiş bir sinüs dalga çeviricisi. Basamaklı kare dalgalara dikkat edin. B'de, "saf sinüs dalgası" invertörünün çıkışı. Ticari bir ac sinüs dalgasının yakın yaklaşımına dikkat edin.

Watt cinsinden teslim edilen güçten çok daha büyük. Yük özellikleri hakkında ayrıntılı bilgi olmadığında, beklenen yükün %25 veya daha üzerinde bir VA veya watt kapasitesine sahip bir invertör seçmek akıllıca olacaktır.

7.13.9 Mobil Çalışma için Pil Seçimi

Mobil çalışmanın iki temel modu vardır: - *hareket halinde* ve *sabit. Her* modun benzersiz güç gereksinimleri ve dolayısıyla farklı pil gereksinimleri vardır. Bu ihtiyaçları karşılamak için üç temel pil türü vardır. Türler arasındaki farklılıkları anlamak ve bunları doğru bir şekilde uygulamak önemlidir.

Standart araç aküleri *SLI (çalıştırma*, ışıklar, ateşleme) veya sadece *marş* aküleri olarak adlandırılır. Birincil işlevleri motoru çalıştırmak ve daha sonra gerçek uzun vadeli güç kaynağı olan alternatör için bir güç filtresi görevi görmektir. Bir SLI pilinin en önemli derecesi, *soğuk krank amperleri (CCA)* derecesidir - pilin 30 saniye boyunca 32 ° F'de (0 ° C) üretebileceği amper sayısı .

Tekrarlanan şarj ve deşarj döngüleri için tasarlanan piller, terim yaygın olarak aşırı kullanılmasına rağmen, genellikle derin çevrim olarak adlandırılır. Gerçek bir derin çevrim pil

Tekrar tekrar %20 kalan kapasiteye boşaltılır. "Derin çevrim" terimi bir yanlış isimdir, çünkü tüm kurşun-asit piller, çıkış voltajları 10.5 Vat'ın altına düştüğünde boşalmış olarak kabul edilir, Pil Konseyi İnstitute **(BCI-www.batterycouncil.org) tarafından belirtildiği gibi belirtilen bazı akım çizimleri.** 10.5 V'da, altı hücreli kurşun-asit pil boşalmış olarak kabul edilir.

Deniz aküleri, iki yıla kadar şarj edilmeden depolanacak şekilde tasarlanmıştır, ancak yine de bir deniz motorunu çalıştırmak için yeterli gücü korur. Yaygın uygulamanın aksine, gerçekten uzun süreli düşük akım güç iletimi için tasarlanmamışlardır. Deniz pilleri genellikle SLI ve derin bisiklet pilleri arasında hibrit özelliklere sahiptir.

Gerçek derin çevrim pilleri SLI ve deniz pillerinden ayırt etmek için, bir pilin *rezerv kapasitesini* (RC) inceleyin. Bir pilin RC derecesi, pilin 10.5 V üzerinde bir çıkış voltajını korurken 25 A verebileceği dakika sayısıdır. Derin çevrim piller tipik olarak SLI pillerden %20 veya daha yüksek ve belki de %50 daha yüksek RC değerlerine sahiptir. Derin çevrimli bir pil, yüksek akımlı başlangıç yüklerine göre uzun süreli güç dağıtımını destekleyen dahili yapısı nedeniyle bir SLI pilden daha düşük bir CCA derecesine sahiptir.

Bu gerçekleri göz önünde bulundurarak, artık mobil işletim tarzımız için doğru pili seçebiliriz. 200 W'a kadar güç çıkışları ile hareket halinde çalışma için, güç kablosu - kablo boyutu doğru seçilirse, ikinci bir bagaja monte pil nadiren gereklidir. (Mobil - uygulamalardaki tel boyutları hakkında bilgi için İstasyon Montajı bölümüne bakın.)

Daha yüksek çıkış gücü seviyeleri için bir amplifikatör eklendiğinde, ana bataryaya daha büyük kablolar takmak yerine ikinci bir bagaja monte edilmiş batarya eklemek genellikle daha ucuzdur. Bu durumlarda, ikinci pil kurşun-asit olduğu sürece hemen hemen her türde olabilir. İkinci batarya, aracın ana SLI aküsüne paralel olarak bağlanmalıdır. Akünün amper saatlik derecesi, aracın ana SLI aküsüne yakın olmalıdır.

Tüm ikincil kablolar, Bir **İstasyonun Montajı** bölümünün mobil kurulumlarla ilgili bölümünde belirtildiği gibi uygun şekilde kaynaşmalıdır. Rölelerin ve devre kesicilerin kullanımından kaçınılmalıdır. Unutmayın, kısa devre meydana gelirse, kaliteli kurşun-asit piller, çoğu rölenin ve devre kesicinin kırılma devresi değerlerini aşan 3000 A'ya kadar çıkabilir. Daha iyi bir çözüm, Perfect Switch (www.perfectswitch.com) tarafından yapılanlar gibi bir FET anahtarıdır.http://www.perfectswitch.com/

İkinci akünün aracın yolcu bölmesine veya bagaja monte edildiğini varsayarsak, bir AGM tipi olmalıdır. AGM (Absorpsiyon Cam Mat) piller normal altında patlayıcı hidrojen gazı çıkarmaz

çalışma koşulları. Su basmış (sıvı elektrolit) piller *asla* kapalı bir ortamda kullanılmamalıdır.

Sabit çalışma için, sürekli olarak şarj edilmeyeceği için büyük bir RC derecesine sahip bir pil seçin. İki ana husus vardır; Amper-saat derecesi (Ah) ve tipik olarak saat birimleriyle C/8, C/10 veya C/20 olarak listelenen yedek kapasite derecesi. (C, Ah'deki pilin kapasitesidir.) Ah derecesini yük amperajına (8, 10 veya 20 A) bölmek size saatlerce rezerv kapasitesi verecektir, ancak voltaj 10.5 V'a (nominal deşarj seviyesi) ulaşmadan önce herhangi bir pilin verebileceği gerçek amper-saatler yüke göre değişecektir. hem ortalama hem de tepe. Daha ağır yükler mevcut gerçek amper-saatlerini azaltacaktır.

Otomotiv aküleri 21'den 98'e kadar BCI grup boyutlarında (www.batterystuff.com/kb/ tools/bci-battery-group-sizes.html) düzenlenmiştir. Genel olarak konuşursak, grup boyutu ne kadar büyükse pil o kadar büyük ve Ah derecesi o kadar yüksek olur. Örneğin, 24 beden (küçük araba) ortalama 40 Ah ve 34 beden (büyük araba) ortalama 55 Ah değerine sahiptir. Rezerv kapasiteleri de dahil olmak üzere kesin derecelendirmeler, - aşağıda listelenen üreticilerin web sitelerinden edinilebilir. İyi bir kural, herhangi bir Ah derecesi için en yüksek RC derecesi ile tutarlı, fiziksel olarak büyük bir pil seçmektir .

Piller ağırdır ve bir pil kutusunun içine veya fabrikada sağlanan braketler kullanılarak uygun şekilde sabitlenmesi gerekir. Örneğin, bir BİC grubu 34 (ortalama SLI boyutu) pil yaklaşık 55 kilo ağırlığındadır. Bazı pil modelleri (Optima gibi) montaj braketleri ve terminal koruma kapakları ile birlikte gelir. Pil kutuları her zaman gerekli olmasa da, terminallerle yanlışlıkla teması önlemek için bir güvenlik önlemi olarak kullanılmalıdır ve pili harici öğelerden koruyabilir. Pil kısıtlamaları, 6 Gs yanal ve 4 Gs dikey tutma, sac metal vidaları ve çoğu dokuma malzemesini sağlamak için yeterli olmalıdır. Uygun braketleri kullanın!

Diğer üç husus vardır: pili elektriksel olarak izole etmek, pili şarj etmek ve çıkış voltajı düzenlemesi. Diodebased pil izolatörlerinin hepsi eşit değildir. FET bypass anahtarlı modeller, FET boyunca düşük voltagedrop nedeniyle tercih edilen tiptir.

Aküyü aracın ana SLI aküsüne paralel olarak bağladıysanız, araç çalışırken şarj işlemi yapılır. Sabit modda çalışmayı planlıyorsanız, ayrı bir şarj sistemine ihtiyacınız olacaktır. Çoğu araç fabrikasında kurulan römork kablolama sistemleri ayrıca RV veya tekne'ev "akülerini şarj etmek için bir devre içerir. Bu seçenekler hakkında bayinizin servis personeline danışın.

Yaygın olarak "akü güçlendiriciler'olarak adlandırılan voltaj regülatörleri, sabit çalışma için neredeyse bir gerekliliktir. Bataryayı 10.5 V'un altına boşaltmaktan kaçınmak için düşük voltajlı bir model kullanılmalıdır, çünkü bu noktanın ötesinde bir kurşun-asit bataryayı boşaltmak şarj döngüsü ömrünü büyük ölçüde azaltır - tam şarj/tam deşarj döngüsü sayısı. (Kasım 2008 *QST* Ürün İnceleme sütununa bakın .)

Pil derecelendirmeleri, boyutları ve yapılandırması hakkında daha fazla bilgi için şu web sitelerini ziyaret edin :
optimabatteries.com, www.exide.com
www.interstatebatteries.com
www.lifelinebatteries.com

7.13.10 Taşınabilir Çalışma için Pil Seçimi

Taşınabilir çalışma için pil seçerken, - çalışma türünüzün sunacağı gereksinimleri ve pillerle çalışırken telsizinizin nasıl davrandığını göz önünde bulundurun. Gereksinimler, araba kampı ile karşılaştırıldığında sıradan bir operasyon için çok farklıdır.

Güç bağlantıları Taşınabilir İşletim için

Sadece bir veya iki tür güç konektörü kullanmayı deneyin. Anderson Powerpoles, orta ila ağır hizmet kullanımı için iyi bir seçimdir ve birçok acil iletişim ve kamu hizmeti grubu için standarttır. Doğru monte edildiğinde, ters polarite ile bağlanmaları imkansızdır.

5.5 mm OD x 2.1 mm İD koaksiyel konnektör bir başka yaygın standart boyuttur. Bu konektörleri kullanırken biraz dikkatli olmak gerekir: İç iletken için yaygın olsa da
Pozitif voltaj taşımak için, evrensel değildir. Karşı konektör polaritesine sahip bir ekipmanınız varsa, konektörü büyük bir baskıyla, tercihen parlak renkli bir arka plan üzerinde uyarı olarak etiketleyin.

Güç kablolarını unutmak kolaydır Sahaya giderken, onları değiştirebilmek iyidir. Diğer bir yararlı ipucu, güç kablosunu depolandığında ekipmana bağlı bırakmaktır. Bu şekilde her zaman takılır ve eşlik eden kablosu olmayan bir ekipman seçerseniz, hemen bilirsiniz. Bir konektörden diğerine dönüşüm yapmak için her uçta farklı güç konektörlerine sahip bazı kablolar oluşturmak isteyebilirsiniz. Bir ucunda araba prizi fişi (eskiden çakmak olarak bilinir) ve diğer ucunda en sevdiğiniz güç konektörüne sahip bir veya iki kablo olması da yararlıdır.

Havada Zirveler (SOTA) aktivasyonu. Telsiziniz geniş bir voltaj aralığında çalışacaksa, pillerin gereksinimleri voltajın kritik bir aralıkta olması gerekenden çok farklıdır. Yedek parça taşıyabilecek durumdaysanız, bu da pil kapasitesi gereksinimlerini etkileyecektir.

Batarya Stratejisi Geliştirmek

Taşınabilir ekipmana güç vermek bir plan ve strateji ile çok daha kolaydır. Mümkünse, tüm ekipmanlar için aynı pil tipini kullanın veya farklı tiplerin sayısını en aza indirin. Bu, özellikle ticari ekipmanlarla her zaman mümkün değildir, ancak iyi bir hedeftir. - İnternal piller uygundur, ancak bir geziden önce kontrol edilmeleri, şarj edilmeleri veya değiştirilmeleri gerekir. İt, harici bir güç kaynağı ile cihazlara güç verebilmek için iyi bir uygulamadır.

Fiziksel boyut ve ağırlık, özellikle sırt çantanızdaysanız veya ekipmanınızı önemli bir mesafeye taşıyorsanız dikkate alınmalıdır. Hem birincil hem de ikincil olan çeşitli lityum kimya pilleri hafif şampiyonlardır. Kurşun-asit kimyası, arasındaki ağırNiMH ve Ni Cd kimyalarıdır. RC (radyo kontrollü) model uçakların ve dronların pilotları ağırlık ve boyuta karşı çok hassastır, bu nedenle RC aksesuarlarında uzmanlaşmış şirketlerden, çoğunlukla lityum bazlı, amatör radyo operasyonları için ilgi çeken birçok pil ürünü vardır. özellikle sırt çantasıyla.

AA piller iyi bir standart seçimdir.
Alkali AA hücreleri her yerde bulunur ve - hemen hemen her mağazadan veya benzin istasyonundan yaygın olarak bulunur. Kamp yapıyorsanız, boşlukları paylaşabileceğiniz AA pillerle çalışan başka ekipmanlarınız olabilir. Şarj edilebilir NiMH AA piller de mevcuttur .

Bir QRP vericisi veya hatta mütevazı bir güç seviyesi vericisi gibi daha yüksek güç gereksinimleri için, 12 V, 7 Ah pil yaygındır ve hem sızdırmaz kurşun asit (SLA) hem de lityum demir fosfat (LiFePO}) kimyalarında mevcuttur.
http://www.powerstream.com/
SLA pil boyutları tablosu için www.powerstream.com/ Size_SLA.htm bakın.

İkincil (şarj edilebilir) pilleri şarj etmenin bir yolu olmalıdır, bu nedenle bir pil kimyası ve türü üzerinde standartlaştırma yararlıdır. Piller sahaya gitmeden önce şarj edilmelidir, ancak toplam güç tüketiminin sadece bir kısmını bile sağlayan bir güneş paneli ile şarj etmek çalışma süresini uzatacaktır. Bazı operatörler ayrıca aküleri bir araçtan şarj edebilmeyi faydalı bulmaktadır, ancak kurşun-asit dışındaki tipler özel bir şarj cihazı gerektirebilir. Bazı RC tedarikçileri, bir araba aküsünden çalışan akü şarj cihazları sağlayabilir.

Çevresel cihazlar için pilleri unutmayın. Yeni çevre birimleri için alışveriş yaparken, pil boyutu dikkate alınmalıdır. Eğer bağımsız çevre birimleri kullanıyorsanız, bir keyer, otomatik

Anten tuneri, saat, el feneri veya GPS'in tümü pil kullanır. Eğer bunların hepsi AA hücreleri gibi bir pil tipi kullanıyorsa, çok daha iyi, ancak herhangi bir tek boyutlu pil için yedek parça taşır. Çevre birimlerini çoğaltmamaya çalışın, özellikle de ışığı paketlerken. Keyer, otomatik tuner veya saat gibi yerleşik çevre birimleri olan bir radyo kullanmak, ek pilleri ve kabloları ortadan kaldırır. Örneğin bir saatiniz, GPS'iniz veya cep telefonunuz varsa bir saat gereksiz olabilir.

Taşınabilir kullanım için yeni ekipman veya bina ekipmanı satın alırken, bunu pil tüketimine yönelik bir gözle yapın. Akım çekme gibi bazı şeyler açık olsa da, en düşük kararlı çalışma voltajı gibi diğer parametreler açık değildir. Bazı "12 Volt" ekipmanı gerçekten 13.8 V için tasarlanmıştır ve 12 V'un altında düzgün çalışmaz. Öte yandan, taşınabilir çalışma için tasarlanmış bazı ekipmanlar 9 V veya daha az çalışacaktır. Bu bilgi, özellikleri gözden geçirirken her zaman belirgin değildir, ancak kılavuzda belirtilebilir. Ekipmanın diğer kullanıcıları da çevrimiçi incelemelerle birlikte deneyimleri için sorgulanabilir.

CALCULATİNG REQUIRED AKÜ KAPASITESİ

Bazı temel parametrelerle ne kadar pile ihtiyacınız olduğunu hesaplamak kolaydır. Hem gönderim hem de alma sırasında kullandığınız tüm cihazların mevcut çekilişlerini bilmelisiniz. Bunlar genellikle ekipman kılavuzunda bulunabilir veya kolayca ölçülebilir. Karanlıktan sonra çalışıyorsanız bir ışıktan çekilen akımı veya günlüğe kaydetmek için bir bilgisayar veya dizüstü bilgisayar kullanıyorsanız ihmal etmeyin. Ayrıca akünün faydalı voltaj bitiş noktasını da bilmelisiniz. Bu, üreticinin veri sayfalarından bulunabilir.

İlk adım, kullanacağınız tüm cihazlar için geçerli çizimi ölçmektir. Bunu hem alma (İ,) hem de tam güç iletimi (İi) için yapmalısınız, çünkü mevcut çizim genellikle iki durumda önemli ölçüde farklıdır. + çevre birimleri, alıcı-verici ile aynı pili kullanan tüm çevre birimlerinin toplam akım tüketimidir .

Daha sonra hangi modu veya modları kullanacağınıza karar verin ve her biri için görev faktörünü bulun. (Görev faktörü 0 ile 1 arasında bir değerdir. Görev döngüsü = görev faktörü x % 100.)

Ardından, *ortalama iletim sürenizi belirleyin,* Lm. İletim süresinin toplam çalışma süresine oranı. *(Ortalama alma süresi,* Ee, 1 - Wm'ye eşittir) Gündelik çalışma için, - 0.25'in ortalama bir iletim süresini varsayın (zamanın iletilmesi). Yarışma veya POTA veya SOTA aktivasyonu gibi özel etkinlik tarzı çalışma için, 0.5 (eşit miktarlarda iletme ve alma) ortalama bir iletim süresi varsayın.

Çalışma görev faktörü, vericinin tam çıktıda olduğu zamanın bir ölçüsüdür verici. **hintlink.com/power_density.htm'daki RF Maruz Kalma güvenliği hesaplama yönergelerinden alınan ortak modlar için bazı çalışma görevi faktörleri şunlardır:**

- 0.4 CW için
- SSB için 0.2 (konuşma işleme veya sıkıştırma kullanılıyorsa 0.4)
- FM için 1.0
- RTTY ve PSK gibi sürekli iletim dijital modları için 1.0
- FT8 veya FT4 gibi interleaved iletim dijital modları için 0.5

Genel ortalama cari beraberlik için hesaplama o zaman:

La çevresel akım + ortalama alma akımı + ortalama iletim akımı

! vg- lpanphers + (4.,) 0,) + (4)
(çalışma görev faktörü) (l)

Son olarak, toplam süreyi belirleyin, t, çalışacaksınız. Gerekli pil kapasitesi, C, şu şekilde verilir:

C = İagxt

İstediğiniz marjı ekleyin (%10 tipik) ve bu kapasiteye sahip aküleri kabul edilebilir deşarj seviyesinde ve son voltajda arayın.

İşte iki örnek hesaplama:

Örnek İ: Dört saatlik yarışma tarzı için İ ile CW işletim (1, - Ee 0.5) "enipherals = 50 mA, İ". 100 mA ve İan 1200 mA :

! vs 50 + (0.5) (100) + (0.5) (0.4) (1200) = 340mA

C = 340 mA x 4 saat = 1.36 Ah

Örnek 2: Sıkıştırılmadan ve aynı ekipmanı kullanmadan on saatlik gündelik SSB çalışması için (4'e 0.25 ve t, = 0.75):

Gecikme = 50 + (0.75) (100) +
(0.25) (0.2) (1200) = 185 mA

C = 185 mA x 10 saat = 1.85 Ah

Bu gereksinimleri karşılayacak birçok pil var. Bir paket 2.87 Ah alkalin AA pil veya küçük bir 3 Ah SLA pil, her iki işletim türü için de bol miktarda marj sağlayacaktır. Aynı boyutta ve biraz daha yüksek kapasiteli lityum kimya pilleri mevcuttur, bu yüzden de iyi bir seçim olacaktır.

Bu hesaplama, pilin boşalması boyunca voltajın az ya da çok sabit olduğunu varsaydığı için biraz basittir, Bununla birlikte, neredeyse tüm pil kimyalarında, sarkma olarak adlandırılan yük altında bazı ek voltaj düşüşleri vardır. İt, leadacid için en büyük (daha kötü) ve lityum kimyaları için en az (daha iyi). Voltaj düştükçe, aynı gücü korumak için radyo tarafından çekilen akımın arttırılması gerekecektir, bu nedenle verici akım artacaktır. Eğer bir deşarj sırasında veya daha yüksek bir kapasite ile az voltaj sarkması olan bir pil seçerse, o zaman bu önemli bir sorun değildir.

Tablolar 7.2, 7.3 ve 7.8 seçmenize yardımcı olabilir. Özellikle taşınabilir çalışma için bir pil satın alıyorsanız, Li-fosfat piller iyi seçimlerdir çünkü güvenilir, güvenli, derin deşarjlara dayanabilir ve aynı kapasiteye sahip SLA pillerden çok daha düşük ağırlığa sahiptir. Daha pahalıya mal olurlar, ancak uygun şekilde muhafaza edilirse, benzer boyuttaki kurşun-asit pillerden daha uzun süre dayanırlar.

AKÜ SELECTİON TIPS

Sadece zaman zaman taşınabilir kullanıyorsanız veya minimum masrafla taşınabilir işlemi denemek istiyorsanız, alkali hücreler muhtemelen en iyi seçimdir. Eğer ağırlık bir faktör değilse, tipik bir QRP radyoyu alkali D hücrelerinden aylarca ve neredeyse bir yıl boyunca bir çift alkali fener hücresinden çalıştırabilirsiniz. Ancak onlardan akım çekildikçe voltajları düşer, bu nedenle yedek parça taşımak akıllıca olur.

Ağırlığın bir endişe olmadığı taşınabilir operasyonlar için, mühürlü kurşun asitler bir zamanlar en iyisiydi. Özellikle fazla "çekme" pili alabilirseniz ve şarj edilmesi kolaysa, nispeten ucuzdurlar. Pili düzgün bir şekilde boyutlandırmak için biraz ev ödevi yapın.

Düşük ağırlığın en önemli olduğu verimli düşük güçlü telsizlerle sırt çantası için, NiMH AA hücrelerinden yapılmış bir pil takımı kullanın. Bir AA hücresinin kapasitesi yeterli değilse, NiCd hücrelerinde bulunan daha büyük boyutları kullanın. NiMH hücreleri hasarı önlemek için dikkatle şarj edilmelidir.

Lityum kimyaları, daha yüksek bir maliyetle de olsa, kurşun ve nikel kimyalarını aştı. Birçok avantaj sunarlar: daha hafif ağırlık, daha düz deşarj eğrisi ve daha yüksek kullanılabilir uç nokta voltajı. Çok hafif ve verimli pil paketleri RC model uçak ve drone tedarikçilerinden temin edilebilir. Bunlar, her onsun önemli olduğu sırt çantalı gezginler için özellikle caziptir.

Li-fosfat piller, SLA pilleri için 2 Ah'dan araç başlangıç pilleri kadar büyük boyutlarda mevcuttur. Taşınabilir çalışma için iyi bir başlangıç pil seçimidir, çünkü kötüye kullanılsalar bile çok uzun süre dayanırlar.

Güneş enerjisini denemek istiyorsanız, SLA piller ve NiCd piller güneş panelleri ile kullanımı ve şarj edilmesi en kolay olanlardır. Güneş paneli çıkışı 0.1 C'den büyük değilse, pil kontrolör olmadan şarj edilebilir. İf

Radyo ekipmanı benzer bir akım çekimine sahiptir, aşırı şarj riski azdır ve hava karardıktan sonra çalışmak için yeterli şarj olacaktır.

Soğuk hava operasyonu lityum, NiCd ve NiMH hücrelerini destekler. SLA piller ve al-
Kaline hücreleri soğuk hava operasyonu için kötü seçimlerdir.

Şarj edilebilir pillerinizin en uzun süre dayanmasını sağlamak için, fazla şarj etmeyin, tamamen deşarj etmeyin, tamamen saklayın
Şarjlı ve gerektiği gibi üstlerini kapatın. - Depolanan bir pili birkaç ayda bir tam kapasiteye kadar şarj etmek, bir damlama şarj cihazında veya pil koruyucusunda bırakmaktan daha iyidir.

7. 14 Güç Kaynağı Terimleri Sözlüğü

Bleeder - Bir güç kaynağının çıkışı veya filtresi boyunca, kaynak kapatıldıktan sonra depolanan enerjiyi hızlı bir şekilde boşaltmayı amaçlayan dirençli bir yük.

Boost dönüştürücü - Çıkış voltajının her zaman giriş voltajından daha büyük veya eşit olduğu bir anahtar modu dönüştürücüsü.

Buck dönüştürücü - Çıkış voltajının her zaman giriş voltajından daha az veya ona eşit olduğu bir anahtar modu dönüştürücüsü.

Buck-boost dönüştürücü - Çıkış voltajının büyüklüğünün giriş voltajından daha büyük veya daha az olabileceği bir anahtar modu dönüştürücüsü.

C-rate - Bataryanın amper-saat derecesinin bir oranı olarak ifade edilen bir batarya için şarj oranı.

CCA (soğuk krank amfileri) - Bir bataryanın bir marş motoruna yüksek akım verme yeteneğinin bir ölçüsü.

Dairesel miller - Yuvarlak bir iletkenin kesit alanını ifade etmenin uygun bir yolu. Dairesel millerdeki iletkenin alanı, yarıçapının karesini almak ve pi ile çarpmak yerine çapının millerle (bir inçin binde biri) karelenmesiyle bulunur. Örneğin, 10 gauge telin çapı 101.9 mildir (0.1019 inç). Çapraz alan 10380 CM veya 0.008155 inç karedir.

Çekirdek doygunluğu (manyetik) - Bir - transformatör veya indüktör çekirdeğindeki manyetik akının çekirdeğin işleyebileceğinden daha fazla olduğu durum. Akı bu noktanın ötesine zorlanırsa, çekirdeğin geçirgenliği azalır ve havanın geçirgenliğine yaklaşır.

Crowbar - Yük ekipmanını, beslemedeki regülatörün arızalanmasına karşı korumak için birçok güç kaynağına dahil edilen son hendek koruma devresi. Levye, kaynağın çıkışında aşırı gerilim koşulunu algılar ve kaynağın çıkışını doğrudan kısa devre yapmak ve korumak için bir kısa devre cihazı (genellikle bir SCR) ateşler. yük. Bu, güç kaynağının giriş hattı sigortasını patlatan güç kaynağında çok yüksek akımlara neden olur.

Darlington transistör - Bir durumda iki transistör paketi,
Toplayıcılar birbirine bağlandı ve bir transistörün yayıcısı diğerinin tabanına bağlandı. Çiftin etkin akım kazancı yaklaşık olarak iki cihazın bireysel kazançlarının ürünüdür.

DC-DC dönüştürücü - Bir de kaynağının voltajını ac'ye değiştirmek, başka bir seviyeye dönüştürmek ve daha sonra doğru akım üretmek için çıkışı düzeltmek için bir devre.

Derin çevrim - Kalan kapasitenin %20'sine kadar tekrarlanan şarj deşarj döngüleri için tasarlanmış bir pil.

Dirençlerin eşitlenmesi - Yüksek voltajlı bir güç kaynağında kullanılmak üzere seri olarak bağlanmış kapasitörler arasında yerleştirilen eşit değerli bypass dirençleri
Sicimdeki kondansatörler arasındaki gerilimler nispeten sabittir.

Hızlı geri kazanım doğrultucu - Diyot ileri yanlı bir durumdan ters yanlı bir duruma geçirildiğinde iletimi durdurmak için gereken süreyi en aza indirmek için tasarlanmış özel olarak katkılı bir doğrultucu diyot.

Flyback dönüştürücü - **Buck-boost dönüştürücünün dönüşümlü bir versiyonu.**

İleri dönüştürücü - Farklı voltaj seviyelerinde ve kutuplarda birden fazla izole çıkışa sahip bir buck dönüştürücü.

Foldback akım sınırlaması - Doğrusal güç kaynaklarında kullanılan özel bir akım sınırlaması türüdür, bu da besleme regülatöründen geçen akımı
Seri geçiş transistörünü aşırı güç dağılımından ve olası tahribattan korumak için kısa devre yük koşullarında düşük bir değer.

Toprak hatası (devre) kesicisi (GFİ Veya GFCI) - Ev elektrik şebekesi arasına monte edilmiş bir güvenlik cihazı
ve tehlikenin olduğu yerlerde ekipman Ekipmanı çalıştırırken personelin toprak zemine dokunması. GFİ, doğrudan toprağa akan herhangi bir akımı algılar ve hemen kapanır
Elektrik şokunu en aza indirmek için ekipmanın tüm gücü. GFCis artık banyo ve dış mekan kaplarında standart ekipmandır.

İnput-çıkış diferansiyeli - Seri geçişte görünen voltaj düşüşü
Doğrusal voltaj regülatöründeki transistör. Bu terim genellikle minimum bir değer olarak ifade edilir, bu da gerekli voltajdır. Regülatörün çalışmasını ve akımı yönetmesini sağlamak için. Çoğu üç terminalli regülatör İC'lerinde bu düşüş için tipik bir rakam yaklaşık 2.5 V'dir. Diğer bir deyişle, 12.5 V de sağlayacak bir regülatörün, düzenlemeyi sürdürmek için her zaman en az 15.0 Vat'lık bir kaynak voltajına ihtiyacı olacaktır.

İnverter - Bir de kaynağından ac güç üretmek için bir devre.

Li-ion - Lityum-iyon, ağırlığı yaklaşık ½ ve aynı kapasiteye sahip bir NiCd pilinin hacmini ½ bir şarj edilebilir pil türüdür.

Düşük bırakma regülatörü - Düşük bir minimum giriş-çıkış diferansiyel değeri ile çalışmak üzere tasarlanmış üç terminalli bir regülatör.

Deniz - Sürekli şarj edilmeden uzun süre boyunca önemli miktarda enerji tutmak için tasarlanmış bir pil.

NiCd Nikel kadmiyum, bir tür şarj edilebilir pil.

NiMH - Nikel metal hidrit, toksik maddeler içermeyen bir tür şarj edilebilir pil.

Tepe ters voltaj (PIV) - Bir yarı iletkenin güvenli bir şekilde işlemek için derecelendirildiği maksimum ters taraflı voltaj. Tepe noktasının ters derecelendirmesinin aşılması, bağlantı bozulmasına ve cihazın tahrip olmasına neden olabilir .

Aşamalı noktalar (•) - Trafo sargıları üzerindeki aşamalı noktalar, ac voltajlarının aynı faza sahip olacağı sargının sonunu gösterir.

Güç dönüştürücü - Bir güç kaynağı için başka bir terim.

Güç işlemcisi - Bir güç kaynağı için başka bir terim.

Birincil pil - Bir kerelik kullanım için tasarlanmış ve daha sonra atılmış bir pil .

RC (rezerv kapasitesi) - Bir pilin uzun süreler boyunca akım verme yeteneğinin bir ölçüsü.

Regülatör - Bir cihaz (Zener diyot gibi) veya bir dizi yük akımı ve giriş voltajı üzerinde sabit bir çıkış voltajını korumak için bir güç kaynağındaki devre.

Rezonant dönüştürücü - Seri ile karakterize edilen bir de-de dönüştürücü formu

Etkili bir seri rezonans yüküne dönüşen geçiş anahtarı. Bu, tum-on ve tum-off'ta sıfır akım koşuluna izin verir. Rezonans dönüştürücü normalde 100 kHz ile 500 kHz arasındaki frekanslarda çalışır ve güç taşıma kabiliyeti nedeniyle çok kompakttır.

Ripple - Girdi gücünün düzeltilmesi, filtrasyonu ve düzenlenmesinden sonra kalan ac.

RMS - *Kök Ortalama Kare.* Aynı ısıtma etkisine neden olacak de voltaja veya akıma karşılık gelen alternatif bir voltaj veya akımın etkin değerini ifade eder.

İkincil pil **-** Birçok kez şarj edilebilen bir pil. *Depolama bataryası olarak da adlandırılır.*

İkincil arıza **-** Bir transistörde, çipin o bölgesindeki toplayıcı akımının lokalizasyonu (ve teşvik edilmesi) nedeniyle sıcak noktaların meydana geldiği daha yüksek toplayıcı-yayıcı gerilimlerinde meydana gelen kaçak bir arıza durumu.

Seri geçiş transistörü veya geçiş transistörü **-** Düzenlenmemiş de kaynağı ile bir regülatördeki yük arasındaki güç geçişini kontrol eden transistör (ler). Lineer bir regülatörde, seri geçiş transistörü, voltajı ihtiyaç duyulan seviyeye düşürmek için kontrollü bir direnç görevi görür.

yük. Bir anahtar modlu regülatörde, seri geçiş transistörü AÇIK ve KAPALI durumları arasında geçiş yapar.

SLI (marş, ışıklar, ateşleme) - Aracı çalıştırmak ve aydınlatma ve ateşleme sistemlerine güç sağlamak için tasarlanmış bir otomotiv aküsü.

SOA (Güvenli Çalışma Alanı) - Bir transistörün cihaz arızası tehlikesi olmadan güvenli bir şekilde çalıştırılabileceği izin verilen toplayıcı akımı ve toplayıcı-yayıcı voltaj kombinasyonları aralığı.

Dalgalanma - Bir güç hattında, genellikle yüzlerce milisaniyeden birkaç saniyeye kadar süren orta süreli bir pertürbasyon.

Anahtarlama regülatörü - Bir switchmode dönüştürücü için başka bir isim.

Switchmode converter - Güç dönüşümü için kullanılan yüksek verimli bir anahtarlama devresi. Anahtarlama devreleri genellikle geleneksel 60 Hz, transformatör doğrultucu devrelerden çok daha küçük ve daha hafiftir, çünkü çok daha yüksek frekanslarda çalışırlar - 25'ten 400 kHz veya daha yüksek .

Üç uçlu regülatör **-** Üç uçlu (terminal) olan ve bir voltaj referansı, yüksek kazançlı bir hata amplifikatörü, sıcaklık telafi edilmiş voltaj algılama dirençleri ve bir geçiş elemanı içeren voltaj regülasyonu için kullanılan bir cihaz.

Geçici - Bir güç hattında kısa bir pertürbasyon veya "başak", genellikle mikrosaniye ila onlarca milisaniye sürer.

Varistör - Güç hatlarında meydana gelen geçişleri ve sivri uçları emmek için kullanılan bir aşırı gerilim bastırma cihazı, böylece bu hatta takılı elektronik ekipmanı korur. Genellikle MOY (Metal Oxide Varistor) terimi kullanılır.

Volt-Amperler (VA) - İkisi arasındaki faz açısına bakılmaksızın bir ac devresindeki akım ile voltajın çarpılmasıyla elde edilen ürün. Bu aynı zamanda, watt cinsinden ifade edilen yük tarafından emilen gerçek veya gerçek gücün aksine yüke verilen görünür güç olarak da bilinir.

Voltaj çarpanı **-** Şarj edilecek şekilde düzenlenmiş bir tür doğrultucu devre AC giriş voltajı dalga formunun bir yarı döngüsündeki bir kondansatör veya kondansatörler ve daha sonra bu kondansatörleri, alternatif yarı döngüdeki düzeltilmiş hat veya diğer yüklü kondansatörlerle seri olarak bağlamak için. Gerilim katlayıcı ve tripler, voltaj çarpanının yaygın olarak kullanılan formlarıdır.

Voltaj regülasyonu - Yük ile güç kaynağı çıkış voltajındaki değişiklik, yüzde olarak ifade edilir.

7. 15 Referanslar ve Bibliyografya

REFERANSLAR

1) Landee, Davis ve Albrecht, *Elektronik Tasarımcı El Kitabı, 2.* baskı, (McGraw-Hill, 1977), sayfa 12-9. Bu kitap genellikle teknik kütüphanelerde ve kullanılan kitap mağazalarında bulunabilir. Güç kaynağı bölümü okumaya değer.
2) Severns ve Bloom, *Modern DC-DC Switchmode Güç Dönüştürücü Devreleri, (*Van Nostrand Reinhold, 1984, ISBN: 0-442-21396-4). Bu kitabın bir yeniden basımı şu anda Güç Kaynaklarında mevcuttur Üreticiler Birliği web sitesi, **www.psma.com.**
3) Fair-Rite **web sitesi, www.fair-rite.com**
4) Manyetikler web sitesi, **www.mag-inc.com**

DİĞER KAYNAKLAR

M. Brown, *Güç Kaynağı Yemek Kitabı, (*Butterworth-Heinemann, 2001).

İ. Buchmann, *Piller Taşınabilir Bir Dünya,* (Cadex Electronics, 2011).

J. Fielding, ZS5JF, *Güç Kaynağı El Kitabı,* (RSGB, 2006).

K. Jeffrey, *Bağımsız Enerji Rehberi,* (Orwell Cove Press, 1995). Piller ve invertörler hakkında bilgi verir.

J. Rosales, "Yüksek gerilim artışı Ve İletişim için İnverting Dönüştürücüler ", Analog Diyalog, Cilt 53, Temmuz 2019 .

O.Schade, "Doğrultucu Operasyonun Analizi", İ.R.E. Tutanakları, Temmuz 1943.

W. *Radyo Amatörleri için Gümüş, Topraklama ve Bağlama* (ARRL 2017).

7. 16 Güç kaynağı projeleri

Bir güç kaynağının veya aksesuarın inşası - işlettiğimiz ve keyif aldığımız tüm radyo ekipmanlarının temeli - bir radyo amatörünün üstlendiği en ödüllendirici projelerden biri olabilir. Çoğu güç kaynağı projesinin son testi ve ayarlanması sadece bir voltmetre ve belki de bir osiloskop gerektirir - çoğu amatör için yaygın olarak bulunan araçlar.

Bu bölümdeki projelerin inşasında yardımcı olabilecek genel inşaat teknikleri, **İnşaat Teknikleri** bölümünde özetlenmiştir. *El Kitabı'ndaki diğer bölümler,* güç kaynaklarını oluşturan bileşenler hakkında temel bilgiler içerir.

Herhangi bir güç kaynağının tasarımı ve yapımı sırasında güvenlik her zaman dikkatlice düşünülmelidir. Güç kaynakları potansiyel olarak ölümcül voltajlar içerir ve kazara maruz kalmaya karşı korunmak için dikkatli olunmalıdır. Örneğin, maruz kalan telleri, bileşen uçlarını, bileşen lehim terminallerini ve bağlama noktalarını kaplamak için elektrik bandı, yalıtımlı boru ("spagetti") veya ısı küçültme borusu önerilir. Mümkün olduğunda, güç kaynağını dış dünyaya eşleştirmek için kullanılan konektörler, kazara teması önlemek için tasarlanmış yalıtımlı bir tipte olmalıdır.

Konektörler ve tel voltaj ve akım değerleri için kontrol edilmelidir. Her zaman güç kaynağındaki çalışma voltajlarından daha yüksek bir yalıtım derecesine sahip tel kullanın. 300 V'un üzerindeki besleme voltajları için, buna göre derecelendirilmiş yalıtımlı tel kullanın. Bileşen **Verileri ve Referanslar bölümü,** çeşitli tel boyutlarının akım taşıma kapasitesini gösteren bir tablo içerir. Paradan tasarruf etmek için tel ve konektörlerde kayma, parlama, erime veya yangına neden olabilir .

Tüm sigortalar ve anahtarlar yalnızca sıcak devrelere yerleştirilmelidir. Nötr devre kesilmemelidir. Üç telli (topraklı) bir güç bağlantısının kullanılması, kazara şok olasılığını büyük ölçüde azaltacaktır. 120 V devreler için uygun kablolama renk kodu: siyah - sıcak; beyaz - nötr; ve yeşil - zemin. 240 V devreler için, ikinci sıcak devre genellikle kırmızı bir tel kullanır .

GÜÇ KAYNAĞİ PRİMARY-CIRCUIT KONNEKTÖR STANDART

Ayrılabilir kablo tertibatlarıyla kullanılmak üzere güç kaynağı birincil devre konektörleri için Elektrik Ekipmanlarının Onaylanması (CEE) standartlarına ilişkin Uluslararası Kurallar Komisyonu CEE-22. Bu CEE-22 - birçok ülkenin ARRL ve standart kuruluşları tarafından tanınmıştır. 65 ° C'de 250 V, 6 A'ya kadar olan CEE-22, Kuzey Amerika ve Avrupa'daki elektronik ekipmanlar için en yaygın kullanılan üç telli (topraklı), şasi montajlı birincil devre konektörüdür. Genellikle Japonya ve Avustralya'da da kullanılır .

Birincil kaynak için 6 A veya daha az gerektiren bir güç kaynağı oluştururken, bir inşaatçı, kalıcı olarak monte edilmiş bir hat kablosu yerine bir CEE-22 konektörü ve uygun bir kablo tertibatı kullanmayı düşünmelidir. Çıkarılabilir bir hat kablosunun kullanılması, hasar durumunda değiştirmeyi kolaylaştırır. CE- 22 uyumlu kablo tertibatları, yurtdışında kullanılan çoğu tip dahil olmak üzere çok çeşitli güç fişleri ile mevcuttur.

Bazı üreticiler CEE- 22 konektörünü dahili hat filtresi ile bile tedarik etmektedir. Bu konnektör/filtre kombinasyonları özellikle RF alanlarında çalıştırılan sarf malzemelerinde kullanışlıdır. Güç hatlarına yapılan paraziti en aza indirmek için dijital ekipmanlarda da kullanışlıdırlar.

CEE-22 konektörler kasa veya PC kartı montajı için birçok stilde mevcuttur. Bazılarının vida terminalleri vardır; Diğerlerinin lehim terminalleri vardır. Bazı stiller dahili sigorta tutucular bile içerir .

7.16.1 12 V, 15 A Doğrusal Güç Kaynağı

Bu güç kaynağı doğrusal 12 V, 15 Adesign - Ed Oscarson, WAI TWX tarafından. İtis tipik mobil radyolar için uygundur ve ayarlanabilir çıkış voltajı ve akım sınırlaması sunar. Besleme regülasyonu mükemmeldir, tipik olarak 20 m V'den daha az bir değişikliği hiçbir yükten 15 A'ya kadar sergiler. Daha ağır bileşenler ve ek geçiş transistörleri ile bu temel tasarım, 30 W'dan fazla A sağlayabilir - 100 W sınıfı bir alıcı-verici sağlamak için yeterlidir. (Tüm numaralı notlar, ek devre tasarım bilgileri, besleme voltajının ve/veya akım derecelerinin nasıl değiştirileceğinin tartışılması, yapım ve test notları, bir PCB şablonu ve eksiksiz bir parça listesi bu kitabın indirilebilir ek içeriğine dahil edilmiştir .)

CIRCUIT DESCRIPTION

Şekil 7.55 arzın şemasıdır. Ac hattı girişi Fl tarafından kaynaştırılır, açılır ve kapatılır

Switchmode DC-DC Dönüştürücüler

Çevrimiçi olarak mevcut olan İnexpensive de-de dönüştürücü modülleri, ortak güç kaynaklarından gelen gerilimi azaltabilir veya artırabilir, böylece
Tam güç kaynağı. Örneğin, 5 V de USB şarj portu, Tom Wheeler, 9V tarafından indirilebilir proje makalesinde açıklandığı gibi N0GSG dönüştürülebilir.

S 1 tarafından ve FL 1 tarafından filtrelenir. F 1 ve S 1, çıkış akımı gereksiniminin yaklaşık '4'ünde derecelendirilmiştir (15 A çıkış için, 4 veya 5 A yavaş üflemeli sigorta veya benzer şekilde derecelendirilmiş bir devre kesici kullanın). FL, ikincil veya yükten herhangi bir RF'nin güç hattına bağlanmasını önler ve güç hattındaki RF'nin besleme çalışmasını bozmasını önler. Ac güç hattınız temiz ise ve RF problemi yaşamıyorsanız, FL'yi ortadan kaldırabilirsiniz, ancak ucuz bir sigortadır.

Boşaldığında, filtre kapasitörü C 1, ac gücü uygulandığında doğrultucu U2'nin çıkışı boyunca kısa devre gibi görünür. Bu genellikle doğrultucuyu ve kapasitörü, onlara zarar verebilecek büyük bir akıma maruz bırakır. Neyse ki basit ve ucuz bir inrush-akım sınırlama aracı mevcuttur. Keystone Carbon Company (ve diğerleri) bu amaç için bir dizi ani akım sınırlayıcısı (termistör) üretir. Cihaz (RTl), transformatör birincil uçlarından biriyle seri olarak yerleştirilir. RTl, 6 A'lık bir akım derecesine [1]ve 5 n. soğuk direncine sahiptir. sıcak olduğunda, RT1'in direnci 0.11 Q'ya düşer. Böyle düşük bir direnç, tedarik işlemi üzerinde ihmal edilebilir bir etkiye sahiptir. Termistörler sıcak çalışır, *bu nedenle* serbest havaya ve ısıdan zarar görebilecek her şeyden uzağa monte edilmelidirler.[2]

Güç kaynağının en büyük ve en önemli parçası transformatördür (Tl). Yeni satın aldıysanız, aynı zamanda en pahalı olabilir. Neyse ki, bir dizi fazla bayi bu tedarikte kullanılabilecek güç transformatörleri sunuyor.

Tl 20 A'da 17 V ac RMS üretiyor; Orta musluk kullanılmaz. Köprü doğrultucu U2 tam dalga düzeltme sağlar. Tam dalga düzeltmesi, filtre kondansatöründe akan akım akışının dalgalanma bileşenini azaltır ve kondansatörün iç direncinde daha az güç dağılmasına neden olur. U2'nin voltaj derecesi en az 50 V olmalı ve akım derecesi normal yük gereksiniminden yaklaşık %25 daha yüksek olmalıdır; A 2 Bir köprü doğrultucu yapacak. U2 şasiye veya bir soğutucuya sabitlenir, çünkü ısıyı dağıtır.

Cl bilgisayar seviyesinde bir elektrolitik. 15.000 ila 30.000 µF arasındaki herhangi bir kapasitör değeri yeterli olacaktır. Bu versiyon 19.000 µF, 40 V kapasitör kullanır. Kondansatörün voltaj derecesi, beklenen yüksüz düzeltilmiş de voltajdan en az %50 daha yüksek olmalıdır. Bu beslemede, bu voltaj 25 V'dur ve a40 V kapasitör yeterli marj sağlar ,

R5, bir 75 02, 20 W bleeder direnç, hiçbir yük takılı veya bir kaldırıldığında kaynağı boşaltmak için Cl terminalleri boyunca bağlanır, 50'den herhangi bir direnç değeri

[1]Numaralı notların bir listesi için bu kitabın indirilebilir ek içeriğiyle birlikte verilen makalenin tamamına bakın.

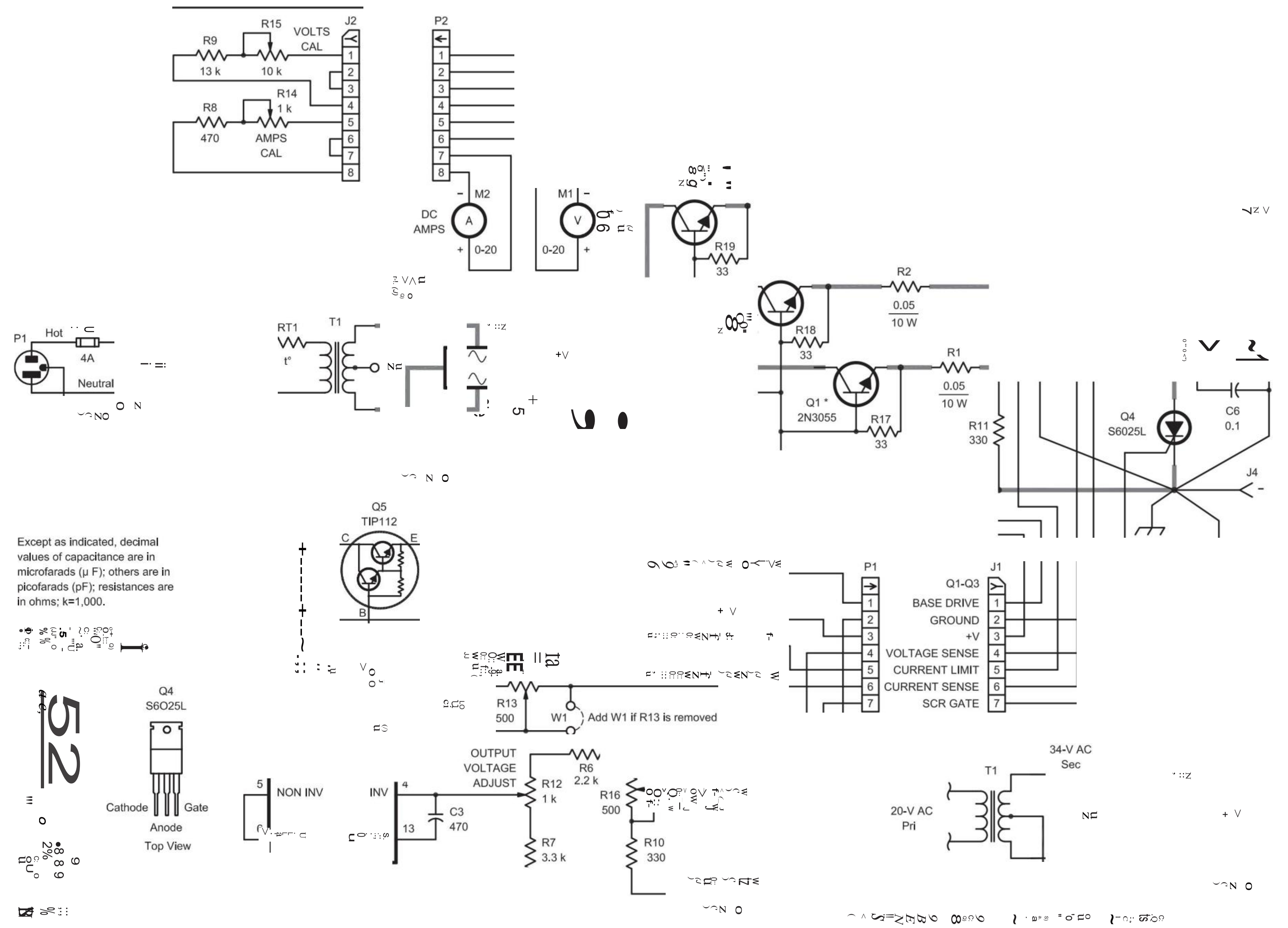


Figure 7.55 — Schematic of the 12 V, 15 A power supply. A parts list is included with this book's downloadable supplemental content. Equivalent parts can be substituted. The bold lines indicate high-current paths that should use heavy-gauge (#10 or #12 AWG) wire. This schematic graphically shows wiring to a single-point ground; see text. The majority of the parts used in this supply are available as surplus components.

200 9 için iyidir; Direncin watt derecesini uygun şekilde ayarlayın.

Cl terminallerinde, bir de voltajımız var, - ancak uygulanan yüke göre büyük ölçüde değişiyor. Bir CW vericisini anahtarlarken veya bir teçhizatı alımdan tam çıkışa geçirirken, 5 V salıncaklar ortaya çıkabilir. De voltajı ayrıca tam yük altında 1.5 V'a kadar bir ac ripple bileşenine sahiptir. Bir katı hal regülatörü (Ul) eklemek, değişen giriş ve yükle bile sabit bir çıkış voltajı sağlar.

VOLTAJ REGÜLATÖRÜ İC VE PASS TRANSİSTORS

Ul'de kullanılan LM723, dahili bir voltaj referansı ve duyu amplifikatörüne ve bir geçiş transistörü dizisi için 150 mA'lık bir sürücü çıkışına sahiptir. Ul'un voltaj referansı, dahili regülatör devresi için istikrarlı bir karşılaştırma noktası sağlar. Bu besleme, voltaj-duyu-op amplifikatörünün ters çevirmeyen girişine bağlı. Referans dahili olarak 7 ,15 V olarak ayarlanır, ancak mutlak değer kritik değildir çünkü

Bir çıkış voltajı ayarı (R12) sağlanır. Önemli olan, voltajın 1000 saatlik çalışma başına %0.05'lik belirli bir varyasyonla kararlı olmasıdır. Bu, tedarik için fazlasıyla yeterlidir.

Regülatörün düzgün çalışması için, zemin referansı çıkış zemin terminali ile aynı noktada olmalıdır. Bunu sağlamanın en iyi yolu, çıkış GROUND terminalini (J4) tüm tedarik alanları için tek noktalı bir zemin olarak kullanmaktır. Toprak bağlantısı gerektiren her bileşenden J4'e kablo çalıştırın. Şekil 7.55, tek bir devre düğümüne paralel bağlantılar kullanarak bunu grafiksel olarak göstermeye çalışır.

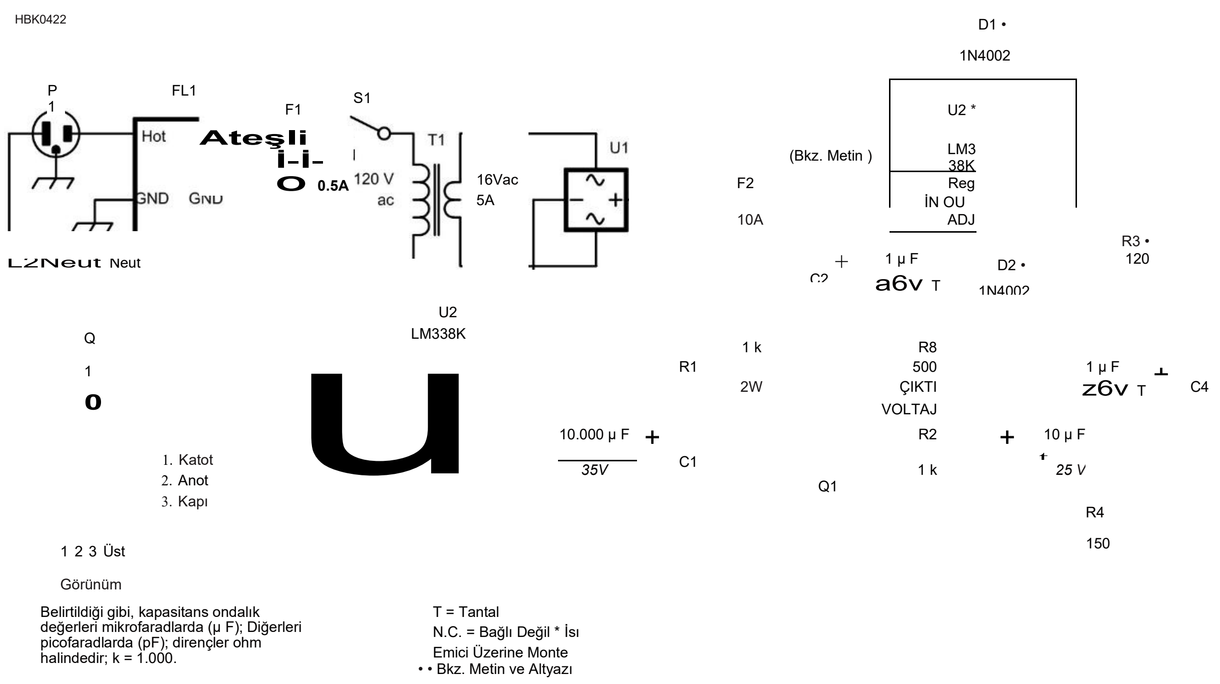
Çıkış geçiş transistörü dizisi, üç 2N3055 güç transistörünü (Q1- Q3) süren bir TIPl 12 Darlington çift transistöründen (Q5) oluşur. Bu iki aşamalı tasarım, güç transistörlerini doğrudan bağlamaktan daha az verimlidir! Y'nin LM723, ancak Q5, 2N3055s LM723 150 mA maksimum değerinden çok daha fazla temel akım sağlayabilir.

Kaynağın çıkış akım kapasitesini artırmak için paralel olarak ek 2N3055s yerleştirebilirsiniz.

Bu tasarım, geçiş transistörleri veya kullanılan Darlington transistörü hakkında titiz değildir. Bu cihazların hepsinin en az 40 V voltaj değerine sahip olduğundan emin olun Q5, 5 A (veya daha büyük) toplayıcı akım değerine ve 100'ün üzerinde bir beta değerine sahip olmalıdır. Geçiş transistörleri, 10 A veya daha fazla toplayıcı akımları için derecelendirilmeli ve en az 10,5 beta değerine sahip olmalıdır.

Dirençler Rl 7, R18 ve R19, kollektör-baz - kavşağından sızan akımın, baz-yayıcı kavşağının etrafına yönlendirerek transistörü açmasını önler. Geçiş transistörleri sıcak olduğunda, bu tasarımda karşılaşılan V CE'de, sızıntı akımı 3 mA kadar yüksek olabilir. 33 ©2 dirençler boyunca ortaya çıkan düşüş 0.1 V - V BE için tum-on değerinin altında güvenli bir şekilde

Eşsiz transistörler basitçe paralel olarak bağlandıklarında, genellikle akımı eşit olarak paylaşmazlar. ©



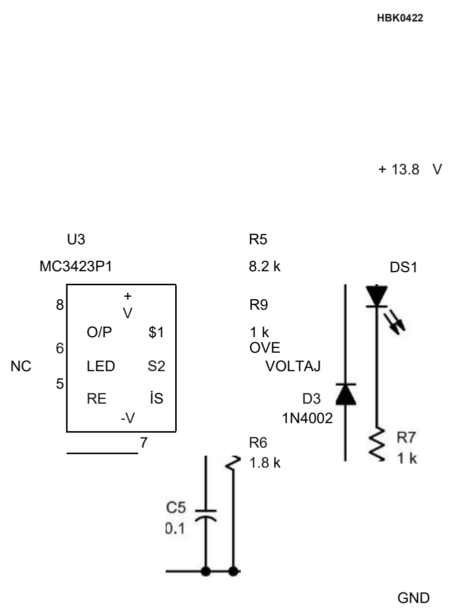
Şekil 7.56 - 13.8 V, 5 A güç kaynağı için şematik. Aksi belirtilmedikçe, dirençler ¼ W, %5 toleranslıdır. Bir PC kartı ve U3, FAR Circuits'den (www.farcircuits.net) temin edilebilir. Devre kartının ilk versiyonları FAR mislabel U1 vs Q1. Parçaların doğru monte edildiğinden emin olmak için anakart izlerini kontrol edin. PC kartı, farklı düzeltici-potansiyometre ayak izlerini işlemek için montaj deliklerine ve pedlerine sahiptir. Bu kitabın indirilebilir ek içeriğine bir PC kartı şablonu dahil edilmiştir. Yazar, mailto:scskits@charter.netparça ve baskılı devre kartlarının elde edilmesinde yardım için scskits@charter.net iletişime geçilebilir.

C1 -10.000 µF, 35 V elektrolitik. Q1- BT152 400 V, TO-220A 25 A SCR U2 - LM338K 5 Ayarlanabilir bir güç regu-
C2, C4 - 1 µF, 35 V tantal. Paket (NTE5554) Lator TO-3 bir pakette.
C3 -10 µF, 35 V tantal. RS - 500 (2, tek dönüşlü düzeltici U3 - MC3423P1 aşırı gerilim koruması İC.
CS - 0.1 µF, 25 V seramik disk. potansiyometre. Misc: iki panel montajlı sigorta tutucu; satır
D1-D3 - 1N4002. R9 - 500 9 veya 1 k ©, tek dönüşlü düzeltici Kordon; TO-3 kasa transistörleri için ısı emicileri;
DS1 - Kırmızı LED. potansiyometre. TO-3 montaj kiti ve ısı emici gres;
F1 - Yavaş darbe 0.5 A sigorta. S1 - SPST panel montaj anahtarı. Siyah ve kırmızı bağlama direkleri; kasa
F2 - Hızlı etkili 10 A sigortaları; Üç T1 - 120 V birincil, 16- 20 V, 5 A veya kabine; PC kartı; Donanım, kauçuk
Gerekli (metne bakın). İkincil olarak. davlumbaz, ısı küçültme borusu veya elektrik
FL1- Ac-line filtre. U1 - 100-PIV, 6 Bir köprü doğrultucu. F1 ve FL 1 için bant, bağlama teli.

Her transistörün yayıcı kurşununda düşük değerli direnç (yayıcı-balast dirençleri, Rl-R3), eşit akım paylaşımı sağlanır. Daha düşük voltaj düşüşüne sahip bir transistör daha fazla akım geçirmeye çalıştığında, yayıcı direncinin voltaj düşüşü artar ve diğer transistörlerin daha fazla akım sağlamasına izin verir. Voltagesens noktası dirençlerin yük tarafında olduğundan, transistörler yük akımını dinamik olarak paylaşmaya zorlanır.

5 A yayıcı akımla, her 0.05 © dirençte 0.25 V gelişir ve 1.25 W ısı üretir. Bir direncin güç derecesi, dağıtılması istenen gücün en az iki katı olmalıdır. Dirençlerin ısıyı dağıtmasına yardımcı olmak için, bunları bir soğutucu üzerine monte edin veya metal bir kasaya sabitleyin. 0.065 ile 0.1 92 arasında bir değere sahip herhangi bir direnci kullanabilirsiniz, ancak dağıtılan gücün daha yüksek değerli dirençlerle daha yüksek olduğunu unutmayın (burada 10 W dirençler kullanılır).

Bu besleme tarafından sağlanan yüksek çıkış akımlarında, geçiş transistörleri önemli miktarda güç dağıtır. Her birinden bir Withacurrentof5



Transistör - ve transistör boyunca 9 V'luk bir düşüş olduğunu varsayarsak - her cihaz 45 W'yi dağıtır. 2N3055'in derecesi, uygun boyutlu bir soğutucu ile kullanıldığında 115 W olduğundan, bu dağılım seviyesi bir sorun oluşturmamalıdır. Eğer besleme sürekli görev çalışması için kullanılacaksa, ısı emicinin boyutunu arttırın ve hava dolaşımına yardımcı olmak için dikey olarak yönlendirilmiş kanatçıklarla monte edin.

Çıkış voltajı hissi, dirençli bir bölücü vasıtasıyla negatif Ul girişine bağlanır. Ul, çıkış akımını sağlayan geçiş transistörlerini kontrol etmek için negatif ve pozitif girişleri arasındaki farkı kullanır. Bir kompanzasyon kapasitörü olan C3, bu giriş ile salınımı önlemek için özel bir kompanzasyon pimi arasında bağlanır. Çıkış voltajı potansiyometre Rl2 ve iki sabit değerli direnç, R6 ve R7.7 ile ayarlanır. Voltaj hissi girişi, kaynağın pozitif çıkış terminali J3'e bağlanır.

Akım algılama, yayıcı-balast dirençleri ve J3 arasında bağlı bir 0.075 © 2, 50 W direnç olan R4 aracılığıyla yapılır. R4'ün güç dağılımı Rl, R2 veya R3'ten çok daha yüksektir, çünkü toplam çıkış akımını görür. 15 A'da, R4 17 W'yi dağıtır. 20 A'da, dağıtılan güç 30 W'a çıkar .

Ul, R4'e bağlı iki duyu girişi aracılığıyla akım sınırlaması sağlar. Sınırlama, duyu girişleri arasındaki voltaj 0.65'ten büyük olduğunda gerçekleşir V.8 15 A maksimum çıkış akımı limiti için, bu bir 0.043 © direnç gerektirir. Daha büyük değerli bir duyu direnci ve bir potansiyometre kullanarak, mevcut sınırı değiştirebilirsiniz. Potansiyometre Rl3 R4'e bağlamak, tam limit voltajından (8.7 A limit) limit voltajına kadar bir akım sınırlama aralığı sağlar. Bu, gerekirse mevcut sınırın ince ayarlanmasına izin verir ve ayrıca hazır direnç değerlerinin (yazarın 0.075 © 2 dirençleri gibi) kullanılmasına izin verir. 20 A'nın geçerli bir sınırı, ampermetre ölçeğinin üst ucundadır .

R20, güç kaynağı çıkış voltajına bağlı olarak 35-40 mA'lık küçük bir yükü korur. Bu, geçiş transistörlerindeki kaçak akımın etkisini azaltır ve harici yük bağlı olmasa bile regülatörün geri besleme eylemini aktif tutar.

METERNG

Voltmetre Ml bir artı metredir. R8 ve potansiyometre Rl 5, voltmetre kalibrasyonunu sağlar. Doğru sabit değerli direnç varsa, Rl 5 atlanabilir. Direnç ve potansiyometrenin birleşik değeri, kullanılan sayacın tam ölçekli akım gereksinimi ile belirlenir.

Ammeter M2 aslında R 4'teki potansiyeli ölçen bir voltmetredir (ayrıca fazlalıktır). Pozitif yan ofM2 yüksek yan ofR4 bağlanır. R8 ve potansiyometre Rl 4, kalibrasyon sağlamak için pozitif çıkış terminali (J3) ile negatif yan ofM2 arasında bağlantı kurar adaptasyon. R8 ve Rl 4 değerleri, kullanılan sayacın bobin akımı gereksinimleri ile belirlenir. (Ayrı analog sayaçlar yerine dijital panel sayaçlar veya özel bir DMM kullanılabilir.)

ÇIKTI WIRİNG VE CROWBAR CIRCUIT

Tedarik çıkışı dış dünyaya iki ağır hizmet tipi muz krikosu, J3 ve 14 ile bağlanır. 100 µF kapasitör olan C2, düşük frekanslı salınımı önlemek için doğrudan terminaller boyunca lehimlenir. 0.1 µF kapasitör olan C6, toprağa RF enerjisini şant etmek için dahil edilmiştir. - Geçiş transistörleri ile J3 ve şasi zemini ile J4 arasındaki bağlantılar için ağır ölçülü tel kullanılmalıdır. Gerilim duyulu tel doğrudan J3'e bağlanmalı ve U2'nin zemin pimi doğrudan J4'e bağlanmalıdır (bkz. Şekil 7,55). Bu, en iyi çıkış voltajı düzenlemesini sağlar.

Aşırı voltajlı bir levye devresi, çıkış voltajının önceden belirlenmiş bir sınırı aşmasını önler. Eğer bu sınır aşılırsa, güç giderilene kadar çıkış toprağa bağlanır. Eğer arzdaki akım sınırlayıcı devre düzgün çalışıyorsa, tedarik akımı önceden belirlenmiş değere sınırlanır. Eğer akım sınırlaması çalışmıyorsa, levye acline sigortasının patlamasına neden olur. Bu nedenle, doğru sigorta boyutunu kullanmak önemlidir: 15 A kaynağı için 4 ila 5 A.

Levye devresi, SCR'nin voltaj kaynağı kaldırılana kadar mandallama ve yürütme yeteneğine dayanan basit bir tasarımdır. SCR (Q4), J3 ve J4 çıkış terminalleri arasında bağlanır. (SCR ayrıca ek koruma için doğrudan filtre kondansatörü Cİ'ya bağlanabilir.) Q4 kapısı ile seri olarak Rl6 RİO ve potansiyometre, açma voltajını ayarlamak için bir araç sağlar. Prototip levye 15 V'de çalışacak şekilde ayarlanmıştır. S6025L SCR 25 A olarak derecelendirilmiştir ve metal bir şasi veya soğutucu üzerine monte edilmelidir. (Not: Bazı SCR'ler montajlarından izole edilmiştir, diğerleri değildir. S6025L ve 65-amper S4065J izole tiplerdir. Kullandığınız SCR izole değilse, kasadan veya ısı emiciden yalıtmak için bir mika yıkayıcı veya termal ped kullanın.)

Şekil 7.55'teki kalın çizgiler, heavygauge (# 10 veya # 12 AWG) tel kullanması gereken yüksek akım yollarını gösterir. Şemadaki çıkış terminallerine ayrı hatlarla bağlanan izler, - doğrudan terminallere ayrı tellerle bağlanmalıdır. Bu, ağır tellerin akımı taşıdığı (ve voltaj düşüşlerine sahip olduğu) ve duyu tellerinin neredeyse hiç akım taşımadığı ve bu nedenle voltaj hatalarının kablodaki voltaj düşüşlerinden kaynaklanmadığı 4 telli bir ölçüm oluşturur. İstenirse, duyu teli yüke yapılabilir, ancak bu duyu geri besleme devresine gürültü getirebilir, bu nedenle yapılırsa dikkatli olun .

7.16.2 13.8 V, 5 Doğrusal güç kaynağı

Ben Spencer, G4YNM tarafından tasarlanan bu güç kaynağı, birçok düşük güçlü alıcı-verici ve aksesuar için uygun olan 5 A'da 13.8 V de sağlar. İt, zamana bağlı akım sınırlama ve kısa devre koruması, regülatör İC'nin güvenli çalışma alanı içinde termal aşırı yük koruması ve güç verdiği ekipman için aşırı gerilim koruması sunar. Prototip kaynağı, sürekli olarak 4,5 A çeken 25 W'lık bir vericiye güç sağlar.

İnşaat, test ve kalibrasyon basittir, özel bir beceri veya ekipman gerektirmez. Bileşenlerin birçoğu önemsiz kutularda bulunabilir veya hamfestlerde veya posta siparişi tedarikçilerinden satın alınabilir.

CIRCUIT DESCRIPTION

Şekil 7.56 (bkz. sayfa 52) güç kaynağı şemasıdır. İncoming ac line akımı kasaya monte hat filtresi (FL 1) ile filtrelenir ve sigortadan (Fl) geçtikten sonra Sl Tl'ye yönlendirilir.

Ul rectifies ve Cl filtreleri, Tl'nin ac çıkışı. U2 bir LM338K voltaj regülatörüdür. Bu İC, 5 A'lık bir akım sınırlı sürekli çıkışa sahiptir ve 7 A'nın garantili bir tepe çıkışına sahiptir. İt ayrıca kendisi için çip üstü termal ve güvenli çalışma alanı korumasına sahiptir. U2'nin çıkış voltajı, iki direnç (R2 ve R3) ve küçük bir aralıkta ayarlamaya izin veren bir düzeltici potansiyometre (R8) ile ayarlanır. U2'nin giriş ve çıkışı C2, C3 ve C4 tarafından atlanır. Dl ve D2, U2'yi içinden çıkan bu kapasitörlere karşı korur.

Aşırı gerilim koruması, regülatör girişi boyunca bir SCR, Q 1 tarafından sağlanır. Normalde, Q 1 açık bir devre sunar, ancak hata koşullarında, tetiklenir ve düzenlenmemiş de girişini toprağa kısa devre yapar. Bu, Cl'nin bağlı ekipmanın zarar görmesini önleyerek 12 V'un altına hızlı bir şekilde deşarj olması için İO A'da derecelendirilen Cİ'yi F2'ye boşaltır.

Aşırı gerilim korumalı bir İC olan U3, çıkış voltajını sürekli olarak izler. Çıkış voltajı önceden belirlenmiş bir seviyenin üzerine çıktığında, U3 *CS'yi şarj etmeye başlar.* Aşırı gerilim süresi yeterince uzunsa, U3 Qİ'yi tetikler. Bu dahili gecikme (yaklaşık 1 ms), çıkış voltajındaki kısa geçici gürültü sivri uçlarının güvenli bir şekilde göz ardı edilmesine izin verirken, gerçek bir arıza meydana gelirse SCR'yi tetikler. İzlenen voltaj, sınırlı bir aralıkta ayarlamaya izin veren RS ve R6 ve düzeltici potansiyometre R9 tarafından ayarlanır.

D3, kaynağı bağlı ekipmandan ters kutuplu deşarjdan korur. Çıkış voltajının varlığı bir LED, DSl ile gösterilir. R7, DS İ için bir akım sınırlayıcı dirençtir.

CONSTRUCTION

Tedarikinizi nasıl oluşturduğunuz, bileşenlerin ve muhafazanın boyutuna bağlıdır kullanıyorsun. Genel fiziksel düzen önemli değildir, ancak biraz dikkat gerektiren birkaç alan vardır. **Şekil 7 .57'de gösterilen birim, FU,** sigorta tutucular, S 1, ısı emici. DS 1 ve bağlama direkleri ön ve arka muhafaza panellerine monte edilmiştir. Tİ ve PC kartı muhafazanın alt plakasına sabitlenmiştir. Cl'nin montaj kelepçesi arka panele bağlı. Bleeder direnç Rİ doğrudan Cl terminalleri boyunca bağlanır. D3 doğrudan çıkış bağlama direkleri boyunca lehimlenir.

U2, D 1, D2 ve R3, transistör pimleri ve bir terminal şeridi görevi gören lehim çubukları ile doğrudan ısı emiciye monte edilir. Kararsızlığı önlemek için R3'ü U2 terminallerine mümkün olduğunca yakın tutmak önemlidir. U2'yi ısı emiciden elektriksel olarak izole etmek için TO-3 bir montaj kiti ve ısı iletken gres veya termal ped kullanın.

U2, Cl ve PC kartını birbirine yakın tutun ve bu bileşenler arasındaki tel akışını mümkün olduğunca kısa tutun. Aşırı uzun tel koşuları öngörülemeyen davranışlara yol açabilir.

Elektrik çarpmasını önlemek için tüm ac-giriş kablolarını (yalıtımlı tel ve ısı küçültme borusu kullanın) örtün ve ac kablolarını de kablolamadan uzağa yönlendirin. İsı lavabosunu monte edin Dikey olarak yönlendirilmiş yüzgeçleri olan muhafaza. Dolaptaki panjurlar veya havalandırma delikleri, iç bileşenlerin soğutulmasına yardımcı olacaktır.

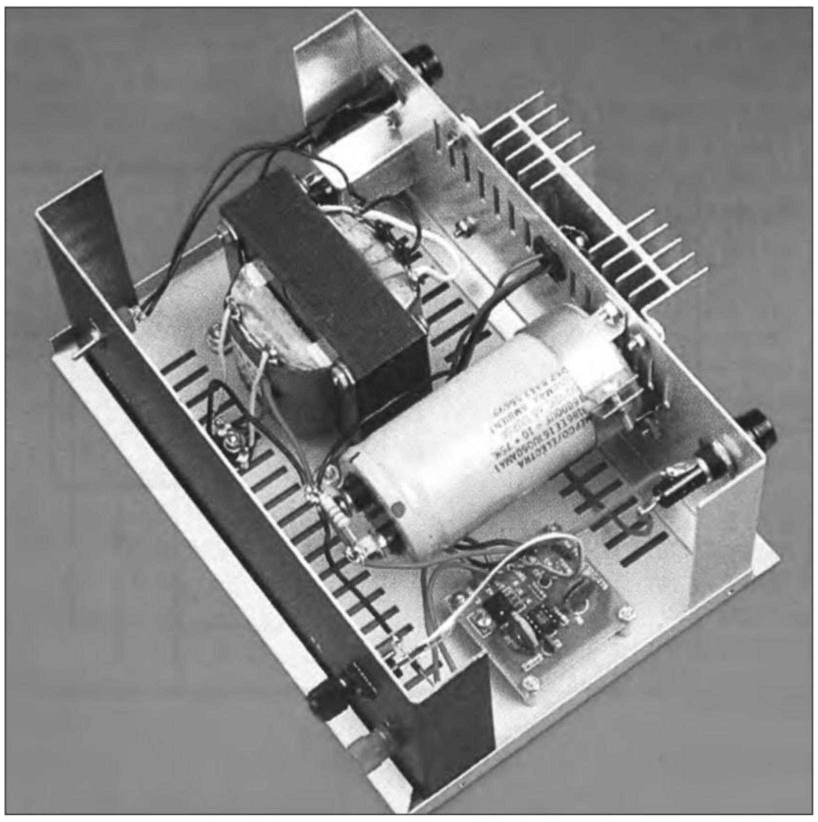
TEST VE CALIBRATION

30 V de ve 10 A de aralıklarını kapsayan doğru bir multimetre gereklidir. 100 Wis güç derecesine sahip değişken bir dirençli yük de gereklidir; Bu, bir sonraki projede gösterildiği gibi bir ısı-sinkmounted 2N3055 powertransistorand birkaç bileşen kullanarak yaptı.

İlk olarak, RS (OUTPUT VOLTAGE) tam saat yönünde ve R9 (OVERVOTTAGE) tam saat yönünün tersine ayarlayın. F2'deki De Line'da bir sigorta. Ac hattını bağlayın, S 1'de tum ve DS İ ışıklarının olup olmadığını kontrol edin. Çıkış voltajını ölçün: yaklaşık 12 V olmalıdır. -14.2 V çıkış elde edene kadar R8'i saat yönünün tersine ayarlayın; Bu, açma voltajını ayarlar. (CCW ayarının voltajı artırdığını unutmayın .)

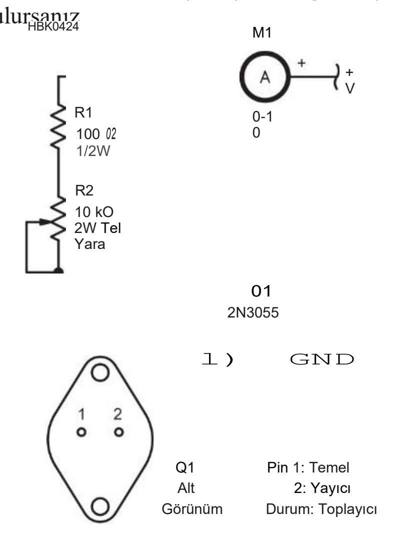
Çıkış voltajını izlerken, voltaj aniden sıfıra düşene kadar R9'u saat yönünde kademeli olarak ayarlayın. Bu, SCR'nin F2'yi tetiklediğini ve üflediğini gösterir. AC hattı kablosunu duvar prizinden çıkarın. *R9'da değişiklik yapmayın! İnstead,* RS'i tam saat yönünde ayarla.

Ac hattı kablosu çıkarıldığında, bunu kontrol edin



Şekil 7.57 - 13.8 V, 5 A güç kaynağının fiziksel düzeni. Arka panelde, solda, ac-line filtre ve F1 vardır. Regülatörün ısı emicisi ortasında
Panel ve F2 sağdadır. Muhafazanın alt kısmında, ön ofT1,
Diyot köprü doğrultucudur. C1 dikey olarak monte edilemeyecek kadar uzun olduğu için
Hammond # 14260 kabini, montaj kelepçesi iç arka panele sabitlenmiştir. C1'in sağında ise PC kartı bulunur. Ön panelde açma/kapama anahtarı, LED güç açma göstergesi ve çıkış voltajı bağlama direkleri bulunur .

F2 açık. F2'yi yeni bir sigortayla değiştirin (şimdi üç sigortadan ikisinin neden çağrıldığını biliyorsunuz). AC hattı kablosunu yeniden takın ve çıkış voltajını sürekli olarak izlerken, Q 1 tekrar 14.2 V, blowingF2'de tetiklenene kadar R8'i kademeli olarak ayarlayın. Eğer ayarı bulurşanız



Şekil 7.58 - Yeterli ısı batması ile 10 A'ya kadar güç kaynaklarının test edilmesinde kullanılacak aktif bir dirençli yük. R2 ayarlaması hassastır .
M1 - 10 A ölçebilen multimetre veya ampermetre
Q1 - 2N3055; Isı emiciye monte.

Çok hassas olmak için R9'un yerine 500 9 potansiyometre kullanın ve gerekli ayar aralığını sağlamak için RS değerini (gerekirse) azaltın.

Yine hat kablosunu duvar prizinden ayırın, R8'i tam saat yönünde ayarlayın, F2'yi değiştirin (üçüncü sigorta var!) ve R8'i 13, 8 V için sıfırlayın. Bu, voltaj kalibrasyon ve aşırı gerilim koruma testlerini tamamlar. Güç kaynağı şimdi 13.8 V çıkışa ayarlandı ve aşırı gerilim koruması 14.2 V olarak ayarlandı.

Şekil 7.58'deki değişken dirençli yükün R2'sini maksimum dirence (minimum yük akımı) ayarlayın ve ampermetre ile seri olarak güç kaynağı çıkışına bağlayın. Güç kaynağını açın ve R2'yi 5 A'lık bir akım akana kadar kademeli olarak ayarlayın. Direnci daha da azaltın ve mevcut sınırların 5.5 A ile 0.5 A arasında olup olmadığını kontrol edin.

Son olarak, tamamen tatsız olun ve - ampermetre aracılığıyla kısa devre uygulayın. Geçerli sınırlayıcı özelliğin doğru çalışıp çalışmadığını kontrol edin. Prototip yaklaşık 3.5 A'da sınırlıdır. Ac hattı kablosunu ve test ekipmanını ayırın, kasayı [illegible] servis için hazır.

7.16.3 Ayarlanabilir Dirençli Yük

Şekil 7.58, 2N3055 transistör yeterli bir soğutucu üzerine monte edilmişse, güç kaynaklarını 10 A'ya kadar akımlarda test etmek ve ayarlamak için kullanılabilecek ayarlanabilir bir dirençli yükün şemasını göstermektedir. Rl ve R2 değişir Q 1'in toplayıcı akımını kontrol etmek için temel önyargı. Uzun süreli kullanım için, yeterli havalandırmaya sahip büyük bir soğutucu kullandığınızdan emin olun. Akım sayacından toplayıcıya ve Q 1'in yayıcısından ağır tel kullanın.

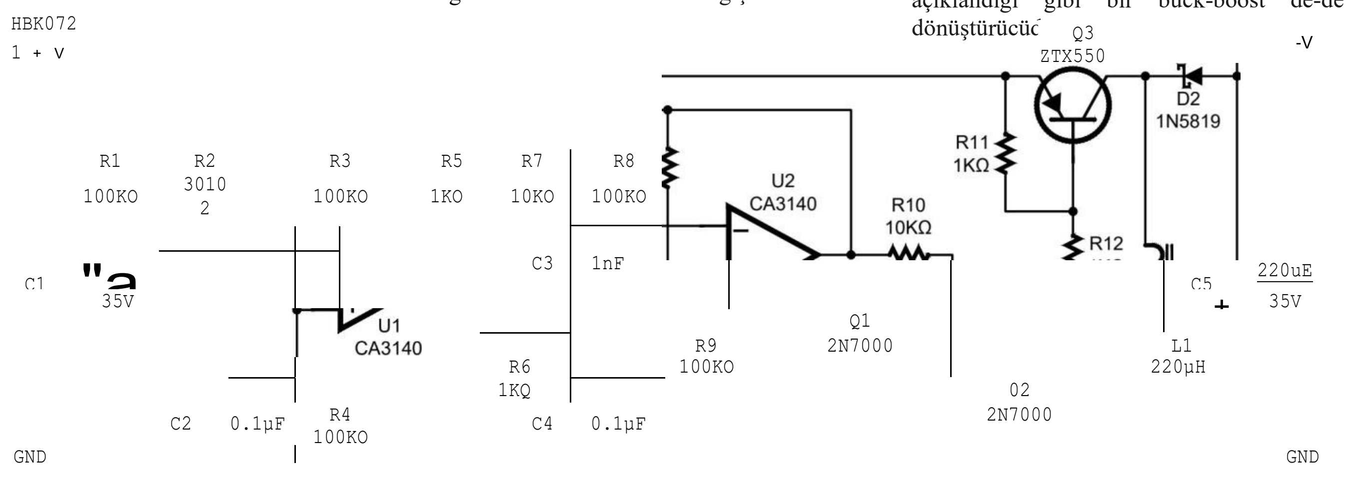
7.16.4 İnverting DC.DC Dönüştürücü

Sahip olduğunuz tek şey + V olduğunda, genellikle + V ve-V'ye ihtiyacınız vardır. Örneğin, + 12 V ve-12 V'ye ihtiyacınız var, ancak mevcut olan tek şey + 12 V İt, + Vin'i koyduğunuzda size -V verecek bir'kara kutu'ya sahip olmak ve ayarlama yapmadan bir dizi voltaj üzerinde çalışmak için gerçekten kullanışlı olacaktır. *Aslen Nuts and Volts Magazine'in* **(www.nutsvolts.com)** Ocak 2013 sayısında ortaya çıkan Jim Stewart'ın bu projesi, voltajda önemli bir düşüş olmadan 100 mA'dan daha fazlasını sağlamak için bir anahtar mod voltaj aynası kullanarak bu ihtiyacı karşılar .

Aşağıdaki metin devrenin nasıl çalıştığını özetlemektedir. Makalenin tamamının PDF versiyonu bu kitabın indirilebilir ek içeriğine dahil edilmiştir. İt, devrenin tasarımı, artı inşaat ve test bilgileri hakkında daha fazla ayrıntı içerir. Daha fazla bilgi ve destek dosyaları **www.nutsvolts.com/magazine/article/ build _ an _ inverting _ de _ de _ converter adresinden edinilebilir .**

CIRCUIT DESIGN

Şekil 7.59'daki devre, daha önce açıklandığı gibi bir buck-boost de-de dönüştürücü



Şekil 7.59 - Bir buck-boost dönüştürücüye dayanan bir voltaj aynası de-de güç dönüştürücüsü. Negatif çıkış-Vis, pozitif giriş voltajına eşit büyüklükte + Kdv, yaklaşık 100 mA'ya kadar bir çıkış akımı

C1 - 220 µF, 35 V (Digi-Key bölüm # 493-1578-ND veya equiv).
C2 - 0.1 µF, 50 V, seramik.
C3- 1 nF film, %5 (Digi-Key bölüm # 399-5871-ND veya equiv).
C4 - 0.1 µF, 50 V, seramik.
C5 - 220 µF, 35 V (Digi-Key bölüm # 493- 1578-ND veya equiv).
D1 - Gerekli değil, yüklemeyin.
D2 - Schottky, 1 A, 1 N5819 veya equiv .
L1 - 220 µH (Digi-Key parça # 811-1316-ND veya equiv).
Q1, Q2 - 2N7000.
Q3 - PNP'yi ZTX550.
R1, R3, R4, R8, R9 - 100 k © 2, 4 W, 1 %.
R2 - 301 kO2, 14W, %1.
R5, R6, R11, R12 - 1 kO2, 14 W, 1 %. R7, R10 - 10 k ©, 4 W, %1.
U1, U2 - CA3140.
Terminal Blokları (isteğe bağlı) - Twoposition, 5 mm boşluk (Jameco parçası # 2094485 veya equiv).

bölüm. Bu özel tasarımın beş önemli parametresi vardır:

- İnput voltajı: Vp
- Çıkış voltajı: VouT
- Yük direnci: RμoAD
- Salınım frekansı: f
- İnductance değeri: L

Parametreler birbirleriyle f x L < (Vi/Vour)? x (RpoAD/8). Vp = Vour için denklem fx L < (RroAD/8) olarak basitleştirilir. (Bu denklemlerin türetilmesi için bu kitabın indirilebilir ek içeriğine dahil edilen makalenin tamamına bakın.)

Şekil 7.59 devrenin şemasını göstermektedir. Bir kare dalga osilatörü (U2), tum'da bir PNP anahtarlama transistörünü (Q3) çalıştıran bir MOSFET (Q2) kullanır. Osilatör, bir ayar noktası voltajı (karşılaştırıcının + girişinde V) ve bir geri besleme voltajı (karşılaştırıcıda V) olan girişlerle karşılaştırıcının (Ul) çıkışı tarafından etkinleştirilir/devre dışı bırakılır. (Karşılaştırıcılar **Analog Temelleri bölümünde açıklanmıştır**.) Osilatörün frekansı f = 1/2.2'dir (R7 x C3).

Çıkış voltajı Vovr doğru değer olduğunda, V V'yi birkaç μV aşar ve osilatör Q 1 tarafından devre dışı bırakılır, böylece PNP anahtarı devre dışı bırakılır. Vs Vi'den daha az olduğunda osilatör etkinleştirilir ve PNP transistörü açılır ve kapanır. Vs, giriş voltajının yarısı Vs = Vi/2 R3-R4 voltajı tarafından ayarlandığı gibi - Bölücü

Ve, çıkış voltajı Vour -Vi olduğunda RI-R2 bölücüsü tarafından eşit Vi/2 ayarlanır:

D2, indüktörü şarj ederken çıkıştan + V'yi bloke eden bir komütasyon diyotudur. İt daha sonra boşaltma indüktörünün çıkış kapasitörüne yük aktarması için bir akım yolu sağlar .

Anahtarlama eylemi, kondansatördeki voltaj -Vp'ye eşit olana kadar devam eder. Bu noktada, karşılaştırıcı osilatörü devre dışı bırakır ve Q3 OFF kalır. Kapasitör boyunca voltaj düştüğünde, karşılaştırıcı osilatörü etkinleştirir ve indüktör agam pompalanır.

Tek bir giriş voltajı olduğundan, her op-amp bir sinyal zemini oluşturmak için "rayı bölmek" için bir direnç bölücü kullanır. Bu, negatif girişin pozitif girişe göre pozitif ve negatif voltajları algılamasını sağlar. C2 ve C4, sinyal zeminini besleme voltajı zeminine atlar.

Cl ve *CS,* düşük ESR (eşdeğer seri direnç - **Elektrik Temelleri bölümüne bakınız)** alüminyum elektrolitik kapasitörlerdir. Tantal kapasitörler biraz daha iyi olabilir, ancak daha pahalıdır. ESR, kapasitörün ne kadar gücü güvenli bir şekilde dağıtabileceğini belirler. Ppiss = İ? Pc x ESR, burada I Re, kapasitördeki ac dalgalanma akımıdır. Seçilen kapasitörler 840 mA maksimum dalgalanma akımı için derecelendirilmiştir .

Dl ve D2 yapabilen Schottky diyotlarıdır Çok hızlı bir şekilde iletmekten iletmemeye geçin, yüksek anahtarlama frekansına izin verin. Ayrıca güç kaybını azaltmak için iletirken düşük voltaj düşüşüne sahiptirler. D 1, geri beslemenin başarısız olması durumunda çıkış voltajını sınırlar.

Q3, özellikleri bu uygulamaya uygun olduğu için seçilen ZTX550 bir PNP transistörüdür:

- Maksimum güç dağılımı, PyAx 1 W @ 25 ° C
- Maksimum sürekli toplayıcı akımı, İc = 1 A
- Maksimum toplayıcı-baz voltajı, V CBO = 60V
- Maksimum doygunluk voltajı, V CE = 0.25 V @ İc = 150 mA
- Geçiş frekansı, f = 150 MHz minimum
- Paket: E-Line (TO-92'den biraz daha küçük)

Bu tasarım için seçilen değerler L = 220 μH, f = 45 kHz ve RμoAD 100 © 2'dir. F x L'nin Ry0AD/8'den küçük olduğunu doğrulamak, fx L = (45 x 103) x (220 x 10-6) = 9900 x 10- = 9.9 92 ve R10AD/8 = 100/8 = 12.5 © 2, R1oAD/8 = 12.5'ten küçük. Daha yüksek RpoA değerleri (düşük çıkış akımı) de denklemi karşılar. Lor'un değerini azaltmak, devrenin çalıştığını doğrulamak için test edilmesini gerektirecektir .

7.16.5 Yüksek Gerilim Güç Kaynağı

İndirilebilir ek içerik, burada tartışılan Jim Garland, W8ZR tarafından "A Deluxe Yüksek Gerilim Kaynağı've Ralph Crumrine, N ~ KC tarafından" Küçük, Hafif Yüksek Gerilim Anahtarı Modu Güç Kaynağı "içerir .

Bu iki seviyeli, yüksek voltajlı güç kaynağı Dana G. Reed, WlLC tarafından tasarlanmış ve üretilmiştir. İt öncelikle bir RF güç amplifikatörü ile kullanılmak üzere tasarlanmıştır. Besleme, 1.5 A'lık sürekli bir çıkış akımında derecelendirilmiştir ve 2 A'nın aralıklı tepe akımlarını kolayca idare edecektir. 12 V kontrol devresi ve ikincil plaka transformatörünün düşük musluk ayarı, tasarımı ev yapımı tüp amplifikatörlerine uyarlamayı kolaylaştırır.

Step-start devresi basittir ve güç kaynağı ilk açıldığında doğrultucu diyotların akım sınırlaması yapılmasını sağlar. Yüksek gerilim çıkışını izlemek için 6 kV metre kullanılır.

Şekil 7.60, iki seviyeli arzın şematik bir diyagramıdır. Yüksek güçlü bir lineer amplifikatör için ideal bir güç kaynağı, en iyi hat düzenlemesi için 240 V devreden çalışmalıdır. Özel bir hidrolik/manyetik devre kesici de plaka transformatörü birincil için bir bağlantı kesme görevi görür. Bu kesici için standart bir devre kesici, anahtar veya sigortaları değiştirmeyin; sigortalar, - olması durumunda amplifikatörü veya güç kaynağını korumak için yeterince hızlı çalışmaz Ameliyat anormalliği. 100 kn, 3 W bleederresistörler kararlı metal oksit film tasarımına sahiptir. Bu dirençler, seri bağlı bankadaki voltaj düşüşlerini eşitlemek için 14 kapasitörün her birine bağlanır. Bu bleeder direnç değeri seçimi, daha hafif bir yük sağlar (yüksek musluk çıkışı altında toplam 25 W'dan az) ve sonuç olarak çok daha az ısı vererek kondansatör-banka filtresinden yararlanır. Kapasitörleri tamamen boşaltmak için makul, ancak daha uzun bir kanama süresi - güç çıkarıldıktan yaklaşık dokuz dakika sonra. Çalışma sırasında güç kaynağı kabininden fazla ısıyı çıkarmak için küçük bir fan bulunur.

GÜÇ KAYNAĞİ YAPISI

Güç kaynağı 23 ½ x 1 0 ¾ x 16 inç kabinde inşa edilebilir. Plaka transformatörü oldukça ağırdır, bu nedenle kabin tabanı için '% -inch alüminyum kullanın ve ekstra güç ve stabilite için alüminyum açı ile güçlendirin. Kapasitör bankası, kullanılan belirli kapasitörler için boyutlandırılacaktır. Bu proje, makul mekanik stabilite ve mükemmel yüksek voltaj izolasyonu için % -inch kalın polikarbonat kullandı. Tam dalga köprüsü dört ticari diyot blok düzeneğinden oluşur .

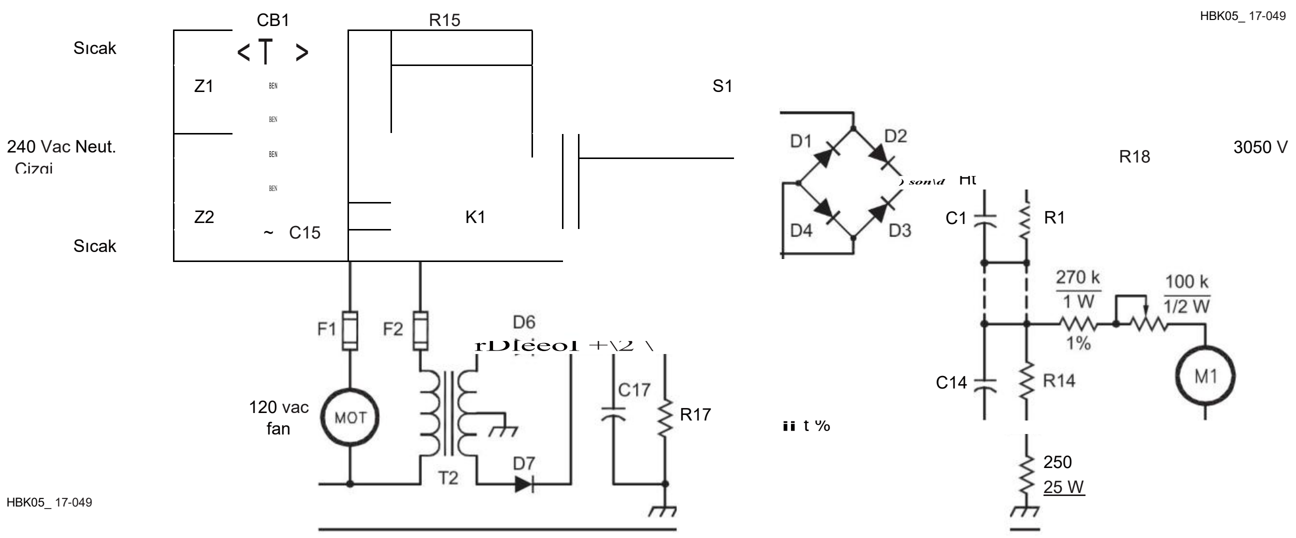
GÜÇ KAYNAĞİ OPERATYON

Ön panel kırıcı açıldığında, tek bir 50 ©, 100 W güç direnci, kapasitör bankası şarj olurken birincil inrush akımını muhafazakar bir değere sınırlar. Yaklaşık iki saniye sonra, step-start rölesi Kl harekete geçer, 50 92 direncini kısaltır ve plaka transformatörüne tam hat voltajının uygulanmasına izin verir. Yapılandırılmış ve Şekil 7.60'da gösterildiği gibi düşük ve yüksek musluk ayarları altında yüksüz çıkış voltajları sırasıyla 3050 V ve 5400 V'dur. Tam yük seviyeleri biraz daha düşüktür, yaklaşık 2800 V ve 4900 V. Şematik parça listesinde açıklandığı gibi bir musluk seçme anahtarı kullanılırsa, yalnızca besleme kapalıyken değiştirilmelidir.

7.16.6 Ters Polarite Koruma Devreleri

Aşağıdaki materyal çeşitli kamu malı kaynaklardan toplanmıştır Terry Fletcher, ***WA ~ ITP (www.wa0itp.com/revpro. html) ve*** QRP Quarterly, *Spring 2012* ***sayısında yayınlanmıştır. (www.qrparci.org)***

DC güç, çoğu amatör için standarttır ve aksesuarlar, genellikle nominal 12 V (10.5 ila 13.8 V). De power için kullanılan birçok farklı konektör türü vardır - vidalı terminallerden özel kalıplı çok uçlu tasarımlara kadar. Bu, ters polarite ve hasar ekipmanı ile yanlışlıkla güç uygulamayı kolaylaştırır. Birkaç milisaniye ters güç bile bir yarı iletkeni yok etmek veya dar bir PCB izini çıkarmak için yeterli olabilir. Tersine çevrilmesi kolay olduğu için 9 V pil kullanırken bu özel bir sorun olabilir



Şekil 7.60 - 3050 V/5400 V yüksek voltajlı güç kaynağının şematik diyagramı.

C1-C14 - 800 µF, 450 V elektrolitik. M1 - Yüksek gerilim ölçer, 6 kV de tam
C15, C16 - 4700 µF, 50 V elektrolitik. ölçek. (Önemli: 1 mA veya daha küçük kullanın
C17 - 1000 µF, 50 V elektrolitik. Paralelliği en aza indirmek için metre hareketi -
CB1 - 20 Bir hidrolik/manyetik devre R14'de dirençli yükleme. Ayrıca, seçin
Kırıcı (TE Bağlantı/Potter & Seri metre-direnç ve ayarlar-
Brumfield W68-X2Q12-20 veya equiv). 40 A kalibre etmek için potansiyometre değerleri
Ticari uygulama için gerekli versiyon- Spesifik metre. Gösterilen değerler a içindir
katyonlar/servis (TE Bağlantı/Potter 1 mA metre hareketi.)
& Brumfield W92-X112-40). MOT1 - Soğutma fanı, 119 mm, 120 V ac,
D1-D4 - 1000 PIV, 6 A diyot dizisi 30-60 CFM, (EBM Pabst 4800Z veya equiv).
(6A10 veya equiv). R1-R14 - Bleeder direnç, 100 k©2, 3 W,
D5 - 1000 PIV, 3 A, 1 N5408 veya equiv. metal oksit film.
D6, D7 - 200 PIV, 3 A, 1N5402 veya equiv. R15-50 .2, 100 W.
F1, F2 - 0.5 A, 250 V (Littelfuse 313 R16-3.9 k02, 25 W.
Seri, 3AG cam gövde veya equiv). R17 - 30 92, 25 W.
K1 - DPDT güç rölesi, 24 V de coil; her ikisi de R18 - 20 n, 50 W.
240 V ac/25 A kutupları paral- S1 - Seramik döner, 2 pozisyon tap-select
lel (TE Bağlantı/Potter & Brumfield switch (isteğe bağlı). Voltaj derecesi be-
PRD-11DYO-24 veya equiv). ara musluk pozisyonları en azından olmalıdır
2.5 kV. Ayırma izolatörleri üzerindeki metal plaka veya yalıtım plakası gibi yalıtılmış veya topraklanmamış malzemeye montaj anahtarı ve sadece *iletken olmayan bir* Veya güvenlik için ön panelden elektriksel olarak izole edilmiş şaft.
T1 - Yüksek gerilim plaka transformatörü, 220/240 V birincil, 2000/3500 V, 1.5 A CCS JK ikincil, Hypersil C-core (Hammond Engineering, www.hammfg. com). Birincil 220 V musluk, belirtilen ikincil voltaj seviyelerinde mütevazı bir artış elde etmek için nominal 240 V ac hat voltajı ile beslenir.
T2 - 120 V primer, 18 V CT, 2 A sekonder (Mouser 41 FJ020).
Z1-Z2 - 130 V MOV.

Bir pili değiştirirken veya takarken takılabilir konnektör.

Aşağıdaki devre koleksiyonu, ekipmanı ters polarite de güçten korumanın yollarını göstermektedir. Devrelerin uygunluğu ekipmana ve güç kaynağına bağlıdır. Tüm güç kaynakları, özellikle piller, aşırı ısınan tellerden ve diğer iletkenlerden kaynaklanan yangın tehlikelerini ve diğer hasarları azaltmak için kaynaştırılmalı veya akım sınırlandırılmalıdır.

Şekil 7.61A-D, diyotların seri ileri voltaj düşüşü nedeniyle bir miktar güç dağıtan birkaç pasif devre göstermektedir. 1 A'nın üzerindeki akımlarda, dağıtılan güç kolayca 1 Wand'ı aşabilir ve diyotun maksimum bağlantı sıcaklığı bir çeşit termal koruma veya ısı batması olmadan aşılabilir. (Şekil 7'deki şant diyot devresi .65D gücü dağıtmaz**.) Şekil 7.61E-F,** diyot bazlı koruma devrelerinin ileri voltaj düşüşünü önleyen bir elektromekanik röle kullanmanın iki yöntemini göstermektedir. Hangi devreyi seçeceğiniz, ekipmanın türüne ve güç dağılımı ve voltaj düşüşü üzerindeki kısıtlamalara bağlıdır.

PASSIVE CIRCUITS

Bloke diyot (Şekil 7.61A) -A serisi diyot çok basit ve ucuzdur. İts PIV derecesi, beklenen uygulanan voltajın en az iki katı olmalıdır - 50 V PIV, otomotiv ve 12 V de kullanım için iyi bir minimum değerdir. İts maksimum ortalama ileri akım derecesi beklenen maksimum kararlı durum akım çekiminin birkaç katı olmalıdır .

Bir silikon bağlantı diyotunun ileri voltaj düşüşünün, V, en az 0.6 V olduğunu ve 1.0 Vat yüksek ileri akıma yaklaşabileceğini unutmayın. Bu, önemli güç dağılımına (P = V * İ +) neden olabilir ve diyotu soğutmanın bazı yolları sağlanmadıkça diyotun maksimum anma bağlantı sıcaklığının aşılmasına neden olabilir. Daha fazla ayrıntı için indirilebilir ek bilgilerdeki "Diyot Voltajı Düşer Pil Gücünü Boşaltır" makalesine bakın .

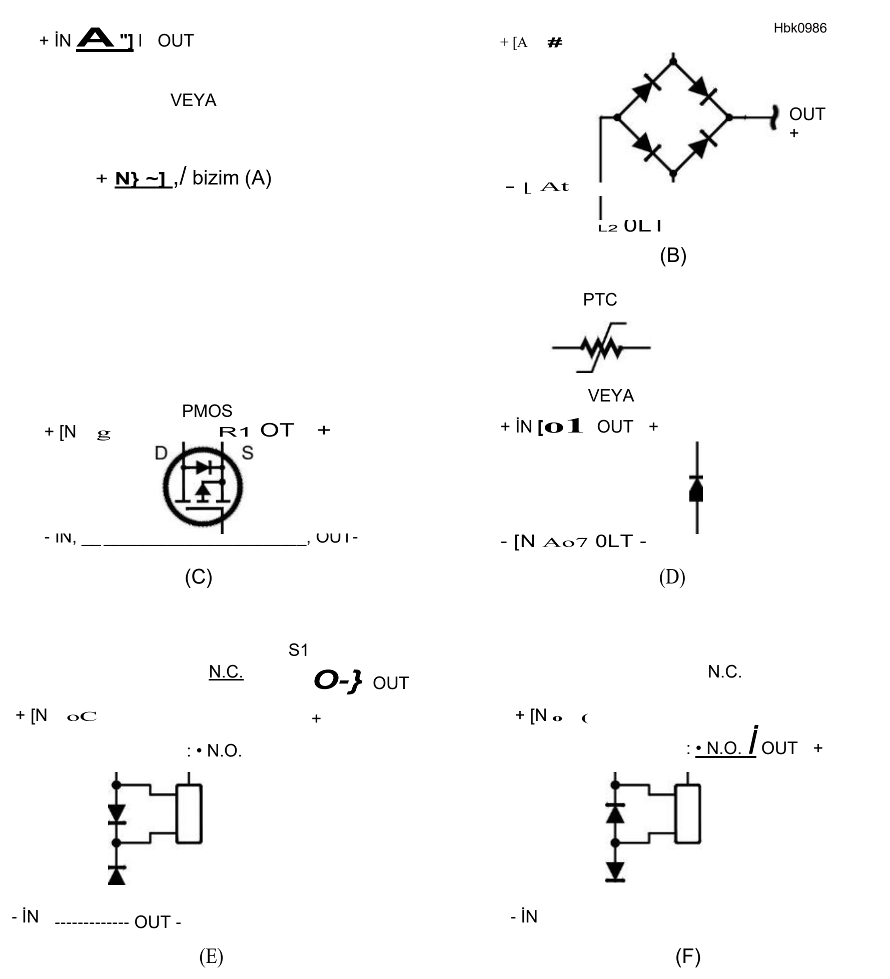
Diyotun ileri voltaj düşüşü, güç verilen ekipman için mevcut voltajı da azaltacaktır. Bu, ekipmanın düzgün çalışması için izin verilen minimum güç kaynağı voltajını artıracaktır. Örneğin, eğer

Bir ekipman parçası, V ile seri diyot olan 11 V veya üzerinde düzgün çalışacak şekilde derecelendirilmiştir, = 0.6 V, izin verilen minimum güç kaynağı voltajını **11 + 0.6** = 11.6 V'ye yükseltir Bu, pille çalışan kurulumlarda önemli olabilir.

Alternatif olarak gösterilen Schottky bariyer diyotu, ileri voltaj düşüşünün bir voltun onda biri kadar daha düşük olması ve güç dağılımını azaltması nedeniyle daha iyi bir seçim olabilir. Şekil 7.61'deki diyotların herhangi birinin yerine bir Schottky diyot kullanılabilir. Schottky diyotunun ters akım sızıntısının kabul edilebilir olduğundan emin olun .

Tam dalga köprü doğrultucu (Şekil 7.61B) - Tam dalga devresi, her zaman güç verilen ekipmana uygun polarite ile voltaj sağlama avantajına sahiptir. Tam dalga doğrultucular entegre paketler olarak da mevcuttur, bu da kurulumlarını kolaylaştırır. Bu devrenin ileri voltaj düşüşünün ve güç dağılımının tek seri diyotun iki katı olacağını unutmayın, çünkü iki diyot her zaman besleme akımıyla seridir.

PMOS P-kanal MOSFET (Şekil 7.61C) - Bu devre, akımı ileten bir P-kanal enhancementmode (PMOS) M OSFET kullanır



Şekil 7.61 - Ters polarite koruması için pasif devreler. Seri diyot (A). Tam dalga doğrultucu (B). PMOS MOSFET, ayrı bileşen (C) olarak gösterilen integral gövde diyotlu. Şant diyot (D). Schottky bariyer diyotları, tüm devrelerde silikon bağlantı doğrultucularının yerine kullanılabilir. Devre karşılaştırması için metne bakın. Röle tabanlı devreler, metinde karşılaştırıldığında normalde kapalı kontaklara (E) veya normalde açık kontaklara (F) dayanabilir.

Güç, normal çalışma sırasında diyot tarafından dağıtılır. Diyot, güç kaynağını kısa devre yapmaktan kaynaklanan yüksek dalgalanma akımını idare etmek için yeterince derecelendirilmiş olmalı ve sigorta akım derecesinden önemli ölçüde daha yüksek akım değerlerine sahip olmalıdır.

Diyot kısa devre yaparsa veya düşük direnç durumunda, değiştirilene kadar sigortayı üflemeye devam edecektir. Diyot açık veya yüksek dirençli olursa, artık devreyi korumayacaktır. İf şant diyot koruması kullanılır ve sigorta açılır, aynı zamanda hasarış

RÖLE TABANLI CIRCUITS

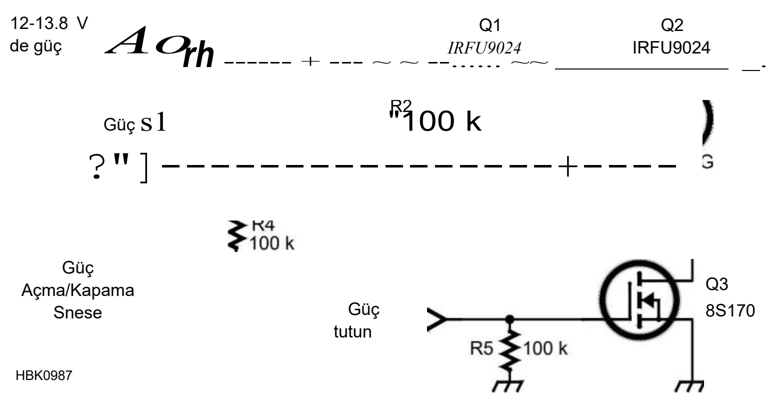
Röle tabanlı devreler, kontak değerleri yeterli olduğu sürece yüksek akımlarda bile çok az voltaj düşüşü avantajına sahiptir. Devreler, - önceki bölümdeki diodebased devrelerden daha karmaşıktır, ancak genellikle daha fazla akım işleyebilir ve ters polarite voltajlarından zarar görmez. Devreler kendilerini otomatik olarak sıfırlarlar.

Normalde kapalı kontaklarla röle (Şekil 7.61E) - Ters polarite uygulanana kadar röle bobini boyunca akım tahliyesi yoktur. Bununla birlikte, ters polarite volt çağının uygulandığı birkaç milisaniye olacaktır, eğer güç anahtarı (S 1) kullanılmazsa veya güç anahtarı kapalıysa. Bu genellikle hasarın meydana gelmesi için yeterli zamandır, bu nedenle bu devre yalnızca ekipmanı AÇIK ve KAPALI hale getirmek için bir güç anahtarı kullanılıyorsa önerilir.

Normalde açık kontaklı röle (Şekil 7.61F) - Röle kontakları kapanır ve sadece uygulanan voltaj uygun polariteye sahip olduğunda ekipmana güç sağlar. Röle bobini normal çalışma sırasında sürekli akım çeker. Bu, düşük güçlü ve pille çalışan ekipmanlar için kabul edilemez olabilir.

Kapı gösterildiği gibi bağlı. PMOS cihazları düşük direnç (K (ony) ve yüksek maksimum akım değerlerine sahiptir. Onresistance of0.050 n ve daha düşük olan cihazlar yaygın olarak kullanılabilir. PMOSandNMOSdevicesforpolarityprotection kullanımı hakkında daha fazla bilgi için bkz. Maxim Electronics Uygulama Notu 636, "Ters Akım Devre Koruması" **(www.maximintegrated.com/en/design/ technical-documents/app-notes/6/636. html)**. N-kanallı cihazlar, mevcut dönüş veya zemin kurşununda da kullanılabilir, ancak dönüş bağlantısının açılması, ekipmanın içinde ve aynı güç devrelerindeki diğer cihazlarla başka sorunlara neden olabilir .

Sigorta ile şant diyot (Şekil 7.61D) Bu konfigürasyonlar, ters polarite voltajı uygulanırsa, bir sigortayı (bir füzible-link veya pozitif sıcaklık katsayısı PTC sıfırlanabilir cihaz) üflemek için hareket eden tek bir diyot kullanır. Bu devrenin avantajı hayır



Şekil 7.62 - Aktif anahtarlama devresi. Ayrıntılar için metne bakın.

ACTİVE CIRCUIT

Şekil 7.62'deki devre, ters akım akışını engellerken gücü açıp kapatmak için bir çift P-kanal MOSFET kullanır. Devre manuel olarak veya mikroişlemci gibi bir kontrol devresi ile kontrol edilebilir. Düşük ON dirençli MOSFET'lerin kullanılması, bir seri diyotun voltaj düşüşünü önler. Devre, QRP -Labs'ın **(qrp-labs.com) Hans Summers, G0UPL tarafından tasarlanan QSX alıcı-vericisinin bir parçasıdır** ve burada onun izniyle sunulmaktadır.

Serideki iki adet P-kanal MOSFET, ters polarite koruması sağlar. Q 1 ve **Q2'deki drenaj ve kaynak ve vücut diyotlarının yönünün** tersine çevrildiğine dikkat edin. Sadece Q2 mevcut ise, vücut diyotu ters akımın akmasına izin verir. Q1'in vücut diyotu ters akımı bloke eder. İleri akımın akmasına izin vermek için hem Ql hem de Q2 açık olmalıdır. (İf ters polarite koruması gerekli değildir, Q 1 ve R3 çıkarılabilir.) Bir P kanalı MOSFET, V "" üzerinde tum yapmak için, kapı voltajı kaynağa göre birkaç voltta, tipik olarak 3V negatif olmalıdır .

Harici pozitif güç uygulandığında, Q 1'in vücut diyotu R3'e voltaj uygular. Bu, hem Ql hem de Q2'nin kapılarını harici güç voltajına çeker ve hem Q 1 hem de **Q2 kanallarını** devre dışı bırakır. Q2'nin gövde diyotu ters taraflı ve iletken değildir.

S 1 kapatıldığında, her iki kapı da zemine veya ortak olarak çekilir, her iki transistörü de açar ve akımın anahtardan akmasına izin verir. İf S 1 bir geçiş anahtarıdır, hem RS hem de Q3 gerekli değildir. S 1 yeniden açıldığında, Q 1 ve Q2 kapıları tekrar yukarı çekilir ve anahtar kapanır.

İfS I, basma düğmesi gibi anlık bir anahtardır, R4, S 1'in kapalı olduğunu gösteren bir kontrol devresine sinyal sağlayabilir. Kontrol devresi daha sonra Güç Tutma sinyalini Q3'e (tipik olarak + 3V veya daha fazla) üretebilir. Bu, Q3'ü açar, Q 1 ve Q2'nin kapılarını yere çeker ve anahtarı açık tutar. Sl tekrar kapatıldığında, kontrol devresi Güç Tutma sinyalini kaldırabilir ve S 1 açılır açılmaz anahtarın kapanmasına izin verir .

7.16.7 Basit Mühürlü Kurşun-Asit Pil Float Şarj Cihazı ve Anahtarı

Bu şarj cihazı, John Boal, K9JEB tarafından, araç, güneş paneli veya ac güç kaynağı gibi harici bir güç kaynağından şarj edilen kapalı bir kurşun asit (SLA) aküsünü tutmak için tasarlanmıştır. Harici güç çıkarılırsa veya güç kaynağı voltajı pil voltajının altına düşerse pil yüke bağlı kalacaktır. Devre, bataryayı harici güç kaynağından şarj eder ve bataryanın aşırı şarj olmasını önlemek için bir aşırı gerilim algılama devresi içerir.

Devre, Fl veya F2 konektörlü 7 ila 12 Ah SLA form faktörlü pillerle eşleşen düşük profilli (½ inç yükseklik) pil üstü boyuta sahiptir. Monte edilen ünite, **Şekil 7.63'te böyle bir bataryaya monte edilmiş olarak gösterilmiştir.** Devre için şematik ve parça listesi **Şekil 7.64 tarafından sağlanmıştır.** Devre, 1 ila 35 Ah arasındaki pillerle kullanılmak üzere tasarlanmıştır. İslak hücreli kurşun-asit piller, hücreler elektrolit ile kapalı tutulursa kullanılabilir. Bu şarj cihazını lityum, nikel veya diğer pil kimyasallarıyla kullanmayın .

GÜÇ KONTROLÜ

Giriş güç kaynağı ve batarya çıkış yükünü paylaşır. Giriş kaynağı bataryayı da doğrudan şarj eder. Giriş kaynağı kesilirse, pil yükü tedarik etmeyi devralır. Düşük güç giriş kaynakları, terminal voltajı pil voltajından daha yüksek kaldığı sürece pili şarj etmek için kullanılabilir.

D3, kaynak voltajı pil voltajından düşük olduğunda, gücün güç kaynağına geri besleme akımını önlemek için isteğe bağlı bir diyottur. D3, harici güç voltajı, otomotiv veya güneş enerjisi uygulamaları gibi pil voltajının altına düşebiliyorsa kurulmalıdır.

Q3, ana pil AÇMA/KAPAMA anahtarı olarak işlev görür. İt, sürekli olarak düzenlerce amper taşımak için derecelendirilmiş ultra düşük bir Ra-ON 40B207 MOSFET'dir. İt, akü negatif terminalinden devre ortak ve giriş negatif veya dönüş terminaline (toprak) düşük taraflı bir anahtar olarak bağlanır.

Bir PNP transistörü olan Ql, R4 ve R6 tarafından önyargılıdır. İt, Q3'ün kapı voltajını tamamen açık olacak şekilde yükseltmek için R3 ve D2'den yeterli akım sağlar. Bu, drenaj ve Q3 kaynağı arasındaki direnci yaklaşık 4 mn'ye düşürür. R2, Ql ile toplam akımı yaklaşık 13 mA ile sınırlar. D2, Battery ON göstergesidir .

Q3, P = LR'ye göre iletirken ısıyı dağıtır, PC kartı, kartın üstünde ve altında çıplak ısı emici izlerin yanı sıra FET montaj vidası ve somunu içerir. Doğrudan tahtaya yüklenmiş olan Q3, 2 W'a kadar dağıtabilir.Hasar vermeden önce: ifP = 2 Wand R = 4 mo, daha sonra İMAX 22 A. Parça listesindeki 15 A pil sigortası yaklaşık 18 A sürekli veya 20 A dalgalanma. Gerekirse 20 A sigorta bile güvenle kullanılabilir .

S2, pilin negatif terminalini fiziksel olarak kesen bir Pil KAPALI anahtarıdır. S2 tam pil akımını taşıdığından, piliniz ve en yüksek yük akımınız için yeterince derecelendirildiğinden emin olun. (Bir alternatif, Q3 kapısını topraklamak ve D2 ile birlikte kapatmak için bir anahtar kullanmaktır. Bu durumda pil Q3'e bağlı kalır.) Belirtilen mini geçiş anahtarı, çoğu 7 ila 9 Ah pil uygulaması için yeterli olan 5 A olarak derecelendirilmiştir. Daha yüksek akımları taşımak için, S2'yi daha ağır bir anahtarla değiştirin. Pil KAPALI işlevi gerekli değilse, S2 ağır bir jumper ile değiştirilebilir.

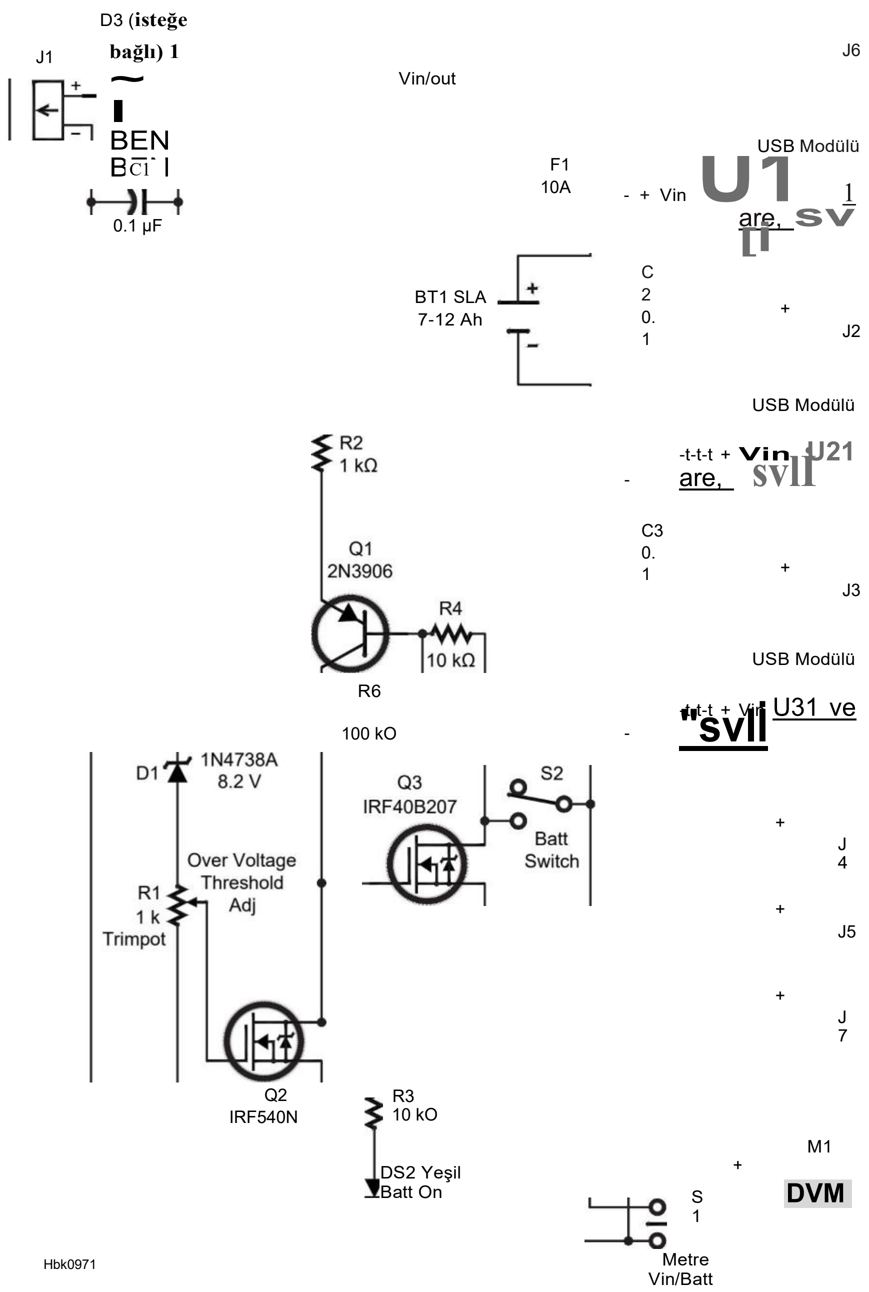
GÜÇ DİSTRIBUTION

Anderson Powerpole konektörleri hem giriş hem de çıkış gücü için kullanılır. Altı adede kadar çıkış güç bağlantısı mevcuttur. Konektörlerden herhangi biri giriş güç kaynağı bağlantısı olarak kullanılabilir. Tüm güç konektörleri, kartın altındaki 25 ila 30 A'yı güvenli bir şekilde taşıması gereken büyük bir veri yoluna paralel olarak bağlanır. Eğer daha yüksek akımlar gerekiyorsa, # 14 AWG teli bu amaç için çıplak tutulan izlere lehimlenebilir. Güç çıkış kabloları, gerekirse izlere sabit olarak bağlanabilir. Bağlantı çiftlerinin Şekil 7.63'te gösterildiği gibi kablo bağları ile sabitlenmesi önerilir .

Devre kartı ve transistör daha yüksek bir yükü kaldırabilirken, pilin terminalleri ve dahili plaka yapısı inputoroutputcurrentto 15 to20Amaximum sürekli yük. 25 A veya daha fazla yükler bile



Şekil 7.63 - Gösterilen şarj devresi doğrudan 9 Ah SLA pil üzerine monte edilmiştir. Kartın sol tarafındaki J1'in yanına monte edilmiş USB şarj modülüne dikkat edin.



Şekil 7.64 - Pil şarj cihazı devresinin şeması. Dirençler % W, %5 toleranslıdır. Eşdeğer parçalar değiştirilebilir. PC kartı ve ayrı PC kartları ile parçaların tam bir kiti, yazarın web sitesinde, k9jeb.com. Muhafaza tasarımı inşaatçının sorumluluğundadır.

BT1 - SLA pil: 7-12 Ah (tedarik edilmez Parça kiti ile)
C1, C2, C3 - 0.1 µF, 50 V seramik
D1 - 1 N4738A, 8.2 V Zener diyot
D2 - LED, yeşil
D3 - 10A10 10A Schottky diyot (isteğe bağlı, J1 ile seri olarak yükleyin)
F1 - 15A otomotiv bıçak sigortası, standart
J 1, J2, J3, J4, JS, J7 - Anderson - Powerpole konektör çifti, muhafaza ve temas dahil
J6 - 0.1 inç DIP başlık, 2x2 (isteğe bağlı)
M1 - DVM modülü

Q1 - MOSFET 2N3906
Q2- transistör RF540N
Q3 - IRF40B207 MOSFET
R1-1ko trimpot
R2 - 1 k direnç
R3, R4 - 10 kO direnç R6 - 100 k © direnç
S1 - Alt mikro geçiş anahtarı, Açık-Kapalı-Açık (merkez kapalı)
S2 - Mini geçiş anahtarı, Açık
U1, U2, U3 - USB şarj modülü
Powerpole sabitlemek için tel bağları konektörler
PC anakartı (adresinden alınabilir)

Birkaç saniye için tamam ama sürekli olmamalıdır. 100 W sınıfındaki radyolar SSB veya CW'de tam güçte kullanılabilir. Dijital modlar, pil veya devre aşırı yüklenmesini önlemek için düşük güçte kullanılmalıdır. (S2'nin daha ağır bir anahtarla değiştirilmesi gerekecek. 12 V'un altındaki pil voltajı, 13.8 V besleme voltajları için tasarlanmış alıcı-vericilerin düzensiz veya yanlış çalışmasına neden olabilir.)

CHARGİNG CIRCUIT

SLA pilinin kimyası, 13 ila 13.8 V arasında sabit bir voltajda şarj edilmesini sağlar, 13.8 V optimum voltajdır. Devre, pili Q3 boyunca giriş güç kaynağına bağlı tutar, böylece tamamen şarj edilebilir. Yaklaşık 11 V'a kadar deşarj edilen 7 ila 12 Ah SLA pil için, Q3 boyunca aküye gelen inrush akımı yaklaşık 4 A'dır ve pil voltajı giriş voltajına geldiğinde birkaç saniye içinde sadece birkaç mA'ya düşer. Batarya daha sonra harici kaynak tarafından float şarj edilir. (Bir damlama şarj cihazı, aküye her zaman az miktarda akım sağlar.)

AŞIRI GERİLİM KESME CIRCUIT

Giriş şarj voltajı çok yüksekse Q3'ü kapatarak akünün bağlantısı kesilir, bu da aşırı şarj ederek aküye zarar verebilir. 13.8 V üzerindeki voltajlar otomotiv elektrik sistemlerinde ve güneş panellerinde yaygındır. Zener diyot D **1, giriş** voltajını trimpot Rİ ila V arasında düşürür; - 8.2 V Giriş voltajı yükseldikçe, Rl silecek üzerindeki voltaj sonunda Q2'yi açar, Q3 kapısını toprağa kısa devre yapar ve KAPALI duruma getirir. Bu ayrıca Pil AÇIK göstergesi D2'yi de kapatır.

Kullanıcı, aşırı gerilim koruma devresi için istenen eşik voltajını yaklaşık 13.7 veya 13.8 V olarak ayarlamalıdır. Girişe 13.8 V de uygulayarak eşiği ayarlayın, D2 sönene kadar Rl'yi ayarlayın, ardından D2 tekrar açılana kadar ayarı tersine çevirin. Bu ayarda, devre pili şarj etmek için 13.8 V'a izin verecek, ancak pili herhangi bir yüksek voltajda kesecektir. Giriş voltajı 13.8 V'un altına düşerse, pil yeniden bağlanır ve D2 tekrar açılır.

USB ŞARJ MODÜLLERİ

Üç adede kadar + 5 V, 2,5 A USB şarj modülü, her biri bir Anderson Powerpole konektör çiftinin yerini alan üç yere eklenebilir. Biri PC kartının sol tarafında Şekil 7.63'te görülebilir. Bu modüller çeşitli kaynaklardan commoditytype parçaları olarak yaygın olarak mevcuttur .

Modüller, olası montaj konfigürasyonlarında esneklik için kartın üç kenarından herhangi birine eklenebilir. Tüm modül + 5 V çıkışları paralel olarak ve harici kullanım için J6'ya bağlanır. Tüm de-de dönüştürücülerde olduğu gibi, bu modüller anahtarlanır (yaklaşık 250 kHz'de) ve bazen

RF paraziti (RFI). USB şarj modüllerinden gelen İfrfi sakıncalıdır, 2 A, + 5V L 78S05CV (soğutucu ile) gibi doğrusal bir regülatör gürültüsüz bir 5 V güç kaynağı olarak kullanılabilir, ancak yüke teslim edilen her 5 W için yaklaşık 9 W ısı üretecektir. Ayrıca 0.01 µF ve 100 µF filtre kapasitörleri gerektirir .

MSCELLANEOUS

C **1**, C2 ve C3, güç otobüslerinde HF ve VHF gürültüsünü azaltmak için 0.1 µF kapasitörlerdir. Daha yüksek veya daha düşük frekanslarda gürültü ile karşılaşıldığında farklı değerler değiştirilebilir.

DVM, birçok satıcıdan temin edilebilen tipik bir minyatür 3 haneli metre/ekran modülüdür. S 1, giriş voltajını görüntülemek, kapatmak veya gerçek pil voltajını görüntülemek için DVM'yi değiştirir.

J6, hem giriş hem de çıkış voltajlarına bağlantı sağlayan isteğe bağlı bir 2x2 pin başlığıdır, takılıysa USB şarj modüllerinden + 5 V de ve ortak (zemin). J6'ya giriş kaynağı bağlantısının kaynaşmadığını unutmayın .

7.16.8 Basit Ayarlanabilir İzleme Güç Kaynağı

KC0ZNG, BryantJulstrom'un bu projesi ilk olarak QRP ARCI *QRP Quarterly'nin Bahar 2014 sayısında yayınlandı. Dahil* olmak üzere orijinal makalenin PDF sürümü Tüm rakamlar, bu kitabın indirilebilir ek içeriği ile kullanılabilir.

Tipik deneycinin tezgah güç kaynağı, **1 A'ya kadar** akımda 25 V'a kadar ayarlanabilir bir pozitif voltaj sağlar. Bu birçok devre ve proje için yeterlidir, ancak diğerleri eşit büyüklükte pozitif ve negatif voltajlar gerektirir. Op-amp devreleri, örneğin, genellikle ± 15 V gerektirir .

CIRCUIT

Devre, her ikisi de LM317 paketlerde iki bahçe tipi İC, bir LM337 pozitif regülatör ve bir T0-220 negatif regülatör kullanılarak uygulanır. (Giriş-ortak-çıkış bağlantılarının yöneliminin iki düzenleyici arasında farklı olduğunu unutmayın!) Devrenin giriş voltajları sadece iki regülatörün maksimum girişleri ile sınırlıdır, ± 40 V (LTl 033 izleme regülatörüne dayanan alternatif bir uygulama, bu kitabın indirilebilir ek içeriğinde yer alan bir makalede gösterilmektedir.) Bir voltmetre, arzın çıkışlarından herhangi biri ile ortak arasında değiştirilir .

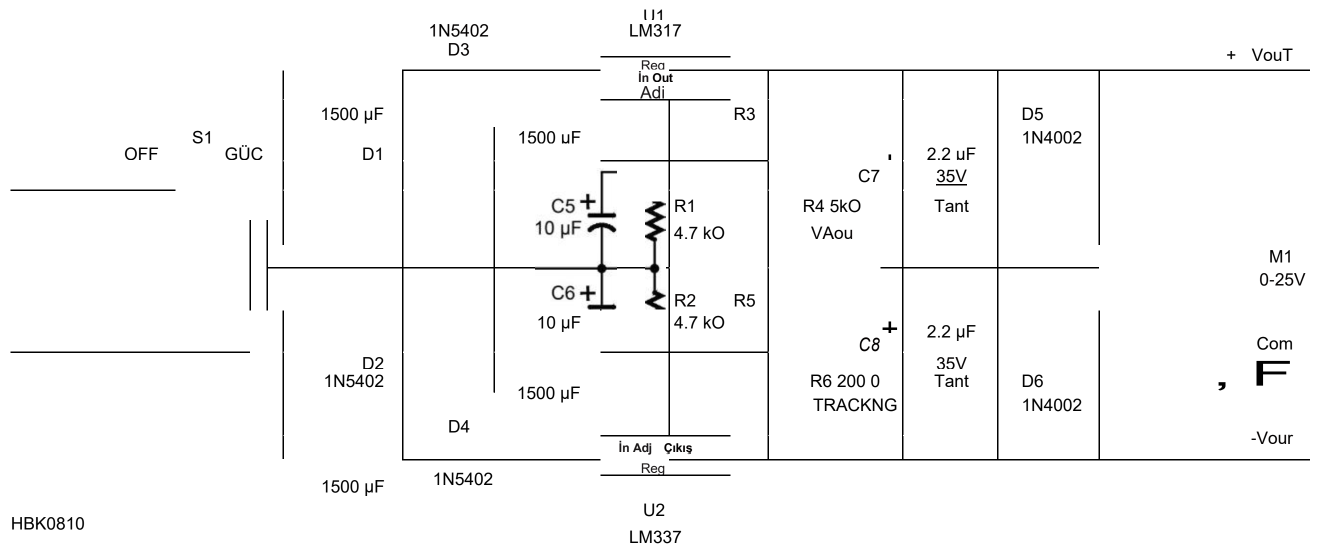
İzleme regülatörünün İnput gücü, merkezlenmiş ikincil bir güç transformatörü tarafından sağlanır. Orta musluğun her iki tarafındaki pik ikincil çıkış voltajı, tam yükte maksimum besleme çıkışından birkaç volt daha yüksek olmalıdır. Gerekli minimum filtre kapasitansını belirlemek için bu bölümün güç kaynağı dalgalanması bölümüne bakın.

Yazarın durumunda, mevcut en ağır transformatör sadece 26 V CT (merkeze bağlı) sağladı ve ± 13 V regülatöre giriş çok düşüktü. Olası bir çözüm, iki özdeş transformatörü, birincil sargıları paralel olarak ve ikincil olarak, merkez-musluk görevi gören ikincil birimler arasındaki bağlantıyla seri olarak kullanmak olacaktır.

Bununla birlikte, 24 ila 28 V CT ortak bir ikincil voltaj aralığı olduğundan, yazar, - izleme regülatörüne yaklaşık ± 26 V sağlamak için, ikincil sargının merkez musluğunun her iki tarafında bulunan mevcut transformatörü ve arka toback yarım dalga voltaj çiftleyicilerini kullanmayı seçti. Bu, transformatörden çekilebilecek akımı yarıya indirir, ancak transformatör ikincil olarak 2 A olarak derecelendirilirse, tedarikin her bir ayağında elde edilen maksimum A 1 çıkış akımı çok çeşitli projeler için yeterlidir .

Şekil 7 .65, izleme güç kaynağının devresini göstermektedir. Yazar, mevcut oldukları için voltaj ikililerinde 1N5402 doğrultucular kullandı, ancak 3 A veya daha fazla ortalama ileri akımda derecelendirilmiş herhangi bir 100 V diyot çalışacaktır. İki 2.2 µF kapasitör katı tantal tipte olmalıdır.

Bir ön panel potansiyometresi olan R4, voltaj ayarı için kullanılır. R6, 200 Q düzeltici potansiyometre, ince izleme ayarı sağlar. 390 ©2 direnç (R5), aşağıda açıklanan nedenlerle regülatörün minimum çıkışlarını yaklaşık ± 3, 6 V olarak ayarlar .



Şekil 7.65 - Ayarlanabilir izleme güç kaynağının şeması. Regülatörler, bir ısı emici olarak hizmet eden muhafazaya monte edilir. Dirençler ¼ W film, aksi belirtilmedikçe %5 toleranslıdır.

C1-C4 - 1500 µF, 50 V elektrolitik
C5, C6 - 10 µF, 50 V elektrolitik
C7, CS - 2.2 µF, 35 V, katı tantal
D1-D4 - 1N5402 veya eşdeğer
D5, D6 - 1 N4002 veya eşdeğeri
F1 - 250 V, 1 A ac sigorta ve sigorta tutucu
M1 - 0-25 V voltmetre veya eşdeğeri
R1,R2-4.7 k ©)
R3 -100 n
R4 - 5 k, panel montajlı potansiyometre
R5 - 390 n
R6 - 200 n düzeltici potansiyometre
S1 - SPST geçiş anahtarı
S2 - DPDT minyatür geçiş anahtarı
T1 - 26 V CT 2 A ikincil veya eşdeğer (metne bakınız)
U1 - LM317adjustable pozitif voltaj regülatörü
U2 - LM337adjustable negatif voltaj regülatörü

CONSTRUCTION

İnşa edildiği gibi, ön panelde üç bağlama direği (pozitif çıkış, negatif çıkış ve ortak), iki minyatür geçiş anahtarı (açma/kapama ve voltmetre anahtarlama), voltaj ayar potansiyometresi ve düğmesi ve bir voltmetre bulunur. Güç kaynağının ortak bağlantısının genellikle "üçüncü tel" ac güvenlik zeminine bağlanması gereken muhafaza zemininden yüzer halde bırakıldığını unutmayın. İstenirse, muhafazaya bağlı bir bağlama direği eklenebilir, böylece ac güvenlik zemininde ortak olan güç kaynağını bağlamak için bir jumper kullanılabilir.

Yazarın kullandığı voltmetre, Marlin P. Jones'un **(www. mpja.com;** Parça numarası 30217 ME, mavi basamaklı, yeşil ve kırmızı renklerde de mevcuttur). Sayaç, daha önce açıklandığı gibi RS tarafından belirlenen voltaj isatleast3.6V sürece ölçtüğü voltajla çalışır. Ayrı bir güç kaynağına sahip bir analog metre veya dijital metre, daha düşük minimum çıkış voltajlarına izin verecektir. Biri, arzın ölçümlerini mevcut ölçümle veya her iki çıktının eşzamanlı ölçümleriyle artırabilir.

Muhafaza güç transformatörünü ve iki devre kartını tutar. İki voltaj ikilisi bir devre kartını ve izleme regülatörünü diğerini işgal eder. Devre, delikli kartın ("Perfboard") noktadan noktaya kablolama ile kullanıldığı kadar basittir.

LM31 7 ve LM3 3 7, regülatör panosunun kenarına monte edilir ve bir ısı emici görevi gören arka panele bağlanır, Mika izolatörleri, naylon cıvatalar ve ısıtma lavabo bileşiğinin ince bir kaplaması kullanılarak. Arka panelde ayrıca ek bir İEC üç telli AC hattı konektörü bulunur. (Bitmiş güç kaynağının fotoğrafları, bu kitabın indirilebilir ek içeriğiyle birlikte verilen bir makalede verilmiştir.)

AYAR VE PERFORMANS

Beslemedeki tek dahili ayar, iki voltajın birbirini doğru bir şekilde takip etmesi için ayarlanması gereken izleme potansiyometresidir (R6). Bu dokunaklı, ancak iki voltaj, besleme aralığı boyunca 0.1 V içinde eşleşecek şekilde yapılabilir. Tamamlanan besleme, ± 3.6 V'dan yaklaşık ± 23 V'a kadar olan pozitif ve negatif voltajları ve her bacakta maksimum 1 A akım sağlar .

İzleme ayarı ve frontpanel voltaj ayarı (R4) hassastır. Her iki durumda da, multi-tum potansiyometrelerin ayarlanması çok daha kolay olacaktır. İzleme kontrolü, ayarlamayı daha az hassas hale getirmek için bir seri direnç ve daha küçük değerli bir potansiyometre ile de değiştirilebilir.

7.16.9 AC Jeneratörler için Aşırı Gerilim Koruması

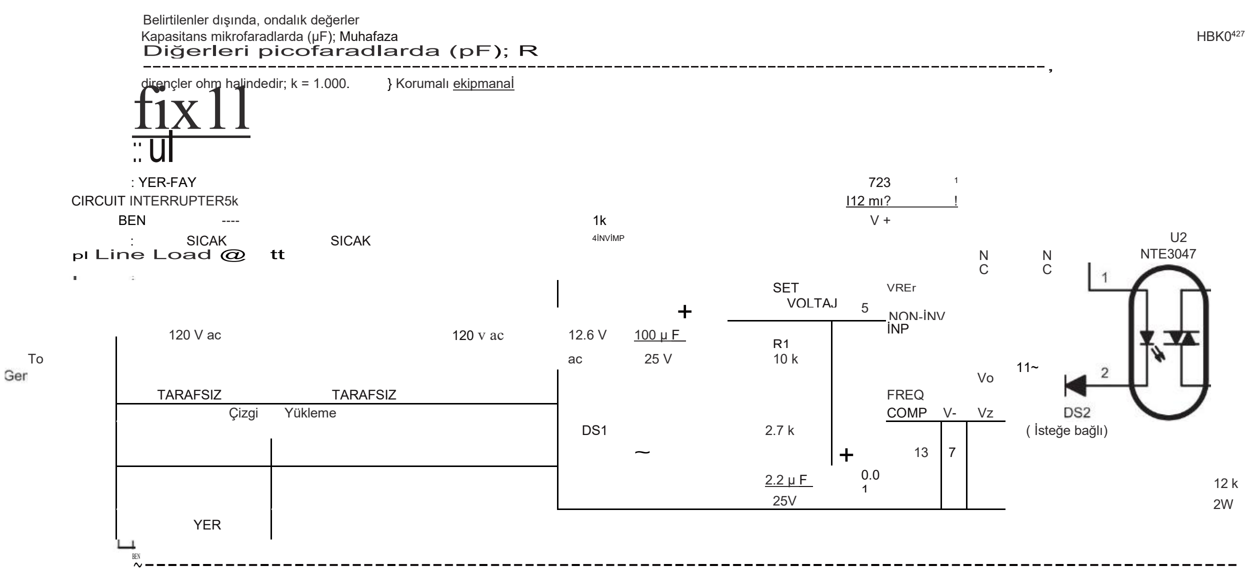
Taşınabilir jeneratörler kullanıldığında, jeneratör arızası, özellikle aşırı gerilimden dolayı pahalı ekipmanlara her zaman zarar verme olasılığı vardır. Eğer bu ekipmana güç sağlayan jeneratör çok fazla voltaj çıkarırsa, riski Güç kaynaklarını veya diğer elektronik bileşenleri yakmak. Jerry Paquette, WB8IOW tarafından yapılan bu proje, artan voltaj (düşük voltaj değil) veya birkaç mikrosaniye süren dalgalanmalar ve sivri uçlar sorununu ele almaktadır.

Şekil 7.66'da gösterildiği gibi taşınabilir bir jeneratör aşırı gerilim koruma devresi ve toprak arıza devresi kesicisi (GFCI) kullanmak iyi bir sigortadır. Bu aşırı gerilim koruma cihazı, her istasyonda bir GFCI ile birlikte kullanılmalıdır! (GFCis hakkında daha fazla bilgi **Güvenlik bölümünde bulunabilir**.)

CIRCUIT DESCRIPTION

Bu açıklama için Şekil 7.66'ya bakın. Rİ, GFCI'nin yük tarafına kasıtlı bir hata yerleştirir. Kullanılan değer direnci ile arıza 10 mA ile sınırlıdır. (Bir GFCI'nin normal açma eşiği 5 mA'dır. Bu akım GFCI'ı sadece birkaç milisaniye içinde hareket etmeye zorlar. Bu devre bir GFCI kullanmadan hiç çalışmaz. Her istasyonda bir GFCI kullanılmalıdır. Jeneratörde tek bir GFCI kullanıldığında, her yerde bir tane yerine, erken açma meydana gelebilir. Birkaç yüz feet uzatma kablosu, GFCI'yı açmak için yeterli sızıntıya sahip olabilir.

GFCI'nin ayrı hatlara (girişler) ve yüklere (çıkışlar) sahip olduğunu görebilirsiniz. GFCI giriş terminalleri jeneratör çıkışına bağlanmalıdır. GFCI zemini jeneratörün zeminine bağlanmalıdır. Yük (bilgisayarlar, radyolar, vb.) GFCI'ye bağlanır veya GFCI'nin yük tarafına bağlanır. Tl'nin birincil değeri,



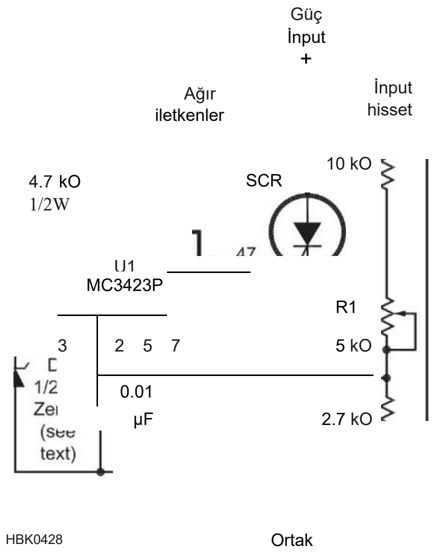
Şekil 7.66 - Field Day ekipmanı aşırı gerilim koruma devresinin şeması. Bu devre bir toprak arıza devre kesicisi (GFCI) ile birlikte kullanılmalıdır. Her istasyonda ayrı bir GFCI kurulmalıdır. Aksi belirtilmedikçe, dirençler ¼ **W, %5** tolerans. Bir PC kartı FAR Circuits (www.farcircuits.net)'den temin edilebilir.

D1 - 200 PIV, 1 A diyot; 1 N4003 veya equiv. T1 - 12.6 V ac trafo (metne bakın)
DS1, DS2 - Küçük LED'ler
R1 - 10 k © panoya monte, çok dönüşlü Potansiyometre
U1 - 723 ayarlanabilir voltaj regülatörü İC
U2 - TRİAC çıkışlı Optoisolator; NTE3047 veya equiv

GFCI. Bununla birlikte, 12 k0/2 W direnç, zeminden izole edilmiş sargılara sahip jeneratörlerle kullanıldığında, GFCI'nin hat tarafında nötr hale getirilmelidir. Güvenlik için, tüm üniteyi GFCI ve kablolarını içeren tek bir muhafazada inşa edin. Jeneratör bağlantısı kablolu bir fiş üzerinden veya muhafaza üzerine monte edilmiş bir erkek priz kullanılarak yapılabilir.

Tl, 100 mA veya daha fazlasını sağlayabilen herhangi bir 120 V ila 12.6 V trafo olabilir. Bu transformatörün montajı, - kullanılan tipe bağlı olarak değişir. Kalan tüm bileşenler bir devre kartına monte edilir. D 1, ac'yi Tl'den doğrultur ve 100 µF kapasitör de filtreler. Bu voltaj 723 voltaj regülatörüne güç sağlar.

İki sabit direnç ve bir potansiyometre, LM723 girişine voltaj sağlayan voltaj bölücü ağı oluşturur, pin 5. Tahtaya monte edilmiş potansiyometre olan Rl'nin sadece üç ucu vardır, ancak farklı tencere stillerini barındırmak için devre kartında dört ped vardır. 2.2 µF kapasitör, devre açıldığında yanlış tetiklemeyi önlemek için hafif bir gecikme sağlar. 723'ün 13. pininden negatif besleme yoluna kadar 0.01 µF kapasitör her zaman kullanılmalıdır. Pin 5'teki voltaj, pin 4 ve 6'daki referans voltajdan daha yüksek olduğunda, pin 11 alçalır, açma göstergesi LED DS2 ve optik kuplör LED'i açar. LED akımı 1 kΩ direnç ile sınırlıdır. Optik kuplör, 10 mA'lık bir arıza akımı oluşturan TRİAC'yi açar



Şekil 7.67 - **Aşırı gerilim levye devresinin şeması. Aksi belirtilmedikçe, dirençler ¼ W, %5 toleranslıdır. Bir PC kartı FAR Circuits (www.farcircuits.net)'den temin edilebilir.**
SCR - C38M saplama montaj (TO-65 paketi)
U1 - MC3423P veya NTE7172 voltaj protek - Tion devresi, 8 uçlu DIP
D1 -Zener diyot, ½ W (metne bakın)
R1 - 5 ko, PC kurulu montaj düzeltici potansiyometre

GFCI'ın sıcak teli ve zemini arasında. 100 µF kapasitör boşalana kadar DS2 bir gösterge olarak yanacaktır.

AYAR

Adaptasyon basittir. Değişken bir AC transformatörüne (Powerstat veya Variac) ihtiyacınız olacak. Tum Rl tam saat yönünde ve 130 V ac. GFCI gezer kadar pot saat yönünün tersine Tum giriş ayarlamak için değişken trafo kullanın.

7.16.10 Aşırı gerilim Crowbar Devresi

Şekil 7.67'deki aşırı gerilim "levye" devresi, güç kaynağı çıkışı aşırı gerilim - arızalarına karşı son savunma hattı olarak tasarlanmıştır. Aşırı gerilim durumu tespit edildiğinde, ağır hizmet tipi SCR AÇIK duruma getirilir ve güç kaynağı çıkışı boyunca bir kısa devre sunar. Amaç, gücü gidermek için bir sigorta veya devre kesici gibi kaynaktaki koruyucu bileşenlere neden olmaktır. Bu, kaynağa bağlı ekipmanı korur. Devrenin tam bir açıklaması, bu bölüm için indirilebilir ek bilgilerde verilmiştir.

Ek Projeler ve İnformation

Ek güç kaynağı projeleri ve destekleyici - dosyalar bu kitabın indirilebilir ek içeriğine dahil edilmiştir.

İçerik

Bölüm 8 - İndirilebilir Ek İçerik **Makaleleri**

- SDR Basitleştirilmiş - Fourier Dönüşümleri Ray Mack, W51FS
- SDR Basitleştirilmiş - Ray Mack tarafından Örnekleme Temelleri, W51FS
- SDR Basitleştirilmiş - Ray Mack, W51FS tarafından Örnekleme Hakkında Daha Fazla

Bölüm 8

DSP ve SDR Temelleri

Bu bölüm Doug Grant, K1 DG tarafından Alan Bloom, N1AL tarafından yaratılan materyallere dayanarak güncellendi ve düzenlendi. Dijital sinyal işleme (DSP) ve yazılım tanımlı radyo (SDR) temellerini araştırıyor. Malzeme ayrıca Ray Mack, W5IFS tarafından QEX "SDR: Basitleştirilmiş" makalelerinden alınmıştır.
DSP ve SDR'nin anahtarı, analog-dijital dönüşüm ve dönüştürücü türleri de kapsanmaktadır.

Son yıllarda DSP teknolojisi, radyo ekipmanımızın ayrılmaz bir parçası olduğu noktaya ilerlemiştir. DSP, geleneksel analog donanım devrelerini dijital işlemciler ve yazılımlarla hızla değiştiriyor, amatörlere esneklik ve yalnızca hayal edilen özellikleri sunuyor
Geçmişte.

Yazılım tanımlı radyo, süperheterodin yaklaşık bir yüzyıl önce tanıtıldığından beri radyo teknolojisindeki en büyük ilerlemedir. SDR, yalnızca son birkaç yılda amatör dostu fiyatlarla sunulan gelişmiş platformlarda uygulanan DSP teknikleriyle mümkündür.

Bu bölüm DSP'nin temelleri ile başlar ve bunları SDR tasarımına genişletir. Sonraki bölümler, osilatörleri, modülasyonu, filtreleri ve alma ve iletme ile ilgili işlevleri uygulamak için DSP yöntemlerini daha ayrıntılı olarak kapsayacaktır.

Bu bölümün tam olarak anlaşılması için okuyucu, **Radyo Temelleri** bölümünde ele alınan konuların yanı sıra bazı lise trigonometrisi hakkında temel bir aşinalık sahibi olmalıdır. (Bu kitabın çevrimiçi bilgileriyle birlikte verilen Radyo Matematik indirilebilir ek içeriğinde çeşitli matematik dersleri verilmektedir veya bunlara atıfta bulunulmaktadır.)

Ek arka plan ve destek materyalleri, bu kitapla birlikte verilen indirilebilir ek içerikte çevrimiçi olarak bulunabilir.

8.1 DSP'ye giriş

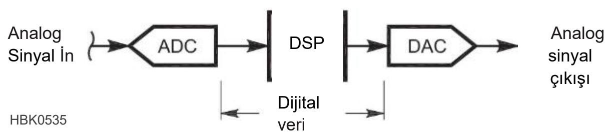
Dijital sinyal işleme (DSP) uzun zamandır var. Temel teori Newton, Gauss ve Fourier gibi matematikçiler tarafından 17., 18. ve 19. yüzyıllarda geliştirilmiştir. Bununla birlikte, 20. yüzyılın ikinci yarısına kadar, gerçek zamanlı olarak sinyalleri işlemek için hesaplamaları yeterince hızlı yapabilen dijital bilgisayarlar mevcut değildi. Bugün DSP, sismoloji, akustik, radar, tıbbi görüntüleme, nükleer mühendislik, ses ve video işleme, ses ve veri iletişimi gibi birçok alanda önemlidir.

Tüm bu sistemlerde, fikir, ondan bilgi çıkarmak veya özelliklerini bir şekilde kontrol etmek için dijitalleştirilmiş bir sinyali işlemektir. Örneğin, bir hastanedeki EKG monitörü, bir -ekranda görüntülenmek üzere hastanın kalbinden gelen sinyalin temel özelliklerini çıkarır. Bir dijital iletişim alıcısı, alınan RF sinyalini hoparlöre, kulaklıklara veya şelale/bant kapsamı ekranına göndermeden önce filtrelemek ve demodüle etmek için DSP kullanır. Bazı sistemlerde, işlenecek sinyalin birden fazla boyutu olabilir. Bir örnek, iki boyutlu işlem gerektiren görüntü verileridir. Benzer şekilde, elektriksel olarak yönlendirilebilir bir anten dizisi için kontrolör, anten elemanlarının her birinde RF sinyalinin genliğini ve fazını belirlemek için çok boyutlu DSP teknikleri kullanır. Bir CT tarayıcı, bir insan vücudunun iç yapılarını belirlemek için X-ışını verilerini üç boyutlu olarak analiz eder.

Tipik bir DSP sistemi kavramsal olarak çok basittir. İt, **Şekil 8.1'de gösterildiği gibi sadece üç bölümden oluşmaktadır.** Girişteki bir ADC, bir analog sinyali, bir dizi eşit aralıklı örneklem zamanındaki sinyalin anlık görüntülerini temsil eden bir dizi dijital sayıya dönüştürür. Dijital sinyal işlemcisinin kendisi, çıkışında yeni bir sayı akışı oluşturmak için bu dijital sinyal üzerinde bir tür hesaplama yapar. Bir DAC daha sonra bu sayıları tekrar analog forma dönüştürür.

Bazı DSP sistemleri her üç bileşene de sahip olmayabilir. Örneğin, DSP tabanlı bir ses frekansı jeneratörünün ADC'ye ihtiyacı yoktur. Benzer şekilde, bazı sensör çıkışını izleyen, sinyali işleyen ve sonucu bir bilgisayar dosyasında saklayan veya dijital bir okuma üzerinde görüntüleyen bir ölçüm sisteminde bir DAC'ye gerek yoktur.

"DSP" terimi normalde, en azından bir anlamda, gerçek zamanlı olarak gerçekleşen işleme anlamına gelir. Örneğin, bir RF veya mikrodalga sinyal analizörü, örneklenen veri parçalarını daha sonra bir saniyenin bir kısmını görüntülemek için toplu modda işleyen bir DSP yardımcı işlemci içerebilir.



Şekil 8.1 - Genel bir DSP sistemi.

8.2 SDR'ye üretim

Yazılım tanımlı radyo (SDR) kavramı uzun zamandır var, ancak 1990'larda popüler hale geldi. O zamana kadar, DSP ve veri dönüştürücü teknolojisi, ucuz programlanabilir dijital donanım kullanarak bir alıcı-vericinin neredeyse tüm sinyal işleme işlevlerini uygulamanın mümkün olduğu noktaya kadar gelişmişti. Frekans, bant genişliği, modülasyon, filtreleme ve diğer özellikler, geleneksel bir analog radyoda olduğu gibi donanım tasarımı ile sabitlenmek yerine, yazılım kontrolü altında değiştirilebilir. Yeni bir modülasyon türü veya yeni bir geliştirilmiş filtre tasarımı eklemek, yeni bir yazılım indirmenin basit bir meselesidir.

Analog radyolarla karşılaştırıldığında, SDR'nin bazı önemli avantajları vardır. Analog radyolar, kapasitörler, dirençler ve hatta indüktörler gibi pasif bileşenler, sıcaklık kayması ve yaşlanma nedeniyle değer değişikliklerine tabidir. Ayrıca gevşek başlangıç değeri toleranslarına sahiptirler ve genellikle ayarlamalar veya kalibrasyon gerektirirler. Benzer şekilde, amplifikatörler ve mikserler gibi aktif bileşenler de performansta değişikliklere tabidir. Bu bileşenlerin işlevi yazılımla değiştirilebilirse, bu sorunların çoğu ortadan kalkar.

SDR, FCC gibi düzenleyici kurumlara hitap ediyor çünkü birden fazla radyo servisinin aynı frekans spektrumunu[1] paylaşabileceği bilişsel radyo adı verilen bir iletişim sistemini mümkün kılıyor. Kablosuz ağdaki her düğüm, diğer kullanıcılara veya diğer kullanıcılardan gelen parazitleri önlemek için iletim veya alım özelliklerini dinamik olarak değiştirmek üzere programlanmıştır. Bu şekilde, geçmişte sabit frekans tahsislerinden yararlanan ancak kanallarını yalnızca zamanın küçük bir yüzdesini kullanan hizmetler, spektrumlarını diğer kablosuz kullanıcılarla en az parazitle paylaşabilir.

Yazılım tanımlı bir radyonun (SDR) kesin tanımı hakkında çok, bazen ısıtılmış tartışmalar olmuştur. Çoğu, en azından bir SDR'nin, donanımda geleneksel olarak yapılan işlevlerin en azından bir kısmını yazılımda uygulaması gerektiğini düşünüyor. Diğerleri, RF girişinden ses çıkışına (alıcı için) ve mikrofon ADC'den (analogdan dijitale dönüştürücü veya AID) güç amplifikatör girişine (verici için) kadar neredeyse tüm sinyal işleme işlevleri yazılımda yapılmadıkça bir radyonun SDR olarak sayılmadığını düşünüyor. Diğerleri, yazılımın yeni kod, tercihen açık kaynaklı indirilerek yeniden yapılandırılabilir olması gerekliliğini ekler. Amaçlarımız için oldukça gevşek bir tanım kullanacağız ve yazılımda yapılan herhangi bir sinyal işleme işlevini genel SDR kategorisine girecek şekilde ele alacağız.

Bazı SD Rs, hesaplama işini yapmak için

İletilen ve alınan RF sinyallerini, bilgisayarın ses arayüzünün işleyebileceği düşük frekanslı sinyallere dönüştürmek için yazılım. Bazı SD R'ler, kendi ses *codec'lerini ("kodlayıcı-kod* çözücü" için kısa, hem *AİD hem de* D/A dönüştürücü işlevlerini içeren bir çip) ve kullanıcı arayüzü için analog ses kullanarak PC'nin ses kartının kullanılmasını önler. Bazı SDR'ler, dönüştürülmüş (ve muhtemelen filtrelenmiş) verileri bir USB portu aracılığıyla PC'ye aktarır. Modem PC'ler para için çok fazla hesaplama gücü sağlar ve her zaman daha ucuz ve daha güçlü hale gelir. Ayrıca, büyük bir renkli ekran, kolay veri girişi ve gezinme için bir klavye ve fare, günlük programları ve diğer yazılımları çalıştırırken aynı anda SDR'nin gerektirdiği sinyal işlemeyi sağlayan büyük bir bellek ve sabit disk ile birlikte gelirler.

Arduino, Raspberry Pi, Beaglebone, Red Pitaya ve diğerleri gibi daha küçük, hatta daha ucuz bilgisayar platformları kullanıma sunuldu. Genellikle tam bir PC'nin çevre birimleri ve kullanıcı arayüzlerinden yoksun olsalar da, bazıları SDR denemeleri için yararlı olacak yeterli hesaplama gücüne sahiptir.

Bazı SD R'lerde kutuda neredeyse hiç düğme veya düğme yoktur ve frekans göstergesi, metre vb. Gibi geleneksel özelliklerin hiçbiri yoktur. Bu tür telsizlerde, tüm kontrol fonksiyonları, üretici tarafından sağlanan kontrol yazılımı ile harici bir PC'de yapılır. Kullanıcı arayüzü PC klavye, monitör ve faredir. Diğer SD R'ler geleneksel analog radyolara daha çok benziyor ve kontrol için harici bir PC'ye ihtiyaç duymuyor. Sinyal işleme bir veya daha fazla gömülü DSP ile yapılırken, kullanıcı arayüzü birçok kullanıcının bir fare ve klavye ve açılır menülere tercih ettiği düğmeler ve basmalardan oluşur. Bazı yeni SDR'ler, düğmeleri taklit etmek için kullanıcı arabirimi için bir dokunmatik ekran kullanır.

Her iki yöntem de DSP tekniklerini sinyal işlemeye uygulamanın tüm önemli avantajlarını sunar. Kanal filtresi çok *daha iyi bir şekil faktörüne sahip olabilir* (geçiş bandının genişliği ile durma bandı kenarlarının frekans farkı arasındaki oran). FIR filtreleri doğrusal fazdır ve aynı bant genişliği ve şekil faktörüne sahip analog filtrelerden daha az çınlamaya sahiptir. Sinyal dijital alana girdikten sonra, otomatik çentik filtreleri, uyarlanabilir kanal eşitleme, gürültü azaltma, gürültü engelleme ve geri beslemeli otomatik kazanç kontrolü gibi tüm fantezi dijital sinyal işleme algoritmaları uygulanabilir. Hataları düzeltmek, performansı artırmak veya yeni özellikler eklemek yeni yazılım indirmek kadar basittir.

SDR sistemlerine genel bir bakışın ardından, bu tür kullanılan çeşitli blokların detayları

Analog-dijital dönüşüm de dahil olmak üzere sistemler daha sonra araştırılır. Bölüm, radyo iletişimi ile ilgili konulara vurgu yaparak, gizli zaman ve dijital sinyallerin temel teorisinin tartışılmasıyla sona ermektedir.

8.2.1 SDR Mimarisi Seçenekleri

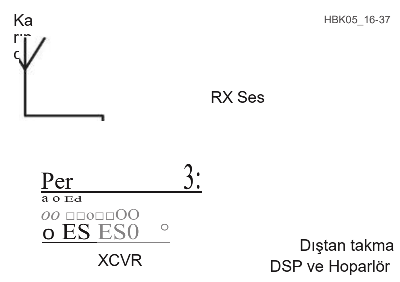
Analog ve dijital sinyaller arasındaki geçiş, anten ve kullanıcı arayüzü arasındaki sinyal zincirindeki birkaç yerden herhangi birinde gerçekleşebilir. Bu seçim, SDR'nin genel mimarisini belirlemede önemli bir faktördür. Bu bölüm, yazılım tanımlı radyo ve karşılaştırmalı mimari seçenekleri için çeşitli blockdiagram düzeyinde kavramlar sunar.

DSP AT AUDIO FREQUENCİES

Amatör operatörler tarafından DSP'nin ilk kullanımı ses frekansı filtrelemesini uygulamaktı. 1990'ların başında, dönüştürücü maliyetleri makul ve gerekli işlem gücü gelişmiş matematik fonksiyonu yeteneği ile nispeten ucuz mikroişlemciler mevcuttu. Dijital filtrelerin esnekliği (Analog **ve Dijital Filtreleme bölümüne bakınız)** ve bant genişliğini değiştirme ve gürültü azaltma yapma yeteneği, amatör ekipmanlarda DSP tekniklerinin hızlı bir şekilde benimsenmesine neden oldu.

1992'de Dave Hershberger, W9GR, - mevcut en eski pratik DSP yongalarından biri olan TMS320C 10'a dayanan bir ses frekansı DSP filtresi tasarladı.[2] Bu filtre, bir alıcının kulaklık jakına takılan harici bir bağımsız üniteydi ve çeşitli bant genişliklerine sahip filtreler, otomatik çok frekanslı çentik filtresi ve adaptif bir gürültü filtresi içeriyordu.

DSP'nin ses frekanslarındaki avantajı, **Şekil 8.2'de olduğu gibi değiştirilmemiş bir analog radyoya kolayca eklenebilmesidir.** Birçok amatör, bir PC ve yazılımı dıştan takmalı DSP işlemcisi olarak kullanarak dijital modülasyon modlarını uygulamak için benzer bir yaklaşım kullanır. Yazılım, PC'nin ses girişini ve bağlı olduğu çıkışı kullanarak gerekli dalga formlarını üretir (ve alınan sinyali demodüle eder).



Şekil 8.2 - **Dıştan takma DSP işlemci.**

Geleneksel bir SSB alıcı-vericisinin ses girişi ve çıkışı.

ANALOG BASEBAND 'A DOWNCONVERSION

İlgili bir teknik, basit düşük güçlü CW alıcı vericileri ile popüler olan directconversion alıcılarına benzer bir teknik kullanarak radyo spektrumunun bir dilimini temel bant sesine dönüştürmektir. (Alıcı - **bölümüne bakın**.) Bu fikir Gerald Youngblood, AC5OG (şimdi K5SDR) tarafından SDR-1000 ve 2002 QEX makalelerinde bir dizi tarif ettiği 2003,3 alıcı verici ile öncülük etti. Alıcı blok diyagramı **Şekil 8,3'de gösterilmiştir. İt, RF** - frekansını doğrudan temel bant İ ("İn-phase") ve Q ("Quadrature") sinyallerine dönüştürmek için Dan Tayloe, N7VE tarafından tasarlanan benzersiz bir İ/Q demodülatörü kullanır. * (İ/Q modülasyonu ve kuadratür sinyalleri **Modülasyon** bölümünde tartışılmıştır .)

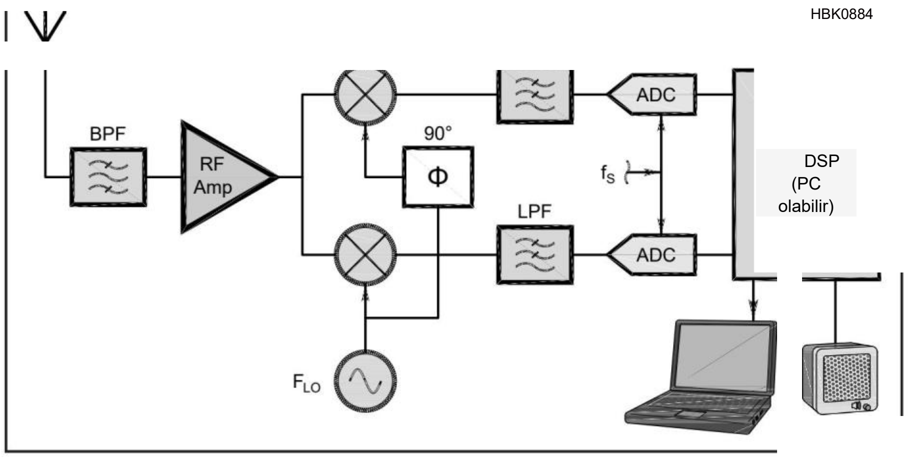
Temel bant sinyalleri, bir PC'nin ses kartının stereo girişine beslenir, düşük geçişli filtreler ve analogdan dijitale dönüştürücüler (AİD veya ADC) tarafından temsil edilir. Yazılım
PC'de tüm sinyal işlemeyi yapar ve Demodülasyon, nihayetinde operatörün duyması için ses üretmek veya ekranda metin şeklinde çözülmüş bitlerin görüntülenmesi. Verici, tersine aynı blok diyagramıdır, bir İ/Q modülatörü, İ/Q sinyalini ses kartından, filtrelendiği ve son güç seviyesine yükseltildiği RF frekansına dönüştürür.

Ses kartı yöntemi basit, ucuz donanım ile makul performans elde etmeyi başarır. Ses kartındaki AID dönüştürücüler sinyali sayısallaştırdıktan sonra, PC'nin DSP özelliği onunla inanılmaz şeyler yapabilir. Çeşitli dedektör türleri, değişken bant genişlikli filtreler, yazılım AGC, bir S-metre ve konuşma gibi geleneksel alıcı-verici işlevlerinin uygulanmasına ek olarak Otomatik çentik filtresi, gürültü azaltma, panadapter spektrum ekranı ve RTTY, PSK ve WSJT modları gibi sinyallerin kodunu çözme gibi ekstra özellikler.

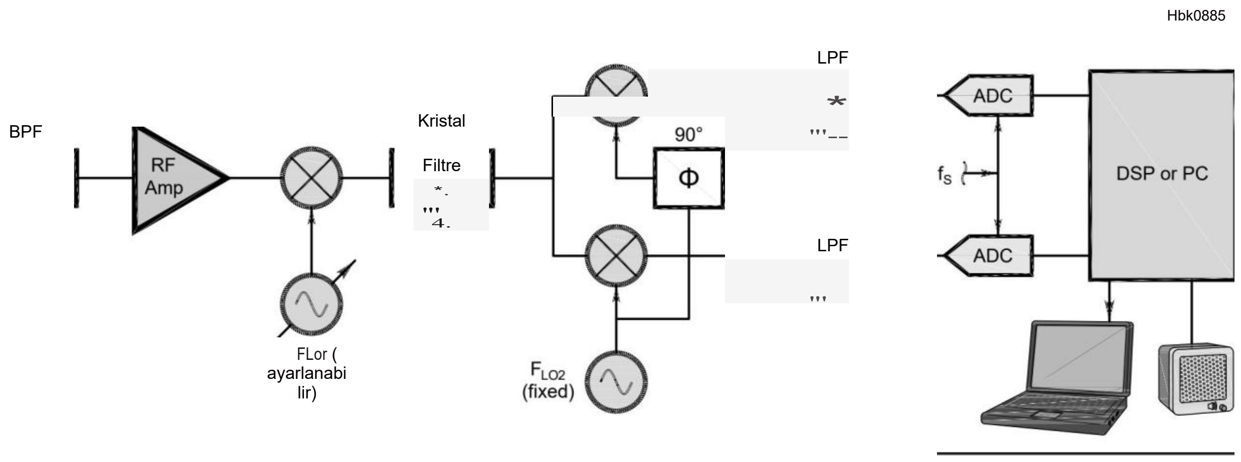
SDR-1000 basit donanımı bazı performans sınırlamaları getiriyor. Analog downconverterdeki imperfeksiyonlar nedeniyle, istenmeyen yan bant reddi mükemmel değildir. Buna SDR-1000 literatüründe "imaj reddi" denir. Panadapter ekranında, güçlü sinyaller ekranın karşı tarafında, merkezden eşit aralıklarla zayıf bir şekilde görünür. Analog devredeki DC ofset, bant genişliğinin merkezinde sahte bir sinyalin görünmesine neden olur. Ses çıkışında istenmeyen bir tonun görünmesini önlemek için, yazılım demodülatörü hafifçe frekans dışı olarak ayarlanır, ancak bu, - görüntü frekansındaki parazitin kusurlu görüntü reddi nedeniyle sorunlara neden olabileceği anlamına gelir. Dinamik aralık, ses kartı performansına ve RF donanımına bağlıdır. Bazı yeni SDR'ler şunları içerir: Uygulama için optimize edilmiş entegre ses codec bileşeni, böylece PC'nin ses kartına gerek kalmaz.

İF'DE DİGİTİZİNG

Yazılım tanımlı radyoları uygulamak için bir başka seçenek, analog-dijital dönüşümün bir ara frekansta gerçekleştirilmesini içerir**. Şekil 8.4** böyle bir tasarımı göstermektedir. Bir kristal İF filtresinden sonra AID dönüştürücüsünü yerleştirmek, kristal filtre bant genişliğinin dışında kalan sinyalleri engellemek için engelleme dinamik aralığını (BDR) geliştirir. BDR, dB olarak ifade edilen, gürültü seviyesi (normalde 500 Hz bant genişliği varsayılarak) ve istenen sinyalin 1 dB kazanç azalmasına neden olacak kadar güçlü bir parazit sinyali arasındaki orandır. (Alıcı bölümüne bakın.) Gösterildiği gibi, İ/Q formatına downconversion hala daha düşük hızlı *AID dönüştürücüler kullanır,* ancak çoğu zaman sinyal aslında düşük bir İF, 15 kHz veya öylesine. Bu, bir SSH bant genişliği sinyalinin 20 kHz bandında yer almasını sağlar.



Sıkıştırma, yazılım bazı **Şekil 8.3 içerebilir - Doğrudan-baseband SDR alıcı mimarisi.**



Şekil 8.4 - Hibrid süperhet/DSP SDR alıcı mimarisi.

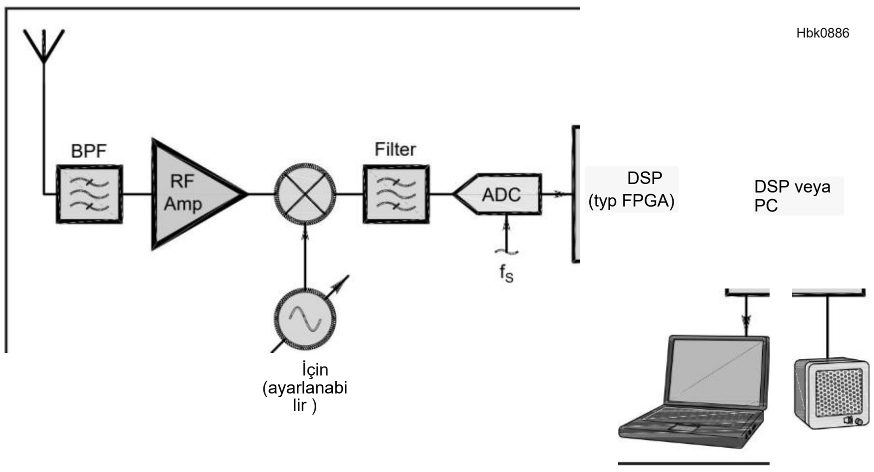
Tipik bir ses kodekinin genişliği ve sinyal yolundaki de offsets nedeniyle hataları önler. Dikkatli bir tasarımla, böyle bir mimariye sahip bir alıcı 140 dB veya daha fazla BDR elde edebilir (LO faz gürültüsü gibi başka sınırlayıcı faktörler yoksa). Üçüncü dereceden dinamik aralık, geleneksel bir analog mimariyle elde edilene benzer, çünkü amplifikatörler ve mikser (ler) de dahil olmak üzere kristal filtreye kadar olan devre aynıdır.

RF frekansını doğrudan örneklemeye kıyasla İF tabanlı yaklaşımın bir diğer avantajı, ADC'nin bu kadar yüksek bir örnek hızında çalışması gerekmemesidir. Gerçek şu ki, kristal filtre yüksek performanslı, dar bant genişlikli kenar yumuşatma filtresi gibi davrandığından, *AİD* dönüştürücünün yeterli örnekleme bant genişliğine sahip olması durumunda düşük örnekleme mümkündür (ses uygulamaları için tasarlanan ADC'ler genellikle yoktur). Birkaç kHz veya daha düşük bant genişliği ile, ADC'nin örnek tutma devresi yeterli bant genişliğine sahip olduğu sürece, İF sinyalinin merkez frekansı çok daha yüksek olsa da, onlarca kHz'deki örnek hızları kullanılabilir.

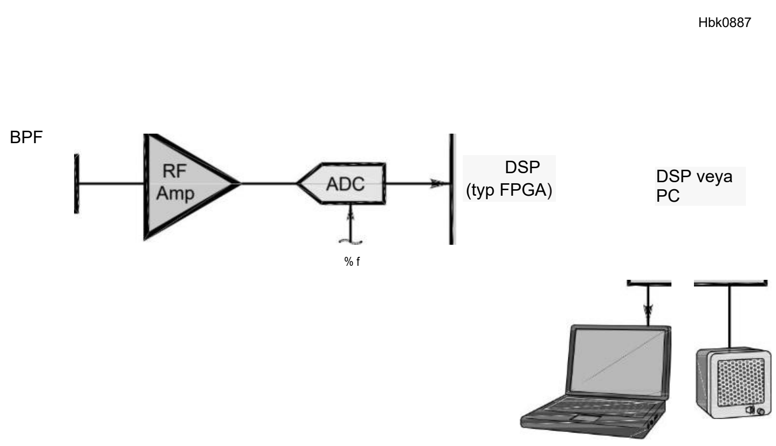
Bazı sistemler, özellikle onlarca MHz genişliğindeki sinyallerle ilgilenen hücresel baz istasyonları gibi VHF/UHF uygulamalarında, genellikle Şekil **8.5'te gösterilen yaklaşımı kullanır. Burada**, yüksek hızlı, yüksek bant genişlikli bir ADC, tipik olarak yüzlerce MHz'de bir İF'yi sayısallaştırır. Böyle bir dönüştürücünün çıkış veri hızı, bir PC veya düşük maliyetli programlanabilir bir DSP mikroişlemcisi tarafından işlenemeyecek kadar yüksektir. Orijinal sinyalden İ/Q bileşenlerine dönüşüm, özel bir dijital donanım bloğunda yapılır .

DIRECT RF DİGITIZNG

Nihai SDR mimarisi, iletilecek frekansta analog ve dijital alanlar arasında dönüşüm yapmak veya geniş bir frekans aralığını dönüştürmek ve tüm filtrelemeyi dijital alanda yapmaktır. Böyle bir tasarımın alma yolu **Şekil 8.6'da gösterilmiştir.** Bu alıcıda, sinyal zincirinde kalan tek analog bileşenler, bir ön seçiciye benzer geniş bantlı bir kenar yumuşatma filtresi ve gürültüyü artırmak için bir amplifikatördür.



Şekil 8.5 - Yüksek İF örnekleme SDR alıcı mimarisi.



Şekil 8.6 - Doğrudan RF örnekleme DSP SDR alıcı mimarisi.

Gerekirse ADC rakamı. Yerel osilatör, karıştırıcı, İF filtreleri, AGC, demodülatörler ve diğer devrelerin tümü dijital donanım ve yazılım ile değiştirilir. Bu işlevlerin dijital/yazılım uygulamaları, zaman ve sıcaklık ile mükemmel şekilde kararlıdır ve ayarlamaya ihtiyaç duymaz.

Sadece son zamanlarda, düşük maliyetli yüksek hızlı ADC'lerin, bir RF örnekleme iletişim alıcısında makul performansa izin verecek kadar iyi özelliklere sahip olduğu görülmüştür. Bugün 130 dB dinamik aralığı engelleme elde etmek mümkündür. Bu, en iyi analog veya hibrid radyolar kadar iyi değildir, ancak SDR'de kullanıma sunulan her yeni nesil AID dönüştürücü ile performans farkı daralır.

Burada, laboratuvarda büyük BDR sayıları ölçülebilirken, bir antene bağlı bir alıcıyla gerçek dünya ortamında elde edilen performansın oldukça farklı olduğunu belirtmek gerekir. Genellikle yerel gürültü kaynakları, alıcının tam BDR'sinin kullanılamayacağı ve diğer spesifikasyonların daha önemli hale geleceği şekilde gürültü tabanını yükseltir. Bu özelliklerin çoğunda (yakın aralıklı sinyaller için dinamik aralık vb.), RF örnekleme SD Rs, geleneksel allanalog ve İF örnekleme alıcılarına kıyasla karşılaştırılabilir veya üstün performans sağlayabilir.

Üçüncü dereceden dinamik aralık (3IMD DR veya İP,) bu tür radyo için anlamlı bir özellik değildir, çünkü analog devrelerin davranışına dayanır. 3IMD DR'nin hesaplanması, bozulma ürünlerinin sinyal seviyesindeki her 1 dB'lik artış için 3 dB'yi arttırdığını varsayar; bu, bir ADC için her zaman doğru değildir. Bir ADC'deki bozulma ürünlerinin seviyesi, sinyal zirvesi ADC'nin tam ölçekli girişini aşana kadar sinyal seviyesinden az ya da çok bağımsız olma eğilimindedir, bu noktada bozulma önemli ölçüde artar. Veri sayfasını dikkatlice okumak ve bozulma ölçümleri için test koşullarını not etmek önemlidir.

RF'de örneklemenin kesin avantajları vardır. Birincisi, çok fazla analog devre tasarrufu sağlar. Yüksek hızlı bir ADC bir ses dönüştürücüsünden daha pahalı olsa da, radyo azalan bileşen sayısı ve daha az ayarlama nedeniyle daha ucuz hale gelebilir. Bazı alanlarda performans artırıldı. Örneğin, kenar yumuşatma filtresi işini yaptığı sürece görüntü reddi artık bir endişe değildir. (Alıcı **bölümüne bakın**.) Bir SDR'nin dinamik aralığı teorik olarak sinyal aralığına bağlı değildir - yakın dinamik aralık genellikle geniş bir İF filtresi kullanan geleneksel bir mimariden daha iyidir. Sinyal zincirinde kristal filtreler olmadan, tüm sistem demodülasyondan sonra hem analog hem de dijital sinyallerin kalitesini artırabilen tamamen doğrusal bir faz tepkisine sahiptir.

RF örneklemesindeki en büyük zorluk, alıcının ADC'sinden çıkan yüksek hızlı veri torrenti ile ne yapılacağı ve DAC örnek hızına ayak uyduracak kadar hızlı veri iletiminin nasıl üretileceğidir. Takma ad kullanmadan 0-54 MHz'i kaplamak için en az 120 veya 130 MHz'lik bir örnek hızı gerekir ve ticari ürünler genellikle ADC'yi 200 MHz'in üzerinde örnek oranlarda çalıştırır. Bu, tipik bir mikroişlemci veya programlanabilir DSP'nin işleyebileceğinden çok daha hızlıdır. Yerel osilatör, karıştırıcı ve decimator veya interpolator dijital donanımda uygulanmalıdır, böylece DSP daha makul bir örnek hızında veri gönderip alabilir. *Dijital dönüştürücüler (*DDC) bu işlevleri yerine getirir ve DSP'ye daha düşük örneklem hızında bir dijital İ/Q sinyali verir. Bağımsız DDC İ C'ler geçmişte mevcuttu, ancak işlev şimdi genellikle *AID* dönüştürücü ile entegre edildi. İt ayrıca bir DDC *anfieldprogrammable kapı dizisi* veya FPGA uygulamak mümkündür. (Alıcı-Verici **Tasarım Konuları** bölümüne bakın.*) Dijital dönüştürücüler (*DUC), verici için aynı dönüşümü tersine çevirir ve D/A dönüştürücüsü ile entegre olarak kullanılabilir veya bir FPGA'da uygulanabilir. Bazı ticari entegre DDC/DAC ürünleri, GMSK, *QPSK ve n/4 DQPSK gibi çeşitli dijital modülasyon formatlarını kodlama yeteneğini bile içerir*. Arabirimi dijital alana basitleştirmeye çalışırken, birçok yüksek hızlı dönüştürücü artık JESD204B'e kadar işlem yapabilen 12Gb/s adlı standart bir seri arayüz spesifikasyonu kullanıyor. Dijital FPGA üzerinde bu arayüzü uygulamak için kod hazır.

Bazı tasarımcılar bu amaç için bir grafik işlemcisini (GPU) yeniden kullanmakta başarılı olmuştur ve bazı GPU üreticileri artık tasarım sürecine yardımcı olmak için FFT kütüphaneleri sunmaktadır.

8.2.2 DSP ve SDR'nin Avantajları ve Sınırlamaları

Dijital sinyal işleme, yerini aldığı analog devreden daha karmaşık olma ününe sahiptir. Gerçeklik, analog sinyal dijital alana dönüştürüldükten sonra, karmaşık işlevler yazılımda analog bileşenlerle mümkün olandan çok daha basit bir şekilde uygulanabilir. Örneğin, pahalı bir kristal filtre olmadan bir SSB sinyali üretmenin geleneksel "aşamalı" yöntemi, çeşitli karıştırıcılar, osilatörler, filtreler ve geniş bantlı bir ses frekansı faz kaydırma ağı gerektirir. Bir DSP sisteminde aynı işlevi uygulamak için, yazılım programına bir ek alt program eklenmesi gerekir

– ve ek donanım yok.

DSP teknikleri ile basit olan birçok özellik, analog devre ile uygulanması zor veya pratik değildir. Sadece iletişim alanından çizilen birkaç örnek, hayalsiz karıştırma, gürültü azaltma, OFDM (ortogonal frekans bölmeli çoğullama) modülasyonu ve uyarlamalı kanal eşitlemesidir. Dijital sinyaller, yalnızca sinyali temsil etmek için kullanılan bit sayısıyla sınırlı olan analog sinyallerden çok daha dinamik bir aralığa sahip olabilir. Örneğin, kolay Örneğin, bir filtredeki sinyalin ölçülebilir bir şekilde bozulmadığından emin olmak için ara sinyal işleme aşamalarına fazladan 20 veya 30 dB boşluk eklemek. Analog devre ile bu kadar dinamik aralık eklemek zor veya imkansız olurdu. Analog devrelerin yazılım algoritmaları ile değiştirilmesi, doğrusal olmama ve bileşen değerlerinin zaman ve sıcaklık ile sürüklenme sorunlarını ortadan kaldırır. Çoğu DSP sisteminin programlanabilir doğası, herhangi bir bileşeni sökmek zorunda kalmadan devre değişikliklerinin eşdeğerini yapabileceğiniz anlamına gelir.

Birçok avantajına rağmen, DSP'nin her durumda en iyisi olduğunu ima etmek istemiyoruz. Yüksek güçlü ve çok yüksek frekanslı sinyaller hala analog devrenin alanıdır. Basitlik ve düşük güç tüketiminin - birincil hedefler olduğu durumlarda, bir DSP çözümü en iyi seçenek olmayabilir. Örneğin, güç kaynağından birkaç miliamper çeken basit bir CW alıcısı, iki veya üç analog İC ve bir avuç ayrık bileşenle inşa edilebilir. SDR kullanan düşük güçlü telsizden hala çok uzağız.

Birçok yüksek performanslı sistemde, analog-dijital dönüştürücünün ve dijital-analog dönüştürücünün performansı sınırlayıcı faktörlerdir. Bu nedenle, en yeni nesil uygun fiyatlı ADC teknolojisi ile bile, - RF girişini doğrudan bir ADC'ye yönlendirerek tamamen dijitalleşmek yerine, hibrit bir analog-dijital sistem kullanarak bir HF alıcısında daha iyi engelleme dinamik aralığı elde etmek hala mümkündür. *Bu, AID dönüştürücü* teknolojisi gelişmeye devam ettikçe ve performans arttıkça değişebilir.

8.3 Analog-Dijital Dönüşüm

Analog-dijital dönüşüm, dijital ikili veri veya analog ac RF dalga formu gibi tek bir formda veri almayı ve bunun karşı alanda eşdeğer bir temsilini oluşturmayı içerir. Analog voltajların veya akımların dijital bir temsilini oluşturan dönüştürücüler, *analog-dijital dönüştürücüler (ADC), analog/dijital dönüştürücüler, AID dönüştürücüler veya A-to-D dönüştürücüler olarak adlandırılır.* Benzer şekilde, dijital miktarlardan analog voltajlar veya akımlar oluşturan dönüştürücüler, *dijital-analog dönüştürücüler* (DAC), *dijital/analog dönüştürücüler, DIA dönüştürücüler veya D-toA dönüştürücüler olarak adlandırılır.* Analog ve dijital alanlar arasında bilgi dönüştürme özelliklerine ilişkin bu ilk bölümdeki "dönüşüm" kelimesi, - analog-todigital veya dijital-analog dönüşüme eşit olarak uygulanacaktır.

Dönüştürücüler tipik olarak şu şekilde uygulanır:

HBK0279 Dijital İnput--- • - ~ Analog Çıkış

Analog İnput ~ Dijital Çıkış

(A)

Dönüştürücü Dönüştürücü

Nwk "auany (\J-m" Dijital sistem Mao2 L'From

(B)

Şekil 8.7 - Dijital-analog dönüştürücüler (DAC) ve analogto-dijital dönüştürücüler (ADC) için şematik semboller (A). Bir analog sinyali sayısallaştıran, üzerinde dijital veri olarak çalışan, daha sonra tekrar analog forma dönüştüren bir sistemin (B) genel blok diyagramı.

Tüm dönüştürme işlemini gerçekleştirmek için gerekli tüm arayüzleri ve alt sistemleri içeren entegre devreler. ADC'ler ve DAC'ler için şematik semboller **Şekil 8.7'de gösterilmiştir.**

Bu bölüm, analog-dijital dönüşümün temel öğelerini, farklı dönüştürücü türlerine ve bunların temel özelliklerine ve davranışlarına genel bir bakış ile birlikte tanımlar. Aşağıdaki bölümde, radyoda en zorlu uygulama olan DSP ve SDR işlevleri için dönüştürücülerin kullanımı tartışılmaktadır.

8.3.1 Temel Dönüşüm Metrikleri

Şekil 8.8, aynı fiziksel fenomenin iki farklı temsilini göstermektedir; 0'dan 1 V'ye değişen bir analog voltaj V Analog dünyada, voltaj süreklidir ve 0 ile 1 arasında herhangi bir gerçek sayı ile temsil edilebilir. Dijital dünyada, herhangi bir olguyu temsil edebilecek olası değerlerin sayısı, her bir değerin içerdiği bit sayısı ile sınırlıdır.

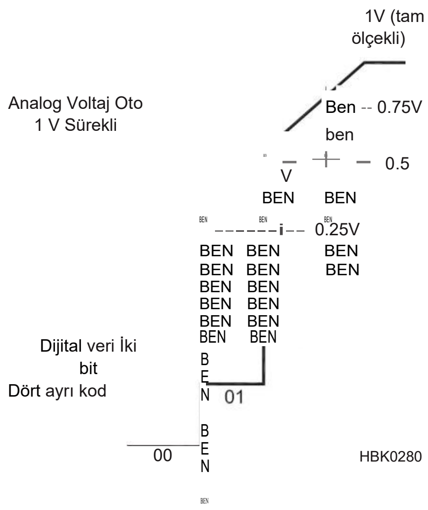
Şekil 8.8, her biri belirli bir voltaj aralığında olan analog voltaja karşılık gelen sadece dört adet iki bit dijital değer 00, 01, 10 ve 11 vardır. Eğer analog voltaj 0 ila 0.25 V aralığında herhangi bir yerde ise, analog voltajı temsil eden dijital değer, voltajın 0.0001 veya 0.24999 V olmasına bakılmaksızın 00 olacaktır. 0.25 ila 0.5 V aralığı, dijital değer 0 1 ve benzeri ile temsil edilir.

Sürekli bir olası değer aralığını sınırlı sayıda ayrı değere dönüştürme işlemine *sayısallaştırma denir* ve her ayrı değere bir *kod* veya *niceleme kodu denir. Eğer* kod ikili bir sayı ise, bir analog miktarı temsil edebilecek olası kodların sayısı 2N'dir, burada N koddaki bit sayısıdır. Bir twobit -numarası Şekil 8.8'de gösterildiği gibi dört koda sahip olabilir, afour-bitnumbercanhave on altı kod, sekiz bitlik bir sayı 256 kod vb. Kod değerlerindeki en küçük değişikliğin bir bit olduğunu varsayarsak, bu değer dijital sayıları temsil etmek için kullanılan biçimdeki konumundan bağımsız olarak en az önemli bit (LSB) olarak adlandırılır.

Binary-coded-decimal (BCD), dört bitlik grupların tek tek 0-9 ondalık değerlerini temsil ettiği bir koddur. *Onaltılık* kodda, dört bitlik gruplar 0-15 arasındaki ondalık değerleri temsil eder. Karşılaşılabilecek diğer kod türleri arasında *Gri kod ve oktal bulunur.*

KARARLILIK VE MENZİL

Dönüşümün çözünürlüğü veya adım boyutu, dönüşümün temsil edebileceği analog değerdeki en küçük değişikliktir. Dönüşümün *aralığı,* dönüşümün - işleyebileceği analog değerlerin toplam aralığıdır.



Şekil 8.8 - Analog voltaj O ve 1 V arasında sürekli olarak değişir, ancak İki bitlik dijital sistem, analog voltajı temsil etmek için sadece dört değere sahiptir, Yani analog voltajın gösterimi kaba.

Aralıktaki maksimum değer *tam ölçekli* (F.S.) değer olarak adlandırılır. İn Şekil 8.8, dönüşüm aralığı 1 V. Dönüşümün çözünürlüğü

$$\text{çözünürlük} = \frac{\text{menzil}}{2^{N}}$$

Şekil 8.8, dönüşüm çözünürlüğü ¼ x 1 V = 0.25 V şeklindedir. Her kodun yerine dört bit olsaydı, $1/2^{4} \times 1\text{ V} = 0.083$ V çözünürlüğü olurdu. Dönüşüm aralığı mutlaka bir bitiş noktası olarak sıfır değildir. Örneğin, 5 V'un bir dönüşüm aralığı Oto 5 V,-5 0 V, -2.5 ila + 2.5 V, vb .

Analog-dijital dönüşüm, *tek kutuplu* veya *bipolar olan bir aralığa sahip olabilir.* Unipolar, genellikle voltaja atıfta bulunan tamamen pozitif (veya negatif) bir dönüşüm aralığı anlamına gelir. Bipolar, aralığın hem pozitif hem de negatif değerler alabileceği anlamına gelir.

Her kod bir dizi olası analog değeri temsil ettiğinden, sınırlı sayıda kullanılabilir kod *niceleme hatası oluşturur. Bu,* aynı kodla temsil edilebilen analog değerlerdeki maksimum varyasyondur. Şekil 8.8, 0.25 ila 0.50 V arasındaki herhangi bir değer aynı kodla temsil edilebilir: 01. Bu durumda niceleme hatası 0.25 V'dir.

Çözünürlük, dönüşümdeki bit sayısıyla da tanımlanabilir. Bit sayısı ne kadar yüksek olursa, yukarıda gösterildiği gibi çözünürlük o kadar küçük olur. Birçok dönüştürücünün harici bileşenler veya voltajlar tarafından ayarlanan değişken aralıkları olduğundan, yüzde çözünürlüğüne veya bir dizi bit olarak tercih edilir. The

Yüzde çözünürlüğü ve bit sayısı arasındaki dönüşümler aşağıdaki gibidir:

$$\%\ \text{çözünürlük} = \frac{1}{2^{N}} \times 100\ \%$$

ve

$$N = \log\left(\frac{100\%}{\%\ \text{çöz}}\right) / \log 2$$

Niceleme hatası, her bitin dönüşümün çözünürlüğüne eşdeğer olduğu bir dizi en az önemli bit (LSB) olarak da belirtilebilir.

DOĞRULUK

Bir *AID dönüştürücünün* çözünürlüğünün bit sayısı, dönüştürücünün doğruluğuna eşit değildir. Çözünürlüğün bir arkadaşı olan *doğruluk,* dönüştürücünün doğru kodu bir analog değere atama veya belirli bir koddan gerçek analog değeri oluşturma yeteneğini ifade eder. Çözünürlükte olduğu gibi, doğruluğu tam ölçek yüzdesi veya bit olarak ifade etmek en uygunudur. *Tam ölçekli hata,* kodun değerinin veya analog miktarın değerinin tam ölçek değerinin yüzdesi olarak maksimum sapmasıdır. Bir dönüştürücünün doğruluğu %0.02 F.S. olarak verilirse ve dönüşüm aralığı 5 V ise, dönüşüm doğru veya beklenen değerden %0.02 x 5 V = 1 mV kadar hatalı olabilir. Çoğu *AID* dönüştürücüsü, dönüştürücünün tam ölçekli aralığını kalibre etmek için kullanıcı ayarlaması için provizyon içerir. Bazı AID dönüştürücüler, cihazın içinde bir referans voltaj kaynağı içerirken, diğerleri harici bir referans gerektirir. Dış referanslar genellikle iç referanslara göre sıcaklık üzerinde daha yüksek doğruluk ve stabilite sağlayabilir. *Ofset,* dönüşümde analog elektronikte olduğu gibi aynı anlama sahiptir - dönüşümün değerinde ideal değerden tutarlı bir değişim. Gerekirse kullanıcı tarafından da ayarlanabilir.

Doğrusallık hatası, tam ölçek ve hataları ayarladıktan sonra kod geçiş noktalarının ideal kod geçiş noktalarından maksimum sapmasını temsil eder. Buna *integral nonlineerlik* (İNL) de denir. Şekil 8.8'in dönüştürücüsünde, ideal adım geçişleri 0.25 V aralıklarla gerçekleşir. Eğer dönüşüm için doğrusallık hatası %0.05 F.S. olarak verilmişse, bir sonraki adıma geçişin *yanlış noktada olması nedeniyle herhangi bir gerçek adım boyutu %0.05 x 5 V = 2.5 mV kadar hatalı olabilir. Diferansiyel doğrusal olmama,* herhangi iki bitişik adım boyutunun ideal adım boyutundan ne kadar saptığının bir ölçüsüdür. Hatalar, genellikle en az önemli bit veya LSB olarak kabul edilen bir dizi bit olarak temsil edilebilir; bir bit, dönüşüm çözünürlüğü ile aynı aralığı temsil eder. Tipik bir *AID* dönüştürücü, İNL veya DNL hatasını +/- 0.5 LSB (en az önemli bit) olarak belirtebilir.

Tablo 8.1
Çeşitli İnputs için bir ADC çıkışı

İnput voltajı	*Çıktı kodu (ikili)*	*Çıktı kodu (ondalık)*
-FS'de veya altında	0000 0000 0000 0000	0
Hemen yukarıda -FS	0000 0000 0000 0001	1
Aralığın ortası	1000 0000 0000 0000	32768
Hemen altında + FS	111111111111 1110	65534
At + FS-1 LSB	1111111111111111	65535
+ FS'de veya üstünde	111111111111 1111	65535

CONVERSION ORANİ VE BANDWIDTH

Dönüşümün bir diğer önemli parametresi - dönüşüm *oranı* veya karşılıklı *dönüşüm hızıdır.* Belirli bir zamanda bir analog değeri temsil eden bir dijital kod örnek olarak adlandırılır, *bu nedenle dönüşüm* oranı, İs, *saniyede (sps) ve* dönüşüm hızı, 1 msec gibi örnek başına bir süre olarak belirtilir. - Dönüşümün gerçekleştirildiği mekanik nedeniyle, dönüşüm hızı, dönüşümü gerçekleştiren dijital sistem tarafından kullanılan bir dizi saat sinyali döngüsü olarak da belirtilebilir. Dönüşüm oranı daha sonra saatin frekansına bağlıdır.

Nyquist Örnekleme Teoremine göre, giriş sinyalini doğru bir şekilde temsil etmek için, bir dönüşüm analog sinyalde bulunan en yüksek frekansın iki katı bir hızda gerçekleşmelidir. Bu minimum oran *Nyquist hızıdır ve* analog sinyalde izin verilen maksimum frekans *Nyquist frekansıdır.* Bu şekilde, dönüştürücü *bant genişliği* dönüşüm oranının yarısı ile sınırlıdır.

Analog sinyallerin dijital örneklere dönüştürülmesi işlemine atıfta bulunarak, *alt örnekleme olarak adlandırılan daha düşük bir oran kullanılırsa,* Nyquist örnekleme hızı ile f arasındaki farkla ilgili frekanslarda giriş sinyalinin dijital temsilinde takma ad olarak adlandırılan yanlış sinyaller oluşturulacaktır. ve f. Buna *aliasing denir.* Nyquist oranından daha hızlı örnekleme aşırı *örnekleme olarak adlandırılır* .

Dönüşümler maksimum oranda gerçekleştiğinden, her zaman Nyquist frekansından daha büyük sinyallerin - dönüşüm geçiren bir analog sinyalde bulunması veya dijital değerlerden oluşturulması olasılığı vardır. Bu sinyaller takma adlarla sonuçlanır ve dönüşümden önce bunları kaldıran bant sınırlayıcı filtreler tarafından kaldırılmalıdır. Örnekleme sürecinin mekaniği daha sonra bu ve sonraki bölümlerde belirli fonksiyonlara uygulandıkça tartışılmıştır.

ADC AŞIRI YÜKÜ

Aşırı yüklendiğinde, AID dönüştürücüleri doygunluğa veya kırpmaya yönlendirilen amplifikatörlere benzer şekilde davranır. **Tablo 8.1'de gösterildiği gibi çeşitli girişler için bir ADC çıktısını düşünün.** (Bu örnek, 16 bit çözünürlük ve ofset ikili kod varsayar). "-FS've" + FS "ADC'nin negatif ve pozitif Tam Ölçekli giriş voltaj seviyeleridir .

Bu tablo, ADC'nin aralığının tam olarak üstünde (veya altında) bir giriş sinyali ile giriş aralığını aşan bir sinyal arasında ayrım yapamadığını gösterir. Aslında, ADC giriş aralığının biraz aşıldığını veya büyük ölçüde aşıldığını söyleyemez. Bu sert *bir kırpma örneğidir.*

Neyse ki, çoğu ADC giriş aralığı olmuştur belirtmek için bir çıkış sinyali var Aşıldı ve dönüştürücü *aşırı yüklenme veya taşma/akma* modunda. Bu, sistem tasarımcısının uygun eylemi gerçekleştirmesini sağlar - genellikle bir amplifikatörün kazancını azaltır veya ADC'nin önündeki herhangi bir aşamanın zayıflamasını arttırır.

Bir SDR sistemi tasarlarken, *AID* dönüştürücüsüne ulaşan tepe sinyaline dikkat edilmelidir. Uzun süreli aşırı yükleme, dönüştürücüden sonra DSP'de eserler yaratabilir. RF sinyal seviyeleri genellikle voltaj yerine güç cinsinden ifade edilir ve genellikle bir sinyalin tek bir sinüs dalgası olduğu varsayılır. Geniş bantlı bir alıcıda, giriş sinyali, sistemin geçiş bandındaki, çoğu sinüzoidlere bile yakın olmayan, birbiriyle ilişkili olmayan birçok sinyalin toplamıdır.

Radyo Temelleri bölümünde, ac dalga formlarının en iyi RMS (kök-ortalama-kare) değerleri ile karakterize edildiği ve bir sinüs dalgasının bir RMS değerine sahip olduğu açıklanmıştır. En yüksek değerin 707 katı. Bu, ac sinyalinin tepe değerinin RMS değerinin 1.414 katı olduğu anlamına gelir. Bu oran *tepe faktörüdür.* Voltaj açısından, 1.414 oranı 20 log'a (1.414) eşittir, bu da 3.01 dB'dir. Güç açısından, 1.414 voltaj oranı, (²l.414), yani 10 log (2), aynı zamanda 3.01 dB olan bir güç oranıdır .

Diğer dalga formları farklı tepe faktörlerine sahiptir. Bir üçgen dalganın tepe faktörü 1.732 veya 4.77 dB'dir. *AID* dönüştürücüsünün geçiş bandı içinde birden fazla bireysel sinyal içeren sinyaller, neredeyse yüksek bir tepe faktörüne sahip olan gürültüye benzeme eğilimindedir - (gerçek Gauss gürültüsü sonsuz bir tepe faktörüne sahiptir!). Ek olarak, bazı ortamlarda, güç hattı sızıntısı veya ark, elektrikli çitler, süslü anahtar modlu güç kaynakları gibi kaynaklardan yerel olarak üretilen gürültü, atmosferik gürültüden bahsetmez. Bunlardan herhangi biri bir *AID dönüştürücünün* aşırı yüklenmesine neden olabilir .

Tipik yüksek hızlı *AID* dönüştürücüler, yüksek giriş empedanslı cihazlardır ve tek kutuplu bir güç kaynağından çalıştırıldığında giriş dalga formunda bir de önyargı veya ofset gerektirir. Önceki aşamalardan gelen giriş sinyali genellikle AİD dönüştürücü tarafından üretilen bir sinyalden önyargılı olan AİD *dönüştürücü girişine bağlanır*. Dönüştürücü üreticileri genellikle optimum performans için sinyalin dönüştürücüye nasıl birleştirileceği konusunda mükemmel rehberlik sağlar. Çoğu ADC bir 2 V P-P. İt sırasına göre giriş voltaj aralığı, *AID* dönüştürücüsüne ulaşan sinyal seviyesinde birkaç dB ek yükü planlamak için iyi bir uygulamadır. 10 dB boşluğa izin vermek, beklenen sinyal seviyelerinin yalnızca *AID dönüştürücüsünün* giriş voltaj aralığının yaklaşık '%'sini kullanması gerektiği anlamına gelir .

8.3.2 Analog-Dijital Dönüştürücüler

Analog bir miktardan bir dizi dijital örneğe dönüşümün gerçekleştirilebileceği çeşitli yöntemler vardır. Her yöntemin veya *mimarinin* güçlü noktaları vardır - basitlik, hız, çözünürlük, doğruluk - hepsi belirli bir uygulama için hangi yöntemin kullanılacağına karar verir. Doğru ADC türünü seçmek için, bu kriterlerden hangisinin başvurunuzun performansını en güçlü şekilde etkilediğine karar vermek önemlidir.

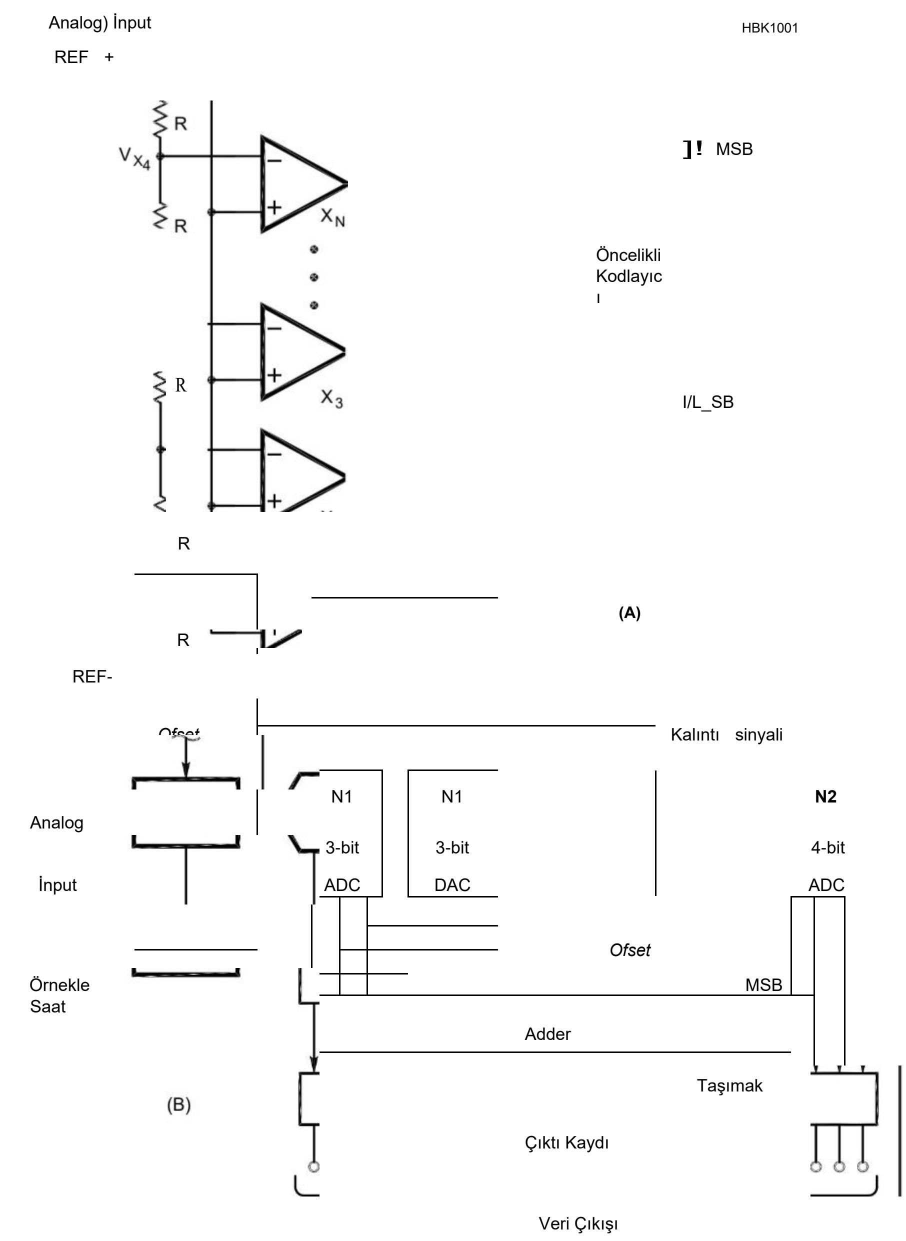
Aşağıdaki bölümlerde amatör radyoda kullanılan ADC mimarileri, en hızlı olandan giderek yavaşlayan dönüşüme kadar sunulmaktadır. ADC mimarilerinin daha kapsamlı bir incelemesi için, Kester'in Referans bölümünde listelenen "Uygulamanız için Hangi ADC Mimarisi Doğru?"

FLASH DÖNÜŞTÜRÜCÜ

En basit ADC tipi, **Şekil 8,9 A'da gösterilen flaş dönüştürücüsüdür. Sürekli** olarak girişindeki analog sinyalin dijital bir temsilini üretir. Flaş dönüştürücü, giriş sinyalinin genliğini bir dizi referans voltajla karşılaştıran bir dizi karşılaştırıcı kullanır. Her adım için bir referans voltajı vardır.

Karşılaştırıcı dizinin çıktıları, her bitin - giriş sinyalinin bu karşılaştırıcı için referans voltajından (0) daha büyük (1) veya daha az olup olmadığını gösterdiği bir dijital değeri temsil eder. Bir dijital *mantık öncelikli kodlayıcı daha sonra* bit dizisini bir dijital çıkış koduna dönüştürür. Her ardışık dönüşüm, karşılaştırıcıların yanıt verebileceği kadar hızlı bir şekilde kullanılabilir ve öncelikli kodlayıcı çıktı kodunu oluşturabilir. Flash dönüştürücüler genellikle yüksek hızın çözünürlük bitlerinden daha önemli olduğu uygulamalar için kullanılır.

Flash dönüştürücüler tüm ADC'lerin en hızlısıdır (dönüşüm hızları ns aralığında olabilir, gigas'taki örnekleme oranlarına eşdeğer



Şekil 8.9 - Bir flaş dönüştürücüsündeki (A) karşılaştırıcılar, giriş sinyalini takip etmek için sürekli olarak geçiş yapar. Kodlayıcı, karşılaştırma çıktıları dizisini tek bir dijital kelimeye dönüştürür. Flash dönüştürücüler (N1 ve N2), SDR uygulamaları için gereken çok yüksek örnek hızlarında kullanılan pipeline dönüştürücünün (B) temelini oluşturur.

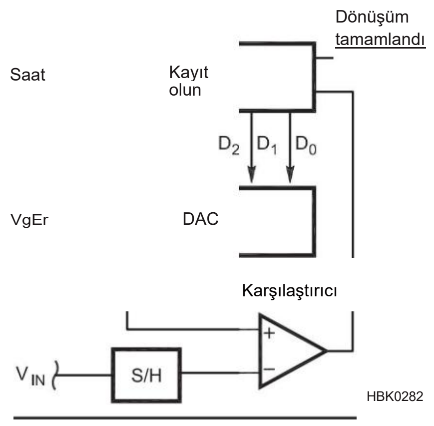
Amples/second range), ancak gereken karşılaştırıcı sayısı ve referans voltajları nedeniyle yüksek çözünürlüğe sahip değildir. Örneğin, 8 bitlik bir flaş dönüştürücüsü 255 karşılaştırıcıya ihtiyaç duyarken, 12 bitlik bir sürüm 4095 karşılaştırıcıya ihtiyaç duyar .

Flaş dönüştürücünün özel bir çeşidi bar-graph *ekran sürücüsüdür*. Bu tür cihazlar bir analog girişi kabul eder ve ikili bir dijital çıkış kelimesi yerine doğrudan bir LED ekranı kullanabilen çıkış sinyalleri sunar. Bu cihazlar genellikle sayaçları ön panel ekranları olarak değiştirmek için kullanılır.

Verici çıkış gücü gibi nispeten yavaş değişen parametreleri temsil eden sinyaller. Texas İnstruments LM3914 böyle bir cihazdır.

PIPELIHED DÖNÜŞTÜRÜCÜ

Boru hatlı bir dönüştürücü, Şekil 8.9B'de gösterildiği gibi iki veya daha fazla flaş dönüştürücü aşaması kullanır. İlk aşama flaş dönüştürücüsünün (Nl) çıkışı, bir DAC tarafından bir analog sinyale geri döndürülür ve DAC çıkışı ile giriş sinyali arasındaki fark, *kalıntı sinyal olarak adlandırılır.* Kalıntı sinyali sayısallaştırılır



Şekil 8.10 - Successiveapproximation converter, karşılaştırıcının girmeyen terminalini giriş voltajına yakın tutmak için DAC sinyalini değiştirdiği için dijital bir kelime oluşturur. Bir numune tutma devresi (S/H), ölçüm yapılırken giriş sinyalini sabit tutar.

İkinci bir flaş dönüştürücü ile (N2). İki flaş dönüştürücünün dijital çıkışları, genel dönüştürücü çıkış kelimesini oluşturmak için bir adder ve bir register ile birleştirilir. Birden fazla aşamanın dijital çıktıları, tek aşamalı bir flaş dönüştürücünün üreteceğinden daha fazla bit elde etmek için birleştirilebilir. Pipelined dönüştürücüler, bu bölümün ilerleyen bölümlerinde SDR ve DSP için Veri Dönüştürücüler bölümünde ek olarak tartışılmaktadır.

SUCESSİVE-APPROXİMATION DÖNÜŞTÜRÜCÜ

Ardışık yaklaşım AID dönüştürücü, en yaygın kullanılan dönüştürücü türlerinden biridir. **Şekil 8.10'da gösterildiği gibi, DAC** tarafından üretilen ardışık analog değerlerle karşılaştırarak giriş voltajının değerine ulaşmak için tek bir karşılaştırıcı ve DAC (dijital-toanalog dönüştürücü) kullanır. Bu tip dönüştürücü, dönüşüm hızı ve çözünürlüğü konusunda iyi bir uzlaşma sunar.

DAC kontrol mantığı, DAC çıktısını dönüşüm aralığının ½ ayarlayarak bir dönüştürme başlatır. DAC çıkışı analog giriş değerinden büyükse, karşılaştırıcının çıkışı O'dur ve dijital değerin en önemli biti 0 olarak ayarlanır. DAC çıkışı daha sonra, ilk karşılaştırmanın değerinin 1 veya 0 olmasına bağlı olarak aralığın %'si kadar artar veya azalır. Dijital çıktı kodundaki her bit için bir test yapılır ve sonuç, SuccessiveApproximation Register adı verilen bir depolama kaydında toplanır, bu nedenle bu tür dönüştürücülere genellikle "SAR" dönüştürücüleri denir. İşlem daha sonra tekrarlanır ve koddaki tüm bitler için bir test yapılana kadar bir dizi yaklaşım oluşturur.

Uygulamak için dijital devre iken

SAR daha karmaşıktır, özellikle daha yüksek çözünürlükler için flaş dönüştürücünün karşılaştırıcıları ve hassas dirençleri dizisinden daha inşa etmek ve kalibre etmek daha ucuzdur. Her dönüşüm ayrıca bilinen ve sabit sayıda saat döngüsü alır. *SAR AID dönüştürücüler* birkaç Msps'ye kadar hızlarda kullanılır. Genellikle önde bir analog çoklayıcı ile kullanılırlar, böylece bir sistemdeki birden fazla sinyal, her sinyal için ayrı bir dönüştürücü kullanmak yerine nispeten hızlı bir şekilde ölçülebilir.

DUAL-SLOPE İNTEGRATİNG DÖNÜŞTÜRÜCÜLER

ADC'yi birleştiren çift eğimli **Şekil 8.11'de gösterilmiştir.** İt, bir kapasitörü sabit bir süre için şarj ederek giriş sinyalini entegre ederek bir dönüşüm yapar ve kapasitörün başlangıç değerine geri dönmesi için gereken süreyi ölçer. Entegrasyon süresi, genellikle, tam bir döngü sayısı boyunca entegre ederek, müdahale eden bir sinyali reddetmek için ayarlanır. Örneğin, entegrasyon süresinin 100 ms'ye ayarlanması, 60 Hz'lik bir sinüzoidal interfererin 6 tam döngüsüne ve 50 Hz'lik bir interfererin 5 tam döngüsüne neden olur.

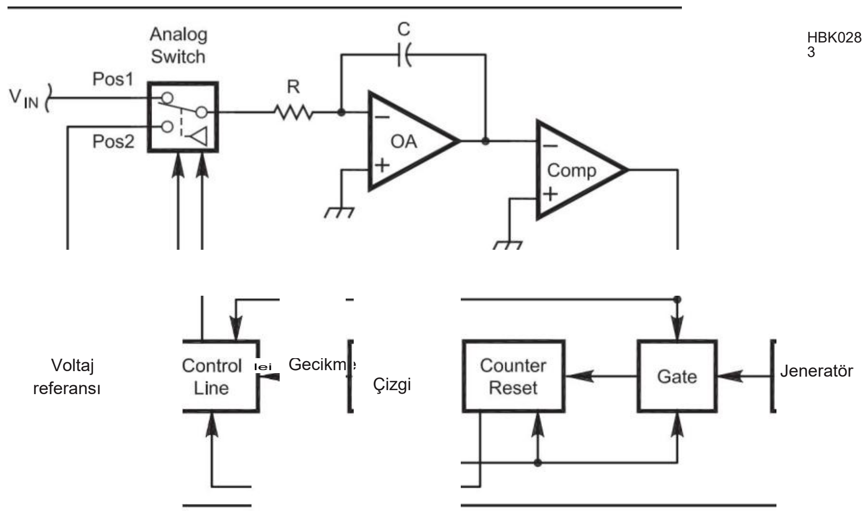
Çift eğimli ADC'ler düşük maliyetlidir ve sıcaklık değişimlerine karşı nispeten bağışıktır. Dönüşümün yavaş hızından dolayı, bu dönüştürücüler genellikle sadece - multimetreler gibi test cihazlarında veya yavaşça değişen de sinyallerinin ölçümünde kullanılır.

DELTA KODLU DÖNÜŞTÜRÜCÜLER

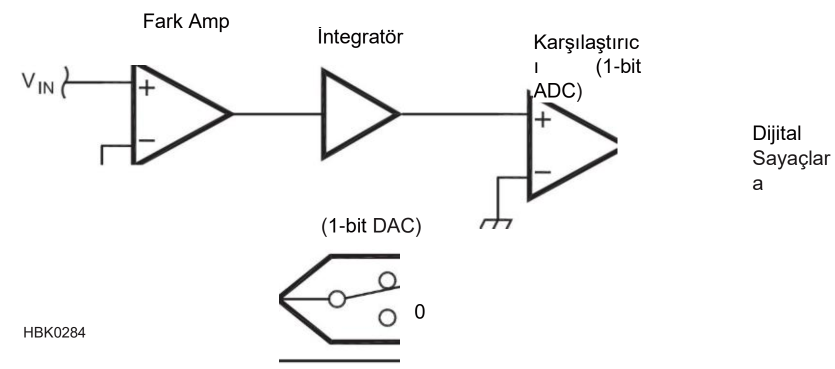
Bir kapasitörün O V'den giriş sinyalinin seviyesine ve daha sonra O V'ye geri yüklenmesi ve boşaltılması sırasında, **Şekil 8.12'deki delta kodlu ADC, bir** DAC'nin çıkışını bir karşılaştırıcı kullanarak giriş sinyaline sürekli olarak karşılaştırır. Sinyal değiştiğinde, DAC çıkışı giriş sinyaline eşit olana kadar ayarlanır. Dijital sayaç devreleri DAC değerini takip eder ve dijital çıkış kodunu üretir.

SIGMA-DELTA DÖNÜŞTÜRÜCÜLER

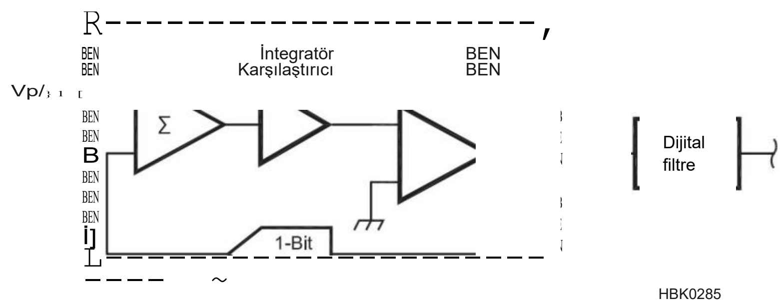
Sigma-delta dönüştürücü ayrıca **Şekil - 8.13'te gösterildiği gibi bir dijital sinyal üretmek için bir geri besleme döngüsünde bir DAC ve bir karşılaştırıcı kullanır.** Bir entegratör, giriş sinyalinin ve DAC çıkışının toplamını depolar. (Bu, dönüştürücünün adında "sigma" veya toplamdır.) Karşılaştırıcı çıkışı, entegratör çıkışının referans voltajın üstünde veya altında olup olmadığını gösterir ve bu sinyal, entegratör çıkışının referans voltajına yakın kalması için DAC'nin çıkışını ayarlamak için kullanılır. (Bu isimdeki "delta'dır.) Karşılaştırıcıdan gelen Os ve ls akışı, çıktı kodunu oluşturmak için dijitalleştirilen yüksek hızlı bir dijital bit akışı oluşturur. Sigma-delta dönüştürücüler, çok yavaş değişen sinyaller ve hatta ses sinyalleri dahil olmak üzere ksps aralığındaki örnekleme oranlarında yüksek çözünürlüğü (16 ila 24 bit) gerekli olduğu durumlarda kullanılır.



Şekil 8.11 - **Çift eğimli entegre dönüştürücü. Bir kapasitörü bilinen bir referans voltajına sürekli olarak şarj etmek için sabit bir akım kaynağı kullanarak, daha sonra boşaltır, elde edilen frekans direnç değeri ile doğru orantılıdır.**



Şekil 8.12 - **Delta kodlu dönüştürücü. 1-bit DAC, karşılaştırıcıdan çıkan bit akışının giriş voltajının değerini temsil edecek şekilde çalıştırılır.**



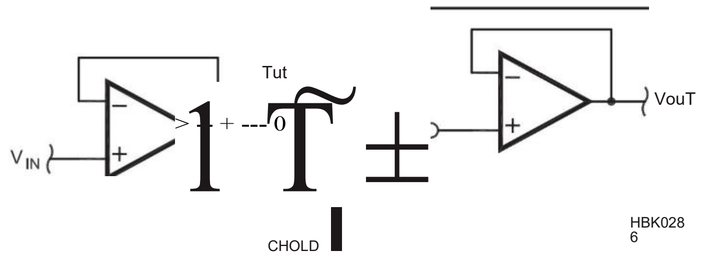
Şekil 8.13 - **Sigma-delta dönüştürücü. Delta kodlu dönüştürücüye benzer şekilde (Şekil 8.12), dönüştürücü çıkış örneklerinden çok daha hızlı çalışır ve gerçek çıkış değerini elde etmek için bir dijital filtre kullanır.**

8.3.3 Analog-Dijital Dönüştürücü Alt Sistemleri

ÖRNEK-VE-TUTUN

Dijital çıkış kodunu oluşturmak için bir dizi işlem kullanan ADC'ler, giriş sinyalini sabit tutmanın bir yoluna sahip olmalıdır.

ölçümler yapılırken. Bu işlev, **Şekil 8.14 devresi tarafından gerçekleştirilir. Yüksek giriş** empedanslı bir tampon, harici depolama kapasitörünü (CµoLD) çalıştırır, böylece voltajı giriş sinyaliyle aynıdır. Başka bir yüksek giriş empedans tamponu, dönüşüm devresine CµOLD üzerindeki voltajın bir kopyasını sağlamak için kullanılır.

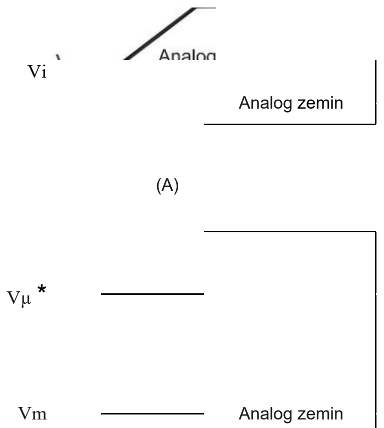


Şekil 8.14 - Örnek ve tutma (S/H). Bir giriş tamponu, kondansatör Coi'yi giriş anahtarı kapalıyken ve çıkış anahtarı açıkken bu voltaja şarj ederek örneklenen voltajı giriş sinyalinden izole eder. Bir ölçüm yapılırken, giriş anahtarı, giriş sinyalinin kapasitör voltajını değiştirmesini önlemek için açıktır ve çıkış anahtarı kapatılır, böylece çıkış tamponu çıkışında sabit bir voltaj üretebilir.

Bir dönüşüm başlatıldığında, bir dijital kontrol sinyali giriş anahtarını açar, çıkış anahtarını kapatır ve kapasitörün voltajı dönüştürücü tarafından ölçülür. CyoLD için kullanılan kapasitörün düşük *sızıntıya sahip olması önemlidir,* böylece ölçüm yapılırken voltaj gerekli birkaç ms için sabit kalır. Bu, yüksek hassasiyetli dönüştürmede özellikle önemlidir.

SİNGLE-ENDED VE DIFFERENTIAL İNPUTS

Çoğu ADC'nin girişi, giriş sinyalinin giriş pimi ile ortak bir zemin arasında ölçüldüğü tek uçludur. **Şekil 8.15A'de gösterilen bu,** çoğu uygulama için kabul edilebilir, ancak - ölçülecek voltaj küçükse veya iki sıfır olmayan voltaj arasındaki fark ise, *diferansiyel girişli bir ADC,* Şekil 8.15B'de olduğu gibi kullanılmalıdır. Diferansiyel girişler, akımı, akımla seri olarak küçük bir direnç boyunca voltaj olarak ölçerken de kullanışlıdır. Bu durumda,

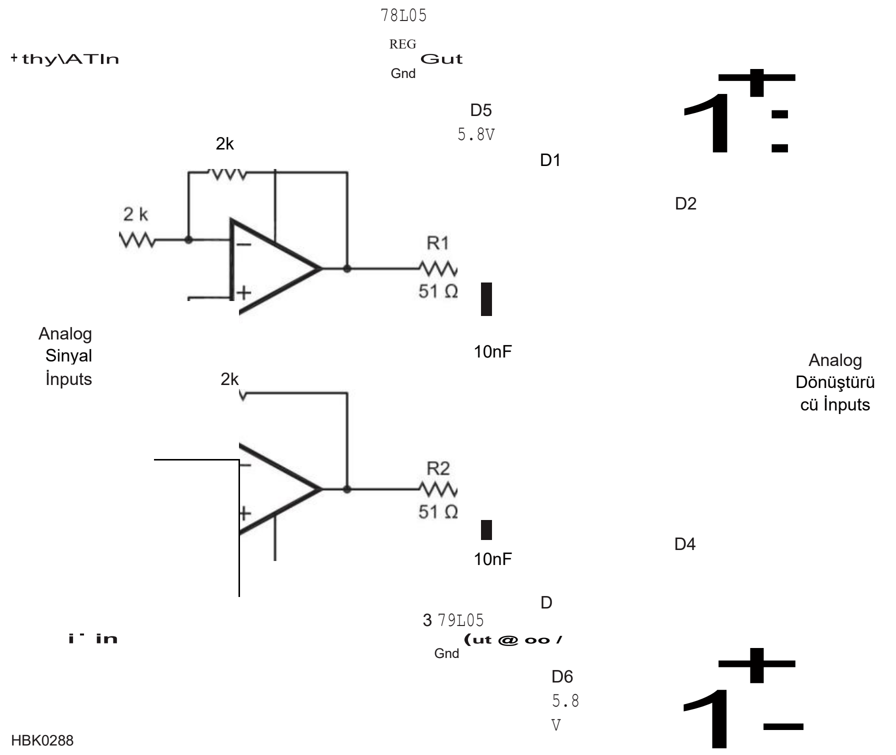


Şekil 8.15 - Tek uçlu ADC girişleri tek bir aktif hatta ve bir toprak veya dönüş hattına (A) sahiptir. Tek uçlu ADC girişi genellikle gürültüye duyarlıdır
Ve ortak mod sinyalleri veya zemin raylarında herhangi bir rahatsızlık. İn (B), kullanılan diferansiyel girişler, devrenin ofsetleri "görmezden" gelmesine ve giriş sinyalindeki kaymalara yardımcı olur.

Direncin her iki tarafının da zeminde olması muhtemel değildir, bu nedenle diferansiyel girişi çok kullanışlıdır. Diferansiyel girişler ayrıca aşağıda tartışıldığı gibi gürültü kirliliği sorununu önlemeye yardımcı olur.

İNPUT BUFFERING VE FILTERING

Çoğu ADC'nin giriş empedansı, giriş sinyalinin kaynağının etkilenmeyeceği kadar yüksektir. Bununla birlikte, ADC girişini korumak ve giriş kaynağı üzerindeki yüklemeyi azaltmak için harici bir tampon aşaması kullanılabilir. **Şekil 8.16,** elektrostatik boşalmaya (ESD) karşı koruma sağlamak için kenetleme diyotlarıyla tipik bir tampon düzenlemesi ve RF sinyallerinin veya gürültünün etkilenmesini önlemek için bir RC filtresi göstermektedir.



Şekil 8.16 - Tipik ADC giriş tampon filtre devresi. Unity-gain voltaj takipçileri, ADC'yi giriş kaynağından izole etmeye yardımcı olur. Tamponları izleyen RC filtreleri, kenar yumuşatmayı önlemek için bant sınırlama filtreleri gibi davranır. Zener diyotları, geçici voltajı sıkıştırmak ve geçici enerjiyi güç kaynağı sistemine yönlendirmek için kullanılır.

giriş sinyali. Ek olarak, takma adlara neden olabilecek daha yüksek frekanslı sinyalleri azaltmak için, giriş filtreleri de bandlimiting filtreleri olarak hareket edebilir.

ANALOG VE DİGİTAL "ZEMIN"

Tanım olarak, ADC'ler analog ve dijital etki alanını kapsar. Prensip olarak, sinyaller birbirinden ayrı ve izole kalır. Bununla birlikte, pratik olarak, analog ve dijital devrelerden gelen voltajlar ve akımlar birbirine karıştırılabilir. Bu, bir analog sinyalin dijital sinyallerin bileşenleri ile kirlenmesine neden olabilir ve nadiren bunun tersi de geçerlidir. Çoğunlukla, bu, büyük güç veya RF sinyallerinin varlığında küçük voltajları ölçmeye çalışırken bir sorundur.

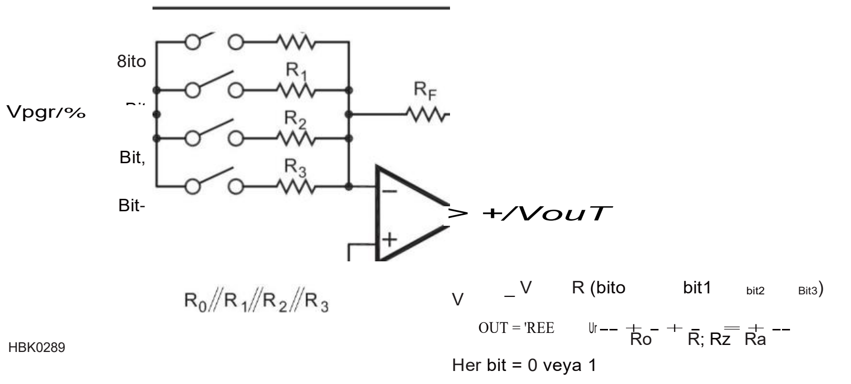
Her zamanki sorun, yüksek hızlı dijital devrelerden gelen akımların analog sinyal yollarına girmeleri ve analog sinyalin ölçümünü etkileyen geçici ve diğer eserler yaratmalarıdır. Bu nedenle, iki sinyal türü için ayrı akım yollarının olması önemlidir. Dönüştürücünün üreticisi, dönüştürücünün cihazın veri sayfasında veya uygulama notları olarak doğru kullanımı için rehberlik sağlayacaktır. Dönüştürücüde, iki tür sinyal dönüş yolunun nasıl bağlanması gerektiğini gösteren "AGND" veya "DGND'gibi ayrı pimler arayın.

8.3.4 Dijital-Analog Dönüştürücüler (DAC)

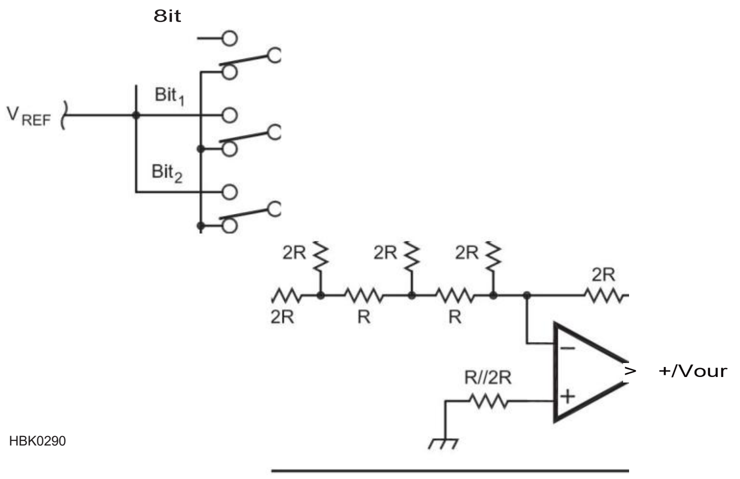
Dijital bir değeri analog bir miktara dönüştürmek, tersine göre oldukça basittir, ancak belirli bir dönüştürücünün seçimini etkileyen DA Cs ile ilgili birkaç sorun vardır.

Her yeni dijital değer analoga dönüştürüldüğünde, DAC'nin çıkışı *ani bir adım değişikliği yapar.* Çok küçük olsa bile, DAC çıkışının tepkisi mükemmel veya anında yanıt vermez. *Yerleşim süresi,* DAC çıktısının nihai değerin belirli bir miktarı içinde stabilize olması için gereken süredir. İt, üretici tarafından belirtilir ve DAC'ye bağlı yük çok ağırsa veya oldukça reaktif ise bozulabilir. Yerleşim süresi kontrol uygulamalarında kritik öneme sahiptir ve ayrıca güncelleme örnekleme hızı sınırını belirler.

Monotonluk, DAC'ın doğruluğunu karakterize etmenin başka bir yönüdür. Bir DAC, dijital giriş değerini dönüşüm aralığında doğrusal olarak artırırken, DAC'nin çıkışı her adımda artarsa monotoniktir. Dahili dönüşüm devresindeki hatalar nedeniyle, çok küçük veya çok büyük olan ve "sıra dışı" görünen çıktı değerlerine yol açan bazı adımlar olması mümkündür. Bunlar genellikle oldukça küçüktür, ancak DAC'nin bir geri besleme döngüsünün parçası olduğu hassas bir kontrol uygulamasında kullanılırsa, kontrol sistemi kararsız hale gelebileceğinden monotonluk önemlidir.



Şekil 8.17 - DAC'nin toplanması. Çıkış voltajı, girişteki her toplama direncine girişlerin ters, ağırlıklı toplamıdır. Girişteki dijital veriler, toplama dirençlerine giden akımı ve böylece çıkış voltajını kontrol eder.



Şekil 8.18 - R-2R Merdiven DAC. Bu, DAC'nin en yaygın şeklidir, çünkü tüm direnç değerleri benzerdir ve üretimi kolaylaştırır. Direnç değerlerindeki benzerlik, karşılaştırıcının tüm dirençleri benzer şekilde etkileyen sıcaklık ve diğer etkilerle daha az varyasyon olacağı anlamına da gelir.

SUMMİNG DAC

Şekil 8.17'de gösterilen bir toplama DAC, anahtarlar aracılığıyla tek bir referans voltajına bağlı tüm girişleri içeren bir toplama amplifikatörüdür. Dönüştürülecek dijital değer hangi anahtarların kapalı olduğunu kontrol eder. Dijital değer ne kadar büyük olursa, daha fazla anahtar kapatılır. Daha yüksek akım, toplama amplifikatörünün çıkış voltajının da daha yüksek olmasına neden olur.

Giriş dirençleri *ikili ağırlıklıdır, böylece* - daha önemli bit değerlerini temsil eden toplama ağı dirençleri, op amp'nin toplama kavşağına daha fazla akım enjekte eder. Her direnç, toplama düğümüne enjekte ettiği akım miktarında komşu dirençlerinden iki kat daha farklıdır ve çıkış voltajındaki her dijital bitin etkisini yeniden oluşturur. Yüksek çözünürlüklerde, direnç değerlerindeki geniş yayılma nedeniyle bu bir sorun haline gelir - 12 bitlik bir DAC, en büyük ve en küçük direnç değerleri arasında 2048'lik bir yayılma gerektirecektir. Toplama DAC'leri genellikle bu nedenle yalnızca düşük çözünürlükte kullanılabilir.

Akım *çıkışı DAC,* toplama DAC ile aynı şekilde çalışır, ancak dijital olarak kontrol edilen direnç ağındaki akımı voltaja dönüştürmek için bir op amfi yoktur. İt Sadece direnç ağından oluşur, bu nedenle akımı bir voltaja değiştirmek için harici bir akım-voltaj devresi (op amperlerde önceki bölümde tartışılmıştır) gereklidir. Bazı uygulamalarda, voltaja dönüşüm gerekli değildir veya zaten başka bir devre tarafından sağlanır.

R-2R MERDIVENİ DAC

Toplama ve akım çıkış DAC'leri, ikili dijital değeri analog çıkışa dönüştürmek için ikili ağırlıklı dirençler kullandı. Bu tasarımın pratik sınırlaması, en küçük ve en büyük direnç arasındaki değerdeki büyük farktır. Örneğin, 12 bitlik bir DAC'de, en küçük ve en büyük dirençler 2048 faktörü (2 '2!) Bu, bir İC'de üretilmesi zor olabilir, çünkü istenen ikili ağırlıklı ilişkiyi sürdürmek için çok çeşitli direnç değerlerini yeterince yakından eşleştirmek zordur. Doğruluk. 8 bit veya daha yüksek çözünürlüklü DAC'ler için, **Şekil 8.18'in R-2R merdiveni DAC daha iyi bir** tasarımdır. R-2R DAC'ler voltaj modunda veya akım modunda çalışabilir.

Dirençlerin değeri oldukça yakın olduğunda üretim sorunları büyük ölçüde azalır. Şekilde gösterilen R-2R merdiveni kullanarak, bir op amp devresinin toplama kavşağına enjekte edilen aynı değişken akım yöntemi, sadece iki değere sahip dirençlerle, Rand 2R ile gerçekleştirilebilir. Aslında, op amp geri besleme direnci de İC dirençlerinden biri olduğundan, R direncinin mutlak değeri, oran ofR:2R korunduğu sürece önemsizdir. Bu, üretimi büyük ölçüde basitleştirir ve İC tasarımının, mutlak değerler yerine oranlara dayanmasının bir örneğidir. Bu nedenle, çoğu DAC R-2R merdiven tasarımını kullanır ve performans farklılıkları çoğunlukla hız ve doğruluklarında yatar.

DİGİTAL POTENTİYOMETRELER

Dİ A dönüştürücüler dijital olarak kontrol edilen ayarlamalar sağlamak için yaygın olarak kullanıldığından, özellikle kalibrasyon/ayarlama cihazları olarak kullanılmak üzere özel bir DIA dönüştürücüler sınıfı geliştirilmiştir. Bunlar "dijital potansiyometreler'olarak bilinir. Geleneksel Dİ A dönüştürücülerinden, bilinen değere sahip üç uçlu değişken dirençler olarak görünmeleri ve genellikle uçucu olmayan kontrol kayıtlarını içermeleri bakımından farklıdırlar. Bunlar, direnç değeri, adım sayısı ve paket başına cihaz

8.3.5 Dönüştürücü Seçme

Performans açısından, bir ADC veya DAC olan bir dönüştürücü seçmek, çözünürlük, doğruluk ve hıza iner. Per- belirlemekle başlayın

Sent çözünürlük veya dönüştürücünün dinamik aralığı. Dönüştürücünün sahip olması gereken bit sayısını belirlemek için önceki bölümdeki denklemleri kullanın. Bir sonraki en yüksek bit sayısına sahip dönüştürücülerden birini seçin. Örneğin, 7 bit çözünürlüğe ihtiyacınız olduğunu belirlerseniz, 8 bit dönüştürücü kullanın .

Sonra, doğruluğu düşünün. Test enstrümantasyonu için dönüştürücü gerekliyse, cihazın dönüşüm işlemlerinde bir hata bütçesi gerçekleştirmeniz, analog devredeki hataları dahil etmeniz gerekir. - Yüzde hatalarını hesapladıktan sonra, FS hatası, ofset hatası ve doğrusal olmayanların gereksinimlerini belirleyebilirsiniz. Uygulamaları almak için bir ADC kullanılacaksa, mahmuzsuz dinamik aralık yüksek hassasiyetten daha önemli olabilir.

Kalan performans kriteri, dönüştürücünün yapabileceği hız ve hızdır

ameliyat. Dönüşümler, çoğaltmak istediğiniz sinyalin bant genişliğinin en az iki katı kadar yapılabilmelidir. Dönüştürücü maksimum hızına yakın çalışacaksa, ilgili dijital arayüzün, destekleyici devrenin ve yazılımın da gerekli veri hızlarını destekleyebildiğinden emin olun!

Dönüşüm performansı gereksinimlerini belirledikten sonra, bir sonraki adım maliyeti, ilgili devre miktarını, güç gereksinimlerini vb. Örneğin, bağımsız bir ADC'nin kullanımı daha kolaydır ve daha az PC kartı alanı kaplar, ancak tasarımcının dönüşüm aralığını ayarlamak için harici bir voltaj referansı kullanmasına izin veren kadar doğru olmayabilir. Bir sonraki bölümde tartışıldığı gibi gerekli dijital arayüzün niteliği gibi diğer hususlar da dönüştürücünün seçimini etkileyebilir.

8.4 SDR ve DSP için Veri Dönüştürücüler

Bu bölümde, DSP ve SDR ile kullanılmak üzere dönüştürücülere daha yakından odaklanacağız. Bir DAC veya ADC seçerken ilk şart, *gerekli örnek oranını işleyebilmesidir.* İletişim kalitesinde ses için (300-3000 Hz), saniyede 8000 örnek (8 ksps) sırasına göre bir örnek hızı yeterlidir ve kamu anahtarlamalı telefon şebekesinde on yıllardır kullanılmaktadır. CD kalitesinde müzik için (20-20.000 Hz), standart örnekleme hızı 44.1 ksps iken, 48 ksps ve hatta 96 veya 192 ksps profesyonel stüdyo ekipmanı gibi daha yeni ses formatları ve uygulamaları için kullanılır.

Mikrofon girişlerini ve hoparlör veya kulaklık çıkışlarını kullanmayı amaçlayan bir SDR sisteminde, analog ve dijital arasında ses hızlarında dönüştürme ihtiyacı vardır. Neyse ki, *AID* ve *Dİ* A yongaları ve *codec adı verilen yazılım paketleri (coder-decoder* için kısa) bu işi yapmak için hazırdır. Her iki "ses codec'i, 20 kHz'e kadar yüksek kaliteli ses ile tutarlı örnek hızları ve 4 veya 8 kHz'e kadar ses kalitesi için tasarlanmış" ses codec'leri "mevcuttur. Switched telefon şebekesi, ses bandı ses sinyallerini sayısallaştırmak ve yeniden yapılandırmak için başlangıçta 8-bit logaritmik kodekler kullandı. Logaritmik kodlama, taşınacak bit sayısını azaltmak için bir ses sinyalinin dinamik aralığını sıkıştırmak için kullanıldı.

Günümüzde, doğrusal kodlu cihazlar tercih edilir hale gelmiştir, çünkü DSP algoritmaları doğrusal kodlanmış veriler üzerinde çalışır ve sayısallaştırılmış sesi taşımak için gereken bit sayısını azaltmak için genellikle daha verimli sıkıştırma algoritmaları gerçekleştirir. Ses codec'leri PC'de ve diğer tüketici sistemlerinde kullanıldığından, çok düşük maliyetlidir (veya PC bilgisayarın bir parçasıysa SDR sistemi). CW, SSB, AM gibi nispeten dar bant sinyalleri ve SSB ile - karşılaştırılabilir bant genişlikleri kullanan RTTY, PACTOR ve JT65 gibi dijital sinyaller gibi SDR uygulamaları için yeterli performanstan daha fazlasına sahiptirler.

Geniş bantlı RF sinyallerinin işlenmesi, - saniyede megasamples (Msps) aralığında örnek hızlara sahip veri dönüştürücüleri gerektirir. Neyse ki, hücresel endüstri için dijital iletişim altyapısı ekipmanı üreticilerinin benzer ihtiyaçları var ve veri dönüştürücü İC üreticileri makul hacimde üretilen (maliyeti düşüren) ve amatör SDR'ler için yeniden kullanılabilen ürünler geliştirdiler.

Veri sözcüklerinde bit sayısı olarak ifade edilen bir veri dönüştürücüsünün çözünürlüğü, dönüştürücünün sinyal-gürültü oranının bir yaklaşımını verir. Örneğin, 8 bitlik bir ADC yalnızca örneklenen analog sinyali 28 = 256 olası sayıdan biri olarak temsil edebilir. Çözebileceği en küçük sinyal tam ölçekli 11256'dır. Sinyalto-gürültü oranı açısından, başparmak kuralı bit başına 6 dB'dir, bu nedenle ideal bir 8-bit dönüştürücü yaklaşık 48 dB'lik bir dinamik aralığa sahip olmalıdır.

Gerçek formül biraz farklı. İdeal, hatasız bir ADC olduğunda, *niceleme hatası,* dijital kelimenin en az önemli bir bitinin (LSB) ± 1/2'sine veya 8 bit çözünürlükte tam ölçeğin ± 1/512'sine kadardır. Benzer şekilde, bir DAC, analog sinyali yalnızca istenen değerin ± 1/2 LSB'si içinde üretebilir. Bu kaçınılmaz hatalar, bir sinyal işleme sistemindeki gürültüden ayırt edilemez .

Matematiksel olarak gösterilebilir ki, bir seri eşit dağılımlı rastgele sayı -

Bozulma ve Gürültü

Bir yakınsamada bozulma ve gürültü-Sion, hepsi doğrusallık ve doğrulukla ilgili çeşitli parametrelerle karakterize edilir.
THD + N (Toplam Harmonik Bozulma + Gürültü), dönüşümün ne kadar bozulma ve gürültü getirdiğinin bir ölçüsüdür. THD + N, yüzde cinsinden veya dB cinsinden belirtilebilir. Küçük değerler daha iyidir.
SIHAD (Sinyal Gürültü ve Bozulma Oranı)
THD + N, genellikle göstermek için istenen bir sinyal seviyesi ile birlikte belirtilen
Belirli bir SIHAD seviyesine veya belirli bir SİYAD seviyesinin korunabileceği en yüksek sinyal seviyesine ulaşmak için hangi sinyal seviyesi gereklidir. (SIINAD ve diğer gürültü ölçümleri hakkında daha fazla bilgi için Kaynakçada Kester tarafından hazırlanan MT-003 Analog Devices uygulama notuna bakın.)

+ 0.5 LSB ile -0.5 LSB arasındaki berlerin RMS değeri

LSB
İ

Bu, bir *AID'nin niceleme gürültüsünü temsil eder.*

Radyo Temelleri bölümü, 2 volt tepe-topeak (1 V tepe) sinüzoidal bir sinyalin 0.707 volt veya/2/2 volta eşit bir RMS voltajına sahip olduğunu göstermektedir. N bitlik (2N LSB) bir ADC'ye uygulanan tam ölçekli bir sinüzoidal sinyal durumunda, RMS sinyal voltajı (2 ° 'LSB)/"/2 olarak yazılabilir .

Bu bilgi sonuçlarını birleştirerek

N bit genişliğinde ideal bir veri dönüştürücü kelime için desibel cinsinden sinyal-gürültü oranı için aşağıdaki denklem:

2N- 'LSB]

SNR = 20log ~

[f

basitleştiren

$SNR = (6.02N + 1.76)$ dB

Ekstra 1. 7 6 dB, gürültünün aynı tepe-tepe genliği için bir sinüs dalgasından daha düşük bir RMS değerine sahip olmasından kaynaklanır. Bu nedenle, ideal bir 8-bit dönüştürücü ile, SNR = 49.9dB. Mükemmel bir 16-bitADC 98.1 dB sinyal-gürültü oranına ulaşacaktır. Tabii ki, gerçek dünyadaki cihazlar asla mükemmel değildir, bu nedenle gerçek performans her zaman biraz daha azdır. İnternal olarak üretilen gürültü SNR'yi bozar ve dönüştürücünün transfer fonksiyonunun doğrusallığındaki hatalar sahte spektral bileşenler ve harmonikler şeklinde bozulmaya neden olur. (Ayrıca bakınız "RF ADC'yi Saatleme: Titreme veya faz gürültüsü hakkında endişelenmeli misiniz?" **www.ti.com/litlanl slyt705lslyt705.pdf.** adresinden indirilebilecek bir Texas İnstruments

8.4.1 SDR için Ses ADC'sini kullanma

Ses sistemlerinde ve PC "ses kartlarında" kullanılan AID ve Dİ A dönüştürücüler genellikle hibrit SD Rs'de kullanılmak üzere yeniden tasarlanmıştır. 24 bit çözünürlük sunarken, gerçekte AID ses dönüştürücüleri yalnızca 110-120 dB SNR ve "dinamik aralık" sağlar ve en iyi "24 bit" ses *DIA* dönüştürücüleri 128 dB sunar. Yukarıdaki formüle göre, 24 bitlik bir dönüştürücü 1 olmalıdır. 76 + (6.02 x 24) veya 146.2 dB. Kalan 20-40 dB'ye ne oldu?

Ses dönüştürücülerinin 24 bit veri sözcükleri kullanmasının bir nedeni, birçok sistem için kayıt ve oynatma formatlarının (Blu-Ray Disc ve stüdyo ekipmanı gibi), düşük dereceli bitler olsa bile, 24 bit veri sözcüklerini barındıracak şekilde tasarlanmasıdır. Referans olarak, 5 V p-p sinyal aralığına sahip tipik bir 24-bit ses dönüştürücü için en az önemli bit yaklaşık 100 nanovolttur (0.1 mikrovolt) ve gerçek dünyada gürültüyü bu kadar düşük tutmak zordur.

Ayrıca, ses sistemlerinde kullanılmak üzere tasarlanan AID dönüştürücülerin test edilmesi, radyo uygulamaları için bunları nasıl belirtebileceğimizden farklıdır. Örneğin, dijital ses sistemlerinde "dinamik aralık" spesifikasyonu, THD + N (Toplam Harmonik Bozulma artı Gürültü) fora 1 kHz giriş sinyalini tam ölçeğin altında 60 dB seviyesinde ölçerek, sayıyı pozitif bir değere dönüştürerek ve ardından 60 ekleyerek test edilir. Örneğin, bunun altında -51 dB THD + N sağlayan bir ses DIA dönüştürücü Test koşulu 111 dB dinamik aralığa sahip olarak belirtilebilir. Bu, iletişim sistemlerinin dinamik aralığı tanımlamasıyla aynı şekilde olmasa da, hem ses hem de radyo sistemlerinin amacı daha yüksek dinamik aralığa doğru gelişmektir, bu nedenle performans genellikle her iki alanda da doğru yönde ilerler.

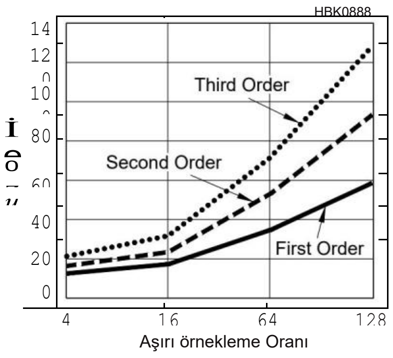
SIGMA-DELTA DÖNÜŞTÜRÜCÜLER

Bir *AID* dönüştürücünün gürültü spektrumu, örnekleme frekansının yarısından yarısına kadar bant genişliğini işgal eder ve bu aralıkta az çok eşit bir şekilde yayılır. Böylece, çıkış spektrumunun herhangi bir küçük diliminde, gürültü dönüştürücünün tam ölçekli çıkışına kıyasla çok daha düşüktür. Böylece, ilgi bant genişliğine göre çok yüksek bir oranda bir AID dönüştürücü örneklemesi varsa ve daha sonra AID dönüştürücüsünden sonra, ilgi alanı dışındaki gürültü bileşenlerini ortadan kaldıran bir dijital filtre eklersek, SNR'yi istenen bant genişliğinde artırabiliriz. Bu şekilde çalışan bir AID dönüştürme sisteminin *aşırı örnekleme olduğu söylenir.*

N faktörü ile aşırı örnekleme, belirli bir bant genişliğindeki SNR'yi N'nin karekökü ile geliştirir, çünkü istenen sinyalin örnek sayısı N ile çarpılır ve korelasyon göstermeyen gürültü, N'nin karekökü olarak artar. Bu, numune oranının her iki katına çıkarılması için 3 dB SNR iyileştirmesine basitleştirilebilir. Böylece, 4x aşırı örnekleme oranı, bir dönüştürücüye başka bir çözünürlük biti eklemeye eşittir.

Ses dönüştürücüler, aşırı örneklenmiş - dönüştürücülerin bir örneğidir ve genellikle *sigma-delta modülasyonu olarak bilinen bir teknik kullanır.* Daha önce tanıtılan sigma-delta dönüştürücü, dijital bir sinyal üretmek için bir geri besleme döngüsünde bir DAC ve bir karşılaştırıcı kullanır. Bir entegratör, giriş sinyalinin ve DAC çıkışının toplamını depolar. Bu, dönüştürücünün adında "sigma" veya toplamdır. Karşılaştırıcı özünde bir bit *AID* dönüştürücüdür ve çıkışı, entegratör çıkışının referans voltajın üstünde veya altında olup olmadığını gösterir. Bu sinyal, DAC'nin çıkışını ayarlamak için kullanılır, böylece entegratör çıkışı referans voltajına yakın kalır. İsmindeki "delta'bu. - Karşılaştırıcıdan gelen Os ve 1 s akışı, çıktı kodunu oluşturmak için çok daha düşük bir çıktı örnek hızında dijital olarak filtrelenen yüksek hızlı bir dijital bit akışı oluşturur.

Ses sistemlerinde kullanılan çoğu ADC ve DAC, dahili dönüştürücünün istenen çıkış hızının 128 veya 256 katı oranında aşırı örnekleme yapabileceği aşırı bir aşırı örnekleme biçimi kullanır. Örneğin, 48 ksps çıkış hızı için tasarlanan AID ses karşılaştırması 256 x 48 ksps veya 12.288 MHz'de olabilir. Ek olarak, sigma-delta ses dönüştürücüleri, kuantizasyon gürültüsünün çoğunu ses bandının üzerindeki frekanslara itmek için gürültü şekillendirme adı verilen bir teknik kullanır, böylece ses spektrumunda azalır. Gürültü şekillendirme



Şekil 8.19 - Sigma-delta dönüştürücü geri besleme döngüsünün sırası olarak ses çıkarmanın faydaları arttırılmıştır.

Basit sigma-delta modülatörünün geri besleme döngüsüne daha fazla entegratör ekleyerek, sinyal için düşük geçişli bir yanıt, ancak gürültü için yüksek geçişli bir yanıt ile "yüksek dereceli bir döngü" oluşturmak üzere gerçekleştirildi. Dijital low-pass filtresi daha sonra gürültüyü giderir ve istenen örnek hızında daha yüksek genişlikte çıktı veri kelimeleri üretir. Dönüştürücünün yüksek giriş örnekleme hızı, giriş sinyalindeki harici bant sınırlayıcı (kenar yumuşatma) filtreler için gereksinimleri de rahatlatır. **Şekil 8.19** döngü sırası, örneklem hızı ve sinyal-gürültü oranındaki gelişmeler arasındaki ilişkiyi göstermektedir.

AID dönüştürücüler birçok PC tabanlı sistemde ses giriş cihazı olduğundan, oldukça ucuzdur. Sol ve Sağ kanal stereo girişleri, SDR uygulamalarında kullanılmak üzere "İ've" Q'olarak yeniden adlandırılabilir. Dönüştürücü özellikleri tam olarak ideal olmasa bile, hibrit bir SDR için yeterli performans sağlar.

8.4.2 SDR için Yüksek Hızlı ADC

Hücresel baz istasyonları gibi ticari uygulamalar, doğrudan RF veya yüksek İF sinyallerini örnekleyebilen yüksek hızlı dönüştürücülere olan ihtiyacı artırmıştır. Bunlar, doğrudan RF örneklemesi kullanan amatör radyo HF alıcı-vericilerinin geliştirilmesini sağlamıştır. Doğrusallığın olağan özelliklerine ek olarak, geniş bantlı SDR sistemlerinde kullanılmak üzere tasarlanan yüksek hızlı veri dönüştürücülerinin çoğu üreticisi artık *sahte olmayan dinamik aralık (SFDR) için bir spesifikasyon içermektedir.* Bu, normalde dB olarak ifade edilen, (genellikle) tam ölçekli bir sinüs dalgası ile worstcase sahte sinyali arasındaki orandır. Bu tür dönüştürücüleri karşılaştırmak için faydalı bir değer figürüdür. (Çeşitli üreticilerin ve satıcıların yüksek hızlı SDR donanımı, *QEX'in Ocak/Şubat 2013 sayısında Ray Mack, W...*

sütununda ele alınmıştır.)

PIPELIHED ADC ARCHITECTURE SDR uygulamaları için tasarlanmış çoğu yüksek hızlı dönüştürücüler *bir pipelined mimarisi kullanır*. Bu tip *AID dönüştürücü,* her biri bir numune tutma fonksiyonu, düşük çözünürlüklü *AİD ve Dİ A dönüştürücü* ve bir kazanç aşaması içeren birden fazla aşamadan oluşur. İlk aşama, giriş sinyalinin, örneğin B'nin ticari ürünlerde tipik olarak 1 ila 4 olduğu "B" bitlerinin kaba bir nicelemesini gerçekleştirir. Elde edilen veri sözcüğü bir *Dİ* A dönüştürücüsüne uygulanır ve çıkış analog voltajı orijinal giriş sinyalinden çıkarılarak bir hata sinyali üretilir. Bu hata sinyali yükseltilir ve önceki dönüşümdeki hataları telafi etmek için yeterli örtüşme ile başka, genellikle aynı dönüştürücü aşamasına geçirilir. Birçok aşama birbirine bağlanabilir, son aşamada sadece bir *AID dönüştürücü bulunur*. Her aşamadaki dijital çıktılar, daha yüksek bir çözünürlük çıktısı üretmek için birleştirilir ve düzeltilir, ayrıca zamana göre hizalanır. **Şekil 8.20** temel boru hatlı yapıyı göstermektedir.

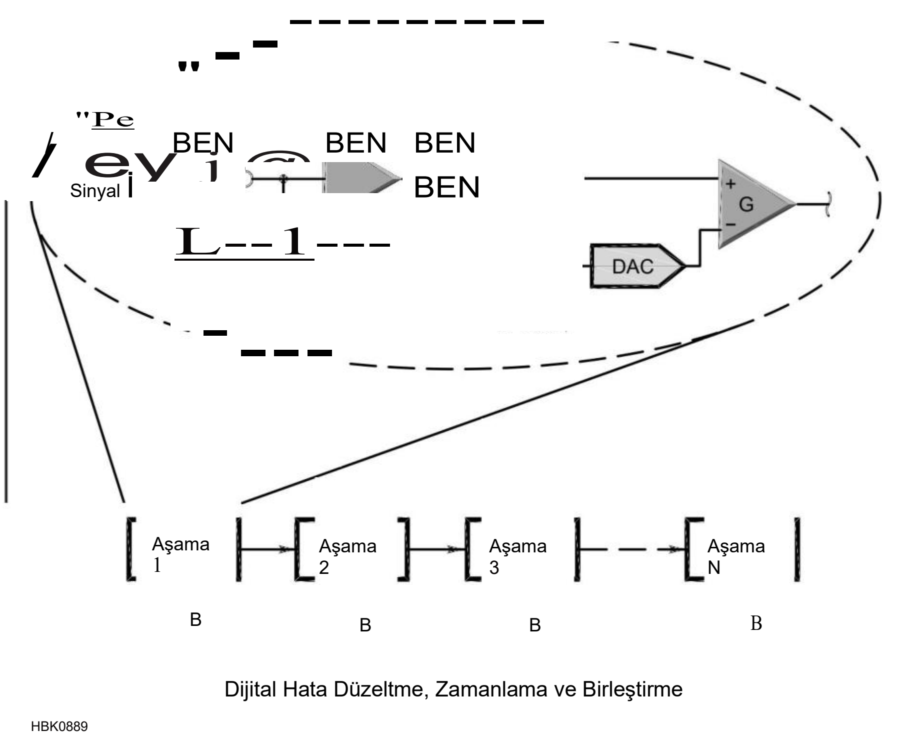
Her aşama tipik olarak düşük çözünürlüklü bir flaş dönüştürücü olduğundan, pipelined dönüştürücüler oldukça yüksek çözünürlük - 16 bit'e kadar - ve yüzlerce Msps'de, hatta Gsps (saniyede Gigasamples) aralığında örnekleme hızlarına sahiptir. Elbette, ilk örnek ortaya çıkmadan önce bir gecikme vardır, çünkü bir N-stage boru hattı dönüştürücüsü, ilk geçerli çıktı elde edilmeden önce N dönüşümlerini gerçekleştirmelidir. Bununla birlikte, her ardışık numune tam numune hızında üretilir .

Bazı pipelined dönüştürücüler ayrıca bir dereceye kadar programlanabilirlik ile çip üzerinde bazı temel dijital aşağı dönüşüm içerir.

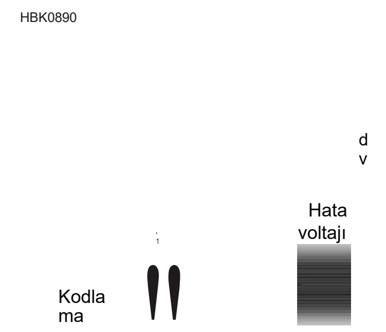
Bir *AID veya Dİ A dönüştürücünün maliyeti* genellikle hem hız hem de çözünürlük ile orantılıdır, bu nedenle bu bileşenleri aşırı belirtmekten kaçınmak önemlidir. Daha sonra bu bölümde, belirli bir uygulama için gerekli örnek oranının ve çözünürlüğün nasıl belirleneceğini tartışacağız.

Örnek hızı, çözünürlük ve SFDR, bir DSP sistemindeki veri dönüştürücüleri için temel seçim kriterleri olsa da, sinyal-gürültü oranı, harmonik ve intermodülasyon bozulması, tam güç bant genişliği ve diyafram gecikmesi gibi diğer parametreler de sistem performansını etkileyebilir. Tabii ki, güç gereksinimleri, arayüz tipi (seri veya paralel) ve maliyet gibi temel özellikler de bir cihazın belirli bir uygulama için uygunluğunu belirler. Herhangi bir elektronik bileşende olduğu gibi, veri sayfasını okumak ve tam olarak anlamak çok önemlidir.

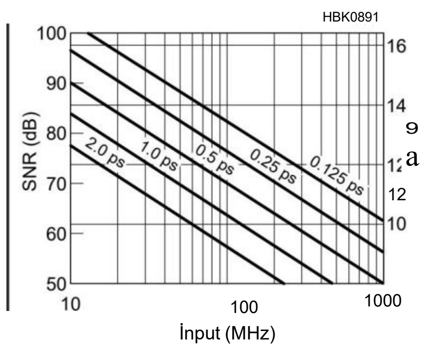
Yüksek performanslı dönüştürücü üreticilerinin çoğu, mümkün olan en iyi performansı elde etmek için cihazlarıyla birlikte kullanılacak destek devreleri hakkında öneriler de içerir. Örneğin, bazı ADC'ler girişi veya harici voltajı sağlatmak için tampon amplifikatörleri gerektirir.



Şekil 8.20 - Boru hatlı yüksek hızlı AID dönüştürücünün blok diyagramı.



Şekil 8.21 - Örnekleme belirsizliğinin sinyal-gürültü üzerindeki rms gürültü etkisine karşı RMS jitter. [Analog Devices Application Note AN-501'ın Şekil 1'den itibaren, www.analog.com'da mevcut, izinle kullanılır]



Şekil 8.22 - Sinyal-gürültü oranı diyafram titremesi nedeniyle. [Analog Devices Application Note AN-501'ın Şekil 1'den itibaren, www.analog.com'da mevcut, izinle kullanılır]

Tam ölçek aralığını ayarlamak için referanslar. Birçok dönüştürücü, özellikle yüksek hızlı ve yüksek çözünürlüklü cihazlar devre düzeni, güç kaynağı ayırma ve topraklamaya karşı çok hassastır. Çoğu üretici, dönüştürücü İC'nin tezgahta test edilmesine izin vermek için değerlendirme panoları sağlar ve düzen dosyaları nihai sistem tasarımına kopyalanabilir.

CLOCKNG HIGH-SPEED DÖNÜŞTÜRÜCÜLER

ADC'ler genellikle örnek hızını ayarlamak için bir çeşit saat fonksiyonu gerektirir. Herhangi bir döngü-

Örnek zamanlamada ("jitter") döngü değişimi bir hataya neden olur. RF örnekleme dönüştürücülerinde, örnek saat jitterinin, analog radyoların yerel osilatörlerindeki faz gürültüsüne benzer olduğu ve dönüştürücünün performansını önemli ölçüde düşürebileceği gösterilebilir. **Şekil 8.21** bunun nasıl gerçekleştiğini göstermektedir.

AID ve *Dİ A dönüştürücüler* daha yüksek ve daha yüksek örnekleme hızları ve sinyal bant genişlikleri elde ettikçe, saatleme kritik hale gelir. Çoğu mantık ailesi, tolere edilenden daha fazla zamanlama titremesine sahip çıkış dalga formları üretir.

Yüksek frekansın bozulması

Örnek jitter nedeniyle örneklenmiş sinyal hesaplanabilir ve çizilebilir**. İn Şekil 8.22 Eğer 100** MHz sinyal bir lps ile örneklenmiş görebilirsiniz jitter örnek saat (tipik ACT-seri mantık kapıları), *AID* dönüştürücü olsa bile, yaklaşık 10 bit performansa eşit olan 60 dB'nin üzerinde sinyal-gürültü oranına sahip olacaktır.

16 bit kapasiteye sahip! Özel bir saat dağıtımı İC kullanarak örnek saat titremesini 0.125 ps'ye yükseltmek, sistem performansını yaklaşık 14 bit'e çıkarır.

8.5 Dijital Sinyal İşlemciler

Dijital sinyal işlemcisi (DSP) terimi genellikle veri işleme yerine sinyal işleme için optimize edilmiş bir mimariye sahip özel amaçlı bir mikroişlemci anlamına gelir. Ve aslında, birçok sistemde Şekil 8.1'deki "DSP" etiketli kutu böyle bir cihazdır. Bir mikroişlemci esneklik avantajına sahiptir, çünkü kolayca yeniden programlanabilir. Tek bir programla bile, kodun farklı noktalarında tamamen farklı birçok görevi gerçekleştirebilir. Çarpanlar ve diğer hesaplama birimleri gibi yonga üstü donanım kaynakları verimli bir şekilde kullanılır, çünkü bunlar vanous süreçler arasında paylaşılır.

Bu aynı zamanda programlanabilir - DSP'lerin Aşil topuğudur. Çeşitli işlemler arasında paylaşılan herhangi bir donanım kaynağı, aynı anda yalnızca bir işlem tarafından kullanılabilir. Bu, maksimum hesaplama hızını sınırlayan darboğazlar oluşturabilir. Bazı DSP yongaları, işlemi hızlandırmak için paralel olarak kullanılabilen birden fazla hesaplama birimi veya birden fazla çekirdek (temel olarak tüm işlemcinin birden fazla kopyası) içerir.

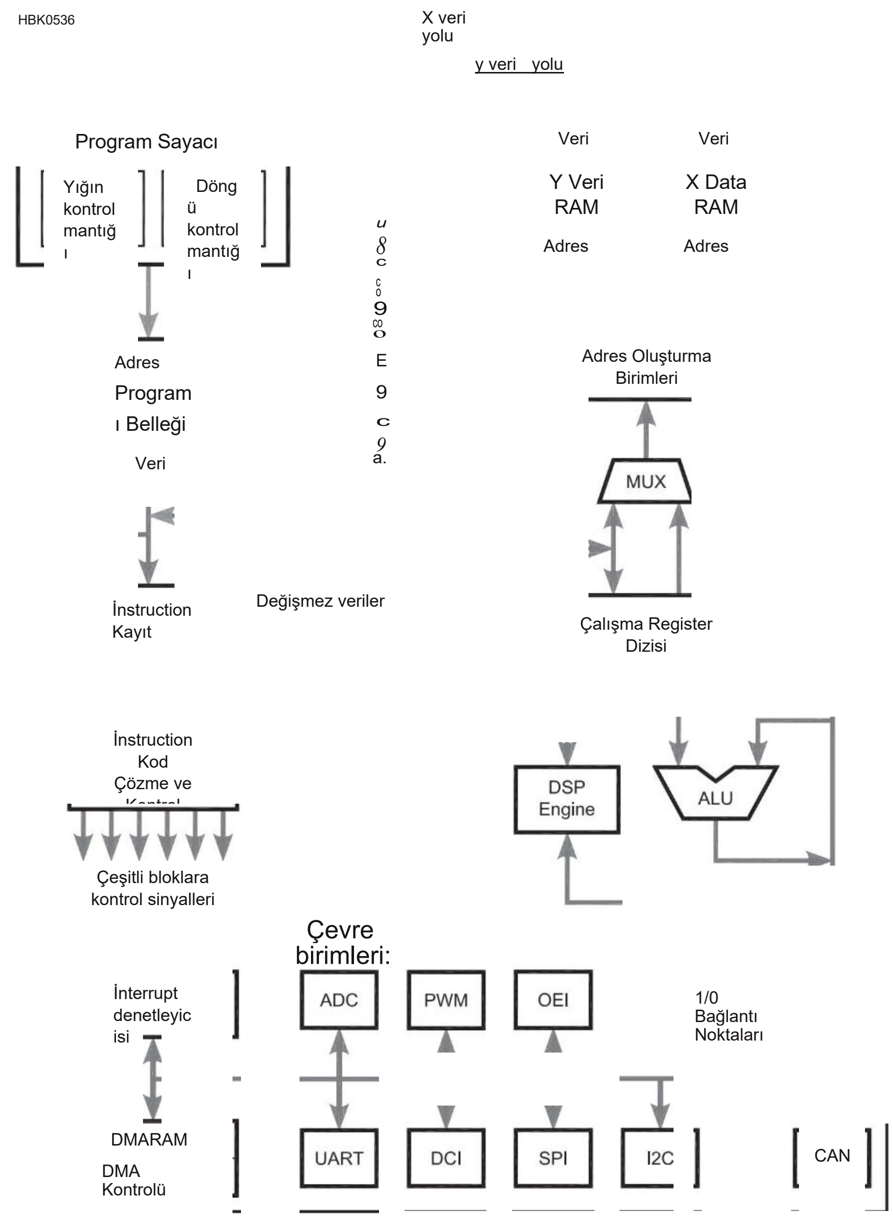
8.5.1 Mikroişlemci tipi DSPİC'ler

Bir DSP İC'yi programlamak nispeten kolaydır .
C derleyicileri çoğu aygıt için kullanılabilir, bu nedenle assembly dilini öğrenemezsiniz. Tipik olarak, devre kartınıza bir seri veya USB kablosu ile bir PC'ye bağlanan bir devre içi programcının (ICP) takıldığı bir konektöre sahip olursunuz. Yazılım PC'de yazılır ve derlenir ve daha sonra DSP'ye indirilir. Aynı donanım genellikle bir *devre içi hata ayıklayıcı* (İCD) içerir, böylece program tasarımda kullanılan gerçek devre üzerinde hata ayıklanabilir. Editör, derleyici, programcı, hata ayıklayıcı, simülatör ve ilgili yazılımın birleşimine *entegre geliştirme ortamı* (İDE) denir.

Yakın zamana kadar, mikroişlemci yerine devre kartına takılan bir cihaz olan bir devre içi emülatör (İCE) kullanmanız gerekiyordu. İCE, emülatör kullanıcının yazılımını hedef cihazda tam hızda çalıştırırken çalışan gelişmiş hata ayıklama araçları sağlar. Ancak günümüzde, birçok DSP yongasında yerleşik olan ve tam teşekküllü bir İCE'nin işlevlerinin çoğunu sağlayan İCD işlevini kullanmak daha yaygındır. İt çok daha ucuzdur ve mikroişlemci yongası için bir soket kullanmayı gerektirmez.

Bir dijital sinyal işlemcisinin mimarisi, - genel amaçlı bir mikroişlemcininkiyle bazı benzerlikleri paylaşır, ancak aynı zamanda - önemli açılardan farklılık gösterir. Örneğin, DSP'ler genellikle hayatlarının çoğunu büyük bilgisayar dosyalarını işlemek için harcamazlar, bu nedenle bilgisayarlarda kullanılması amaçlanan işlemcilerden daha küçük bir bellek adres alanına sahip olma eğilimindedirler. Öte yandan, sahip oldukları bellek genellikle geliştirmek için DSP yongasının içine yerleştirilir. Hız ve pin sayısını azaltmak için dış adres ve veri yolu ortadan kaldırarak.

Çoğu mikroişlemci, program ve verilerin aynı bellek alanında depolandığı geleneksel Von Neumann mimarisini kullanır. Bununla birlikte, çoğu DSP bir *Harvard mimarisi kullanır,* bu da verilerin ve programın ayrı anılarda saklandığı anlamına gelir. Bu işlemciyi hızlandırır, çünkü bir sonraki program talimatını okuyor olabilir.



Şekil 8.23 - Bir **dsPIC işlemcisinin basitleştirilmiş blok diyagramı.**

Önceki talimata yanıt olarak veri okuma veya yazma ile aynı zamanda. Bazı DSP'lerin iki veri belleği vardır, böylece aynı anda iki veri sözcüğünü okuyabilir ve/veya yazabilirler. Çoğu cihaz, işlemcinin belleği programlamak için veri okuması ve yazması için bazı (genellikle daha yavaş ve daha az kullanışlı) yöntemler sağlayarak değiştirilmiş bir Harvard mimarisi kullanır.

Muhtemelen genel amaçlı ve dijital sinyal işlemcileri arasındaki temel fark, genellikle *aritmetik mantık birimi* (ALU) olarak adlandırılan hesaplama çekirdeğindedir. Geleneksel bir mikroişlemcideki ALU, yalnızca VE, OR, bir bit kaydırma ve benzeri gibi tam sayı toplama, çıkarma ve bitsel mantık işlemlerini gerçekleştirir. Çarpma, bölme ve kayan nokta sayılarıyla işlemler gibi daha karmaşık hesaplamalar, daha karmaşık sonuçlar üretmek için ALU'nun basit kaynaklarını birden çok kez kullanan yazılım rutinlerinde yapılır.

Aksine, bir DSP bu işlemlerin çoğunu çok daha hızlı gerçekleştirmek için özel bir donanıma sahiptir. Örneğin, *çarpan-akümülatör* (MAC) iki sayıyı çarpar ve önceki sonuçları içeren ürünü tek bir adımda ekler (biriktirir). Birçok yaygın DSP algoritması çok sayıda ürünün toplamını içerir, bu nedenle neredeyse tüm DSP'ler bu işlevi içerir**. Şekil 8.23,** Microchip'ten dsPIC serisinin basitleştirilmiş bir blok diyagramıdır. İts mimarisi temel olarak, bir -MAC, bir varil değiştirici ve diğer DSP özelliklerini içeren bir DSP motoru eklenen genel amaçlı bir mikrodenetleyicidir. İt, aynı anda erişilebilen iki veri belleği ile değiştirilmiş bir Harvard mimarisi kullanır.

8.5.2 Sabit Nokta ve Kayan Nokta

DSP mikroişlemcileri bazen fixedpoint - (tamsayı) veya *kayan nokta* sayılarını işleme yeteneklerine göre farklılaştırılır.

Kayan nokta sayısı bilimsel gösterimin ikili karşılığıdır. Ondalık tam sayı 123000'in bilimsel gösterimde 1.23 x 105 olarak ifade edildiğini hatırlayın. İt, ilk sıfır olmayan basamaktan sonra ondalık noktayı yerleştirmek ve ondalık noktanın bu durumda on, 5'in üssü tarafından kaç basamak taşınması gerektiğini belirtmek için yaygın bir uygulamadır. 1.23 kısmına *mantissa denir. Bir* bilgisayarda, temel-2 ikili sayıları, bilimsel gösterimde kullanılan temel-İO ondalık sayılarının yerine kullanılır. *İkili noktanın (ondalık* bir sayıdaki ondalık noktaya eşdeğer) sıfır olmayan ilk bitin solunda olduğu varsayılır. Örneğin, 00110100 ikili sayısı, 16 bitlik yüzen bir pointnumberwouldhavean 11 bitmantissaof 11010000000 (ikili noktanın ilk "1'in solunda olduğu varsayılır) ve 00110'un 5 bitlik bir üssüne (ondalık + 6) dönüştürüldüğünde.

Kayan nokta sayısı, aynı sayıda bit içeren tam sayı sayısından çok daha fazla dinamik aralığa sahip bir sinyali temsil edebilir. Örneğin, 16 bitlik sabit nokta işaretli bir tamsayı -32768 ile + 32767 arasında değişebilir. Temsil edilebilecek en küçük (1) ve en büyük sinyal arasındaki fark 20 log (65535) = 96 dB'dir. 16 bit, 11 bitlik bir mantissa ve 5 bitlik bir üsse bölünür, mevcut aralık mantiseden 20 log (2048) = 66 dB ve [2]üstelden 20 log (23) = 193 dB toplam of259 dB'dir. Dezavantajı, mantisanın daha az çözünürlüğe sahip olması, potansiyel olarak gürültü ve bozulmayı arttırmasıdır. Normalde kayan nokta sayıları bu etkiyi azaltmak için en az 32 bit genişliğindedir .

Bazı DSP'ler kayan nokta numaralarını doğrudan donanımda işleyebilir. Sabit nokta DSP'leri de kayan nokta sayılarını işleyebilir, ancak yazılımda yapılması gerekir ve bu da hesaplamaları yavaşlatır. Kayan nokta işlemenin sağladığı ek dinamik aralık normalde radyo iletişim sinyalleri için gerekli değildir. Radyo sinyallerinin dinamik aralığı genellikle çoğu sabit nokta DSP'leri tarafından kullanılan 16-bit veri sözcükleri tarafından ele alınabilir. Tamsayı aritmetiği ve bir fixedpoint işlemci kullanmak, bir kayan nokta işlemcisinin ek maliyetini veya bir sabit nokta aygıtındaki kayan nokta hesaplamalarının ek hesaplama yükünü azaltır. Bununla birlikte, sinyalin hiçbir zaman maksimum tam sayı değerini geçemeyeceğinden veya sinyal-gürültü oranının düşeceği kadar zayıf olmadığından emin olmak için programcının detaylarına dikkat edilmelidir. Maliyet veya hesaplama süresi bir sorun değildir, kayan noktada programlamak çok daha kolaydır, çünkü dinamik aralık sorunları çoğu hesaplama için göz ardı edilebilir.

Boru hattı terimi, bir mikroişlemcinin aynı anda birkaç talimatın bölümlerini gerçekleştirme yeteneğini ifade eder. Bir talimatı gerçekleştirmek için gereken işlem dizisi adımlara bölünür. Her adım farklı bir donanım parçası tarafından gerçekleştirildiğinden, farklı parçalar aynı anda farklı talimatlar üzerinde çalışıyor olabilir. Çoğu DSP, önceki talimat yürütülürken bir sonraki talimatın alındığı en azından basit bir boru hattı biçimine sahiptir. Bazı DSP'ler, sonraki iki çoklayıcı bellekten okunurken ve önceki birikmiş sonuç depolanırken, tüm işlemin tek bir saat döngüsünde gerçekleşebilmesi için bir çarpma-biriktirme yapabilir. Saniyede MA Cs, DSP hızını ölçmek için ortak bir değer rakamıdır. Geleneksel mikroişlemciler için, daha yaygın bir değer rakamı saniyede milyonlarca talimat (MIPS) veya saniyede kayan nokta işlemidir (FLOP).

Birçok DSP, bir veya daha fazla veri belleği işaretleyicisini otomatik olarak artırabilen sofistike bir adres oluşturma birimine sahiptir, böylece tekrarlayan hesaplamalar adım atabilir

İşlemci olmadan bellek adresleri hesaplamak zorunda. *Sıfır-havai döngü,* adres işaretçisini sonuna ulaştığında otomatik olarak dizinin başlangıcına geri atlama yeteneğidir. Bu, döngü başına, normalde geçerli adresi kontrol etmek ve önceden belirlenmiş bir değere ulaştığında atlamak için gereken birkaç mikroişlemci talimatını kaydeder.

Çoğu DSP tam bir donanım bölücü içermese de, bazıları bölme hesaplamalarını hızlandırmak için özel talimatlar ve donanım içerir. *Bir varil değiştirici* başka bir yaygın DSP özelliğidir. İt, bir veri sözcüğünü tek bir saat döngüsünde belirli sayıda bit kaydırmaya izin verir. *Doğrudan bellek erişimi (DMA*), bellek ile çeşitli çevre aygıtları veya bağlantı noktaları arasında - işlemci yükü olmadan otomatik olarak veri aktarabilen özel donanımı ifade eder.

8.5.3 Gömülü Sistemlerde DSP

Gömülü bir sistem, bir "bilgisayar" olmayan, ancak yine de devresinde bir yere gömülü bir mikroişlemci veya DSP çipi olan bir cihazdır. Örnekler mikrodalga fırınlar, otomobiller, cep telefonları ve yazılım tanımlı radyolardır. Gömülü sistemler için tasarlanan DSP'ler genellikle çeşitli zamanlayıcılar, çoklu donanım kesintileri, çeşitli tiplerde seri bağlantı noktaları, gerçek zamanlı saat, darbe genişliği modülatörleri, optik kodlayıcı arayüzleri, *AID ve Dİ* A dönüştürücüleri ve çok sayıda genel amaçlı dijital I/O pimi gibi çok çeşitli yonga üstü çevre birimlerini içerir. Bazı DSP'ler, genel amaçlı kontrol uygulamaları ve dijital sinyal işleme için çok uygun mimarilere sahiptir.

Tablo 8.2, gömülü sistemleri hedefleyen bazı DSP çipleri üreticilerini listeler. İntel ve AMD tarafından üretilen ve kişisel bilgisayarlarda CPU olarak kullanılmak üzere tasarlanan mikroişlemcilerin de kapsamlı DSP özelliği içerdiğinden bahsedilmelidir. Bununla birlikte, Windows veya Linux gibi bir işletim sistemi altında veri işleme uygulamaları için optimize edilmiştir ve sinyal işleme uygulamalarında çok verimli değildir.

8.5.4 Tipik DSP İşlemciler

Yeni bir tasarım için bir DSP cihazı seçerken, genellikle mevcut geliştirme ortamı cihazın özelliklerinden daha önemlidir. Microchip'in dsPİC ailesi DSP'ler bu bölümdeki örnekler için seçilmiştir, çünkü entegre geliştirme ortamları kapsamlı ve kullanımı kolaydır ve İDE yazılımı web sitelerinden ücretsiz olarak indirilebilir. İşlemci komut seti, birçok jambonun zaten aile olduğu genel amaçlı mikrodenetleyicilerin PIC24 ailesinin bir üst kümesidir.

Tablo 8.2
DSP Mikroişlemci Üreticileri

Şirket	*Aile*	*Veri Bitler*	*Hız MMAC'ler*	*Nr.of Çekirdekl*	*ROM (bayt)*	*RAM (bayt)*	*Notlar*
Analog cihazlar **www.analog.com**	ADSP-21xx	16	25-160	1	12k-144k	8k-112k	Kolay montaj dil
	SHARC	32/40 fp	300-900		2-4M	0.5-5M	Sabit çalışır veya kayan nokta
	Blackfin	16/32	400-2400	1-2	Dış	53k-328k	Birçok on-chip Çevre birimleri
Cirrus mantığı	CS48xxxx	32	150	1		96k	Ses uygulamaları
www.cirrus.com	CS49xxxx	32	300	2	512k	296k-328k	Ses uygulamaları
NXP							
www.nxp.com	StarCore	16	1000-48,000	1-6	Dış	0-1436k	Eski Freescale ürünleri
Mikroçip	DsPIC	16	30-70		6k-256k	256-32k	Ayrıca bir mikrodenetleyici
www.microchip.com							Ücretsiz İDE yazılımı
Teksas İnstruments	C5000	16	50-600	1	8k-256k	0-1280k	
www.ti.com	C6000	16/64 fp	300-24,000	1-3	0-384k	32k-3072	Sabit veya yüzer Point versiyonları
Zilog **www.zilog.com**	Z89xxx	16	20		4k-8k	512	

iar. Şirket, düşük maliyetli değerlendirme panoları ve başlangıç kitlerinin yanı sıra ucuz bir devre içi hata ayıklayıcı olan İCD 3'ü sunmaktadır. Ücretsiz İDE yazılımı, bir -PC'de dsPİC yazılımını çalıştırabilen bir simülatör içerir (elbette çok daha yavaş bir hızda), böylece herhangi bir donanım satın almadan önce DSP algoritmalarını deneyebilirsiniz.

Mikroçip DSP ailesi saniyede 70 milyon talimatla sınırlıdır. 70 kHz örnek hızına sahip bir sistemde, örnek başına 1000 talimat mevcuttur, bu da hesaplamalar çok karmaşık değilse bol olmalıdır. Bununla birlikte, örnek hızı 1 MHz ise, örnek başına yalnızca 70 talimat alırsınız, bu da muhtemelen yetersiz olacaktır.

Daha fazla beygir gücü gereklidir, '11 farklı bir üreticiden bir işlemci seçmeniz gerekir. Güçlü ve kullanımı kolay, iyi entegre edilmiş bir geliştirme yazılımı paketi arayın. Ayrıca değerlendirme kitleri, programcılar ve hata ayıklayıcılar gibi geliştirme donanımlarının maliyetini ve kullanılabilirliğini de kontrol edin. Bu gereksinimler karşılandıktan sonra, uygulamanız için gereken performans ve özelliklere sahip belirli bir cihazı seçmeye geçebilirsiniz. Bir projenin başında, bir işlemcinin ne kadar güçlü olduğunu belirlemek için önce bazı önemli yazılım rutinlerini yazmak ve yürütme sürelerini tahmin etmek için bir simülatörde test etmek yararlı olabilir.

Yürütme süresini tahmin ederken, girişlerin etkisini eklemeyi unutmayın. Çoğu DSP sistemi gerçek zamanlı yanıt gerektirir ve belirli olayların doğru zamanda gerçekleşmesini sağlamak için kesintileri kapsamlı bir şekilde kullanır. Times. Bu, C'de programlama yaparken programcının görünümünden gizlense de, kesme hizmeti rutinleri her çağrıldığında (yanıt verirken işlemci durumunu kaydetmek ve kesmeden dönmeden hemen önce durumu hatırlamak için) biraz fazla yük içerir. Bazen bir kesme beklediğinizden daha sık çağrılabilir, bu da işlemci döngülerini tüketebilir ve bu nedenle diğer ilgisiz rutinlerin yürütme süresini artırabilir.

Geçmişte, gömülü sistemler assembly dilinde yazılmış olabilir, bu nedenle belleği saklayın ve işlem hızını artırın. Birçok erken mikroişlemci ve DSP, üst düzey bir dili desteklemek için yeterli belleğe sahip değildi. Günümüzde çoğu işlemci, C çekirdeğini ve kütüphanesini zorlanmadan desteklemek için yeterli bellek ve işlem hızına sahiptir. En basit programlardan başka bir şey için, C'de yazılım geliştirmek sadece daha hızlı ve daha kolay değil, aynı zamanda, özellikle orijinal programcı dışındaki insanlar da dahil olabilirse, desteklenmesi ve sürdürülmesi daha kolaydır. C programlama dilini, herhangi bir işlemcinin assembly dilinden çok daha fazla insan biliyor. Bir DSP yongasında kullanılan C sürümünün genellikle belirli donanım özelliklerini desteklemek için standart ANSİ C'den değiştirildiği doğrudur, ancak bir PC'de veya farklı bir DSP'de C kodu yazmaya aşina olan bir programcı için öğrenmek çok daha kolay olacaktır.

Yaygın bir teknik, önce tüm uygulamayı C'ye yazmaktır. Daha sonra, yürütme süresi kabul edilemez ise, darboğazların hangi yazılım rutinlerinde gerçekleştiğini belirlemek için sistemi analiz edin. Sonra tekrar... Bu rutinleri assembly dilinde yazın. C dilinde yazılmış zaten çalışan bir sürüme sahip olmak (çok yavaş olsa bile), eşdeğer assembly dilini test etmede ve sorun gidermede yardımcı olabilir.

Özel İşlemci Olmadan 8.5.5 DSP

İşlemeyi hızlandırmanın bir yolu, hesaplamaların tümünü veya bir kısmını - programlanabilir DSP'den, belirli bir DSP işlevini gerçekleştirmek için optimize edilmiş bir mimariye sahip bir uygulamaya özgü entegre devreye (ASİC) taşımaktır.

Ayrık mantık cihazlarıyla dolu bir PC kartı kullanarak kendi uygulamaya özgü devrenizi de tasarlayabilirsiniz. Ancak günümüzde, - *programlanabilir bir mantık cihazı* (PLD) ile bunu yapmak daha yaygındır. Bu, birçok genel amaçlı mantık elemanı içeren bir İC'dir, ancak cihaz üretildiğinde elemanlar arasındaki bağlantılar tanımsızdır. Kullanıcı, bu bağlantıları, gerekli olan herhangi bir işlevi yerine getirmek için cihazı programlayarak tanımlar. PLD'ler, kısaltmalardan oluşan bir alfabe çorbası ile tanımlanan çok çeşitli tiplerde gelir.

Programlanabilir dizi mantığı (PAL), *programlanabilir mantık dizisi (PLA)* ve *genel dizi mantığı* (GAL) cihazları, AND - kapılarının VEYA kapılarının, invertörlerin ve mandalların nispeten basit dizileridir. Genellikle, bir devre kartı üzerinde çeşitli büyük dijital cihazları arayüz etmek için kullanılacak çeşitli ayrık mantık İC'lerini değiştirmek için "tutkal mantığı'olarak kullanılırlar. Bazen gruplandırılırlar

Tablo 8.3
PLD Üreticileri

Şirketi	*Cihazlar*	*URL*	*Notlar*
Achronix	FPGA	**www.achronix.com**	Yüksek hızlı FPGA'lar Çip üzerinde AVR
Atmel	SPLD, CPLD, PGA, ASİC	**www.microchip.com**	mikroişlemcili ince taneli yeniden programlanabilir FPGA'lar
İntel	CPLD, FPGA, ASİC	**www.intel.com**	Eskiden Altera
Kafes yarı iletken	SPLD, CPLD, FPGA	**www.latticesemi.com**	Flash tabanlı uçucu olmayan
mikrosemi	FPGA	**www.microsemi.com**	FPGA'lar Karışık sinyal flaş tabanlı
Xilinx	CPLD, FPGA	**www.xilinx.com**	FPGA'lar En iyi FPGA satıcılarından biri

Küçük PLD (SPLD) genel kategorisi altında. *Karmaşık bir PLD (CPLD*) benzer ancak daha büyüktür, genellikle aralarında programlanabilir ara bağlantılara sahip bir dizi PAL'den oluşur.

Uzaktan programlanabilir kapı dizisi (FPGA), cihaz başına milyonlarca kapıya kadar daha büyüktür. Bir FPGA, her biri genellikle bir RAM *arama tablosu (LUT)* ve çıktı kayıtları ile uygulanan bazı programlanabilir mantık içeren bir dizi karmaşık mantık bloğu (CLB) içerir. *İnput/çıkış blokları* (İOB) ayrıca kayıt içerir ve İC pinlerine giriş, çıkış veya çift yönlü arayüzler olarak yapılandırılabilir. Bloklar arasındaki ara bağlantılar CPLD'lerden çok daha esnek ve karmaşıktır. Bazı FPGA'lar ayrıca genel amaçlı RAM, düzinelerce veya yüzlerce donanım çarpanı ve hatta tüm onchip mikroişlemcileri gibi daha yüksek seviyeli devre blokları içerir.

Daha ucuz olan PLD'lerin bazıları *bir kerelik programlanabilir (OTP*), yani programlamayı değiştirmek istiyorsanız eski cihazı atmanız gerekir. Diğer cihazlar yeniden programlanabilir veya hatta *devre içi programlanabilir (ICP) olup,* cihaz tipik olarak yerleşik bir mikroişlemcinin kontrolü altında PC kartına lehimlendikten sonra dahili devre yapılandırmasının değiştirilmesine izin verir. Bu, her iki dünyanın da en iyisini sunar, hız neredeyse bir ASİC kadar hızlıdır, ancak mikroişlemci tipi bir DSP'nin yeniden programlanabilirliğinin faydalarının çoğunu korur. Çoğu büyük FPGA, programlamalarını, güç her uygulandığında, tipik olarak aynı devre kartında bulunan bir ROM tarafından yeniden yüklenmesi gereken RAM olan uçucu bellekte saklar. Bazı FPGA'lar çip üzerinde programlanabilir ROM'a sahiptir.

Bir PLD'yi programlamak, bir mikroişlemciyi programlamaktan oldukça farklıdır. Bir mikroişlemci işlemlerini sırayla gerçekleştirir - Aynı anda sadece bir işlem yapılabilir. Bir PLD programı yazmak daha çok bir devre tasarlamak gibidir. Devrenin farklı bölümleri aynı anda farklı şeyler yapıyor olabilir. ASİC'ler ve FPGA'ler gibi daha karmaşık parçaların programlanması için özel donanım tanımlama dilleri (HDL) geliştirilmiştir. En yaygın iki endüstri standardı HD L, Verilog ve VHDL'dir. (Hangisinin'en iyi "olduğuna dair argümanlar, *Windows* ve *Linux savaşlarının ateşine yaklaşıyor!) C++* programlama dilinin SystemC adı verilen ve dili HDL işlevlerini içerecek şekilde genişleten bir dizi kütüphane içeren bir sürümü de vardır. Aynı yazılım aracını kullanarak simülasyon ve donanım açıklamasına izin verdiği için bazı tasarımcılar arasında popülerdir.

FPGA'ların hız avantajına rağmen, çoğu amatör, gerektiğinde hazır ASİC'lerle desteklenen DSP tasarımları için mikroişlemci tipi cihazlar kullanır. Bunun temel nedeni, bir FPGA için tasarım sürecinin, çeşitli karmaşık yazılım araçlarını kullanmayı öğrenmeyi ve öğrenmeyi içeren oldukça karmaşık olmasıdır. Bir FPGA'nın programlanmasında yer alan adımlar şunlardır:

1. Algoritmaları kanıtlamak için tasarımı yüksek bir soyutlama seviyesinde simüle edin.
2. HDL kodunu manuel olarak oluşturun ya da bir alet kullanarak.
3. HDL programını simüle edin ve test edin.
4. Kapı düzeyinde netlist sentezleyin.
5. Netlist'i doğrulayın.
6. Zamanlama analizi yapın.
7. Karşılamak için gerekirse tasarımı değiştirin

Zamanlama kısıtlamaları .

8. "Yer ve rota" çip tasarımı.
9. Bölümü programlayın ve test edin .

Bu adımları gerçekleştirmek için gereken yazılım araçlarının çoğu oldukça pahalıdır, ancak bazı üreticiler kendi cihazları için ücretsiz özel yazılım sunmaktadır. Bazı ana üreticiler **Tablo 8.3'te listelenmiştir.**

8.5.6 DSP için Grafik İşlemcileri Kullanma

PC'ler oyunlar gibi grafik yoğun uygulamalar için kullanıldıkça, geliştiriciler hızlı bir şekilde bulunduPC'deki mikroişlemci yongası, 3D oluşturma, gölgeleme vb. Gibi karmaşık grafik işlevleri yapmak için yeterli bilgi işlem beygir gücü sağlayamadı. Bu, Grafik İşlem Birimleri (GPU) adı verilen yeni bir özel işlemci türüne yol açtı. Bu işlemciler, çarpma ve toplama gibi sadece birkaç fonksiyona sahip basit hesaplama bloklarından oluşur. Bununla birlikte, işlemeyi hızlandırmak için bir avuç çekirdeğe sahip tipik bir PC CPU'sunun aksine, GPU'lar yüzlerce hatta binlerce çekirdeğe sahiptir! Ek olarak, büyük veri dizilerini işlemek için optimize edilmişlerdir. Bu onları Hızlı Fourier Dönüşümleri gibi DSP fonksiyonları için çok uygun hale getirir.

Neyse ki, bazı GPU üreticileri, ürünlerinin grafik dışındaki uygulamalar için yararlı olduğunu kabul ettiler ve şimdi ürünlerini - SDR gibi iletişim sistemlerinde kullanmak için kütüphaneler ve programlama desteği sağlıyorlar. Örneğin GPU üreticisi Nvidia, CuFFT kütüphanesi ile CUDA paralel hesaplama platformu ve programlama modeli sunuyor.

Ucuz Linux tabanlı Raspberry Pi bilgisayar kartı amatörler ve deneyciler arasında çok popüler hale geldi. BCM283x ana işlemci Broadcom (şimdi Avago'ya ait) tarafından üretilen ve hem CPU hem de GPU içeren bir sistem-onchip cihazıdır. 1.2 GHz'e 700MHz, CPU, SDR'de kullanılan DSP algoritmalarının çoğu için çok güçsüzdür. Bununla birlikte, işlemcide bulunan grafik işlemcisi, bazı FFT algoritmalarını yapmak üzere programlanabilir ve 1 Ox hızında iyileştirme sunar. [6]

8.6 Dijital (Ayrık Zamanlı) Sinyaller

Dijital sinyaller analog sinyallerden iki şekilde farklıdır. Birincisi, zaman içinde sayısallaştırılmaları, *örnekleme adı verilen bir süreçtir.* Diğeri ise, nicemleme adı verilen bir süreç olan genlikte sayısallaştırılmalarıdır. Örnekleme ve niceleme, sayısallaştırılmış sinyali farklı şekillerde etkiler, bu nedenle aşağıdaki bölümler etkilerini ayrı ayrı ele alacaktır .

8.6.1 Örnekleme - Zamanda Sayısallaştırma

Örnekleme, zaman içinde ayrı noktalarda asignal ölçme ve ölçülen değerleri kaydetme işlemidir. Tarihten bir örnek, güneş lekelerinin sayısını kaydetmektir. Eğer bir gözlemci her gün öğle saatlerinde dışarı çıkar ve gözlemlenen güneş lekelerinin sayısını yazarsa, bu veriler zamana karşı güneş lekesi sayısını çizmek için kullanılabilir. Bu durumda, *örnek oranının* günde bir örnek olduğunu söylüyoruz. Veriler daha sonra kısa ve uzun vadeli eğilimleri belirlemek için çeşitli şekillerde analiz edilebilir. Sadece birkaç aylık veri kaydettikten sonra, güneş lekesi sayısının belirgin bir periyodikliğe sahip olduğu hızlı bir şekilde ortaya çıkacaktır - sayılar her 27 günde bir tekrarlanma eğilimindedir (bu, güneşin dünyadan görüldüğü gibi dönme oranıdır).

Günde bir kez okumak yerine, okumalar ayda sadece bir kez alınsaydı ne olurdu? 30 günlük bir örnek periyodu ile, 27 günlük periyodikliğin görülmesi imkansız olacaktır. Açıkça, örnek oranı doğru ölçülen sinyali temsil etmek için en azından bazı minimum değer olmalıdır. Harry Nyquist'in daha önceki çalışmalarına dayanarak, Claude Shannon 1948'de bilgi kaybı olmadan bir sinyali örneklemek için örnek oranının, sinyalin bant genişliğinin iki katı olan Nyquist oranından daha büyük olması gerektiğini kanıtladı. Başka bir deyişle, bant genişliği örnek oranının yarısı olan Nyquist frekansından daha az olmalıdır. Bu *Nyquist örnekleme kriteri olarak bilinir.*

Bu basit kuralın bazı derin etkileri vardır. Bir sinyalin tüm frekans bileşenleri B Hz'lik bir bant genişliği içinde yer alıyorsa, sinyali %100 doğrulukla ve bilgi kaybı olmadan temsil etmek için saniyede 2B'den daha büyük bir hızda örnekleme yeterlidir. İt teorik olarak örnekleri orijinalle tamamen aynı olan bir analog sinyale dönüştürmek mümkündür.

Tabii ki, alan-dünya dijital sistemi, bu örnekleri yalnızca sınırlı sayıda çözünürlük biti ile ölçer ve sonuçları takip eden niceleme bölümünde araştıracağız. Ek olarak, örnekleme teorisi, belirtilen bant genişliğinin dışında kesinlikle sinyal enerjisi olmadığını varsayar; Başka bir deyişle, durdurma bandı zayıflaması sonsuzluk dB'dir. Durdurma bandındaki herhangi bir kalıntı sinyal ortaya çıkar Örneklenen sinyalde bozulma veya gürültü olarak.

Tartışmayı basitleştirmek için, tek bir frekanstan (sinüs dalgası) bir sinyal örneklemeyi düşünelim. **Şekil 8.24,** örnek oranı çok düşükse ne olduğunu göstermektedir. Gösterildiği gibi, örneklem hızı yaklaşık 7/8 - sinewave frekansıdır. Örneklenen sinyalin, sinüs dalgasının periyodundan yaklaşık 8 kat daha büyük bir periyoda veya 1/8 frekansa sahip olduğunu görebilirsiniz. Örnekler, analog sinyalin gerçek frekansın 1/8'lik bir sinüs dalgası olması gibi aynıdır.

Bu genel bir ilke örneğidir.
Bir sinyalin örneklenmesi, analog sinyalin gerçek frekansı ile numune hızı arasındaki farka eşit frekanslarda bileşenlere sahip bir çıkış üretir. Eğer örnekleme hızı çok düşükse (veya giriş sinyali çok yüksek frekansta ise) (f, - l, ig)'deki sinyal bir bant içi işaretten ayırt edilemez. Yukarıdaki örnekte, takma ad frekansı f, is

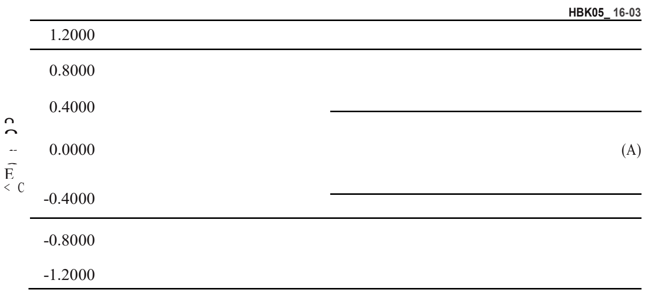
$$f'' = f, -f, = (1-7/8) f, = (1/8) £,$$

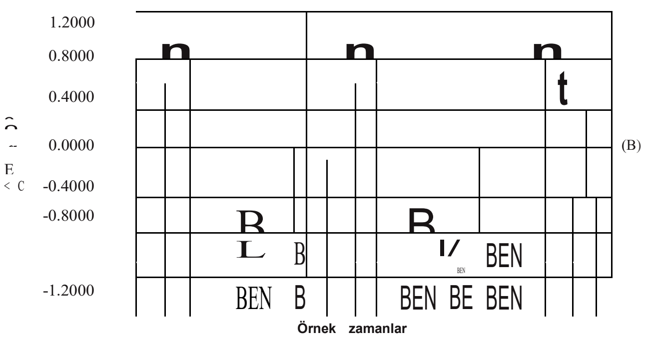
Burada i "örnekleme öncesi sinyalin frekansıdır ve fi örnek hızıdır.

Örnekleme işlemi ayrıca harmoniklerin etrafındaki herhangi bir giriş sinyalinden takma adlar oluşturur. örnekleme frekansı. **Şekil 8.25,** örneklenmiş bir veri sistemindeki sinyal ilişkilerinin frekans alanı temsilini göstermektedir. Şekil 8.25A, tek bir sinüs dalgası giriş sinyalinin spektrumunu gösterir ve Şekil 8.25B, örnekleme saatinin spektrumunu ve harmoniklerini gösterir. Şekil 8.25C iki şekilde bakabilirsiniz. İlk olarak, tüm bireysel frekansları giriş sinyalini f'de örnekleyerek üretilen çıkış sinyalleri olarak düşünebilirsiniz. Öte yandan, bunlar aynı zamanda denklemden hesaplanan f'ye takma olan giriş sinyali frekanslarıdır.

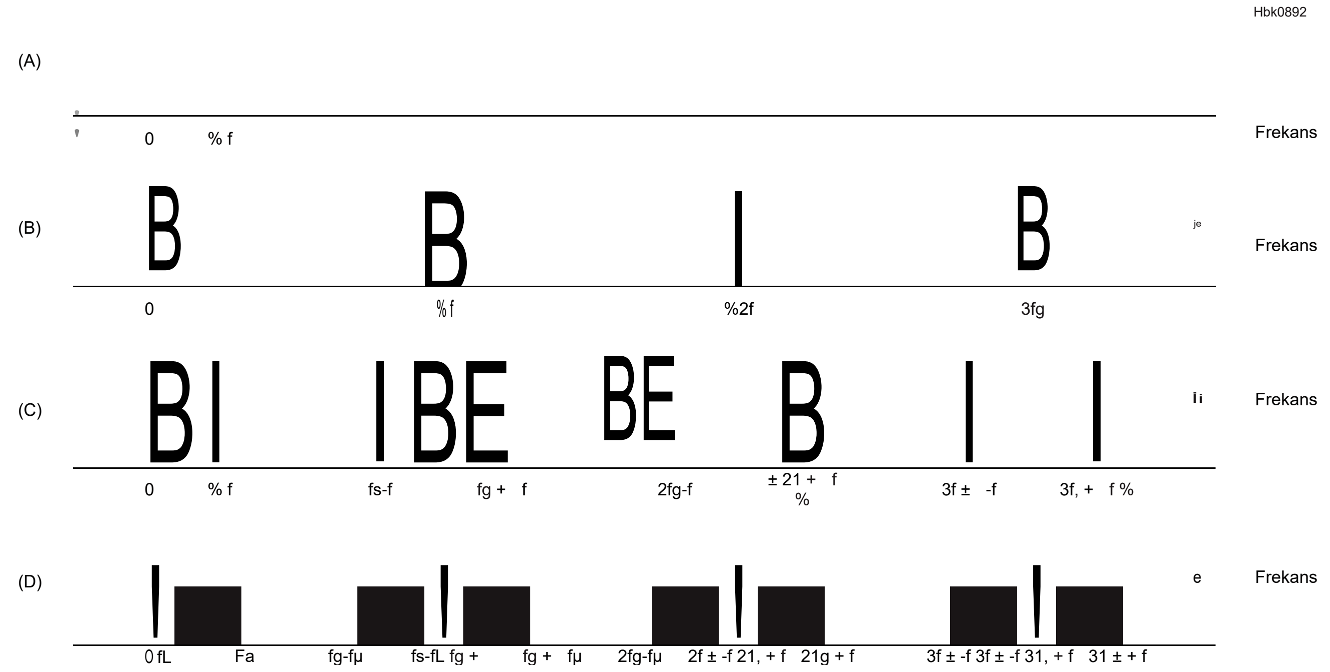
$$f''. = [f, - NE,]$$

Burada n harmonik sayıdır. Deneyimli RF mühendisleri, bu fenomeni bir heterodin alıcısının karıştırma işleminde görüntü üretimine çok benzer olarak tanıyacaktır. Örneklenen sinyal (mikser çıkışına eşdeğer), giriş sinyalinin toplam ve fark frekanslarını ve numune frekansının tüm harmoniklerini içerir. Şekil 8.25D, f} ve fa arasında bir sinyal bandı örneklemenin daha genel durumunu göstermektedir. Fs altında uzanan kenarlı spektrumun tersini not edin. İf f, fg/2'den daha yüksektir, banttaki daha yüksek frekanslar üst üste gelecektir

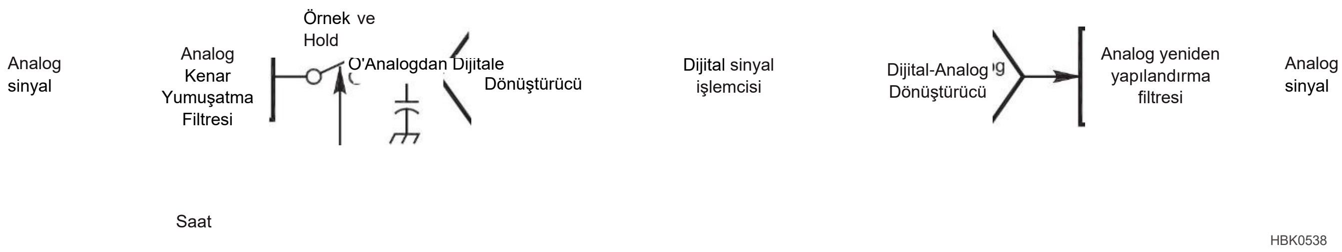




Şekil 8.24 - Örneklenmemiş sinüs dalgası (A). Örnekler daha düşük bir frekansa (B) değiştirildi.



Şekil 8.25 - **Örneklenmiş veri sisteminde frekans ilişkileri; Bir analog sinüs dalgasının spektrumu (A). Tüm harmonikler (B) dahil olmak üzere örnekleme fonksiyonunun spektrumu. Örneklenmiş sinüs dalgasının spektrumu (C). Fl ve fH (D) arasında örneklenmiş bir frekans bandının spektrumu.**



Şekil 8.26 - Bir **DSP sisteminin daha eksiksiz bir blok diyagramı.**

Çıkış spektrumundaki orijinal bant ve eserler oluşturun.

Örnekleyiciden önceki kenar yumuşatma filtresi, **Şekil 8.26'da gösterildiği gibi, örneklenen veri çıktısında istenmeyen sinyallerin eser oluşturmasını engeller. Temel** bant sinyali için (sıfır Hz'e kadar uzanan), kenar yumuşatma filtresi, durdurma bandı Nyquist frekansından sonsuza kadar uzanan düşük geçişli bir filtredir. Tabii ki, pratik filtreler geçiş bandından durma bandına anında geçmez, bu nedenle geçiş bandının bant genişliği örneklem hızının yarısından biraz daha az olmalıdır.

Şekil 8.24, her numunenin bir numune periyodu boyunca sabit bir değerde tutulduğunu göstermiştir. Bununla birlikte, örnekleme teorisi aslında numunenin yalnızca sinyal örneklendiği anda geçerli olduğunu varsayar; diğer zamanlarda sıfır veya tanımsızdır. Bu tür sonsuz dar impulsların bir dizisi, sonsuz frekansa kadar harmoniklere sahiptir. Her harmonik aynı genliğe sahiptir ve

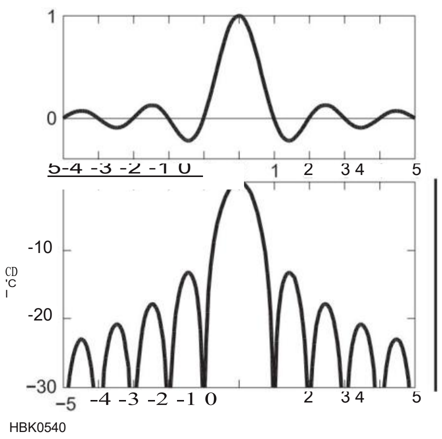
Sinyal örnekleniyor. Bkz. Şekil 8.25D. Sayısallaştırılmış bir sinyal tekrar analog forma dönüştürüldüğünde, istenmeyen harmonikler Şekil 8.26'da gösterildiği gibi bir yeniden yapılandırma filtresi ile filtrelenmelidir. Bu, girişte kullanılan kenar yumuşatma filtresine benzer, çünkü bant genişliği örneklem hızının yarısından fazla olmamalıdır. İt, bir temel bant sinyali için düşük geçişli bir filtre ve az örneklenmiş bir sinyal için bir bant geçiş filtresidir .

Çoğu DAC aslında tüm örnek periyodu için her bir örnek değerini tutar. Buna *sıfır sıralı tutma denir ve* sinüs fonksiyonu şeklinde bir frekans tepkisi ile sonuçlanır.

sin (nf) sine (f)
= nf

F'nin örnek hızına normalize edildiği yerde, f = frekans/örnek hızı.

Şekil 8.27'deki sinüs fonksiyonunun grafiği hem pozitif hem de negatif fre-



Şekil 8.27 - Sinc fonksiyonu, Burada yatay eksen frekans, örneklem hızına normalize edilir. Altta desibel cinsinden aynı fonksiyon bulunur.

Analitik Sinyaller bölümünde açıklanan nedenlerle ilgili sorular. Logaritmik frekans yanıtının örnek hızında ve tüm harmoniklerinde çentiklere sahip olduğunu unutmayın. Sinyal bant genişliği Nyquist frekansından çok daha az ise, harmoniklerdeki sinyalin çoğu çentik frekanslarına yakın düşer ve yeniden yapılandırma filtresinin görevini kolaylaştırır. Sinyal bant genişliği yeterince küçükse (örnek oranı yeterince yüksekse), harmonikler neredeyse tamamen çentiklenir ve bir yeniden yapılandırma filtresi bile gerekli olmayabilir.

Sin (7f)/7f frekans yanıtı da geçiş bandını etkiler. Örneğin, geçiş bandı fs/4'e uzanıyorsa (f = 0.25), yanıt 1s

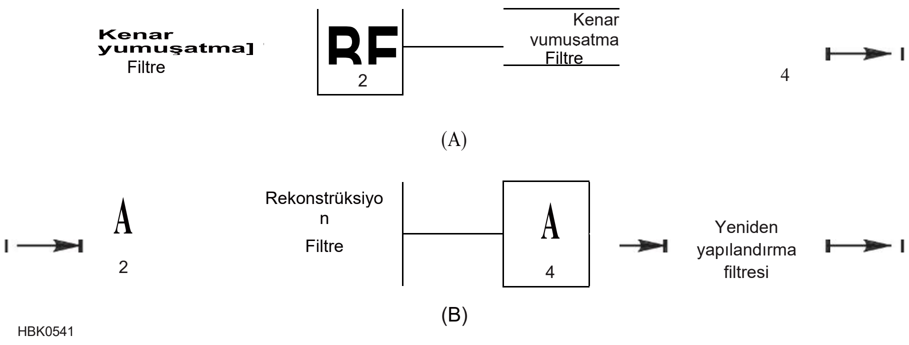
$$20 \log \frac{\sin(\pi \cdot 0.25)}{\pi \cdot 0.25} = -0.9 \text{ dB}$$

geçiş bandının üst kenarında. Nyquist frekansında (f = 0.5) hata 3.9 dB'dir. Sinyal bant genişliği Nyquist frekansının büyük bir kısmı ise, yüksek frekanslı rolloff'u düzeltmek için bir çeşit dijital veya analog telafi filtresi gerekebilir. Dijital ses sistemlerinde kullanılan enterpolasyon filtreleri frekans yanıtında bu düzeltmeye sahiptir .

8.6.2 Decimation ve İnterpolasyon

Decimation terimi basitçe örnek oranının azaltılması anlamına gelir. Örneğin, ikiye indirgemek için, her ikinci örneği ortadan kaldırın. Bu, sinyal bant genişliği Nyquist ölçütünü daha düşük, çıkış örnek hızında karşıladığı sürece iyi çalışır. Analog kenar yumuşatma filtresi yeterince dar değilse, bant genişliğini gerekli değere düşürmek için DSP'deki bir dijital kenar yumuşatma filtresi kullanılabilir. Bu, Nyquist ölçütünü karşılamak için yok etmeden önce yapılmalıdır.

Eğer büyük miktarda yok etmeniz gerekiyorsa, dijital kenar yumuşatma filtresinin örnek hızına kıyasla çok küçük bir bant genişliğine sahip olması gerekir. Daha sonra göreceğimiz gibi, küçük bant genişliğine sahip bir dijital filtre hesaplama açısından yoğundur. Bu nedenle, büyük yok etme faktörleri normalde **Şekil 8.28A'de gösterildiği gibi birden fazla adımda gerçekleştirilir.** İlk imha, tipik olarak 2 olan küçük bir faktördür, böylece ilk kenar yumuşatma filtresi mümkün olduğunca basit olabilir. İkinci yok etme aşaması, bu kadar büyük bir faktör tarafından yok edilmek zorunda değildir ve görevini basitleştirir. Ek olarak, giriş örnek hızının sadece yarısında çalıştığı için hesaplamalarını yapmak için daha fazla zamana sahiptir. Genel olarak, ilk aşamadaki en küçük faktörü, ikincisinde daha büyük bir faktörü ve üçüncü ve sonraki aşamalardaki en büyük faktörleri yok etmek en etkilidir. Toplam yok etme faktörü ne kadar büyük olursa, aşama sayısı o kadar büyük olur, ancak üçten fazla aşama nadirdir.



Şekil 8.28 - Decimation (A) ve interpolasyon (B). Okun yönü decimation (aşağı) veya interpolation (yukarı) gösterir ve sayı faktördür.

İnterpolasyon, örnek oranını arttırmak anlamına gelir. Bunu yapmanın bir yolu, sıfır - *doldurma adı verilen bir işlem olan ek sıfır değerli örnekler eklemektir.* Örneğin, üç faktörle enterpolasyon yapmak için, her giriş örneğinden sonra iki sıfır değerli örnek ekleyin. Bu işe yarar, ancak beklediğiniz sonuçları vermeyebilir. Örneklenen bir sinyalin, örnekleme hızının tüm harmoniklerinde temel bant sinyalinin ek kopyalarına sahip olduğunu hatırlayın. Bu armoniklerin tümü, örnekleme hızı şimdi daha yüksek olmasına rağmen, yeniden örneklenen sinyalde kalır. Bunları ortadan kaldırmak için, sinyal interpolasyondan sonra filtrelenmelidir. Filtrelemeden sonra, sadece temel bantta ve interpolasyonlu (daha yüksek frekanslı) numune hızının harmoniklerinin etrafında sinyal vardır. Sanki analog sinyal başlangıçta daha yüksek oranda örneklenmiş gibi, bu da yeniden yapılandırma filtresindeki gereksinimleri rahatlatır.

Yok etmede olduğu gibi, büyük bir faktörle enterpolasyon, Şekil 8.28B'de gösterildiği gibi en iyi aşamalarda yapılır. Bu durumda, en düşük örnekleme hızında çalışan aşama (yine ilk aşama) en düşük enterpolasyon faktörüne sahip olandır.

Sıfır doldurma ve ardından filtreleme, interpolasyon yapmanın tek yolu değildir. Gerçekten yapmaya çalıştığınız şey, düşük oranlı örnekler arasında, "noktaları birbirine bağlayan" ek örneklerle mümkün olduğunca yumuşak bir şekilde doldurmaktır. Bunun matematiksel olarak sıfır doldurma ve filtreleme ile eşdeğer olduğu gösterilebilir. Örneğin, sıfır değerli örnekleri eklemek yerine, son giriş örneğini tekrarlamak yerine, bir DAC çıktısının sıfır sıralı bekletmesine benzer bir durumunuz varsa. İt, sıfır doldurmaya eşdeğerdir, ardından sin *(7f)/7f frekans tepkisi ile düşük geçişli bir filtre izler.* Eğer giriş örnekleri arasında düz bir çizgi interpolasyonu yaparsanız ("birinci dereceden" interpolasyon), bunun [sin (7f)/rf] frekans yanıtına sahip bir alçak geçiş filtresine eşdeğer olduğu ortaya çıkar; bu, daha keskin bir kesime ve daha iyi bir stop-band reddine sahiptir. Yüksek mertebeden interpolasyonlar, Frekans alanındaki yanıtları daha iyi filtrelemek için tercüme edilen zaman alanı .

Şimdiye kadar sadece tamsayı çarpanlarına göre decimation ve interpolasyon yaptık. Örnek oranını, *yeniden örnekleme* veya *çok oranlı* dönüşüm olarak adlandırılan bir noninteger faktörü ile değiştirmek de mümkündür. Örneğin, örnek oranını 4/3 oranında artırmak istiyorsanız, sadece 4 oranında enterpolasyon yapın ve ardından 3 oranında azaltın. Bu yöntem bazı yeniden örnekleme oranları için pratik olmayabilir. Örneğin, 48 kHz'de bir bilgisayar ses kartından kaydedilen bir ses dosyasını kompakt bir diskin gerektirdiği 44,1 kHz'e dönüştürmek için, yeniden örnekleme oranı 44.100 / 48.000 = 147/160'dır. 147 tarafından enterpolasyondan sonra, 44.1 kHz giriş dosyası 6.4827 MHz'de örneklenir ve bu da aşırı işlem yükü ile sonuçlanır.

Ek olarak, enterpolasyon/decimation yöntemi yalnızca rasyonel sayılar olan yeniden örnekleme oranları için çalışır (iki tam sayının oranı). İrrasyonel bir sayı ile yeniden örneklemek için farklı bir yöntem gereklidir. Teknik aşağıdaki gibidir. Her çıkış örneği için, önce en yakın iki giriş örneğini belirleyin. İki giriş örneği arasındaki yörüngeyi tanımlayan Nth-order denkleminin katsayılarını hesaplayın. Giriş numuneleri ile çıkış numunesinin aralarındaki göreceli konumu arasındaki yörüngeyi bilerek, çıkış numunesinin değeri denklemden hesaplanabilir.

8.6.3 Niceleme - Genlikte Sayısallaştırma

Örnekleme (zaman içinde sayısallaştırma) teorik olarak sinyal bilgisi kaybına neden olmazken, niceleme (genlikte sayısallaştırma) her zaman yapar. Örneğin, 8 bitlik imzalı bir sayı, bir sinyali -128 ile + 127 arasında bir değer olarak gösterebilir. Her örnek için, *AID* dönüştürücü, bu aralıktaki hangi sayının o andaki analog sinyale en yakın olduğunu atar. Belirli bir örneğin değeri 10 ise, orijinal sinyalin 9.5 olup olmadığını söylemenin bir yolu yoktur,

10.5 veya arasında bir yerde. Bu bilgi - sonsuza dek kayboldu.

QUANTIZATION NOISE

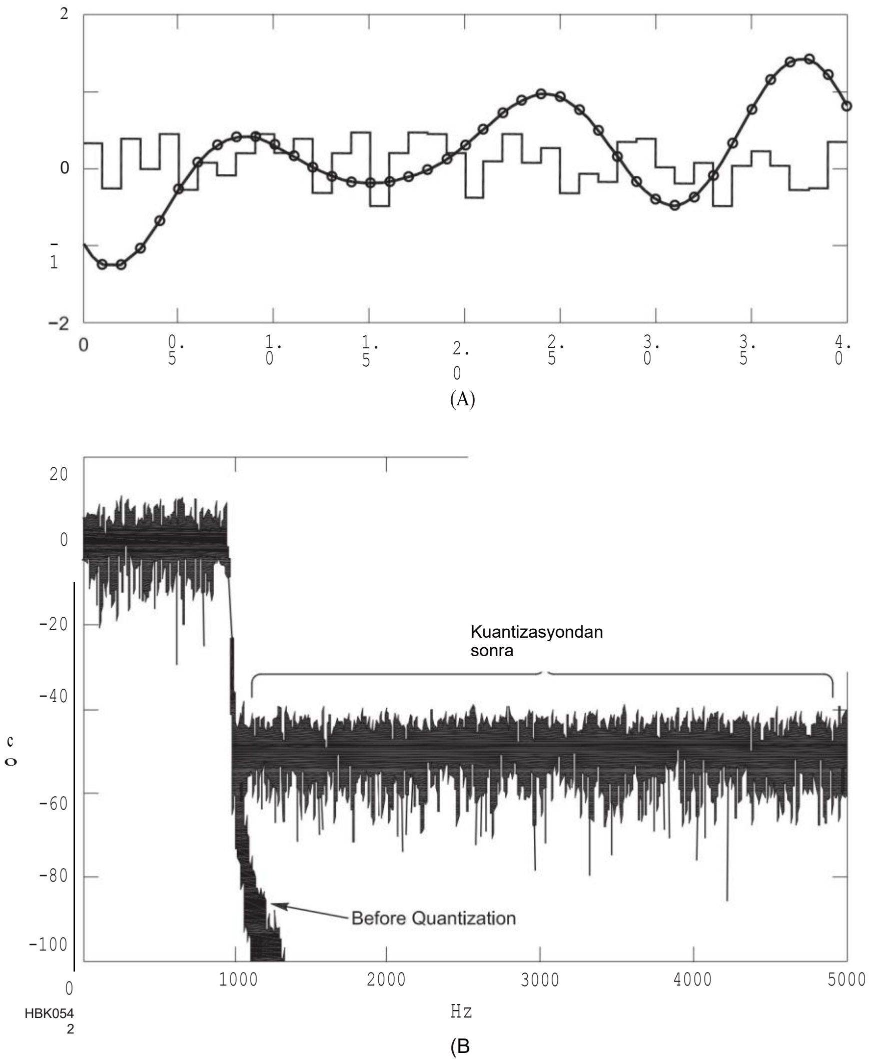
Konuşma gibi karmaşık bir sinyali nicelleştiririrken, bu hata bölüm 8.2.2'de tartışıldığı gibi niceleme gürültüsü olarak adlandırılan gürültü olarak ortaya çıkar. Hata rastgeledir - ADC'nin tek bir adımının ½ ila + ½ aralığında herhangi bir yerde olması eşit derecede olasıdır. İn **Şekil 8.29** pürüzsüz dalga formu a4 ms süre boyunca çizilmiş bir bant sınırlı analog gürültü sinyalidir. Şekil 8.29A dikey ekseni, merdiven benzeri dalga formu ile temsil edilen LSB'deki her örnek için niceleme hatasını gösterir. Sinyalin spektrumu hem nicemlemeden önce hem de nicemlemeden sonra Şekil 8.29B'de gösterilmiştir. Orijinal sinyal varken

Analog filtreleme ile azaltılmış 1 kHz'in üzerindeki frekans bileşenleri, sayısallaştırılmış versiyon 1-5 kHz bandında önemli bir gürültüye sahiptir.

Bazen göz ardı edilen kritik bir nokta, - niceleme gürültüsünün tüm bant genişliği boyunca sıfır Hz'den örnek hızına yayılmasıdır. 48 ksps örnekleyici ile 3 kHz ses kanalını dijitalleştiriyorsanız, gürültü gücünün yalnızca bir kısmı kanalın içindedir. Bu nedenle, etkili sinyal-gürültü oranı sadece bit sayısına değil, aynı zamanda örneklem hızına, f'ye ve sinyal bant genişliğine de bağlıdır, B:

sNR "- sNR + tote] 'g,) a1

Paydadaki iki faktörünün nedeni, bir pozitifin bant genişliği-



Şekil 8.29 - Bant sınırlı olan rastgele bir gürültü sinyalinin niceleme hatası
Bir ses sinyalini simüle etmek için 1 kHz'e. (A) Örnekleyici çözünürlüğü 8 bit ve örnekleme hızı 10 kHz'dir. Örnek değerler daireler ile gösterilir. Ayrıca, LSB birimlerinde niceleme hatası da gösterilmiştir. Aşağıda, nicemlemeden önce ve sonra sinyalin frekans spektrumu bulunmaktadır . (B).

Frekans skaler sinyali Nyquist bant genişliği, f/2 ile karşılaştırılmalıdır. Karmaşık bir sinyali filtrelerken (İ ve Q parçalarını içeren), paydadaki 2B, B ile değiştirilmelidir.

Bir AID dönüştürücü seçerken, etkili SNR'nin örnek hızına bağlı olduğunu unutmayın. Örnek olarak, 12 bit, 65 Msps ADC AD9235 bir Analog Cihazı, aynı üreticiden 16 bit 100 ksps ADC olan bir AD7653 ile karşılaştıralım. 10 kHz sinyal bant genişliği varsayalım.

İdeal bir 12-bitADC SNR değeri 1.76 + 6.02 x 12 = 74.0 dB'dir. AD9235'in - performansı idealden uzak değildir; SNR'si, 65 Msps maksimum örnekleme hızında 70.5 dB'de belirtilmiştir. 10 kHz bant genişliğinde, etkili SNR 70.5 + 10 log (65,000/20) = 105.6 dB'dir.

İdeal bir 16-bit ADC, 98.1 dB SNR'ye sahiptir. Bu AD7653 86 dB olarak belirtilmiştir. Etkin SNR 86 + **1 0log** (l 00/20) = 93 dB'dir.

Yani 12-bit ADC ile 70.5 dB SNR aslında 12.6dB daha iyiBu uygulamada 86 dB SNR ile anthe 16-bitde-vice! İdeal bir 16-bit, 100 ksps ADC bile yalnızca etkili bir SNR of98.1 + l0log (l00/20) = 105.1 dB'ye sahip olur, aynı bant genişliği ile ölçüldüğünde AD9235 gerçek performansından daha kötüdür. 105.6 dB dinamik aralık gerçekleştirmek için, ADC'den gelen sinyalin, veri çözünürlüğünün bitlerini artırırken 10 kHz bant genişliğine filtrelenmesi gerektiğini unutmayın .

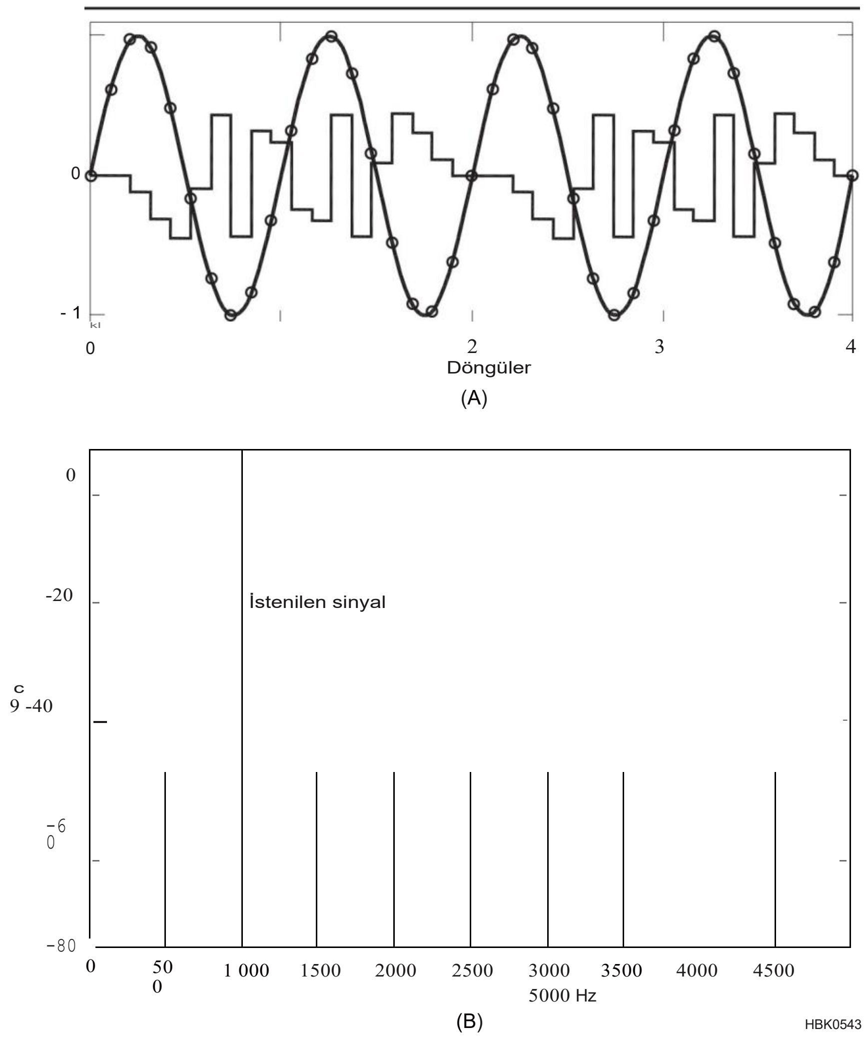
Aşırı örnekleme, gelişmiş bir SİN oranı elde etmek için gerekenden daha yüksek bir örnek oranı kullanma tekniğine verilen addır. Yüksek örnekleme hızı sinyali azaltıldığında, veri sözcüklerinin daha düşük örnekleme hızında daha yüksek dinamik aralığı desteklemek için yeterli bite sahip olması gerektiğini unutmayın. Genel bir kural olarak, niceleme gürültüsü, SNR'yi önemli ölçüde düşürmemek için sinyal gürültüsünden en az 10 dB daha az olmalıdır. AD9235 örnekte, 100 kHz çıkış örnek hızı varsayıldığında, yaklaşık 18 bit gerekli olacaktır: 1.76 + 6.02 x 18 + lOlog (l00/20) = 117.1 dB, 10 kHz bant genişliğinde ADC'nin 105.6 dB dinamik aralığından 11.5 dB daha iyidir .

Yüksek kaliteli ses sistemlerinde kullanılan çoğu ADC ve DAC, dahili dönüştürücünün 28 veya 256 kez bir oranla aşırı örnekleme yapabileceği, ancak çok düşük çözünürlükte (bazı durumlarda sadece 1-bitADC!) Ek olarak, bu tür dönüştürücüler, kuantizasyon gürültüsünün çoğunu örnek hızına yakın frekanslara itmek ve ses spektrumunda azaltmak için gürültü şekillendirme adı verilen bir teknik kullanır. Gürültü daha sonra yok etme filtresinde kaldırılır.

Niceleme hatası, karmaşık bir periyodik olmayan sinyali sayısallaştırırken gürültü olarak kendini gösterse de, sayısallaştırırken ayrı sahte frekanslar olarak ortaya çıkabilir.

Periyodik bir sinyal**.** **Şekil 8.30,** 9.5 kHz hızında 8 bit çözünürlükle örneklenen 1 kHz'lik bir sinüs dalgasını göstermektedir. Ortalama olarak, sinüs dalgasının döngüsü başına 9.5 örnek vardır, böylece örnekleme hatası her ikinci döngüde tekrarlanır. Hata sinyalindeki bu 500-Hz periyodiklik, 500 Hz'de ve harmoniklerde sahte bir sinyale neden olur. Sinyal frekansı değiştikçe, mahmuzlar numune hızının sinyal frekansına oranına bağlı olarak karmaşık bir şekilde hareket eder. Gerçek dünyadaki ADC'ler, transfer fonksiyonundaki doğrusalsızlıklar, özellikle düşük sinyal seviyelerinde, sinyal genliğinin bir fonksiyonu olarak öngörülemeyen şekilde değişen sahte sinyaller de oluşturabilir.

Birçok uygulamada, geniş bant gürültüsü, ayrı frekanslarda sahte sinyallere tercih edilir. Çözüm, *titreme eklemektir. Esasen* bu, niceleme hatasını rasgele hale getirmek için tipik olarak bir LSB veya iki sıraya göre az miktarda gürültü eklemeyi içerir. Bazı DAC'ler, SNR'yi biraz düşürse de, SFDR'yi geliştirmek için yerleşik titreme yeteneğine sahiptir. Renk taklidi, bir ADC'ye giriş sinyalinin bir LSB'den daha küçük olduğu durumlarda da kullanışlıdır. Dar bant filtrelemeden sonra sinyal gürültü seviyesinin çok üzerinde olmasına rağmen, ADC girişi her zaman bir LSB'nin altında ise algılanamaz. Birçok sistemde, giriş amplifikatörlerinden, geçiş bandındaki diğer sinyallerden ve ADC'nin kendisinden doğal titremeye neden olacak kadar yeterli gürültü vardır.



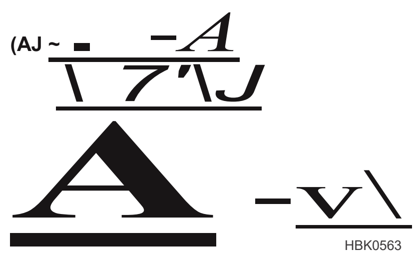
Şekil 8.30 - 9.5 kHz'de örneklenen 1 kHz sinüs dalgasının 8 bit çözünürlükte (A) niceleme hatası. Örnek değerler daireler ile gösterilir. Ayrıca, LSB birimlerinde niceleme hatası da gösterilmiştir. Aşağıda, nicemlemenin (B) neden olduğu sahte frekansları gösteren frekans spektrumu bulunmaktadır.

8. 7 Fourier dönüşümü

Fourier dönüşümü, bir donanım spektrum analizörünün yazılım eşdeğeridir. İt, zaman alanındaki bir sinyali alır ve giriş sinyalinin spektral içeriğini gösteren frekans alanında bir dizi veri (bir sinyal olarak da düşünülebilir) verir. F ouriertransform hem periyodik hem de periyodik olmayan sinyaller üzerinde çalışır, ancak periyodik durumun açıklanması daha kolay olduğu için bununla başlayacağız. (Joseph Fourier, 1822'de kendi adını taşıyan dönüşüm tekniğini tanıtan bir Fransız matematikçi ve fizikçiydi. Fizik, matematik ve mühendisliğe yaptığı katkılar geniş kapsamlıydı ve bugün kullanılan birçok teknolojinin merkezinde yer alıyordu.)

Periyodik bir sinyal her 7 saniyede bir tekrarlanan bir sinyaldir, burada 7 periyottur. Bu, sinyalin yalnızca sinüzoidal dalga formlarının 7 saniyede bir tam döngü sayısına sahip olduğu frekanslardan oluşabileceği anlamına gelir. Diğer bir deyişle, sinyal 1/r frekansındaki sinüzoidlerden ve onun harmoniklerinden oluşur. Fourier'in anlayışı, bir frekansın mevcut olup olmadığını, dalga formunu bu frekansın bir sinüzoidi ile çarparak ve sonucu entegre ederek belirleyebileceğinizdir. Entegrasyonun sonucu bu harmoniğin genliğini verir. Eğer integral sıfır verirse, o zaman bu frekans mevcut değildir.

Bunun nasıl çalıştığını görmek için Şekil **8.31'e bakın .**
Tartışma amacıyla, test edilecek sinyalin tek bir tondan oluştuğunu varsayalım.



Şekil 8.31 - Frekans içeriği (A) için test edilecek sinyal. Temel test frekansı (B). Sinyal ve temel (C) ürünüdür. İkinci harmonik test frekansı (D). Sinyal ve ikinci harmonik (E) ürünüdür.

(A)'da gösterildiği gibi ikinci harmonikte. İlk test frekansı (B)'de gösterilen temeldir. İkisini birlikte çarptığınızda (C)'de dalga formunu elde edersiniz. Bu sinyali bütünleştirmek ortalama değerini verir, bu da sıfırdır. Bununla birlikte, test sinyalini ikinci harmonikte (D) bir sinüs dalgasıyla çarparsanız, ortaya çıkan dalga formunun (E) büyük bir de ofseti vardır, böylece entegrasyon büyük bir sıfır olmayan değer verir. İkinci harmonikler dışındaki tüm harmonikler sıfır sonuç verir. Yani, ikinci harmonik diğerlerine ortogonaldir.

Eğer test dalga formu birden fazla frekans içeriyorsa, bu frekansların her biri eşdeğer frekanslı sinüs dalgası ile test edildiğinde sıfır olmayan bir sonuç verecektir. Ek frekansların varlığı, diğer frekanslar için testleri rahatsız etmez, çünkü hepsi birbiriyle ortogonaldir.

Bu yöntemin yalnızca test sinüs dalgası sinyaldeki ile fazdaysa çalıştığını fark etmiş olabilirsiniz. Eğer faz dışında 90 ° ise, entegrasyon sıfır verir. Fourier dönüşümü bu nedenle sinyali her frekansta hem sinüs dalgası hem de kosinüs dalgası ile çarpar. İki testin sonuçları daha sonra denklemleri kullanarak sinyalin frekans bileşeninin hem genliğini hem de fazını verir.

A = - % °

ve

•-'})

Burada a genlik, q faz, a kosinüs genlik ve b sinüs genliğidir.

Sinyalin bir periyodu 256 örnek içeriyorsa, tek bir frekansı test etmek, sinüs dalgası ve kosinüs dalgası ile sinyali 256 kez çarpmayı ve toplam 512 çarpma ve ekleme için sonuçları 256 kez eklemeyi gerektirir. (Bu, gerekli olan işleme talimatları için çoğul biriktirme olarak adlandırılır.) Test edilmesi gereken 128 frekans vardır, çünkü 128'inci harmonik Nyquist frekansındadır. Toplam hesaplama sayısı bu nedenle 512 x 128 = 256? Çoğaltmalar ve eklemeler. Bu genel bir sonuçtur. Forany örneklem büyüklüğü, **n**, sayısal Fourier dönüşümünün hesaplanması n gerektirir? çoğaltır-biriktirir.

Fourier'in keşfinin mükemmel bir görsel temsili şu **adreste mevcuttur blog.matthen.com/post/42112703604/thes mooth-motion-of-rotating-circles-canbe-u sed. Temel** ve harmonikler bir dizi dönen vektör olarak gösterilir. Her vektör bir çember çizer, etrafında döner.

İmzalı frekans ve faz. Vektörler birbirine eklendiğinde ve sonuç istenen dalga formudur!

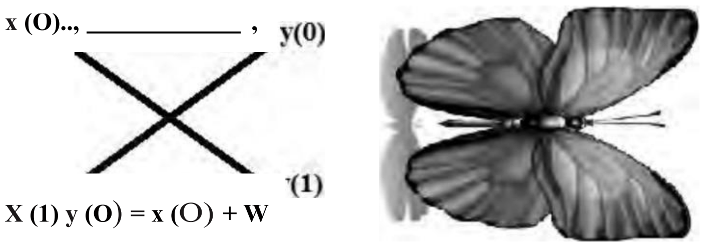
8.7.1 Hızlı Fourier Dönüşümü (FFT)

Hesaplama sayısı örnek büyüklüğü ile hızla büyür. 1024 örnek üzerinde Fourier dönüşümünün hesaplanması bir milyondan fazla çarpma-biriktirme döngüsü gerektirir. - Ancak, hesaplamalarda bir miktar fazlalık olduğunu fark edebilirsiniz. İkinci harmonik test edilirken, örneğin, test sinüs dalgasının iki döngüsünün her biri aynıdır. İt, dizinin birinci ve ikinci yarısından sinyal verilerini önceden eklemek ve daha sonra bir kez test sinüs dalgasının tek bir döngüsü ile çarpmak mümkün olacaktır. Ayrıca, bir sinüs dalgasının ilk çeyrek döngüsü, ikinci çeyrek döngüsünün sadece bir ayna görüntüsüdür ve ilk yarı, ikinci yarının sadece negatifidir.

1965 yılında J. W. Cooley ve John W. Tukey, hesaplamaları hızlandırmak için Fourier dönüşümünde bulunan tüm simetrilerden yararlanan bir algoritma yayınladılar. Genellikle *hızlı Fourier dönüşümü* (FFT) olarak adlandırılan Cooley-Tukey algoritması, hesaplama sayısını n? Yerine nlog (n) ile orantılı hale getirir. 1024 noktalı bir FFT için, hesaplama süresi 1024 = ^{2}1.048.576 yerine 102410g (1024) = 10.240 ile orantılıdır .

Örnek boyutlarının genellikle 27 = 128, 28 = 256 ve 29 = 512 gibi iki güç olduğunu fark edeceksiniz. Bunun nedeni, FET algoritmasının bu boyutlardaki dizilerle en verimli olmasıdır. Algoritma, *zaman içinde radix-2 decimation adı verilen bir işlem kullanır,* yani, önce verileri eşit büyüklükte iki parçaya böler, sonra bu parçaların her birini eşit büyüklükte daha küçük iki parçaya böler, vb. İt, algoritmadan biraz daha fazla verimi, iki yerine dörde indirgemeye dayanan bir radix-4 FFT ile sıkmak mümkündür. Bu nedenle, genellikle 43 = 64, ^{4}4 = 256 ve 45 = 1024 gibi dördün güçleri olan örnek boyutlarını görürsünüz. - Algoritmadaki diğer varyasyonlar, zamandan ziyade frekansta decimation, hesaplamada farklı aşamalarda farklı decimation faktörlerini kullanan mixed-radix FFT'leri ve sonuçları giriş verileriyle aynı depolama arabelleğine yerleştiren ve bellek tasarrufu sağlayan yerinde hesaplamayı içerir. İkinci yöntem, adres sözcüklerini bitreverse çıktı verilerinin sırasının karıştırılmasına neden olur. Örneğin, adres 0 1010000 00001010 hale gelir .

Çoğu FFT algoritmasının kalbi, *kelebek adı verilen bir veri akışı modelidir.* **Şekil 8.32 iki** element kelebeği göstermektedir. Girdi x (0) ve x (1) olmak üzere iki öğe içerir ve



X (1) y (O) = x (O) + W

(O) x (1) y (1) = x (O) -

WV (1) x (1)

Şekil 8.32 - İki elemanlı bir "kelebek" sinyal akış diyagramı. Çizgilerin kesişmesi diyagramın stilize kelebek kanatları gibi görünmesini sağlar

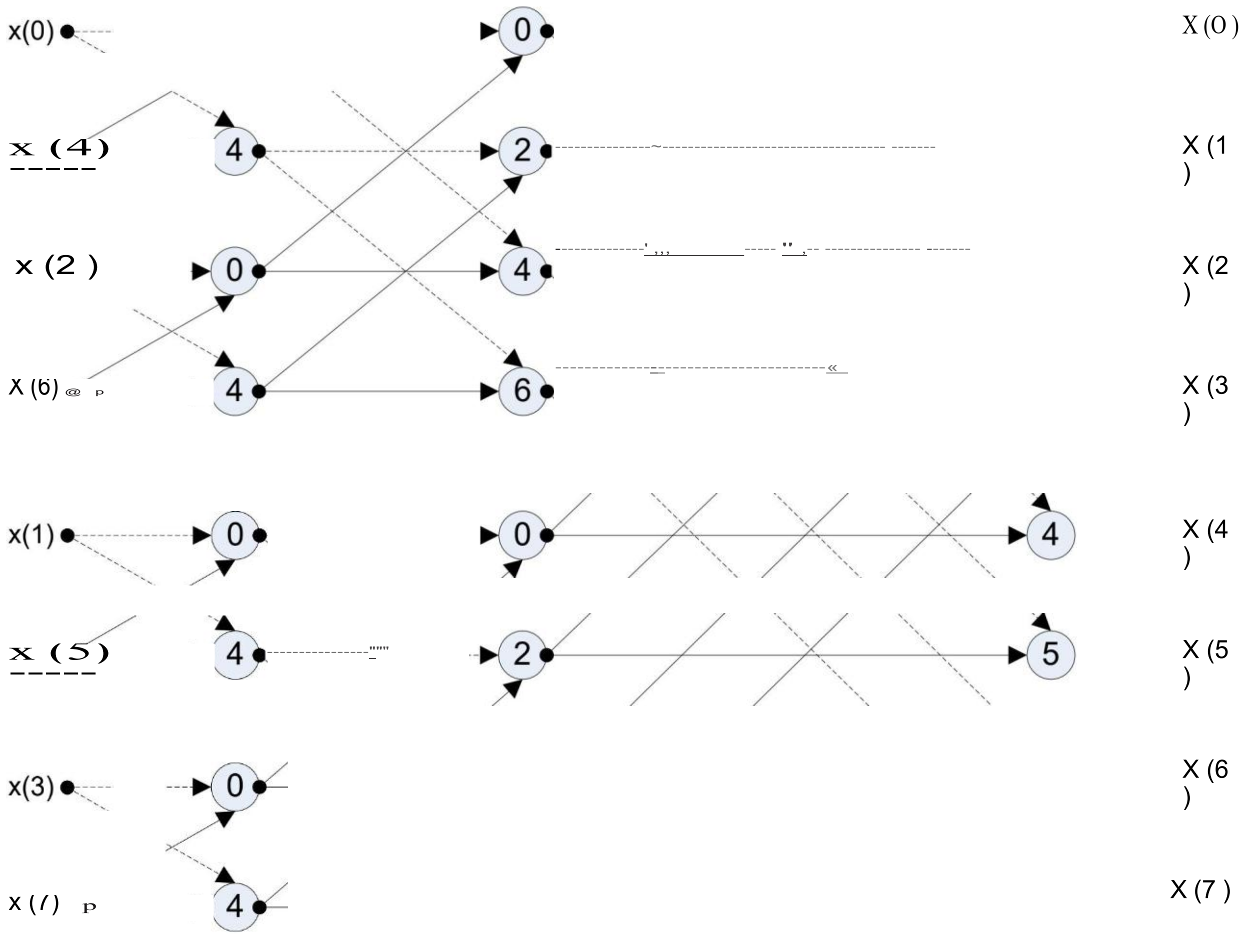
Çıktının iki elemanı vardır y (O) ve y (l). Kelebek için denklemler şunlardır:

y (0) = x (O) + x (1)

Wk y (l) = x (l) - x (l)

Burada wk, sinüs ve kosinüs harmoniklerinin toplamıdır (2k) + Jsin (2k).

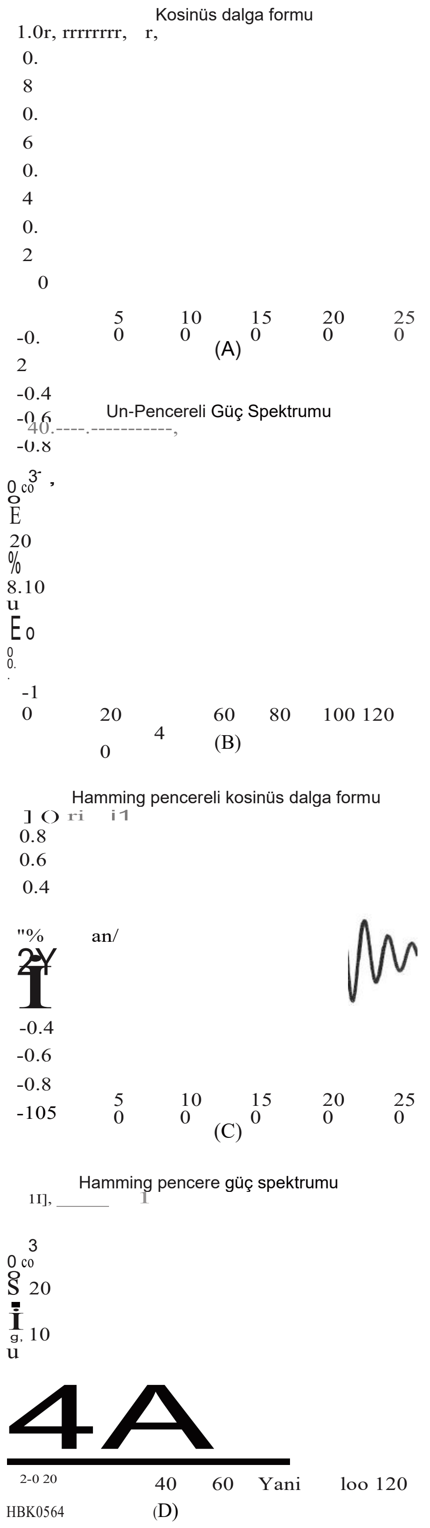
Şekil 8.33, karıştırılmış giriş/doğal çıkışın veri akış diyagramını göstermektedir (çıkış, en düşük en yüksek elemandan sıralanmıştır). Her aşamadaki daire içindeki sayı, W için k değerini gösterir.Hesaplamanın ilk aşamasının dört adet 2x2 kelebek işlemi gerçekleştirdiğine dikkat edin, ikincisi iki adet 4x4 kelebek işlemi ve sonuncusu bir 8x8 kelebek. Her aşamada daha az kelebek işlemi vardır, bu nedenle *zaman* algoritmasında bir decimation denir.



Şekil 8.33 - 8 elemanlı bir FFT hesaplaması için tam bir akış diyagramı. Her katı çizgi, elemanın sola doğrudan bir katkısını temsil eder. Her kesikli çizgi, karmaşık operatör W ile çarpılan bir katkıyı temsil eder.Bir dairedeki her sayı, çarpma için kullanılan k değerini temsil eder. Bu örnek, tam 256 hesaplama yerine sadece 24 karmaşık çarpma işlemi gerektirir.

8.7.2 Periyodik olmayan sinyaller

Şimdiye kadar, dönüştürülecek sinyalin periyodik olduğunu varsaydık, böylece dizideki her sinüs dalgası harmonik döngüsünün tam sayı sayısı var. Periodik olmayan bir sinyalle, bu mutlaka böyle değildir. Sinyaldeki çeşitli frekanslar kesin değildir



Harmonik 1/7 ve test frekanslarına hiçbir uzun ortogonal vardır. Sonuç *spektral sızıntıdır;* Sinyaldeki tek bir frekans, bir dizi farklı harmonik frekansta test edildiğinde sıfır olmayan bir sonuç verebilir. Şekil 8.34, (B) harmonik olmayan bir frekansta tek bir sinüs dalgasının FFT'sini göstermektedir. Sahte yanıtın gerçek frekanstan oldukça uzağa uzandığını görebilirsiniz.

Bu uzaktaki sahte tepkiler, öncelikle, -dizinin kenarlarındaki sinyalin aniden sona ermesinden kaynaklanır. Spektrum, Analog - **ve Dijital Filtreleme bölümünde açıklandığı gibi kenarları bir pencere ile sivrilterek dijital filtre katsayıları şeklinde önemli ölçüde temizlenebilir**. Aslında, her ikisi için de aynı pencere işlevleri kullanılır. Şekil 8.34 kısım C, (A)'daki sinyale bir Hamming penceresi uygulanmasının sonucunu gösterir ve elde edilen gelişmiş spektrum (D)'de gösterilir. FIR filtrelerinde olduğu gibi, farklı pencereler farklı alanlarda mükemmeldir. Kenarlarda sıfıra kademeli geçiş yapan pencereler, sahte tepkileri bastırmak için daha iyi bir iş çıkarır, ancak bitişik spektral çizgileri yayar, analog spektrum analizöründe daha geniş bir çözünürlük bant genişliği kullanmaya benzer. Daha geniş bir orta bölüme sahip pencereler ve kenarlarda sıfıra daha ani bir geçiş, daha az kirletici ancak daha sahte yanıtlara sahiptir.

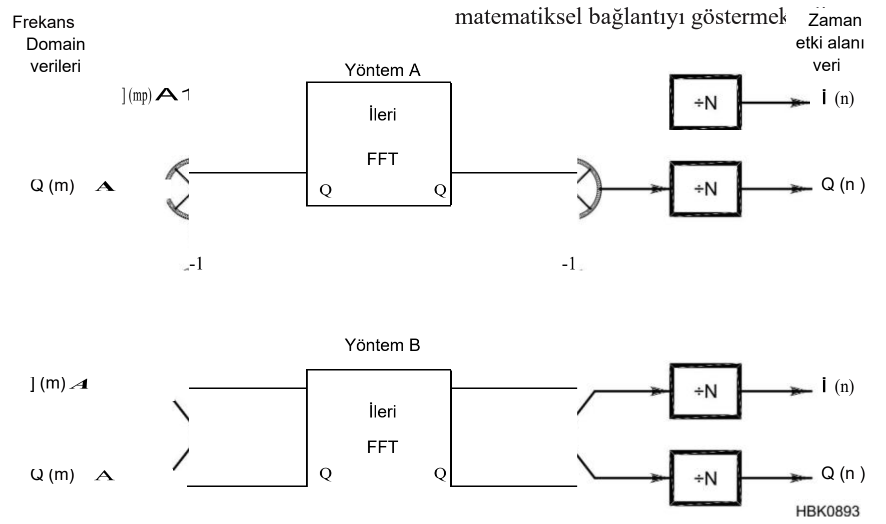
8.7.3 İnverse Fourier Dönüşümü (IFT)

İt Fourier dönüşümü çalıştırmak için de mümkündür "ters", değişen frekans do-

Ana veriler zaman alanı verilerine geri döner. IFT, sinüs dalga genliği ve fazlarının bir koleksiyonunu alır ve "ileri" Fourier dönüşümünün dalga formunu sinüs dalgalarının koleksiyonuna değiştirdiği gibi bir dalga formu oluşturmak için bunları bir araya getirir.

Fourier dönüşümünü gerçekleştirmenin akıllı yolları FFT'ye yol açtığı gibi, FFT ve IFT hesaplamalarındaki benzerlikler, IFT'yi gerçekleştirmek için kullanılacak "ileri" FFT'yi gerçekleştiren aynı hesaplamaları sağlar. **Şekil 8.35,** İ ve Q kanal verileri üzerinde FFT algoritmasını kullanarak bir IFT uygulamak için iki yöntem göstermektedir. Her iki yöntem de, sinüzoidal bileşenlerin (harmonikler) genliğini ve fazını temsil eden frekans alanı verilerini (İ (m) ve Q (m)) girdiler. Çıktı, dalga formunu temsil eden bir dizi zaman alanı örneği, İ (n) ve Q (n)'dir. N'ye bölen fonksiyonlar, hesaplamaların gerektirdiği ölçekleme faktörleridir. Gelişmiş yöntemler, FFT ve IFT'yi farklı veri akışları üzerinde aynı anda gerçekleştirebilir ve özel bir donanım setinin çift görev yapmasına izin verir .

Alıcı-vericiler, bütünlük için bu tartışmaya dahil edilen IFT'yi kullanarak iletilebilir sinyaller üretmez. İletim zincirleri genellikle İ ve Q kanal taşıyıcılarındaki dijital verilerle İ/Q modülasyonunu gerçekleştirir, çıkışı filtreler (analog veya dijital filtrelerle) ve geleneksel olarak yararlı seviyelere yükseltir. Bununla birlikte, zaman ve frekans alanları arasında dönüşüm yapmak için aynı algoritmayı kullanmanın zarafeti, zaman ve frekans arasındaki derin matematiksel bağlantıyı göstermek



Şekil 8.35 - "İleri" FFT algoritmasını kullanarak İnverse Fourier Dönüşümünü (IFT) gerçekleştirmenin iki yöntemi.

◄ Şekil 8.34 - Spektral sızıntıyı en aza indirmek için pencereleme kullanımını aydınlatmak ". Rakamlar (A) bir kosinüs dalga formunun harmonik frekansta olmadığını, (B) ortaya çıkan istenmeyen güç spektrumunu, (C) Hamming pencereli aynı kosinüs dalga formunu ve (D) pencereli dalga formunun çok daha dar güç spektrumunu göstermektedir .

8.8 Sözlük

Analogdan dijitale dönüştürücü (ADC) - Bir analog sinyali örnekleyen ve sinyalin genliğini temsil eden bir dijital sayı veren bir cihaz.

Kenar yumuşatma filtresi - Gelen sinyalin Nyquist kriterini karşıladığından emin olmak için örnekleyicinin önüne yerleştirilen bant sınırlayıcı bir filtre.

Uygulamaya özel entegre devre (ASİC) - Belirli bir uygulama için tasarlanmış programlanamayan bir İC.

Aritmetik mantık birimi (ALU) - Bir mikroişlemcinin temel aritmetik ve mantıksal işlemleri gerçekleştiren kısmı.

Barrel shifter - Bir mikroişlemcide, bir seferde bir sayıyı birden fazla bit ile değiştirebilen bir devre.

Baseband - Bir sinyalin düşük frekanslı kısmı. Bu tipik olarak modülasyondur.

İkili nokta - Tam sayı kısmını ikili bir sayının kesirli kısmından ayıran sembol.

Dinamik aralığın engellenmesi (BDR) - Gürültü seviyesi (genellikle 500-Hz bant genişliğinde) ile daha zayıf bir sinyal seviyesinde 1 dB azalmaya neden olan sinyal seviyesi arasındaki fark.

Dairesel tamponlar - Son girişin birinciye bitişik olduğu düşünülen bir tampon.

Bilişsel radyo - Bir kablosuz düğümün diğer düğümlerle etkileşimi önlemek için iletim veya alım parametrelerini otomatik olarak değiştirdiği bir radyo sistemi.

Karmaşık sayı - Gerçek ve hayali parçalar içeren bir sayı.

Karmaşık PLD (CPLD) - Daha karmaşık bir programlanabilir mantık cihazı PAL gibi küçük bir PLD, ancak benzer bir mimariye sahip.

Evrişim - Bir sayı dizisini başka bir sayı dizisi ile değiştiren matematiksel bir işlem Farklı bir frekans spektrumu veya istenen diğer özelliklere sahip üçüncü bir dizi üretmek için. Bir FIR filtresi bir evrişim motorudur.

Cooley-Tukey algoritması - Hızlı Fourier dönüşümü için başka bir isim.

Decimation - Örneklem hızının bir tam sayı faktörü ile azaltılması.

Zaman içinde ondalık - Fourier dönüşümü gibi hesaplamaları kolaylaştırmak için bir sayı dizisinin art arda daha küçük alt dizilere bölünmesi.

Dijital downconverter (DDC) - Tipik olarak daha düşük bir örneklem hızında bir frekans bandını baseband'e çeviren bir cihaz.

Dijital sinyal işleme - Sinyalleri temsil eden dijital sayı dizilerinin işlenmesi.

Dijital sinyal işlemcisi (DSP) –A Dijital sinyal işleme yapmak için cihaz. Normalde bu terim, sinyal işleme için özel yetenekleri olan mikroişlemci tipi bir aygıtı ifade eder.

Dijital-analog dönüştürücü (DAC) - Dijital numaraları dönüştüren bir cihaz Sayısal sayılarla orantılı genliğe sahip bir analog sinyale.

Digital upconverter (DUC) - Bir baseband sinyalini frekans olarak daha yüksek bir frekansa, tipik olarak daha yüksek bir örneklem hızına çeviren bir cihaz.

Titreme - Niceleme etkilerinin üstesinden gelmek için bir sinyalin genliğini veya fazını rastgele değiştirmek.

Gömülü sistem - Genel amaçlı bilgi işlem dışındaki amaçlar için bir mikroişlemci içeren bir sistem.

Üs - Bir sayıyı temsil etmek için radix noktasının taşınması gereken basamak sayısı.

Hızlı Fourier dönüşümü (FFT) - *N* yerine nlog (n) ile orantılı bir yürütme süresi ile ayrık Fourier dönüşümünü hesaplayabilen bir algoritma? Fourier dönüşüm denkleminin doğrudan uygulanmasının gerektirdiği gibi .

Alan programlanabilir kapı dizisi (FPGA) - Fonksiyonu ve bağlantıları sahada yeniden programlanabilen çok sayıda karmaşık mantık bloğu içeren bir İC.

Kayan nokta - Değeri bir mantissa ve bir üs ile temsil edilen bir sayıyı ifade eder.

Fourier dönüşümü - Bir zaman alanı sinyalinin frekans spektrumunu türeten matematiksel bir işlem.

Hardware-description languages (HDL) - Bir dijital cihazın veya sistemin devresini belirten bir bilgisayar dili.

Harmonik örnekleme - Örneklenecek sinyalin en yüksek frekansının iki katından daha az olan bir örnek hızının kullanılması. Örnekleme hızı, sinyalin bant genişliğinin iki katından fazla olmalıdır.

Harvard mimarisi - Program ve verilerin ayrı anılarda depolandığı bir bilgisayar mimarisi.

İmaginer sayı - Eksi bir'in karekökü ile çarpılan gerçek bir sayı.

İmpulse - Sıfıra yaklaşan bir genişliğe sahip sonlu enerji darbesi.

İn-devre emülatörü (İCE) - Bir cihazın çalışmasını taklit eden bir cihaz mikroişlemci operatöre hata ayıklama araçları sağlarken. İCE normalde mikroişlemciyi tutan bir İC soketine takılır.

İn-circuit debugger (İCD) - Mikroişlemcide yerleşik hata ayıklama özelliklerini kullanan bir cihaz, böylece devredeyken test edilebilir.

İn-devre programlanabilir (IPP) - Uygulama devresine bağlıyken programlanabilen programlanabilir bir İC.

İn-devre programlayıcısı (ICP) - Uygulama devresine bağlıyken programlanabilir İC'lerin programlanmasını kolaylaştıran bir cihaz.

İn-faz (İ) - Bir radyo sinyalinin bir referans taşıyıcı ile fazda olan kısmı.

Entegre geliştirme ortamı (İDE) - Bir mikroişlemci projesi geliştirmek için entegre bir yazılım ve donanım araçları koleksiyonu.

İnterrupt servis rutini (JSR) - Ana rutin bir olay tarafından kesintiye uğradığında otomatik olarak çağrılan bir yazılım alt programı.

En az önemli bit (LSB) - Ölçüm birimi olarak kullanıldığında, dijital bir sayının en küçük adımının boyutu.

Doğrusal faz - Bir sistemi ifade eder Gecikmenin tüm frekanslarda sabit olduğu, yani fazın frekans ile doğrusal olduğu anlamına gelir.

Mantissa - Bir logaritma veya kayan nokta sayısının ondalık veya ikili kısmı.

Çarpan-akümülatör (MAC) - İki sayıyı çarpabilen ve sonucu bir önceki sonuca tek bir işlemde ekleyebilen bir cihaz.

Multi-rate - Birden fazla örnek hızına sahip bir sistemi ifade eder.

Nyquist kriteri - Örnek hızının sinyalin bant genişliğinin en az iki katı olması şartı.

Nyquist frekansı - Örneklem hızının yarısı.

Nyquist oranı - Sinyal bant genişliğinin iki katı.

Bir kerelik programlanabilir (OTP) - Yeniden programlanamayan programlanabilir bir cihaz.

Ortogonal - Dik. Dik geometrik vektörlerin matematiği ile İn analojisi, terim, iletişimde, evrişimli olduğunda sıfır üreten iki sinyale atıfta bulunmak için kullanılır.

Aşırı toplama - Sinyalto-gürültü oranını iyileştirmek için Nyquist kriterinin gerektirdiğinden daha yüksek bir örnek hızı kullanın.

Fazör diyagramı - Bir sinyalin faz içi ve kuadratür bileşenlerinin büyüklüğünün kutupsal bir grafiği.
Pipeline - Farklı birimlerin aynı anda farklı talimatlar veya sinyal örnekleri üzerinde çalışabilmesi için bir mikroişlemci veya başka bir dijital cihazdaki hesaplama birimlerinin düzenlenmesi; Ayrıca ve yüksek hızlı ADC'ler için yaygın olarak kullanılan mimari
Programlanabilir dizi mantığı (PAL) - Bir dizi AND kapısı, OR kapısı, invertör ve mandaldan oluşan bir tür küçük PLD.
Programlanabilir kapı dizisi (PGA) - bkz. *Field-progammable kapı dizisi*
Programlanabilir mantık aygıtı (PLD) - Bağlantıları üreticide tanımlanmayan ancak programlanması gereken birçok mantık öğesine sahip bir cihaz.
Quadrature (Q) Bir radyo sinyalinin referans taşıyıcısı ile faz dışında 90 ° olan kısmı .
Niceleme - Sürekli bir analog sinyalin sonlu sayıda bit içeren bir sayı ile gösterilmesi.
Niceleme hatası - Bir analog sinyal ile dijital örnekleri arasındaki genlik farkı.
Niceleme gürültüsü - Rastgele niceleme hatasından kaynaklanan gürültü.
Radix - Bir sayı sisteminin tabanı. İkili sayı radix 2 ve ondalık sayı radix 10 .
Radix noktası - Tam sayı kısmını bir sayının kesirli kısmından ayıran sembol.
Yeniden yapılandırma filtresi - Örnekleme mahmuzlarını filtrelemek için dijitalden analoğa dönüştürme veya enterpolasyondan sonra bulunan bir filtre.
Yeniden örnekleme Örnekleme hızını tam sayı olmayan bir oranla değiştirme .
Çözünürlük - Bir dijital sayıyı en küçüğünden en büyüğüne kadar temsil etmek için gereken bit sayısı.
Örnek oranı - Örneklerin bir sistemden üretildiği, işlendiği veya çıktığı oran.
Örnekleme - Zamanın ayrı noktalarında bir sinyali ölçme ve kaydetme işlemi.
Yazılım tanımlı radyo (SDR) - Temel sinyal işleme işlevleri yazılım tarafından tanımlanan bir verici ve/veya alıcı.
Spektral sızıntı - Bir Fourier dönüşümü, olan frekansların göstergesi
Yetersiz pencereleme nedeniyle sinyalde aslında mevcut değildir.
Undersampling- Harmonik örnekleme. *Von Neumann mimarisi* - Hem program hem de verileri tutmak için bir işlem birimi ve tek bir ayrı okuma/yazma belleği içeren bir bilgisayar mimarisi.
Pencereleme - Bir
Veri dizisi böylece numuneler aniden sıfıra geçmez. Bu, bir FIR filtresinde geçiş bandı ve durma bandı dalgalanmasını ve bir Fourier dönüşümünde spektral sızıntıyı önler.
Sıfır sipariş tutma - Tüm örnek dönemi için bir veri değerinin tutulması.
Sıfır tepegöz döngüsü - Bir mikroişlemcinin ek talimatlar olmadan bir bellek bloğunun ucundan en başa otomatik olarak atlayabilme yeteneği.

8.9 Kaynaklar ve Bibliyografya

Referanslar

1. FCC Raporu ve Sipariş FCC 01-264, 2001 yılında ticari hizmette yazılım tanımlı telsizleri yetkilendirdi. **www.fcc.gov belgeyi arayın**.
2. Hershberger, D., W9GR, "Radyo Amatör için Düşük Maliyetli Dijital Sinyal İşleme", QST, Eylül 1992, pp 43-51.
3. Youngblood, G., "Kitleler için Yazılım Tanımlı Radyo", *QEX; Bölüm* 1, Temmuz/Ağustos 2002; Bölüm 2, Eylül/Ekim 2002; Bölüm 3, Kasım/Aralık 2002; Bölüm 4, Mart/Nisan 2003.
4. Tayloe, D., N7VE, "Notes on 'İdeal' Commutating Mixers (Nov/Dec 1999)" Editöre Mektuplar, *QEX,* Mar 2001, p 61.
5. Microchip İDE yazılımı **www.microchip adresinden ücretsiz olarak indirilebilir. com.**
6. SDR uygulamaları için Raspberry Pi GPU'yu kullanma hakkında daha fazla bilgi için bakınız: **www. raspberrypi.org/blog/acceleratingfourier-transforms-using-the-gpu**
7. Blanchard, R., W6UYG, "Şeker Kaplı Tek Kenar Bandı", *QST, Ekim* 1952, p 38ff.
8.Weaver, D.K., Jr, "A Third Method of Generation and Detection of SingleSideband Signals" *Proc. IRE,* Aralık 1956. 9. Wright, Jr., H., WIPNB, "S.S.B.'nin Üçüncü Yöntemi", *QST,* Eylül 1957, s. 11-15 .

BIBLIOGRAPHY

DSP Yazılım Araçları

Aşağıdaki kitaplara, indirilebilir ek içerikteki DSP dosyalarında atıfta bulunulur.

Aikin, O., *PC-DSP,* Prentice Hall, Englewood Cliffs, NJ, 1990 (DF).
Kamas, A. ve Lee, E., *Dijital Sinyal İşleme Deneyleri, Prentice* Hall, Englewood Cliffs, NJ, 1989 (DF).
Momentum Veri Sistemleri, İnc., *QEDesign, Costa* Mesa, CA, 1990 (DF).
Buharlar, S. D. ve David, R. A., *FORTRAN ve C'de Sinyal İşleme Algoritmaları,* Prentice Hall, Englewood Cliffs, NJ, 1993 (DF).

Ders kitapları

Hayward, Wes, vd., *RF Tasarımında Deneysel Yöntemler, bölüm* 10 "DSP Bileşenleri've bölüm 11" İletişimde DSP Uygulamaları ", ARRL, 2009 (D).
Lathi, B.P., *Sinyal İşleme ve Doğrusal Sistemler, Oxford* University Press, 1998.
Lyons, R., *Dijital Sinyal İşlemeyi Anlama, Üçüncü* Baskı, Pearson, 2012.
Madisetti, V. K. ve Williams, D. B., Editörler, *Dijital Sinyal İşleme El Kitabı, CRC* Press, Boca Raton, FL, 1998 (D).
Mar, Amy (Editör), *ADSP-2100 Ailesini Kullanan Dijital Sinyal İşleme Uygulamaları, Cilt İ, Prentice* Hall 1990. ADSP- 2100'e yönelik olsa da, DSP algoritmaları hakkında çok iyi genel bilgiler var. Hem hacim İ hem de İİ, Analog Devices Web sitesinde ücretsiz olarak indirilebilir **www.analog.com.**
Parks, T. W. ve Burrus, C.S., *Dijital Filtre Tasarımı,* John Wiley ve Oğulları, New York, NY, 1987 .

Sabin, W.E. ve Schoenike, E. 0., Eds., *HF Radyo Sistemleri ve Devreleri, 2.* baskı, Noble Publishing Corp, Norcross, GA, 1998.
Widrow, B. ve Buharlar, S. D., *Uyarlanabilir Sinyal İşleme,* Prentice Hall, Englewood Cliffs, NJ, 1985 .
Zverev, A. İ., *Filtre Sentezi El Kitabı,* John Wiley ve Oğulları, New York, NY, 1967.

Makaleler ve Makaleler

Ahlstrom, J., "An All-Digital SSB Exciter for HF", *QEX,* Mayıs/Haziran 2008, pp 3-10.
Ahlstrom, J., "HF için Bir Dijital Alıcı-Verici", *QEX, Ocak/Şubat 2011*, pp 3-8 .
Asbrink, L., "Linrad: Yeni Olasılıklar İletişim Deneycisi için ", *QEX, Bölüm 1, Kasım/Aralık* 2002; Bölüm 2, Ocak/Şubat 2003; Bölüm 3 Mayıs/Haziran 2003.
Bloom, J., "DSP ile İLAD Ölçümü", *QEX, Jun* 1993, s 9-18.
Bloom, J., "Negatif Frekanslar ve Karmaşık Sinyaller", *QEX,* Eylül 1994 .
Bloom, J., "Örneklenen Sinyallerin Korelasyonu", *QEX, Şubat* 1996.
Brannon, B., "Dijital Alıcı Tasarımının Temelleri", *QEX,* Eylül/Ekim 1999, pp 36-44 .
^ Cahn, H., "Direct Digital Synthesis - An", *QST,* Aug 1994, pp 30-32.
Cowling, S., "Hands-On SDR", *QEX,* Eylül 2014'te başlayan sütunlar.
Danzer, P., "Fourier Serilerinin Pratik Bir Gösterimi", *QST,* Nis 2007, p 37.
Dobranski, L., "Amatör Radyo İnterfaces Programlama Uygulamaları İhtiyacı (APis)", *QEX, Ocak/Şubat* 1999, s 19-21.
Gradijan, S., "Bir Süper Alıcı-Verici Oluşturun - Yazılım Kontrol Edilebilir Radyolar için Yazılım", *QEX,* Eylül/Ekim 2004, pp 30-34.
Hightower, M., "Basit SDR Alıcısı", *QEX, Mart/Nisan* 2012, pp 3-8.
Hill, C., "SDR2GO: Bir DSP Odyssey", *QEX,* Mar/Nisan 2011, pp 36-43 .
Kester, W., "SİNAD, ENOB, SNR, THD, THD + N ve SFDR Böylece Yapmazsınız Gürültü Katında Kaybolun ", Analog Cihazlar, MT-003 **www.analog.com/ media/en/training-seminars/tutorials/ MT-003.pdf.**
Kester, W. "Uygulamanız için Hangi ADC Mimarisi Doğru?" Analog **cihazlar, www.analog.com/media/en/ analog-dialogue/volume-39/number-2/ articles/the-right-adc-architecture.pdf.**
Mack, Ray, "SDR: *Basitleştirilmiş", QEX,* Kasım 2009'da başlayan sütunlar.
Martin, K., "Karmaşık Sinyal İşleme DEĞİL - Karmaşık **", www.mikrocontroller.net/ attachment/151612/complex_signals. pdf.**
Nickels, R., "Ucuz ve Kolay SDR", *QST, Ocak* 2013, pp 30-35.
Scarlett, J., "Yüksek Performanslı Dijital Alıcı-Verici Tasarımı", *QEX, Bölüm* 1, Temmuz/Ağustos 2002; Bölüm 2, Mart/Nisan 2003.
Smith, D., "Sinyaller, Örnekler ve Şeyler: Bir DSP Eğitimi, Bölüm 1-4, *QEX, Mar/AprSep/Ekim*, 1998.
Stephensen, J., Dijital İletişim için Yazılım Tanımlı Telsizler *", QEX, Kasım/Aralık 2004*, pp 23-35. [Açık kaynaklı platform]
Veatch, J., "DSP-610 Alıcı-Verici", *QST, Ağustos* 2012, pp 30-32.
Ward, R., "Temel Dijital Filtreler", *QEX,* Ağustos 1993, pp 7-8 .
Youngblood, G., "Kitleler için Yazılım Tanımlı Radyo", *QEX; Bölüm 1, Temmuz/Ağustos 2002*; Bölüm 2, Eylül/Ekim 2002; Bölüm 3, Kasım/Aralık 2002; Bölüm 4, Mart/Nisan 2003.

SDR ve DSP Alıcı Testi Hakanson,

E., "SDR'leri ve RF Test Gereksinimlerini Anlama", Anritsu Uygulama Notu.
MacLeod, J.R.; Plaj, M.A.; Warr, P.A.; Nesimoğlu, T., "Yazılım Tanımlı Radyo Alıcısı Test Yatağı", IEEE Vehicular Tech Conf, Fall 2001, VTS 54th, Vol 3, pp 565-1569.
R. Sierra, Rhode & Schwarz, "Challenges İn Testing Software Defined Radios", SDR Forum Sandiego Workshop, 2007.
Sirmans, D. ve Urell, B., "Dijital Alıcı Test Sonuçları", Yeni Nesil Hava Radar Programı.
"Dijital RF İletişim Alıcı Tasarımlarını Test Etme ve Sorun Giderme", Agilent Technologies Uygulama Notu **1314. www.keysight.com/us/ en/assets/7018-06706/applicationnot es/5968-3579.pdf**

İçerik

Bölüm 9 -
İndirilebilir Ek İçerik

Makaleler

- Dr. Ulrich Rohde, N1 UL ve Ajay Poddar, AC2KG tarafından VHF/UHF için Optimize Edilmiş Topraklanmış Taban Osilatör Tasarımı
- Riccardo Gionetti, I0FDH tarafından DDS Jeneratör için Otomatik İzleme Filtresi
- Zaman Alanındaki Kolpitts Osilatörlerinin FM ve AM Gürültü Sinyallerinin Hesaplanması Dr. Ulrich Rohde, N1UL
- Kristal Test Osilatörleri Fred Brown, W6HPH
- Frekans Sentezi: Mevcut ve Gelecek Projeksiyonları Alexander Chenakin
- Ölçüm Alıcısı Faz Gürültüsü
- Dr. Ulrich Rohde, N1 UL tarafından VHF-UHF için Roman Topraklı Taban Osilatör Tasarımı
- Optimize edilmiş osilatör tasarımı: Dr. Ulrich Rohde, N1 UL
- Osilatör Tasarımı David Stockton, GM4ZNX tarafından LTSpice kullanılarak (ayrıca SwissRoll'daki LTSpice dosyalarına bakınız) klasör)
- Osilatör Faz Gürültüsü Dr. Ulrich Rohde, N1 UL
- James Kretzschmar, AD9850 AX tarafından DDS AE7 Sinyal Jeneratör Modülü programlama
- Linley tarafından Radyo Amatör için Katı Hal Tasarımından Düşük Gürültü Osilatörünün Simülasyonu Gumm, K7HFD
- Kristal Osilatör Tasarımı Üzerine Bazı Düşünceler Dr. Ulrich Rohde, N1 UL
- Dr. Ulrich Rohde, N1 UL tarafından Çok Yüksek Performanslı VHF Osilatörlerinin Tasarlanması Üzerine Bazı Düşünceler
- Kolpitts Osilatörleri Hakkında Her Zaman Bilmek İstedikleriniz Dr. Ulrich Rohde, N1UL ve Anisha M. Apte

Araçlar ve Veriler

- *LTSpice Kullanarak Osilatör Tasarımı için simülasyon dosyaları* (SwissRoll klasörü)

Bölüm **9**

Osilatörler ve Sentezleyiciler

RF sinyallerinin tümü osilatörlerle başlar - herhangi bir giriş sinyali olmadan periyodik bir çıkış sinyali üreten devreler. Genel olarak, iletişim sinyalleri ve kare dalga için sinüzoidal dalga formları kullanıyoruz
veya dijital sinyaller (saatler) için darbe çıkışları. Amatörler çok önemser
osilatör tasarımı hakkında. Kalabalık bir grup, istikrarlı ve temiz bir osile-
Alıcının mevcut sinyallerin her birini çözmesi için tor gereklidir. Aynısı, vericilerdeki osilatörler için de gereklidir, böylece sinyallerimiz yalnızca iletişim için gerekli olan spektrum miktarını kullanır. Bu bölüm faz gürültüsü ile ilgili bir bölüm içerirken, **RF Teknikleri bölümü gürültü** ve gürültü metriklerini daha genel olarak tartışmaktadır.

Bu bölüm malzeme içerir
Earl McCune, WA6SUH; Ulrich Rohde, N1 UL; David Stockton, GM4ZNX; Fred Telewski, WA? TZY; Ve Jerry DeHaven, WA0ACF. Bu yazarlar ve diğerleri, *El Kitabı için indirilebilir ek içeriğe dahil edilen faz gürültüsü ve osilatör tasarımı ile ilgili makalelere katkıda bulunmuştur* .

Literatürde görülen çok sayıda farklı osilatör devresi korkutucu olabilir, ancak bunların büyük çeşitliliği, altta yatan kalıpları görüldüğünde buharlaşan bir yanılsamadır. Mümkün olan kombinasyon sayısına rağmen, yönetilebilir derecede az sayıda osilatör tipi tüm ancak çok özel gereksinimleri kapsayacaktır. Bir osilatör devresine bakın ve "okuyun": Ne tür bir filtre - rezonatör - kullanıyor? Ne tür bir amplifikatör? Amplifikatörün giriş ve çıkışı filtreye nasıl bağlandı? Filtre nasıl ayarlanır? Bunlar, osilatör tiplerini uygun kategorilere yerleştiren ve anlaşılabilir kılan basit, kolayca cevaplanan sorulardır. Soruların kendileri, rezonansın önemli bir rol oynadığı salınım mekaniğini anladığımızda daha anlamlı olur.

Herhangi bir osilatör temelde doğrusal olmayan bir cihazdır. Diğer nedenlerin yanı sıra, bu devre herhangi bir RF girişi olmadan bile bir RF çıkışına sahiptir. Herhangi bir doğrusal devre, sinyaldeki büyüklüğü ve faz kaymasını yalnızca girişinde değiştirebilir.

9.1 Osilatörler nasıl çalışır

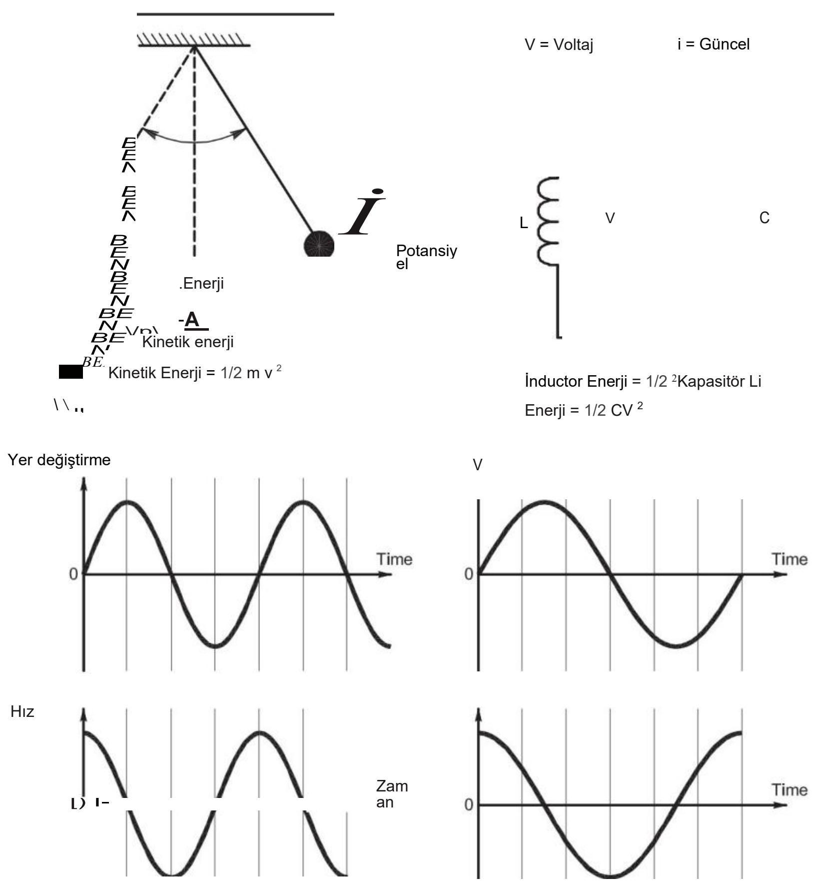
9.1.1 Rezonans

Sarkaçları hepimiz biliriz. Bir çeşit ipten sarkan bir ağırlık (yerçekimi alanındaki bir kütle) çok düzenli bir periyotla ileri geri sallanacaktır. Bu süre, ağırlık miktarı veya ne kadar sallandığına bakılmaksızın, dizenin uzunluğu değişmediği sürece değişmez. Sadece birkaç yüzyıl önce Isaac Newton, bunun neden doğru olduğunu gösterecek kadar hesap icat etti. Yine de Newton'un seminal çalışmasından önce bile, insanlar sarkaçların saatler ve zaman işleyişinin temeli olarak benimsendiği bu öngörülebilir sallanma dönemi ile yeterince rahattı.

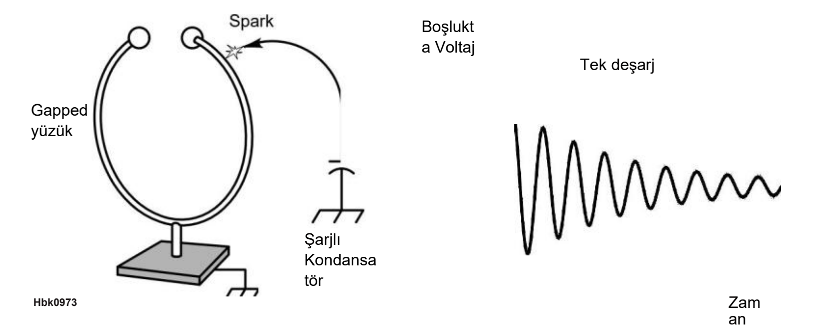
Newton, sarkacın enerjisini potansiyel (yükseklik) ve kinetik (hareketli) formlar arasında sürekli değiştirerek çalıştığını gösterdi. Kütle minimum yüksekliğe sahip olduğunda en hızlı hareket eder (tüm enerji kinetiktir) ve maksimum yüksekliğe sahip olduğunda hareket etmeyi durdurur (tüm enerji potansiyeldir). Dahası, enerji tek bir formda olduğunda, diğer forma dönüşümün gerçekleşmesini sağlamak için bileşenler yerindedir. Altta, kütle en hızlı hareket ettiğinde, momentumu hareket etmeye devam edeceğini garanti eder. Dize bu hareketi sınırlar ve yükselmeye zorlar. Kütle yükselmeyi durdurduğunda, ip onu yerçekiminden farklı bir yönde çeker, bu da onu aşağı çeker. Bu, kütlenin düşeceğini ve hız kazanacağını garanti eder - ve döngü tekrarlanır.

Bir elektriksel eşdeğer, bir indüktör ve bir kapasitans kombinasyonu ile oluşturulur.
İndüktör, içinden akan bir akım (yük hareketi) olduğunda enerjiyi manyetik bir alanda depolar. Kapasitör, içinde bir voltaj (yükün varlığı) olduğunda bir elektrik alanında enerji depolar. İkisini birbirine bağlayın ve kapasitördeki yük (elektrik potansiyel enerjisi) indüktörden akmaya başlamak için bir akım zorlar. Kondansatördeki yük sıfır olduğunda, indüktördeki akım maksimumdur (manyetik enerji) ve manyetik alan akımı devam ettirmeye zorlar, bu da kondansatörü zıt polarite ile şarj eder. Tıpkı sarkaç gibi, indüktör ve kondansatör kombinasyonu iki tip arasında ileri geri enerji ticareti yapar. Bu devrede enerji depolandığından, buna tank *devresi diyoruz.*

Bir sarkaç ve bir elektrik tankı devresi arasındaki ortak özellikler **Şekil 9.1'de gösterilmiştir.** Sarkaç için, kütlenin hızı ve yer değiştirme (yükseklik) her ikisi de



Şekil 9.1 - Her salınımlı mekanik ve elektriksel sistemin kalbinde bir rezonatör bulunur. Mekanik bir rezonatör (burada bir sarkaç) ve elektriksel bir rezonatör (burada, paralel olarak L ve C'den oluşan ayarlı bir devre) aynı mekanizmayı paylaşır: iki form arasındaki enerjinin düzenli hareketi - potansiyel ve Sarkaçta kinetik, ayarlı devrede elektrik ve manyetik. Bu rezonatörlerin her ikisi de başka bir özelliği paylaşır: İçlerinde indüklenen herhangi bir salınım sonunda kayıplar nedeniyle ölür - sarkaçta, sürtünme ve sürtünme nedeniyle; Ayarlanmış devrede, direnç, diğer devrelere bağlanma ve radyasyon nedeniyle. Sarkacın yer değiştirmesine ve hıza karşılık gelen eğrilerin ve ayarlanan devrenin voltajının akıma karşılık gelen eğrilerinin, bir döngünün bir eşdeğerine veya 90 °'ye göre farklılık gösterdiğini unutmayın .



Şekil 9.2 - Bir rezonansı uyarmak, 1880'ler tarzı. Yüklü bir kapasitör tarafından açılan bir halkanın şok uyarılması, halkanın rezonans frekansında salınmasına neden olur. Sonuç sönümlü bir dalgadır, her ardışık değişim rezonatör kayıpları nedeniyle selefinden daha zayıftır. Tekrarlanan deşarjlar (yani - bir kıvılcım vericisi) gibi halkayı tekrar tekrar uyarmak, sönümlü dalgaların trenlerini üretir, ancak salınım sürekli değildir.

Zamanla sinüsoidal ve faz içinde 90 derece ofset. Benzer şekilde, LC tank devresindeki voltaj ve akım sinüzoidaldir ve 90 derece ile dengelenir.

Ne yazık ki, bu salınımlar sonsuza dek devam etmez. Bir sarkacı kenara çekip bıraktığınızda, bir süre sallanır ve sonunda durur. Bu, her sallandığında sarkaçtan biraz enerji alan kayıplardan kaynaklanmaktadır. Bir sarkaç için, büyük bir kayıp mekanizması hava sürüklemesidir: Kütle havada hareket ederken, havayı yolundan çıkarmak için bir miktar enerji harcanır. Dizeden de kayıplar var: Dize her büküldüğünde, biraz ısınıyor. Bu aynı zamanda enerjiyi sarkaçtan uzaklaştırır. Bu kayıplarla, enerji dönüşümü kinetik ve potansiyel formlar arasında tam değildir ve salınımın her döngüsü öncekinden biraz daha küçüktür. Salınımın *sönümlü olduğunu söylüyoruz*.

Elektrik tankı devresi benzer şekilde çalışır. Bir salınım başlatıldığında, Şekil **9.2'de gösterildiği gibi kapasitansı şarj eden bir kıvılcımla,** bu salınımın da sönümlü olduğunu görüyoruz. Birincil kayıplar, indüktördeki direnci ve elektrik ve manyetik alanların diğer iletkenlerle etkileşimlerini içerir. Ayrıca elektromanyetik alanların doğrudan radyasyonu da vardır - tam olarak radyo iletişimi için olmasını istediğimiz şey, ancak rezonatörden bir enerji kaybı olarak sayılır.

Sönümlü bir salınımın radyo iletişimi için çok yararlı olmadığını anlamak zor değildi. Yararlı bilgiler taşıyabilmeleri için sinyallerimizin daha uzun süre dayanmasına ihtiyacımız var. Bu sorunu çözmek için ilk girişim tekrar tekrar Şekil 9.2B gibi bir şekilde tank devresine kıvılcım uygulamak oldu. Bu hala sürekli bir sinüs dalgası değildir ve çok gürültülüdür, çünkü diğer şeylerin yanı sıra, kıvılcımların zamanlamasını tank salınımı ile tam senkronizasyonda tutmak son derece zordur. Daha iyi bir yolu olmalı...

9.1.2 Korunmuş Rezonans (CW: Sürekli Dalgalar)

İhtiyacımız olan şey, rezonatör kayıplarını telafi etmenin bir yoludur, ancak sadece salınımı süresiz olarak sürdürmek için yeterlidir. Kaçışın İnvention sarkaç için bu elde ve bu bir sarkaç saat ayırt edici "tik-tak" sağlayan şeydir. Elektriksel olarak aynı şeyi yapmak için bir amplifikatör kullanıyoruz.

Tank devresine veya *rezonatöre bir amplifikatör ekleyerek,* rezonatörden az miktarda enerji alabilir, yükseltebilir ve güçlendirilmiş tank sinyalinin bir kısmını rezonatöre geri enjekte edebiliriz. Rezonatör bir filtre görevi görür ve amplifikatör girişine geri beslenen enerji geri beslemedir. Geri bildirim miktarı ~ olarak temsil edilir. Bu işlem **Şekil 9.3A'de gösterilmiştir.** Genel amplifikatör tasarımının aksine, burada güç transferini en üst düzeye çıkarmakla ilgilenmiyoruz. İnstead, kayıplarının üstesinden gelmek için rezonatöre yeterli enerjiyi birleştirmek ve geri yükleme enerjisini üretmek için gereken rezonatörden sadece minimum miktarda enerji almak istiyoruz. Böylece Şekil 9.3A, eşleşen ağlar yerine bağlantı ağlarını gösterir. Bir döngü ile bitiriyoruz: Amplifikatör girişi rezonatörün çıkışından geliyor ve amplifikatör çıkışı rezonatörün girişine gidiyor.

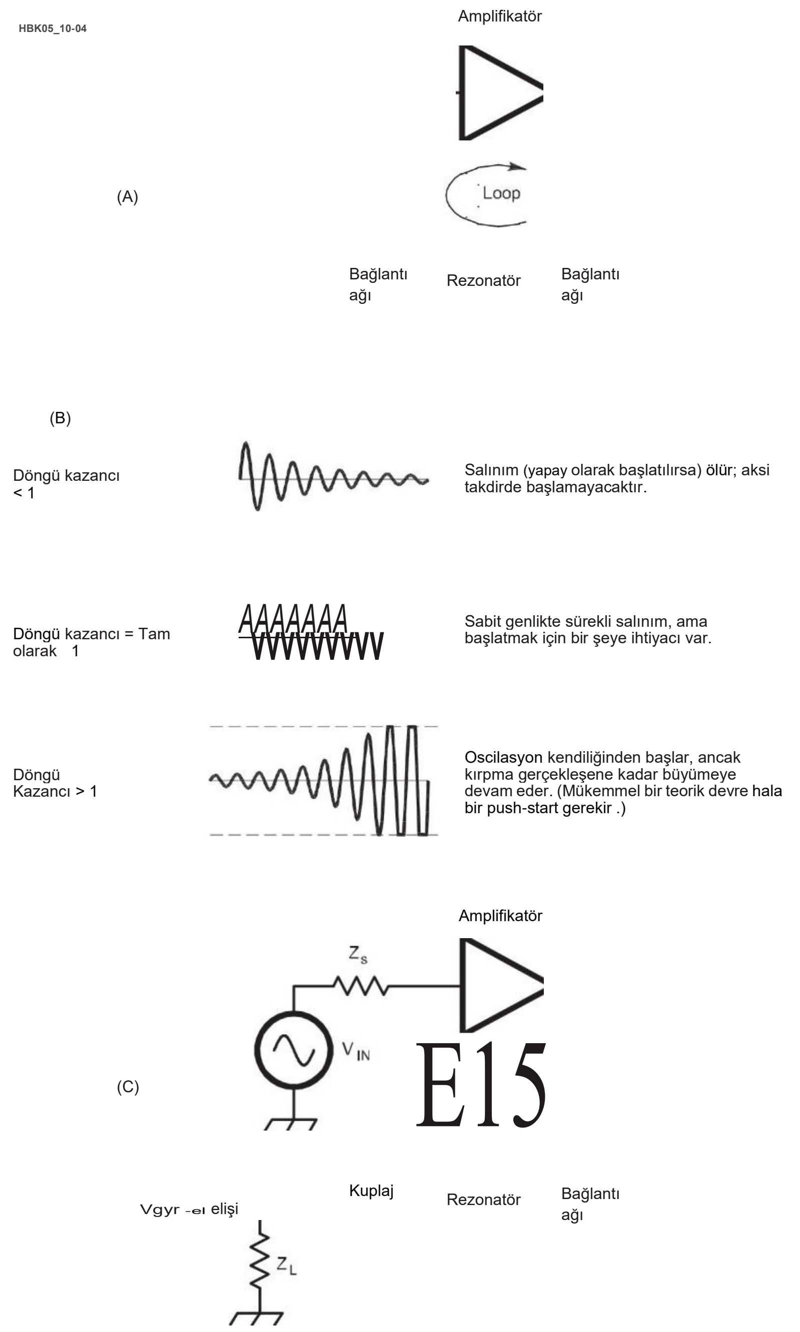
Osilatör tasarımının püf noktası, bağlantı ağlarını ve amplifikatör kazancını, *A, tam* olarak birlikte çalışarak elde etmektir. Bunun anlamı Şekil 9.3B'de gösterilmiştir. İfwe bir sinüs dalgası çıkışı elde etmek istiyor, döngü kazancını elde etmemiz gerekiyor - sinyal amplifikatör, rezonatör ve her iki bağlantı ağının kombinasyonundan geçerken hesaplanan kazanç - tam olarak birliğe eşit, aynı zamanda *birlik olarak da adlandırılır. Eğer* döngü kazancı birden biraz daha az ise, rezonatör kayıplarının üstesinden gelmek için yeterli enerji sağlanmaz ve sönümleme hala gerçekleşir. Eğer döngü kazancı birden büyükse, sinüs dalgasının büyüklüğü, dalga formu artık sinüzoidal olmayana kadar büyüyecektir .

Bir osilatörün çalışmasını sağlamak, döngü kazancını doğru yapmaktan daha fazladır. Ayrıca, amplifikatör çıkışından gelen enerjinin, rezonatördeki salınım sinyaliyle doğru faz hizalamasına sahip rezonatöre uygulandığından emin olmamız gerekir. Birlikte ele alındığında, bu gereksinimler *Barkhausen kriterleri olarak bilinir:* salınımı elde etmek için, 1) döngü kazancının büyüklüğü tam olarak birliğe eşit olmalıdır, İ ~ 4] = I; Ve 2) döngü boyunca faz kayması, ~ *4,* sıfır veya bir tam sayı 360 ° olmalıdır. Her ikisi de kritik derecede önemlidir. Bu kriterlerden herhangi biri karşılanmazsa, devre salınmaz. (Osilatör - Başlatma bölümünde, birlikten daha büyük döngü kazancı ile ilgili aşağıdaki bölüme bakın .)

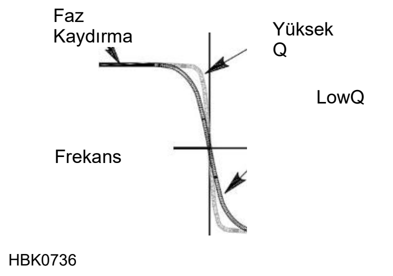
Barkhausen kriterlerini karşıladığımızı nasıl anlarız? Döngüyü kırmamız gerekiyor, genellikle Şekil 9.3C'de gösterildiği gibi amplifikatörün girişinde. İstenilen salınımın biraz altında bir sinyal uyguluyoruz. Quency, daha sonra frekansı tarar ve istenen salınım frekansını biraz geçer. Tarama sırasında, rezonatör çıkış bağlantı ağının çıkışında hem büyüklüğü hem de faz yanıtını izliyoruz. Her şey doğruysa, istenen salınım frekansında giriş ve çıkış sinyalleri bir osiloskopta tam olarak aynı görünecektir. Bu olmazsa, yapacak işlerimiz var.

Döngü cor- faz yanıtını alma Rect genellikle daha zor bir sorundur. Bu zorluğun çoğu, aşağıdakiler de dahil olmak üzere kullanılabilecek birçok rezonatör türünden gelir:

- LC tankı
- Kuvars kristali (ve diğer piezoelektrik malzemeler)
- İletim hattı (şerit, mikro şerit, açık tel, koaks vb.)
- Mikrodalga boşlukları, YİG küreleri, dielektrik rezonatörler
- Yüzey akustik dalga (SAW) cihazları



Şekil 9.3 - Pratik bir osilatör, ağların rezonatörün (A) içine ve dışına güç vermesini gerektirir. (B)'de, döngü kazancı miktarının salınımların tükenip tükenmeyeceğini (döngü kazancı < 1), dalga formu artık bir sinüs dalgası (> 1) olana kadar büyüyüp büyümeyeceğini veya sabit bir genlikte (= 1) devam edip etmeyeceğini belirlediğini görüyoruz. Döngüyü kırmak, bir test sinyali yerleştirmek ve döngünün genel kazancını ölçmek, sistemin salınım yapıp yapamayacağını, salınımı sürdürebileceğini veya klipsi (C) belirleyebilmemizi sağlar.

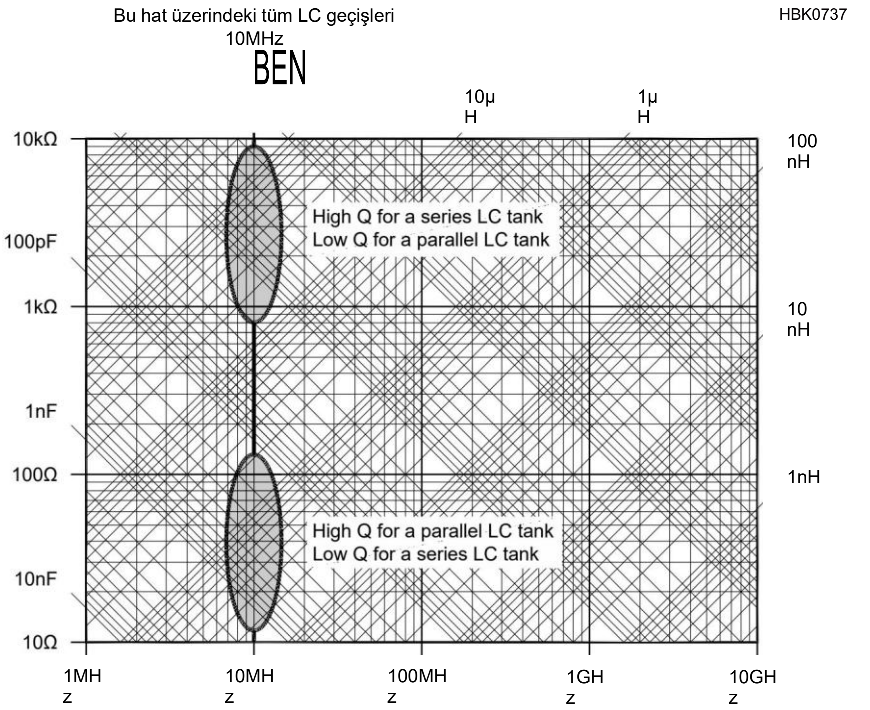


Şekil 9.4 - Rezonatör boyunca faz kayması rezonatör Q'ya bağlıdır. Daha yüksek rezonatör Q, frekans değiştikçe rezonatör boyunca daha ani faz değişir.

Bunların her birine filtre de denilebilir. Herhangi bir filtrenin bir osilatörde rezonatör olarak da kullanılabileceği doğrudur. - Filtrelerin daha karmaşık faz yanıtları, - Barkhausen kriterlerinin her ikisini de karşılamayı daha zor, ancak kesinlikle mümkün kılar.

Rezonatörün faz yanıtı Q ile ilgilidir (kalite faktörü-bkz. **Trical Fundamentals** bölümü). İfwe paralel bir LC tankına sahiptir, daha sonra rezonansın çok altındaki frekanslarda tank endüktif görünür (Xi < < Xe) ve akım voltajı düşürür. Rezonansın çok üzerindeki frekanslarda tank kapasitif görünür (X < < Xi), böylece akım voltajı yönlendirir. Arasında, akımın voltaja göre faz kayması gerçek frekansa bağlıdır. Değişen frekans ile faz kaymasının hızı rezonatör Q tarafından yönetilir: faz kayması Q yüksek olduğunda çok hızlı gerçekleşir. Bu **Şekil 9.4'te gösterilmiştir**. Rezonatör Q düşük olduğunda, faz farklı frekanslarda çok daha yavaş değişir .

Eğer bir seri rezonatörümüz varsa, faz değişim profili tersine çevrilir (kapasitif ila endüktif), ancak aksi takdirde şekil aynıdır. Aynı rezonans frekansını sağlayan sonsuz sayıda L ve C değeri kombinasyonu vardır. Eğer yüksek Q ile ilgileniyorsak, bir seri tank için büyük indüktör değerlerini ve küçük kapasitör değerlerini seçmek istiyoruz. Yüksek Q paralel tank için tam tersini istiyoruz - büyük kapasitör değerleri ve küçük indüktör değerleri. **Şekil 9.5, değiştirilmiş Elektrik Temelleri** bölümündeki reaktans ve frekans grafiğinin versiyonu, bu bölgeleri l0 MHz'lik bir rezonans frekansı için gösterir.



Şekil 9.5 - Belirli bir rezonans frekansı için Land C'nin sonsuz sayıda kombinasyonu vardır. Bir seri LC tank devresi için, daha büyük L ila C oranları, paralel LC tank devreleri için daha yüksek Q değerleri ve bunun tersi de geçerlidir.

9.1.3 Osilatör Çalıştırma

Şekil'e baktığımızda 9.3B salınımın ancak döngü kazancı birlikten daha büyük olduğunda büyüklük kazanacağını görüyoruz. Bu nedenle osilatör tasarımı için önemli bir ek kriterdir. Döngü kazancı, - salınmaya başlaması için birlikten biraz daha büyük olmalıdır. Aksi takdirde, rezonatörde sinyal olmadığı istenmeyen bir duruma sahibiz, bu yüzden ondan hiçbir şey örneklemiyoruz ve içine hiçbir şey koymuyoruz.

Bir şeye daha ihtiyacımız var: Gürültü. Salınımın oluşmaya başlaması için rezonatöre bir çeşit sinyal enjekte edilmesi gerekir. Giriş sinyali olmasa bile, güç uygulandığında tüm amplifikatörlerin çıkış gürültüsüne sahip olduğu için şanslıyız. İt, herhangi bir osilatörün başlamasını sağlayan bu gürültüdür. Amplifikatör gürültüsü tankta bir rezonant sinyal başlatır ve ifloop kazancı birlikten biraz daha büyüktür, rezonatöre rezonatörün kaybettiğinden daha fazla sinyal geri beslenir. Bir şey onu durdurana kadar çıkış sinyali oluşur.

Burada, çıkışın önceden tanımlanmış bir değere ulaşmasıyla kazancın azaldığı bir amplifikatör özelliğinden yararlanıyoruz. Buna *sıkıştırma denir:* çıkış sinyali yeterince büyüdüğünde, amplifikatör kazancı biraz azalır. Sıkıştırma, sabit çıkış genliğini tam birlik bir döngü kazancı ile dengelediğinde, osilatör sabit durum işlemine ulaşmıştır ve gitmeye hazırız!

Neden sinüs dalgası yerine osilatör çıkışında gürültü yapmıyoruz? Rezonatörün filtreleme eylemi nedeniyle, filtrelenmiş - gürültü dalga formu çoğunlukla sinüzoidal görünür. Rezonatörün bant genişliği ne kadar dar olursa (Q ne kadar yüksekse), dalga formu o kadar sinüzoidal olur, ancak aslında çok iyi filtrelenmiş gürültüden oluşur. Sadece saf bir sinüs dalgası elde etmek imkansızdır. Gürültü kaçınılmazdır ve bu gürültüyü azaltmak için büyük çaba harcanır. Bu, bu bölümün Faz Gürültüsü bölümünde tartışılmıştır. Osilatörlerin ücretsiz *LTSpice* simülasyon programı tarafından nasıl başlatıldığına dair bir simülasyona dayanan osilatör tasarımının David Stockton, GM4ZNX tarafından yapılan bir gösterimi, kitabın indirilebilir ek materyalinde mevcuttur .

9.2 LC Değişken Frekanslı Osilatör (VFO) Devreleri

Bu bölümde bazı önemli osilatör devrelerini tanıtıyoruz ve başarılı bir şekilde nasıl oluşturulacağına dair iyi test edilmiş yönergeler sunuyoruz Aşağıdaki bölüm bir tasarım örneği sunmaktadır.

Binlerce osilatör devresi vardır, ancak sadece birkaç temel tasarım vardır. Temel osilatör devrelerinden biri **Şekil 9.6'da gösterilmiştir.** Bir LC tank devresi Şekil 9 6A'da gösterilmiştir. Her zamanki tek kapasitans, aynı eşdeğer kapasitansa sahip iki seri kapasitör olan Cpouv ile değiştirilir. İki kapasitör bir ac voltaj ayırıcı olarak hareket eder, böylece orta noktadaki voltaj VI, tankın toplam ac voltajından daha azdır, V7ANK :

VJ'yi, Şekil 9.6B'de gösterildiği gibi birlik voltaj kazancı olan bir amplifikatör ekleyerek VrANK ile aynı olmaya zorladığımızda ne olur? Kapasitif bölücünün voltaj bölme eylemi değişmez. İf VÌ, amplifikatör tarafından VraNK'ye eşit olmaya zorlanır, daha sonra VrANK eskisinden daha büyük olur Ama sonra VJ, VrANK'ın yeni değerini ve benzerlerini alacaktır. Bu pozitif geribildirim ve biz bir osilatör oluşturduk. Düşük voltaj kazancı olan bir amplifikatörün bölünmüş bir tank kapasitansına bağlanması, *Colpitts grubu* osilatör tasarımlarına yol açar.

Bir tank devresindeki kondansatör yerine indüktörü "bölmek've daha önce olduğu gibi aynı amplifikatör numarasını uygulamak kesinlikle mümkündür. Bu Şekil 9.6C'de gösterilmiştir ve *Hartley* osilatör grubunu tanımlar.

9.2.1 Temel osilatör devreleri

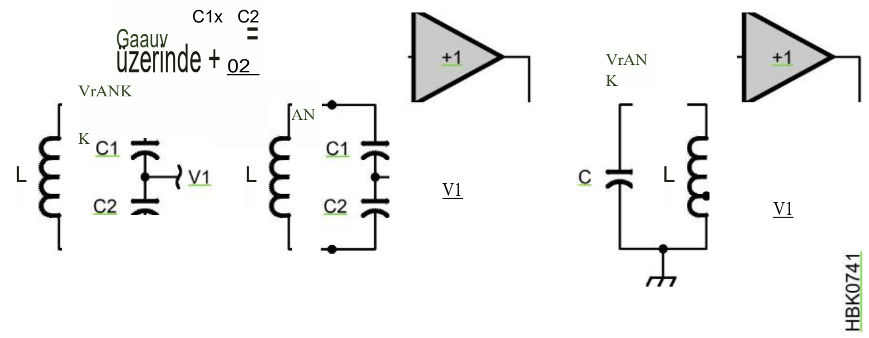
Ulrich Rohde, NÌ UL ve Anisha M. Apte'nin "Kolpitts Osilatörleri Hakkında Her Zaman Bilmek İstedikleriniz've Ulrich Rohde Nl'nin" Zaman Alanındaki Kolpitts Osilatörlerinin FM ve AM Gürültü Sinyallerinin Hesaplanması "makalelerine de bakın UL, bu kitaba eşlik eden indirilebilir ek materyalle birlikte verilir.)

Radyo ekipmanlarında kullanılan LC osilatörleri genellikle değişken frekanslı osilatörler (VFO'lar) olarak tasarlanmıştır. Ayarlama, rezonatörün kapasitansının değişen kısmı veya daha az yaygın olarak, -indüktansı değiştirmek için hareketli bir manyetik çekirdek kullanılarak elde edilir. Radyonun ilk günlerinden beri, ideal düşük sürüklenen VFO için büyük bir arayış olmuştur. Amatörler ve profesyoneller thispursuit için büyük çaba sarf ettiler. Literatürün kısa bir araştırması, çoğu yüksek stabilite iddialarının eşlik ettiği çok sayıda VFO tasarımını ortaya koymaktadır. Stabilite arayışı, kristal kontrollü stabilite sağlayan İ-ow maliyetli frekans sentezleyicilerinin geliştirilmesiyle çözülmüştür. Sentezleyiciler genellikle iyi bir VFO'dan daha gürültülüdür, bu nedenle VFO'nun sinyal temizliği, maliyeti ve güç tüketimi açısından sunabileceği çok şey vardır.

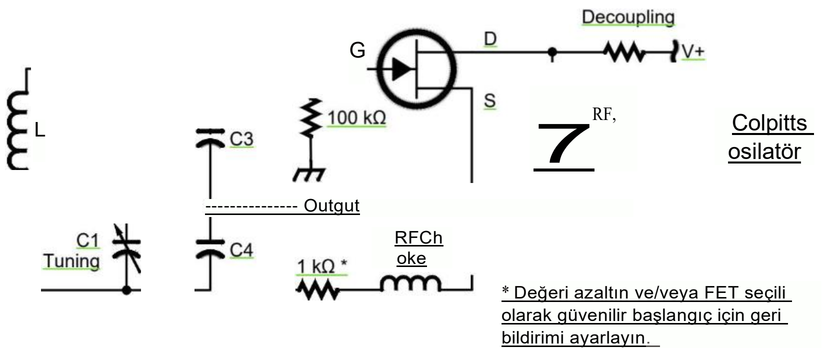
Homebrew yapımı için cazip hale getirmek. Tek bir VFO devresinin diğer - component kalitesi üzerinde ezici bir avantajı yoktur, mekanik tasarım ve montajda alınan özen çok daha önemlidir.

Üç popüler osilatöre bir göz atalım

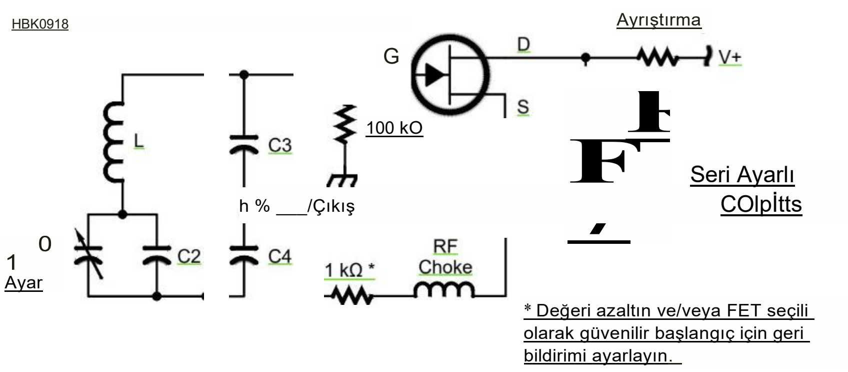
Devreler, gerekli olmayan bileşenlerden arındırılır, böylece daha kolay karşılaştırılabilirler. Orijinal Colpitts devresi **(Şekil 9.7)** şimdi seri ayarlı türevi **(Şekil 9.8)** en yaygın hale geldiğinden, paralel ayarlı Colpitts olarak anılmaktadır. Osilatörün Hartley versiyonu gösterilmiştir



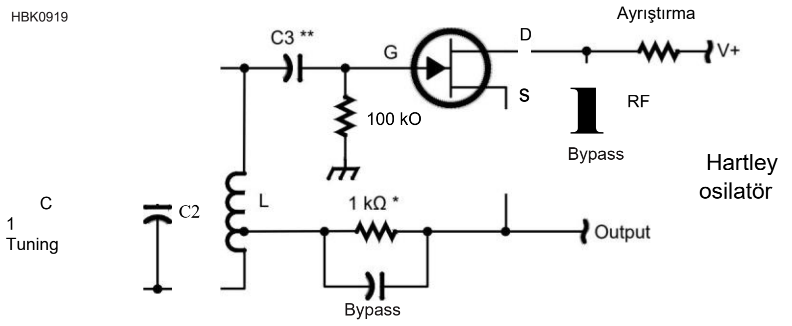
Şekil 9.6 - Bir LC tank devresindeki (A) kapasitör, aynı eşdeğer kapasitansa sahip iki kapasitöre ayrılabilir, *Geouv, böylece* tank devresinin rezonans frekansı değişmez. (B) V1 = VraN pozitif geribildirim ve Colpitts osilatör sonuçları oluşturma zorlar böylece bağlı bir birlik-kazanç amplifikatör gösterir. (C) bir Hartley osilatörü oluşturarak tank devre indüktörüne uygulanan aynı tekniği gösterir .



Şekil 9. 7 - Colpitts osilatör devresi.



Şekil 9.8 - Seri ayarlı Colpitts osilatör devresi.



* Değeri azaltın ve/veya FET seçili olarak güvenilir başlangıç için geri bildirimi ayarlayın.

* * Güvenilir başlangıç sağlayan en düşük değeri kullanın; 2.7 pF 3- 12-MHz aralığında uygundur .

Şekil 9.9 - Hartley osilatör devresi.

Şekil 9.9'da. Bu devrelerin üçü de, birlikten daha az voltaj kazancı olan, ancak büyük akım kazancı olan bir amplifikatör kullanır. Gösterilen N-kanal JFET kaynak takipçisi, transistör amplifikatör devresi için en popüler akım seçimidir.

Şekil 9.7 ve 9.8'deki C3 ve C4 için başparmak kuralları, çalışma sıklığında X = 45 © 2 olacak şekilde eşit ve değerli olmalıdır; Şekil 9.7'deki C2 için, Xe = 100 © 2. En iyi stabilite için, FET kapıları ve kaynakları ile ilişkili tüm kapasitörler için COG veya NP0 üniteleri kullanın. Seçilen FET'e bağlı olarak, gösterilen 1-k © source-bias-resistor değeri güvenilir başlangıç için ayarlama gerektirebilir .

PARALEL AYARLI COLPITTS VFO

Paralel ayarlı Colpitts, C3 ve C4 büyük değerlerdir, belki de istenen frekansta Lat'ı rezonansa sokmak için C 1 ve C2 için seçilen tipik değerlerden 10 kat daha büyüktür. Bu, toplam tank voltajının sadece küçük bir kısmının FET kapısına uygulandığı anlamına gelir ve FET'in sadece tanka hafifçe bağlandığı düşünülebilir. Aynı derecede önemli olarak, ofC3 ve C4 değerleri, çıkış frekansı için iyi stabilite sağlamak için FET cihazının dahili kapasitanslarından çok daha büyük olmalıdır. Bu, FET kapasitanslarındaki küçük değişikliklerin osilatör çalışması üzerinde önemli bir etkiye sahip olmasını önler.

FET, C3 ve C4 arasındaki voltajların toplamı ile tahrik edilirken, voltajı yalnızca C4 boyunca yönlendirir. Bu, tankın daha az thanunity-voltaj-kazanç amplifikatörünü telafi eden bir rezonant, voltaj kademeli transformatör olarak çalıştığı anlamına gelir. Rezonans devresi L, C1, C2, C3 ve C4'ten oluşur. Rezonans frekansı, indüktör L boyunca etkili bir şekilde bağlanmış sonuç kapasitansı bulmak için seri ve paralel kapasitörler için standart formüller kullanılarak hesaplanabilir ve daha sonra LC rezonansı için standart formülü kullanın:

f = _ BEN
2 + LC

nerede

f = hertz'de frekans

L = henrielerde toplam indüktans C = faradlarda toplam kapasitans.

Bu denklem tüm durumlar için geçerlidir. İts doğruluğu, tasarımcının tank indüktansı ve kapasitansına yapılan tüm katkıları hesaba katma yeteneğine bağlıdır. Bir VFO tasarımcısının tank indüktansı ve kapasitansına çeşitli "başıboş" katkıları tanımlamasına yardımcı olan birkaç temel kural vardır:

1. Voltajın olduğu her yerde, başıboş kapasitans dikkate alınmalıdır.
2. Akımın olduğu her yerde, başıboş karşılıklı indüktans dikkate alınmalıdır.
3. Tüm akımlar döngüler oluşturarak - indüktans oluşturur.

Bu "kurallar", indüktans ve kapasitansa katkıların nerede aranacağını göstermeye yardımcı olacaktır. 10 MHz'in altındaki frekanslarda, gördüğünüz ve dokunduğunuz gerçek bileşenler göz önünde bulundurmanız gereken tek şey olma eğilimindedir. Osilatör frekansı arttıkça, başıboş kapasitans ve başıboş indüktans - doğrudan görünür bir bileşenle ilişkili olmayan reaktans etkileri - giderek daha önemli hale gelir. Osilatör frekansı tahmin ettiğinizden belirgin şekilde düşükse, hesaba katmanız gereken önemli başıboş tepkilerin olduğu neredeyse kesindir.

Şekil 9.7'nin devresine geri dönersek, geniş bir ayar aralığı için C2, C3 ve C4'ün değişken kapasitör C 1 üzerindeki bataklık etkisini azaltmak için küçük tutulmalıdır. (Bileşen seçimi hakkında daha fazla bilgi için, *RF Tasarımı için Deneysel Yöntemlerde osilatörler ve* Referanslarda listelenen Radyo Frekansı Tasarımına Giriş bölümleri - mükemmel malzeme sağlar.) "Swamping", kendisine bağlı küçük bir bileşenin etkisini azaltan çok daha büyük bir değer bileşenini ifade eder.

Paralel ayarlı bir Colpitts osilatörü, bu kitap için indirilebilir ek bilgilerde bulunan Ulrich Rohde, Nl UL tarafından "En İyi Faz Gürültüsü ve İyi Çıkış Gücü için Bir Osilatör için Tasarım Örneği'adlı ayrıntılı makalenin konusudur. Kağıt, hem gürültünün hem de gücün basit bir osilatörde optimize edilebileceği tasarım sürecini göstermektedir.

SERIES-TUNED COLPITTS VFO Seri ayarlı Colpitts devresi (Şekil 9.8) aynı şekilde çalışır. Fark, değişken kondansatör Cl'nin, ofC3 ve C4'ün büyük değerleri tarafından batırılmaması için iyi korunacak şekilde konumlandırılmasıdır. Aslında, C3, C4'ün küçük değerleri ayar aralığını sınırlamak için hareket edecektir. Sabit kapasitans, C2, genellikle ayar aralığının, amplifikatör kuplajını ayarlayan C3 ve C4'e müdahale etmeden gerekli olana indirgenmesini sağlamak için C 1'e eklenir. Seri ayarlı Colpitts, paralel ayarlı orijinalden daha iyi stabilite için bir üne sahiptir. C3 ve C4'ün her iki versiyonda da amplifikatörün kapasitanslarını nasıl bozduğuna dikkat edin.

HARTLEYVFO

Şekil 9.9'un Hartley osilatörü paralel ayarlı Colpitts'e benzer, ancak JFET amplifikatör kaynağı tank kapasitansı yerine tank endüktansı üzerine bir musluğa bağlanır. Tipik bir musluk yerleşimi, indüktörün soğuk ucundan çıkan toplam dönüşün %10 ila %20'sidir. (Bir indüktörün en düşük sinyal voltajlı ucunu "soğuk've diğerini, en yüksek sinyal voltajını" sıcak'olarak ifade etmek yaygındır.) C2, ayar aralığını gerektiği gibi sınırlar.

C3, güvenilir başlangıç sağlayan minimum değere düşürülür. Bu gereklidir, çünkü Hartley'in Colpitts'in kapasitif bölücüsünün eksikliği, aksi takdirde FET'in iç kapasitanslarını, Colpitts'ten daha güçlü bir şekilde tanka bağlayarak, devrenin frekans stabilitesini potansiyel olarak etkileyecektir.

VFO DESIGN NOTLAR

Genel olarak, VFO'lar diğer frekanslarda çalışacak şekilde uyarlanabilir (aktif cihazın sınırları dahilinde). Bunu yapmak için bir ayarlama faktörü hesaplayın: *fa/Ì "Lor C'yi* belirleyen veya geri bildiren her frekansın değerini bu faktörle çarpın. Frekans arttıkça ve amplifikatör kazancı düştükçe, geri bildirimi faktörün belirttiğinden daha fazla artırmak gerekebilir.

Her üç devrede de, kaynak önyargı devresi ile seri olarak 1 kO direnç vardır. Bu direnç bir dizi arzu edilen şeyi yapar. İt, tank musluk devresi ile boğmanın kaçınılmaz düşük frekanslı rezonansının Q'sunu bozar (düşürür). İt, boğma empedansı ve sargı kapasitansı varyasyonları nedeniyle ayar kaymasını azaltır. İt ayrıca nedeniyle istenmeyen frekanslarda sahte salınıma karşı korur

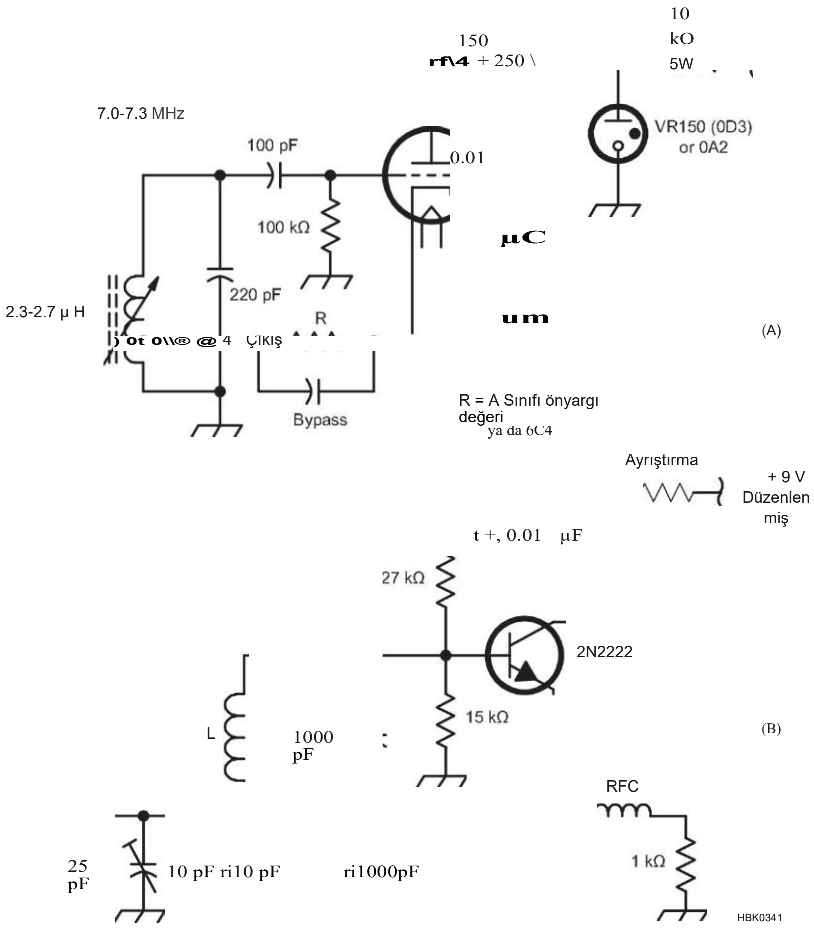
İç boğulma rezonansları. Daha az belirgin olarak, bu osilatörün yerleşik AGC hareketinin döngü kazancını stabilize etmek için hareket eder. Kararlı çalışma koşulları, frekans kaymasını azaltmak için hareket eder.

Bu devrelerin bazı varyasyonları, sistem durgun akımını stabilize etmek için bir önyargı sağlayan ilave dirençlerle bulunabilir. Daha ayrıntılı hala önyargı sağlayan bir sabit akım kaynağı ile karakterize varyasyonları vardır. Bu, çok sıkı seviye kontrolü sağlamak için ayrı bir AGC dedektör sisteminden sürülebilir. Radyo amatörleri tarafından kapı kaynaklı iletimden kaçınmanın bir yolu olarak uzun süredir kullanılan kapıdan yere sıkıştırma diyotu (1N914 veya benzeri) Ulrich Rohde, Nl UL tarafından osilatör faz gürültü - performansını düşürmek için gösterilmiştir ve kullanımı profesyonel çevrelerde neredeyse bilinmemektedir .

Şekil 9.10, farklı cihazların kullanımını göstermek için iki VFO daha göstermektedir. Hartley'in gösterdiği vakum tüpü triyodu, bir kondansatörün rotorununki gibi kayma teması olmayan ve bobin dönüşlerini ustaca aralayarak makul derecede doğrusal hale getirilebilen geçirgenlik ayarına sahiptir. Yavaş hareket sürücüsü bir vida ipliği ile yapılabilir. Dezavantajı, çekirdeğin geri tepmesini ve eksantrik dönüşünü önlemek için özel dikkat gerektirmesidir. Dönmeyen bir çekirdek kullanılıyorsa, slaytlar istenmeyen yönlerde hareketi önlemek için dikkatlice tasarlanmalıdır. Collins Radio Company, tüp bazlı geçirgenlik ayarlayıcılarını kapsamlı bir şekilde kullandı ve yarı iletken bir versiyon hala bir dizi Ten-Tee radyosunda bulunabilir .

Vakum tüpleri rekabetçi yarı iletken devreler kadar serin çalışamaz, bu nedenle tank devresini tüp ısısından uzak tutmak için özen gerekir. Birçok amatör ve ticari vakum tüpü osilatöründe, salınım tüpü pozitif zirvelerde şebeke akımına sürükleyerek düzeltmeye neden olur ve negatif bir ızgara önyargısı üretir. Osilatör böylece C sınıfında çalışır, burada genlik stabilize olana kadar sinyal genliği arttıkça iletim açısı azalır. Şekil 9.7'den 9.9'a kadar olan FET devrelerinde olduğu gibi, daha iyi stabilite ve fazenoise performansı, bir vakum tüpü osilatöründe, çalışma noktasını gerçek Sınıf C'nin dışına taşıyarak, yani - atlanmış bir katot önyargılı direnç (A Sınıfı operasyon için uygun direnç iyi bir başlangıç değeridir). Vakum tüplü telsizler hala **çalışır durumda tutulur** ve bazen zevk için inşa edilir, ancak yarı iletken uzun zaman önce VFO'larda hakimiyet sağlamıştır.

Daha sık kullanılan JFET ile karşılaştırıldığında, Şekil 9.10B'de kullanılana benzer bipolar transistörler osilatörlerde nispeten nadirdir, çünkü nispeten düşük giriş ve çıkış empedansları aşırı yüklenmeden yüksek Q'lu bir tanka bağlanması daha zordur. Bipolar cihazlar, belirli bir osilatör devresi için daha iyi numune-numune genlik tekdüzeliği verme eğilimindedir, çünkü



Şekil 9.10 - İki ilave osilatör örneği: A'da, bir triyot tüpü Hartley; B'de, seri ayarlı Colpitts'te bir bipolar kavşak transistörü.

Bipolar transistör özelliklerinin çoğu, fizikten daha az üretimden kaynaklanmaktadır. Bu, herhangi bir türdeki JFET'ler için geçerli değildir; JFET'ler özelliklerinde daha fazla değişiklik gösterme eğilimindedir, çünkü üretim varyasyonları eşiklerini veya sıkıştırma voltajlarını doğrudan etkiler .

SQUEGGİNG

Squegging (veya *squeeging) adı verilen etki, bir* seferde birden fazla frekansta salınım olarak gevşek bir şekilde tanımlanabilir, ancak bir süper rejeneratif dedektörde olduğu gibi, bir ses frekansı hızında kesintiye uğrayan RF salınımı olarak da kendini gösterebilir. Bir squegging şekli, bir osilatör yüksek kaynak empedanslı bir güç kaynağından beslendiğinde ortaya çıkar. Güç kaynağı, salınım başlayana kadar ayrıştırma kondansatörünü şarj eder. Osilatör akımı çeker ve güç ve salınım duruncaya kadar kapasitör voltajını aşağı çeker. Osilatör akım çekmeyi durdurur ve dekuplaj kondansatörü daha sonra salınım yeniden başlayana kadar yeniden şarj olur. Düşük frekanslı döngü, bir tür gevşeme salınımı olan süreç, süresiz olarak tekrarlanır. Osilatör çıkışının bir osiloskop ile nabız modülasyonu olduğu açıkça görülebilir.

Squegging, pille çalışan radyolardaki zayıf tasarımın bir sonucu olabilir. Hücreler tükendikçe, iç dirençleri sıklıkla yükselir ve güç verdikleri devreler yanlış davranmaya başlayabilir. Ses aşamalarında, bu tür yanlış davranışlar, "motorlu tekne'olarak adlandırılan yavaş gevşeme salınımının" puttputt "sesinde kendini gösterebilir.

9.2.2 İki Düşük Gürültülü VHF Osilatör

Aşağıdaki bölüm, Ulrich Rohde, NJ UL ve Ajay Poddar, AC2KG tarafından hazırlanan "VHF/UHF için Optimize Edilmiş Topraklanmış Taban Osilatör Tasarımı" başlıklı Mayıs/Haziran 2018 QEX makalesinden alınmıştır. Makalenin tamamı, bu kitabın indirilebilir ek bilgilerinde bir PDF dosyası olarak mevcuttur. İç içe geçmiş okuyucular, kapsamlı bir referans seti ve tüm tasarım ayrıntılarını içeren orijinal makaleyi okumaya teşvik edilir.

VHF/UHF osilatörlerinin tasarımı, çoğu kitapta ve dergide, frekans kararlılığına ve çıktı/verimlilik üzerindeki daha küçük bir parçaya vurgu yapılarak tanımlanmıştır. Güvenilir tanıtımından bu yana

Faz gürültü ölçümleri ve faz gürültüsünü tahmin etme/simüle etme yeteneği, bu önemli parametrenin CAD ve analitik denklemler yardımıyla iyileştirilmesi daha fazla dikkat kazanmıştır. İndirilebilir ek içeriğe sahip makalede açıklanan yeni tasarım konsepti, hem en iyi çıkış gücünü hem de en iyi faz gürültü performansını sağlamak için bir zaman alanı yaklaşımı kullanır. Osilatör sentezi için bu çok basit ama güçlü bir şekilde ölçeklenebilir formül seti son derece iyi sonuçlar sağlar. Ek olarak, burada tartışılan sabit veya dar bantlı osilatörler için tasarım prensibi geniş bant VCO tasarımı için de geçerlidir. Bu tasarım metodolojisi çok kutuplu bir ayar aralığında çalışır.

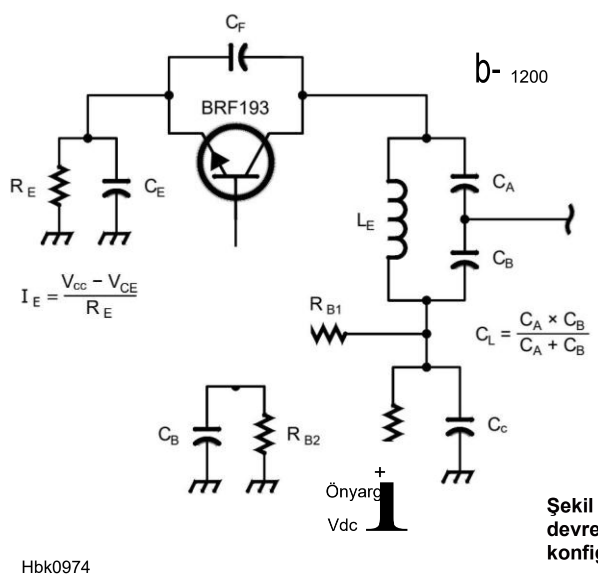
CIRCUIT DESIGN GUIDELİNES

Şimdiye kadar elde ettiğimiz sonuçlar matematiksel hesaplamalara dayanıyordu. Bu hesaplamaların bazıları elde etmek zordur (seethe orijinal *QEX makale*). Bununla birlikte, ayarlanmış devrenin kapasitans değerleri ile iki geri besleme kondansatörü, kollektöremitör kondansatörü ve yayıcı-yer kondansatörü arasında belirli ilişkiler vardır. Aşağıda, bu tür osilatörlerin kolay tasarımı için önerilen adımlar kümesi gösterilmektedir.

VHF/UHF osilatörleri için çok popüler bir devre, **Şekil 9.11'de gösterilen topraklanmış taban konfigürasyonudur. İ**ts faz gürültüsü çok iyi yapılabilir, **çünkü** kolektördeki RF voltaj salınımı besleme voltajına yakın olabilir. Devre basittir ve onlarca yıldır kullanılmaktadır. Bu osilatör tipi, 10 MHz ila 1000 MHz gibi RF frekanslarından iyi çalışır.

Osilatör fonksiyonu, çıkıştan gelen gücün alındığı ve yayıcıya beslendiği prensibine dayanır. Bu geri besleme düzenlemesi, çıkışta negatif bir direnç oluşturur, **çıkış** ayarlı devrenin kayıplarını telafi eder ve salınmaya başlar ve daha sonra salınım genliğini stabilize eder. Devre basit tasarım kurallarına sahiptir, burada Cμ ve Cμ, Lμ ve C * μ'den oluşan rezonatör ağındaki kayıp direncini telafi etmek için negatif direnç üreten geri besleme kapasitörleridir .

Teorik olarak, topraklanmış taban konfigürasyonu Colpitts devresi olacak şekilde döndürülebilir. İfwe performansa bakarız, Colpitts osilatörü durumunda RF voltaj salınımı baz yayıcı ve yayıcı-toground voltajı ile sınırlıdır ve sonuç olarak devrede daha az enerji depolanır ve operasyonel Q'nun yüklenmesi nedeniyle topraklanmış baz konfigürasyonundan daha az olabilir. Colpitts osilatörü, sadeliği ve çıkış gücü kolektörde alındığı için algılanan yüksek izolasyonu nedeniyle popülerdir. Ancak, çok yüksek frekanslarda güçlü Miller etkisi nedeniyle, bu doğru bir ifade değildir.



Şekil 9.11 - Yerüstü osilatör devresinin tipik konfigürasyonu.

SIMPLE DESIGN KURALLARI

L/C oranını 1200 sabit bir değere ayarlayarak (rezonatör ağındaki belirli bir döngü için optimum enerji depolama, grup gecikmesi ve enerji transferi için), aşağıdakiler kullanılmalıdır.

-= - C C • L Topraklı-Baz =1200

- > Z, "= "/1200 = 34.6 O

L = l200xC

- > L, = 1200xC]

f = -1

C = c cEcF

C,L + C,L+

Burada Ci ve Cμ geri besleme

C, -, GsC, r.
+ C "

Burada Ca ve Ci geri besleme kapasitörleridir.

$C_B = 10\ C_A$

Okuyucuya, bu "reçetenin", BRF193 transistör için Y parametreleri, iletkenlik ve paket parazitlerine dayanarak geliştirildiği hatırlatılır. BRF 193'ten büyük ölçüde farklı bir transistör kullanmak, orijinal makalede açıklandığı gibi tam tasarım sürecinin gerçekleştirilmesini gerektirir.

144 MHz TOPRAKLI-BASE OSCILLATOR

Şekil 9.12'deki osilatör devresi, önceki bölümün prosedürü kullanılarak tasarlanmıştır.

C, = - > C = 3lpF 2nf/1200

(2nf) 'C L 5- > L = 39nH

C, = 0.3xC} = 11 pE

C, = 2xC, = 22 pF

C, "= 4xC, = 44 pF

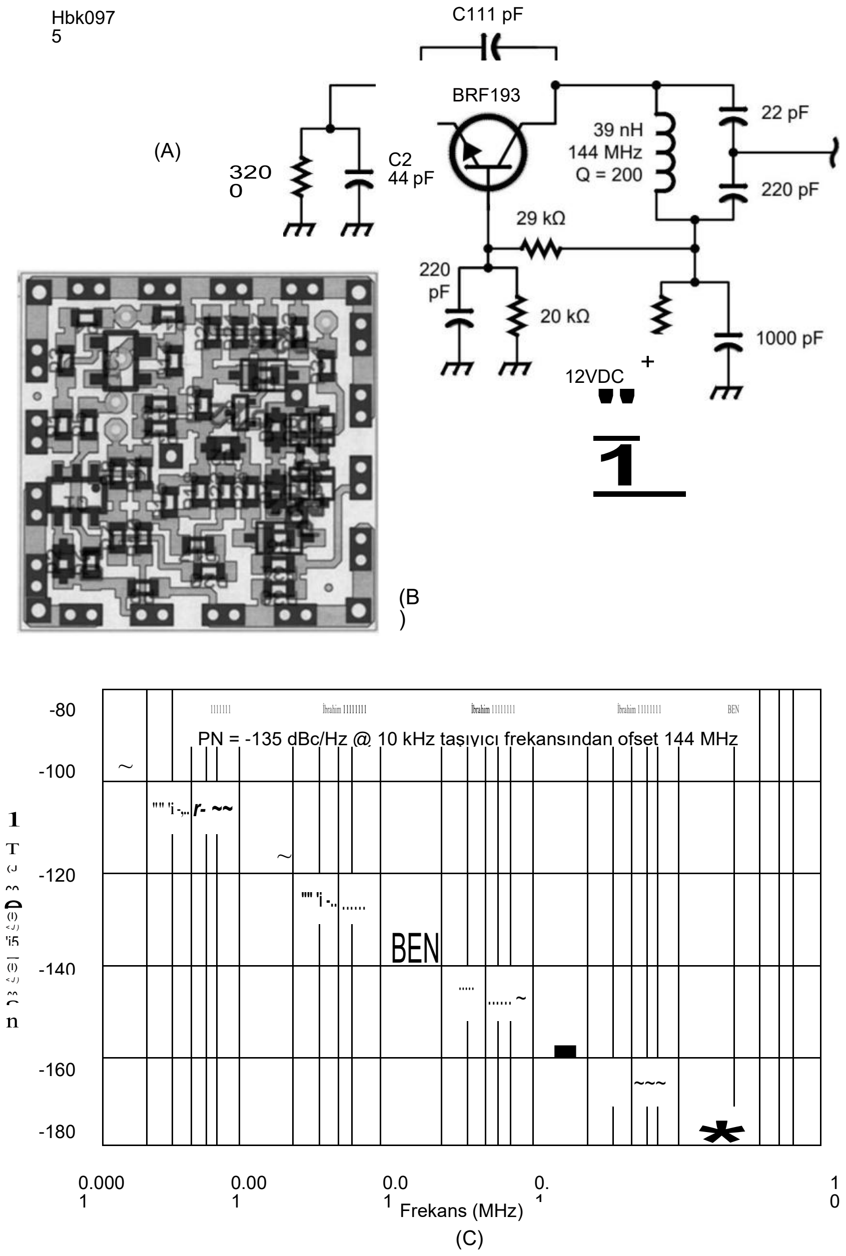
$C_A = 22$ pF

Ca = 220 pE

Bu sonuçlar, muhtemelen gerekli olan küçük düzeltmelerle ölçeklenebilir frekanstır.

Şekil 9.12A, 144 MHz osilatörün le = 10 mA'daki şemasını göstermektedir. Osilatör, 39 nH'lık bir topaklı indüktör ve çalışma frekansında bir boşaltılmış Q of200 kullanır. Bu frekanslarda bile düzen oldukça kritiktir. Şekil 9.12B'deki örnek düzen, kurşun indüktanslarının küçük tutulduğu bileşenlerin bir montajını gösterir. İndüktör, raf bileşeninin bir standardıdır. (Örnek düzenin yalnızca bir şablon olarak değil, bir kılavuz olarak verildiğini unutmayın.)

Şekil 9.12C CAD simüle edilmiş faz gürültü grafiğini göstermektedir. Çıkış gücü 11.5 dBm ve ikinci ve üçüncü uyum-



Şekil 9.12 - İE için 144 MHz osilatör devresi = 10 mA (((A)), LC topaklı indüktör-kondansatör rezonatör ağı (B) ve simüle edilmiş faz gürültü grafiği (C) kullanarak devre düzeninin bir örneği.

Vackar osilatörü

Orijinal Vackar osilatörü, icat eden Jiri Vackar'ın adını almıştır. 1940'ların sonundaki devre. Devrenin - açıklaması - Clapp osilatörünün bir arıtması - RSGB'nin Amatör Radyo Tekniklerindeki osilatör hakkında daha fazla yorum yapan Büyük Britanya Radyo İletişim El Kitabı Radyo Derneği'nin eski sürümlerinde bulunabilir. Devre ayrıca W91K tarafından Kasım 1955 QST "Teknik Yazışma" sütununda açıklanmıştır. Vackar devresi, Clapp osilatörünü frekans kararlılığı için optimize etti: osilatör transistörü rezonatörden izole edildi, ayarlama geri besleme kuplajını etkilemez ve transistörün toplayıcı çıkış empedansı düşük tutulur, böylece kazanç salınımı sürdürmek için gerekli olan minimumdur.

İcs yaklaşık-28 dBm ve -34 dBm'dir. Faz gürültü simülasyonunu kullanarak, sonuç 10 kHz ve 100 Hz ofsette -134 dBc/Hz ve -94 dBc/Hz'dir. Hesaplanan, simüle edilen ve ölçülen sonuçlar **1** dB içinde yakından kabul edilir.

Aynı transistör 30 mA'da çalıştırılırsa, 10 kHz ofsetteki faz gürültüsü -144 dBc/Hz olacak ve çıkış gücü 20 dBm'ye yükseltilecektir. Bu, düşük fazlı gürültü tasarımı için daha güçlü bir transistörün iyi bir seçim olduğunu göstermektedir. İt, cihazın dağılımını akılda tutmak için önemlidir, çünkü CAD işlemi muhtemelen cihazın yanlış kullanımını işaretlemeyecektir.

UHF (432 MHz) ve HIGHER AKIM İÇİN MODIFİED CIRCUIT

432 MHz'de ve İμ = 30 mA'da, tank devresinin yüklenmesi çalışma Q'sunu önemli ölçüde azaltır. Merkeze bağlı bir indüktör kullanmanın yolu. Sargıdan sargıya bu frekanslardaki bağlantı çok yüksek olmadığından, iki ayrı özdeş indüktör başarıyla kullanılabilir .

Şekil 9.13A, 432 MHz topraklanmış baz osilatörün şemasını, dokunulmuş indüktörü kullanarak göstermektedir. Bu, daha önce kullandığımız devrenin bir modifikasyonudur. Bir VCO durumunda, kullanmak avantajlı olacaktır

Farklı bir çıkış bağlantı şeması, çünkü bu konfigürasyonda, yükleme frekansa göre değişecektir. Bu, devreye bazı endüktif kuplaj ekleyerek kolayca elde edilebilir. Basılı bir rezonatör durumunda bu oldukça basit bir şekilde gerçekleştirilebilir.

Şekil 9.13B gömülü bir baskılı bağlı hat rezonatör ağı (orta tabakadaki striplin rezonatör) kullanarak 432 MHz osilatör devresinin örnek bir kılavuz düzenini göstermektedir. Osilatör görsel olarak kontrol edilirse gerçek rezonatör görünmez.

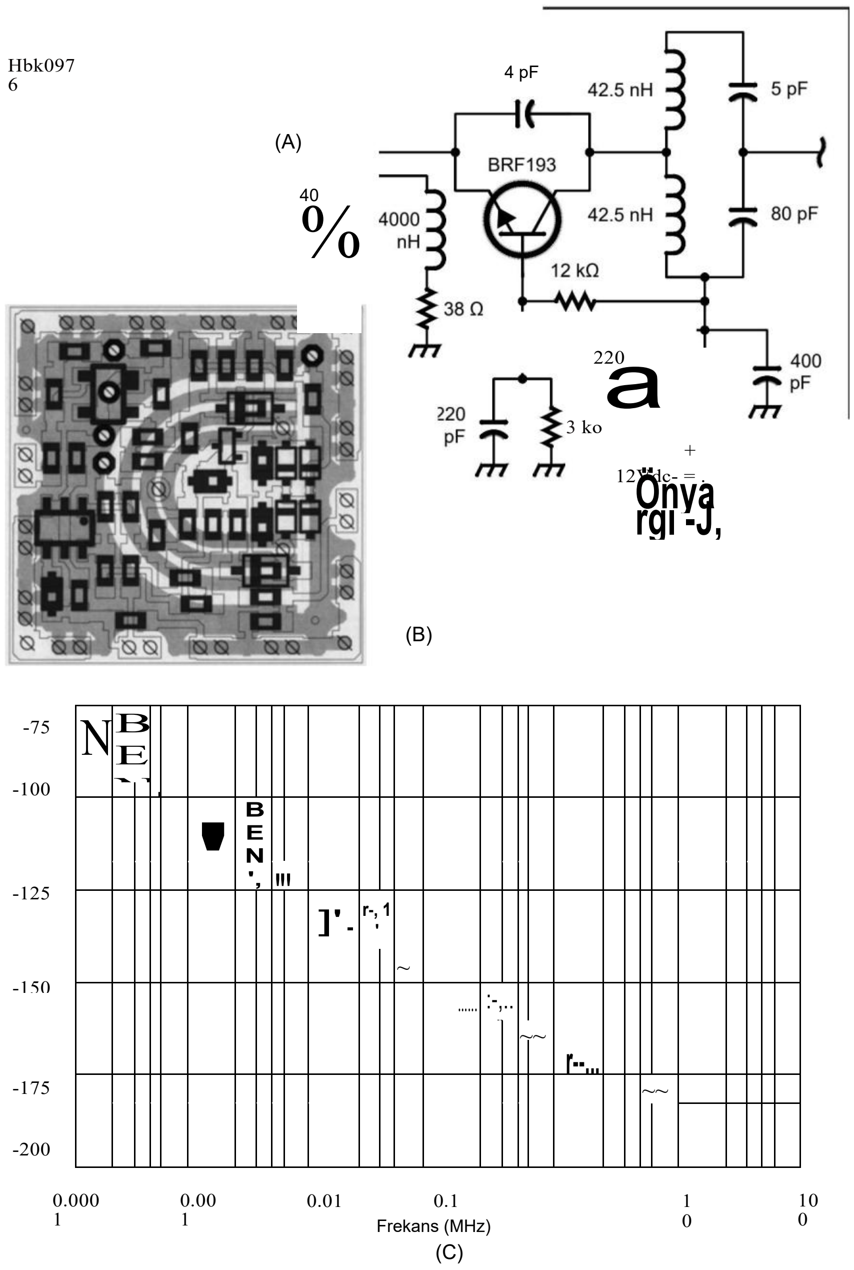
Şekil 9.13C, frekans yaklaşık üç kat daha yüksek olduğu için 9 dB'lik beklenen gürültü bozulması ile simüle edilmiş faz gürültü grafiğini göstermektedir. 432 MHz'de elde edilen simüle edilmiş çıkış gücü, 144 MHz'de 18 dBm'ye kıyasla 16 dBm'dir. Bu, harici olarak telafi edilemeyen iç paket parazitlerinden kaynaklanmaktadır. İkinci harmonik 38 dB tarafından bastırılır; Bunun nedeni daha yüksek işletim Q'sudur.

9.2.3 Üç Adet Yüksek Performanslı HF VFO

N1 UL MODIFİED VACKAR VFO

Şekil 9.14A'in osilatör devresine Ulrich Rohde, Nl UL katkıda bulunur. İt, küçük bir bağlantı kapasitörünün (8 pF) ve voltaj bölücü kapasitörünün (18 pF) rezonatör devresini (10 μH ve 50 pF ayar kapasitörü) izole ettiği modifiye bir Vackar tasarımıdır (kenar çubuğuna bakınız) osilatör transistöründen.

Osilatör transistörü, osilatörü yükten izole etmek için bir tampon aşaması izler. Transistör tabanı ve rezonatör arasındaki bağlantı sabit ve hafif olduğundan, osilatörün kararlılığı 5.5 ila 6.6 MHz arasındaki geniş bir ayar aralığında yüksektir. İndüktör veya kondansatör osilatörü ayarlamak için değiştirilebilir, ancak değişken bir kondansatör rec-



Şekil 9.13 - 432 MHz osilatör devresi, dokunulmuş indüktör ve I_E = 30 mA (A) kullanılarak, anakartın (B) orta katmanında gömülü baskılı birleşik hat rezonatörü (stripline resonator) ve simüle edilmiş faz gürültü grafiği (C) kullanılarak devre düzeninin bir örneği.

Daha pratik olarak anılır ve daha iyi performans verir.

Osilatör transistörün tabandan toprağa (220 pF) ve toplayıcıdan toprağa (680 pF) kadar büyük kapasitörleri nedeniyle, osilatör transistörünün çeşitli parametrelerinin devre performansı üzerinde çok az pratik etkisi vardır. Yaygın olarak bulunan 2N3904 hem osilatör hem de tampon transistörler için iyi performans gösterir.

Pratik rezonatör bobini ve ayar kapasitörleri pozitif sıcaklık katsayısına sahip olacaktır. 8 pF ve 18 pF kapasitörler bir Nl 50 sıcaklık katsayısı olmalıdır kaymalarını kısmen telafi etmek için. 1 saat sonra, bu devre için gözlemlenen frekans kayması 10 Hz/saatten daha azdı.

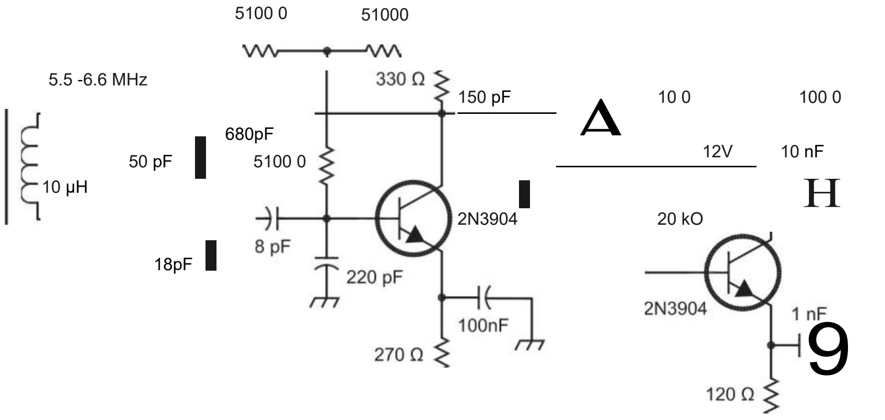
K7HFD LOW-NOISE DİFFERENTIAL OSCILLATOR

Şekil 9.15'te gösterilen diğer yüksek performanslı osilatör örneği, Linley Gumm, K7HFD tarafından düşük gürültülü performans için tasarlanmıştır ve ARRL'nin *Radyo Amatörleri için Katı Hal Tasarımı'nın 126. sayfasında (baskı* dışı, ancak kullanılan ve kütüphanelerde kullanılabilir) görünür. Bu devre olağandışı bileşenler kullanmaz ve basit görünür, ancak İnce ve sofistike bir devredir. (Bu devrenin tasarımcısı tarafından bir analizi ve simülasyonu, bu kitap için indirilebilir ek materyalde yer almaktadır.)

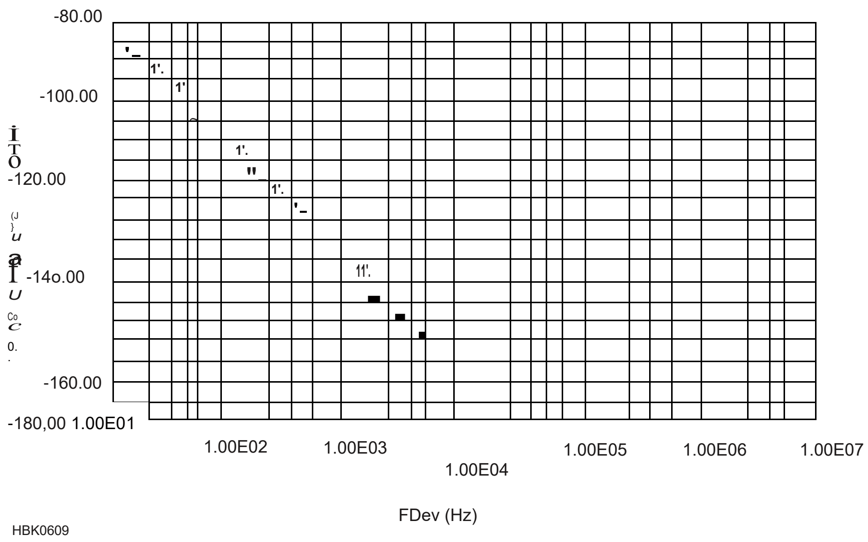
AM osilatör gürültüsünü azaltmada sınırlamanın etkileri daha önce ele alınmıştır. Bununla birlikte, AM gürültü yan bantları kusurlu sınırlama ile PM gürültü yan bantlarına çevrilebildiğinden, AM'yi osilatörün kendisinde mümkün olduğunca erken sıyırmanın bir avantajı vardır. Osilatördeki bir ALC sistemi buna karşı koyar ve iptal eder! AM bileşenleri bant genişliği içinde, ancak bir sınırlayıcıya dayalı bir osilatör bunu geniş bir bant genişliği üzerinde yapacaktır. K7HFD'nin osilatörü, sınırlayıcı bir amplifikatör olarak diferansiyel bir çift kutuplu transistör çifti kullanır. Tabanlardaki de bias voltajı ve toprağa ortak yayıcı yolundaki direnç, kontrollü bir de bias akımı oluşturur, burada 25 ila 27 mA. Bazlar arasındaki ac voltajı bu akımı iki toplayıcı arasında değiştirir. Bu, seriesresonant tankı L 1-C 1'i çalıştıran L2 bağlantı sargısına dikdörtgen bir akım darbesi uygular. Kollektörün çıkış empedansı hem akım açık hem de akım kapalı durumlarında yüksektir. Bağlantı sargısının az sayıda dönüşü ile birlikte, Bu, tank devresine çok yüksek empedans sunar, bu da tank Q'nun bozulmasını en aza indirir. Bu - sınırlayıcının giriş empedansı da oldukça yüksektir ve sadece bir tum LI musluğuna uygulanır, Tank Q üzerindeki herhangi bir etkiyi benzer şekilde en aza indirir. Giriş transistör tabanı, tank dalga formunun sadece bir tepe noktasında iletime yönlendirilir. Çıkış transformatörü, - kendisine uygulanan akım darbesinin tersine sahiptir, bu nedenle çıkış, düşük bir bozulma sinüs dalgası değildir, ancak çıkış harmonikleri, basit teorinin önereceği kadar geniş olmayacaktır, çünkü devrenin yüksek çıkış empedansı, başıboş kapasitansların yüksek frekanslı bileşenleri zayıflatmasına izin verir. Burada kullanılan düşük frekanslı transistörler de harmonik gücü azaltmak için hareket eder.

+ 17 dBm'lik bir çıkışa sahip olan bu, yaklaşık 300 mW giriş gücü ile çalışan bir güç osilatörüdür, bu nedenle sıcaklığa bağlı sürüklenmeye neden olabilecek kayda değer bir ısıtma mevcuttur. Devrenin yüksek güçlü çalışması, mümkün olduğunca yüksek bir sinyal gücüne sahip olarak yüksek bir sinyal-gürültü oranı oluşturmak için kasıtlı bir taktiktir. Bu aynı zamanda osilatörün - geniş bant gürültü çıkışı sorununu da azaltır. Tanktaki sinyal seviyesindeki sınırlama, transistörlerin baz-yayıcı-kavşak arıza voltajıdır. Devre, bir tum musluk boyunca birkaç volt tepe-tepe ile çalışır, bu nedenle tam tank 50 V P-P'nin üzerinde çalışır.

Transistörler için aşırı voltaj seviyeleri bu devre tarafından kolayca üretilebilir. Bir bipolar transistöre zarar vermenin en kolay yolu, çığ düşene kadar baz-yayıcı bağlantısını tersine çevirmektir. Çoğu cihaz derecelendirilir



(A)



(B)

Şekil 9.14 - A'da, N1 UL'nin Modifiye Edilmiş Vackar VFO'su 50 pF kapasitör kullanılarak 5.5 ila 6.6 MHz arasında ayarlanmıştır. Ayarlama, daha küçük bir değişken kapasitöre paralel olarak sabit bir kapasitör yerleştirerek daha dar aralıklarla sınırlandırılabilir. Osilatörün rezonans frekansı 10 μH indüktör ve 50 pF ayar kapasitörü tarafından belirlenir. B, bu *Armonika* simülasyonunda modifiye edilmiş Vackar VFO'nun mükemmel faz gürültü performansını gösterir. Taşıyıcıdan 1 kHz'de gürültü -144 dBc'dir.

Bu şekilde uygulanan sadece 5 V'a dayanacak şekilde, hasar vermek için gereken akım küçüktür ve çok az güç gereklidir. Eğer çığ akımı, transistörün derhal imha edilmesi için gerekenden daha azıyla sınırlıysa, cihazın bir miktar bozulması, bant genişliğinde bir azalma ve gürültüsünde bir artışla birlikte kazanç olması muhtemeldir. Bu değişiklikler geri dönüşümsüz ve kümülatiftir. Küçük, hızlı sinyal diyotları, 30 V'un üzerinde arıza voltajlarına ve transistör bazlarından daha az kapasitansa sahiptir, bu nedenle olası bir deney, her transistörün tabanı ile seri olarak hızlı bir sinyal diyotu ekleme ve devreyi daha da yüksek seviyelerde çalıştırma etkisini denemek olacaktır.

Salınım genliği sürücü akım limiti tarafından kontrol edilir. L2 üzerindeki voltaj, onu süren transistörün toplayıcısının doygunluğa gitmesine asla izin vermemelidir, çünkü bu olursa transistör L2'ye çok düşük empedans sunar ve tankı kötü bir şekilde yükler, Q ve gürültü performansını mahveder. Devre, L2'nin sıcak ucunu ve bir osiloskop ile yayıcıyı problayarak doygunluktan marjı doğrulamak için kontrol edilebilir. Daha az belirgin olan bir başka test, güç kaynağı voltajını değiştirmek ve çıkış gücünü izlemektir. Devre akım kontrolü altındayken, çıkış gücünde çok az değişiklik olur, ancak besleme doygunluğa izin verecek kadar düşükse, çıkış gücü Değişen besleme voltajı ile önemli ölçüde değişir.

2N3904 kullanımı ilginçtir, çünkü normalde RF osilatörleri ile ilişkili değildir. Daha çok de veya ses frekanslarında kullanılan ucuz, sade, genel amaçlı bir tiptir. RF'de iyi gürültü performansına sahip bazı transistörlerin düşük frekanslarda daha kötü gürültü performansına sahip olduğunu ve yarattıkları düşük frekanslı gürültünün bir osilatörü modüle ederek gürültü yan bantları oluşturabileceğini gösteren kanıtlar vardır. - Düşük kaliteli ses transistörleriyle yapılan deneyler faydalı olabilir, ancak bu tür cihazların çoğu yüksek bağlantı kapasitelerine sahiptir .

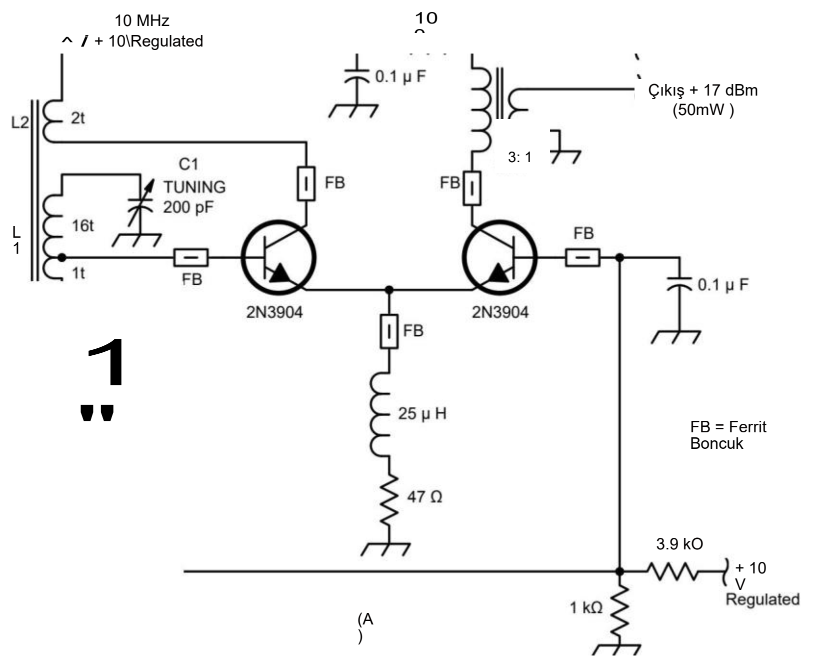
Bu devrenin Radyo *Amatör için Katı Hal Tasarımında tanımlanması,* bir ön seçici olarak kristal filtreli bir spektrum analizörü kullanılarak yapılan faz gürültü testinin sonuçları verilmiştir. Taşıyıcıdan on kilohertz uzakta, 3 kHz'lik bir ölçüm bant genişliğinde, gürültü taşıyıcı seviyesinin 120 dB'den daha altındaydı. Bu, Şekil 9.15B'de gösterilen modellenmiş faz gürültü performansı ile tutarlı olarak -154,8 dBc/Hz, SSB'ye eşit olan -120 - 10 log (3000)'den daha iyi olur. Bu dengelemede, -140 dBc genellikle mükemmel olarak kabul edilir. Bu VFO, 1977 yayınında bugünün standartlarına göre en gelişmiş performansı sağlar.

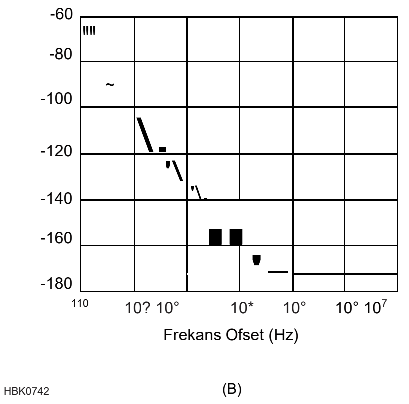
BİR JFET HARTLEY VFO

Şekil 9.16, bir VFO'nun 11.1 MHz versiyonunu ve Roger Hayward, KA 7EXM ve Wes Hayward, W7ZOI ("The Ugly Weekender") ve Roy Lewallen, W7EL ("Optimize Edilmiş QRP Alıcı Verici") tarafından yayınlanan 7 MHz alıcı-verici tasarımlarında kullanıldıktan sonra yakından desenli tamponu göstermektedir "). İçinde, - 2N5486 bir JFET kullanan bir Hartley osilatörü, Lewallen'e atfedilen two-2N3904 tamponunu çalıştırır. Bu versiyon, JFET'in kaynak yanlılığını (bypass 910 ©2direnç) bir kapı kenetleme diyotu yerine kullanması ve bir Zener diyot ve düşme direnci yerine düşük akım 7 V regülatörü İC'den güç alması nedeniyle orijinallerden ayrılır. 5 dB ped, tamponun çıkışını "Seviye 7 (+ 7 dBm LO) diyot halka karıştırıcıları için uygun bir seviyeye ayarlar.

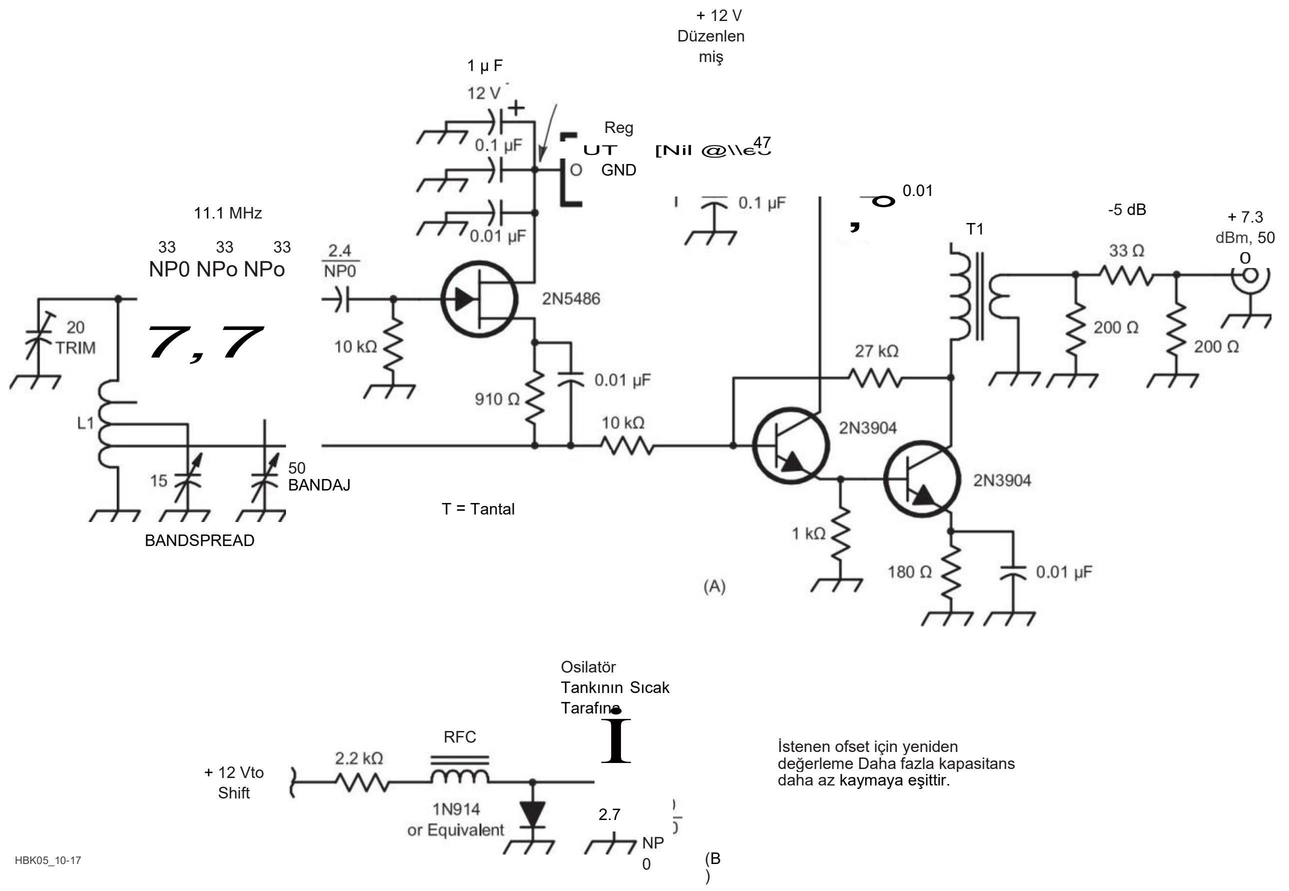
Gösterilen devre başlangıçta bir kapı kenetleme diyotu, kaynak önyargısı ve 3 dB çıkış yastığı ile inşa edildi. Gösterildiği gibi osilatör önyargısının ayarlanması, frekans stabilitesini bozmadan çıkışını 2 dB arttırdı (200 ila 300 Hz yukarı çekimde sürüklenme, sabit bir oda sıcaklığında daha sonra ± 20 Hz içinde stabilite).

Hassas mekanik ayar bileşenlerinin elde edilmesinin zor olduğu kabul edildiğinde, rezonatör "Bandset've" Bandspread "değişken kapasitörler kullanır. Bu terimler radyonun ilk günlerinden: Ahize kaba saba içindir ve bant örtüsü ince ayar içindir.





Şekil 9.15 - A'da, K7HFD'in bu düşük gürültülü osilatör tasarımı, yüksek bir C/N (taşıyıcı/gürültü) oranı elde etmek için alışılmadık derecede yüksek bir güç seviyesinde çalışır. L 1
1.2 μH ve T-68-6 bir toroid çekirdek üzerinde 17 dönüş tel kullanır. Musluk 1 dönüşte. 10 MHz'de Q 160'dır. L2, L 1 üzerinden 2 dönüşlü bir bağlantıdır. B'de, diferansiyel osilatörün Ulrich Rohde, N1 UL tarafından modellenmesi, mükemmel faz gürültü performansını gösterir .



Şekil 9.16 - N1 UL, KA7EXM, W7ZOI ve W7EL'den gelen kurumsal fikirler, A'daki osilatör, bir kapı kelepçeli diyot kullanmadan 11.1 MHz'de mükemmel stabilite ve çıkış elde eder, ayrıca bant seti ve bandspread kondansatörleri kullanarak küçültme sürücülerinin küçülen kullanılabilirliğini sonlandırır. L 1, B&W # 3041 Miniductor'un 10 dönüşünden oluşur (# 22 kalaylı tel, % inç çapında, inç başına 24 dönüş). Kaynak musluk %2 yerden döner; Tuning-kondansatör muslukları gerekli bandaj ve bandspread aralıkları için gerekli şekilde konumlandırılmıştır. T1'in birincil bir FT-37-72 ferrit çekirdek üzerinde # 28 emaye tel 15 döner oluşur; Onun ikincil, 3 birincil üzerinde döner. B, herhangi bir LC osilatörüne uygulanabilen sabit TR ofseti eklemek için bir sistem gösterir. RF boğucu, FT-37-43 bir çekirdek üzerinde 20 tur # 26 emaye telden oluşur .

9.3 Bir Osilatör Oluşturma

Osilatörlerin nasıl çalıştığı, sınırlamaları ve bir dizi ilginç devre hakkında çok fazla zemin kapladık, bu yüzden kaçınılmaz soru nasıl tasarlanacağı konusunda ortaya çıkıyor. Burada utanç verici bir itirafta bulunalım: Yayınlanmış devrelerde veya ticari ekipmanlarda gördüğünüz çok az osilatör, ekipmanın tasarımcısı tarafından tasarlanmıştır. Hemen hemen hepsi başka kaynaklardan alınmıştır. Genel olarak geri dönüşüm çevre için önemli olsa da, bu durumda çok az profesyonel veya amatör tasarımcının sıfırdan bir osilatör tasarladığı anlamına gelir. Hepimizin "topladığımız" devre koleksiyonları var ve yeni bir projeye uygun bir şey üretmek için birkaç değeri ayarlıyor veya bir cihaz türünü değiştiriyoruz.

Osilatörler tasarlanmamıştır, evrimleşirler. Kendilerine ait bir hayatları var. Referanslarda listelenen Clarke & Hess kitabı, yayınlanan birkaç klasik tasarım sürecinden birini içerir. ARRL *kitabı RF Tasarımında Deneysel Yöntemler,* okumaya değer osilatör devreleri hakkında kapsamlı

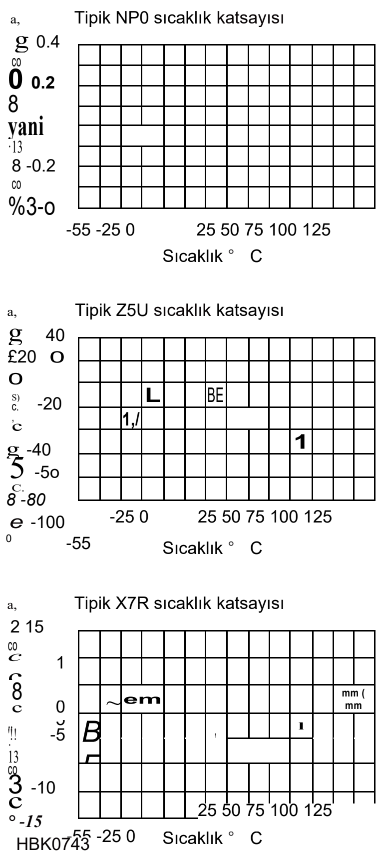
9.3.1 VFO Bileşenleri ve İnşaat

TUNNG KONDANSATÖRLER VE REDUCTİON DRIVES

Ticari olarak üretilen radyoların çoğu artık frekans sentezleyicileri kullandığından, iyi bir VFO oluşturmak için gereken bazı temel bileşenleri bulmak giderek zorlaşmaktadır. Yavaş hareket eden sürücüler ve değişken kapasitörler, *QST* reklamvereni National **RF (www.nationalrf.com), Dan's** Small Parts and Kits **(www.danssmallpartsandkits.net)** ve Antique Electronic Supply **(www.tubesandmore.com) tarafından sağlanmaktadır. Değişken** kapasitörler, çift bilyalı rulmanlar ve gümüş kaplama yüzeyler ve kontaklar ile yüksek kaliteli bir bileşen olmalıdır.

Alternatif bir yaklaşım da mevcuttur: Eski ekipmanlardan uygun parçaları temizleyin; Değişken kapasitörler yerine ayar diyotları kullanın - faz kilitleme yoluyla düzeltilmezse, genellikle stabiliteyi ve faz gürültü performansını düşüren bir yaklaşım; Veya biri diğerininkine % to' kapasitans aralığına sahip iki ayar kondansatörü, bir ahize/bant genişliği yaklaşımında kullanın .

Değişken bir kapasitörün bir şasiye monte edilmesi ve bir ön panele indirgenmesi, *geri tepmeye neden olabilir* - kondansatör milinin döndürülmesinin, kondansatörü ayarlamak yerine şasiyi ve/veya paneli deforme ettiği can sıkıcı bir ayar efekti. Bunu en aza indirmenin bir yolu, kapasitörü desteklemek için indirgeme sürücüsünü kullanmak ve daha sonra şasiye takılan osilatör devre kartını desteklemek için kapasitörü kullanmaktır.



Şekil 9.17 - EIA kapasitör sıcaklık katsayıları sıcaklık ile kapasitans değişikliği belirtmek. Sıcaklık katsayısı tanımlayıcıları ve özelliklerinin tam bir tablosu için Bileşen Verileri ve Referanslar bölümüne bakın.

FIXED KAPASITÖRLER

Osilatör devresindeki tüm sabit değerli kapasitörler için silvered-mika veya diğer yüksek kararlı kapasitörler kullanın. Güç kaynağı ayırma kapasitörleri, seramik veya film gibi herhangi bir uygun tip olabilir.

Geleneksel olarak, gümüş-mika sabit kapasitörler osilatörlerde yaygın olarak kullanılmaktadır, ancak sıcaklık katsayıları diğer tiplerle elde edilebileceği kadar düşük değildir ve bazı gümüş mikaların düzensiz davrandığı bilinmektedir. Polistiren film kanıtlanmış bir alternatif haline gelmiştir. Bir uyarı dikkat çekicidir: polistiren kapasitörler, 70 ° C'nin üzerindeki sıcaklıklara maruz kalmaları durumunda değerde kalıcı bir değişiklik gösterir; coolmg'deki eski değerlerine dönmezler .

Osilatör yapımı için özellikle uygun olan, genellikle NP0 veya COG tipleri olarak tanımlanan düşük sıcaklık katsayılı seramik kapasitörlerdir. (NP0 ve COG eşdeğerdir) Bu kısaltmalar aslında tempera-Ture-katsayı kodları. **Şekil 9.17,** üç ortak - sıcaklık katsayısının davranışını gösteren grafikler içermektedir. Bazı seramik kondansatörler kasıtlı, kontrollü sıcaklık katsayılarına sahiptir, böylece frekans kaymasının diğer nedenlerini sıcaklıkla telafi etmek için kullanılabilirler. Örneğin, kod N750, santigrat derece başına milyonda -750 parça sıcaklık katsayısına sahip bir parçayı belirtir. Bu parçaların elde edilmesi artık biraz zor, bu yüzden başka yöntemlere ihtiyaç var. (Sıcaklık katsayıları ve kondansatörlerin diğer özellikleri için değerler **Bileşen Verileri ve Referanslar** bölümünde sunulmuştur.)

Bir Colpitts devresinde, aktif cihaz için voltaj ayırıcıyı oluşturan iki büyük değerli kondansatör hala dikkatli bir seçim gerektirir. Bu bileşenlerin tank frekansı üzerindeki etkisi, devredeki kapasitans değerlerinin oranları ile azaltıldığından, doğru değerdeki herhangi bir mevcut kapasitörü kullanmaya cazip gelir. Bu azalma, NP0 bir seramik parçanın sıcaklık stabilitesi ile düşük maliyetli, dekuplaj kalitesinde X7Rdielectric seramik kondansatörlerin bazıları arasındaki fark kadar büyük değildir. Bir VFO devresinin görünüşte daha az kritik kısımlarında bile düşük sıcaklık katsayılı parçalar kullanmaya değer - bypass kapasitörler için bile. Sıcaklık kaymasının nedenini kovalamak eğlenceden daha zordur. Güvenilir kaynaklardan yüksek stabiliteli kapasitörler gibi kritik bileşenleri satın alın.

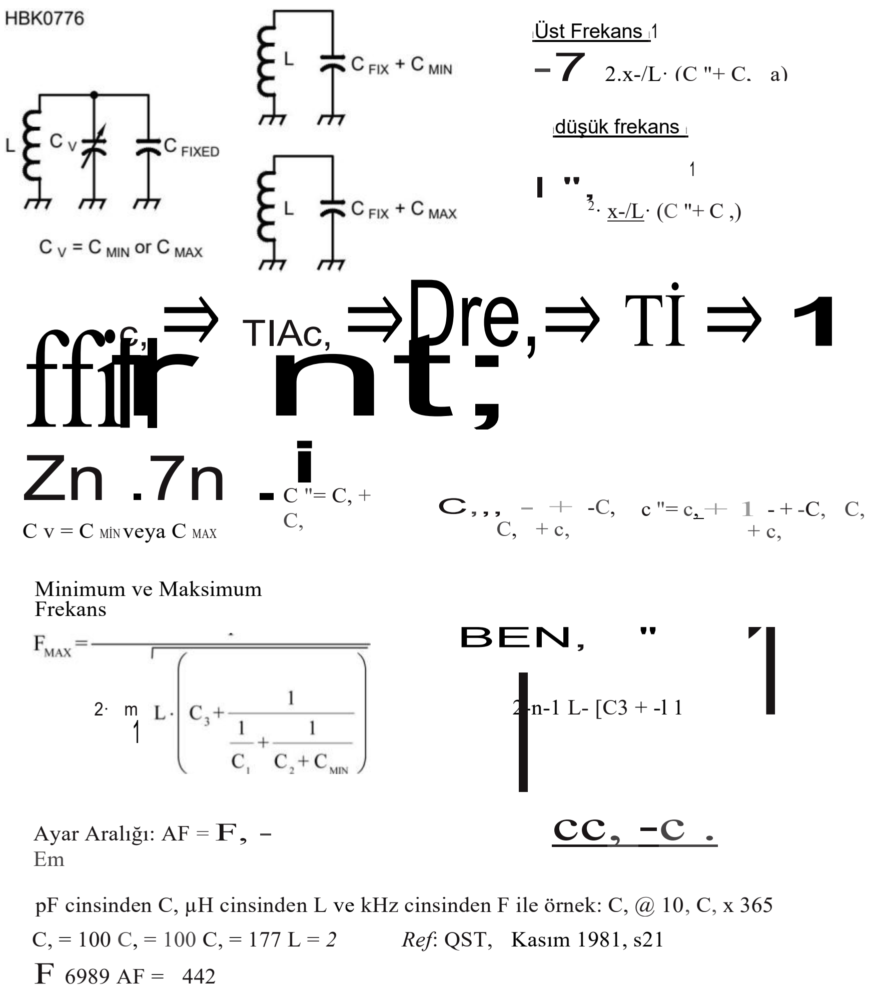
TUNNG CAPACITOR NETWORKS

Genellikle mevcut bir değişken kapasitör, istenen frekans aralığı için gerekenden daha büyük bir kapasitansa sahiptir. Plakalar bazen çıkarılabilirken, daha iyi bir çözüm değişken kapasitörü sabit kapasitörlerden oluşan bir ağa yerleştirir. Bu ağın evrimi **Şekil 9.18'in orta bölümünde gösterilmiştir. Değişken** kapasitör, Cy ve C, eşdeğer Cy'yi oluşturmak için paraleldir. Bu daha sonra eşdeğer C 12v için C1 ile seri olarak yerleştirilir - Bu, tum olarak, toplam kapasitörü oluşturmak için C3 ile paraleldir, CNET· Genel frekans normal rezonans ilişkisinden hesaplanır. Denklemler, faradlarda kapasitans, henrielerde indüktans ve Hz'de frekans ile gösterilir.

Tasarımcı için C1 ve C değerlerini seçerek sağlanan önemli bir esneklik vardır. Değişken kapasitörden çok daha küçük C ile bazı kombinasyonlar, yüksek doğrusal olmayan ayar üretebilir.

İNDUKTORS

Seramik bobin formları, kendi kendini destekleyen hava-yara bobinleri (Miniductor) gibi mükemmel sonuçlar verebilir. Gerekli endüktans yeterince küçükse, bobini bir seramik üzerine sarın



Şekil 9.18 - Basit bir rezonans devresi, üst bölümde gösterildiği gibi paralel kapasitörler ile ayarlanmıştır. Ayar aralığı, değişken kapasitansın sabit kapasitansa oranı ile kontrol edilir.

Güvenli bir şekilde monte edilmiş form.

Manyetik bir çekirdek kullanırsanız, toz demir kullanın ve güvenli bir şekilde destekleyin. Sıcaklık kararsızlığı nedeniyle ferrit kullanmayın. Kararlı VFO'lar toroidal çekirdekler kullanılarak yapılmıştır. Mikrometaller karışımı # 6 düşük bir sıcaklık katsayısına sahiptir ve NP0 seramik kapasitörlerle birlikte iyi çalışır. Diğer materyaller bireysel olarak değerlendirilmelidir .

Bir malzemenin sıcaklık kararlılığı, bir osilatörde deneyene kadar belirgin olmayacaktır, Ancak, bir bobinin Q'sunu bozacak kadar kayıplı olan metalik olmayan malzemeleri tanımlamak için hızlı bir test uygulayabilirsiniz. Coilform malzemenin bir örneğini bir bardak su ile birlikte bir mikrodalga fırına koyun ve düşük güçte yaklaşık 10 saniye pişirin. Herhangi bir metal bağlantı parçası veya ferromanyetik çekirdek içermeyin. İyi malzemeler tamamen etkilenmeyecek; Fakir olanlar ısınır ve hatta eriyebilir, duman çıkarabilir veya alev alabilir. (Bu işlem, bilinmeyen bir

fazlasını denerseniz yangın tehlikesidir. Deneyinizi gözlemleyin Sürekli ve gözetimsiz bırakmayın!)

W7ZOI, sargıdan sonra toroidal VFO bobinlerinin tavlanmasını önerir. W7EL, bu yöntemle bobinlerini suda kaynatıp havada soğumasını sağlayarak başarıya ulaştığını bildiriyor.

VOLTAJ REGÜLATÖRLERI

VFO devreleri, iyi düzenlenmiş, düşük gürültülü kaynaklarla güçlendirilmelidir. Üç terminalli regülatörler ucuzdur ve düşük çıkış gürültüsüne sahiptir. Bunları osilatör devresi ile yerel olarak dahil etmek kolaydır. Regülatör osilatör devresinin bir parçası değilse, bir gürültü filtresi olarak hareket etmek için bir dekuplaj R-C kombinasyonu içerir.

Birçok osilatör devresi Zener diyot regülatörlerini içerir. Zenerler osilatörü bozabilecek bazı özelliklere sahiptir. Gürültülüdürler, bu yüzden bunu filtrelemek için ses frekanslarına kadar ayrıştırma gerekir. Zener diyotlar genellikle belirtilen optimum önyargı akımından çok daha azında çalıştırılır. Bu güç tasarrufu sağlasa da, amaçlanandan daha düşük bir çıkış voltajı ve diyotun empedansı ile sonuçlanır . Ance çok daha büyüktür, giriş voltajı, çıkış akımı ve sıcaklıktaki değişikliklere duyarlılığını arttırır. Bazı yaygın Zener türleri 20 mA kadar çalışacak şekilde tasarlanabilir; Optimum akımı bulmak için diyot ailenizin veri sayfasını kontrol edin.

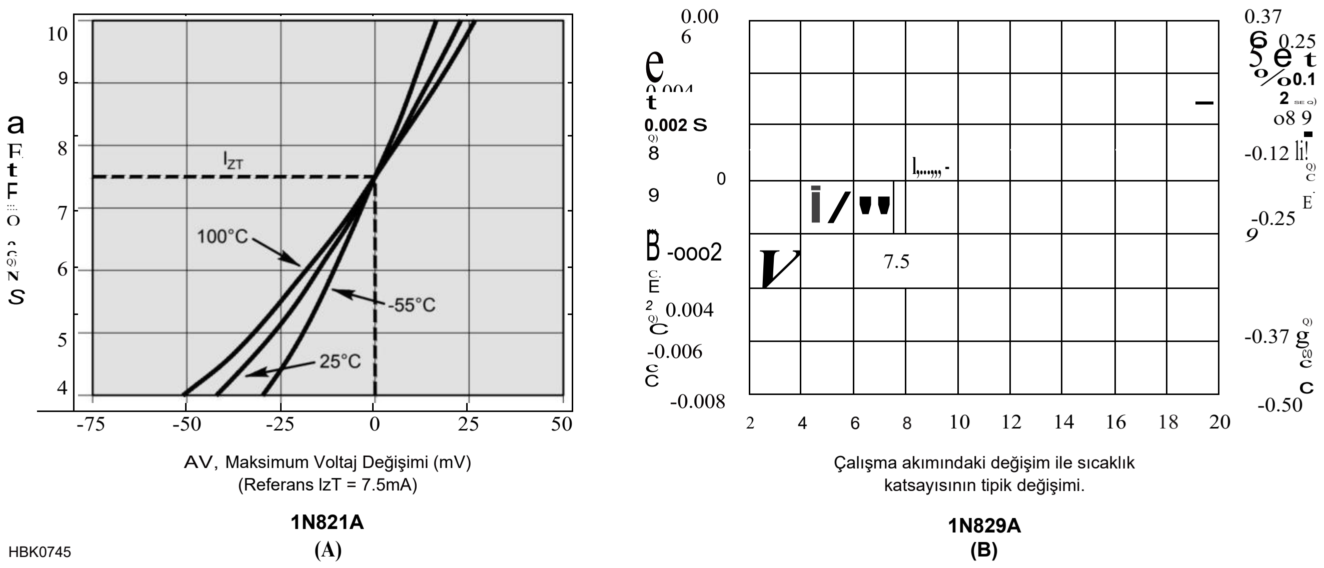
Gerçek Zener diyotları düşük voltajlı cihazlardır; Birkaç voltun üzerinde, sözde Zener diyotları aslında çığ tipleridir. Bu diyotların sıcaklık katsayısı, arıza voltajlarına bağlıdır ve yaklaşık 5 V'de derecelendirilen diyotlar için sıfırdan geçer. Eğer ortak bir çeşit Zener'den daha meraklı bir şey kullanmayı düşünmüyorsanız, osilatörü 5 V'den çalışacak şekilde tasarlayın ve 5, 1 V Zener kullanarak voltageversus sıcaklık - stabilitesinde size ücretsiz bir avantaj sağlayacaktır.

Özellikle düşük sıcaklık katsayılarına sahip, genellikle referans veya sıcaklık kompanse diyotlar olarak adlandırılan bazı - diyotlar mevcuttur. Bunlar genellikle birbirlerinin sıcaklık kaymasını iptal etmek için tasarlanmış bir dizi diyottan oluşur. 1N821Adiode ± 100 ppm/° C sıcaklık katsayısına sahiptir. 7.5 mA'da çalışan 1N829A, 6.2 V ± %5 ve santigrat derece başına maksimum milyonda (ppm) maksimum ± 5 parça sıcaklık katsayısı sağlar. Önyargı akımında %10'luk bir değişiklik, voltajı 7.5 mV'den daha az kaydırır, ancak bu daha büyük akım değişimi için hızla artar. **Şekil 9.19'daki eğriler,** bu diyotların sıcaklık katsayılarının önyargı akımına nasıl bağlı olduğunu göstermektedir .

LM399, 6.95 V'de mükemmel bir Zener gibi davranan ± 0.3 ppm/° C'de çalışan karmaşık bir İC'dir. Bazıları bir VFO çalıştırmak için yeterli akım sağlayabilen voltaj referansları olarak kullanılmak üzere tasarlanmış hassas, düşük güçlü, üç uçlu regülatörler de mevcuttur. Horowitz ve Hill'in 334 ve 337. sayfaları arasında tüm bu cihazların kapsamlı tabloları var, *Elektronik Sanatı, 2. baskı.*

OSCILLATOR DEVİCES

1960'lardan kalma bir klasik olan 2N3 819 FET, VFO'larda iyi çalıştığını kanıtladı, ancak jambon üreticileri arasında da uzun süredir popüler olan MPF 102 gibi, geniş - toleranslara göre üretildi. Bir osilatörün alıcı stabilitesindeki önemi göz önüne alındığında, daha iyi bir cihaza biraz daha fazla harcama yapmaktan çekinmemelisiniz. 2N5484, 2N5485 ve 2N5486 dikkate değer; Birlikte, onların iletkenlik aralıkları MPF102 kapsamaktadır, ancak her biri bu aralığın daha iyi kontrol edilen bir alt kümesidir. 2N5245, 2N38 I 9 gibi düşük akımlarda çalışan daha iyi ortalama gürültü performansına sahip daha yeni bir cihazdır. Plastik kasalı 2N44 l 6 olarak da mevcut olan PN44 l 6/A, VHF bölgesine kadar bir dizi iyi osilatörde yer alan VHF/UHF amplifikatör kullanımı için tasarlanmış düşük gürültülü bir cihazdır. İts düşük iç kapasitans düşük frekanslı sürüklenmeye katkıda bulunur. J3 l O (plastik;



Şekil 9.19 - Sıcaklık kompanse diyotların sıcaklık katsayısı önyargı akımı ile değişir. En iyi sıcaklık performansını elde etmek için, diyot için özel önyargı akımını kullanın.

Metal kasalı U310 benzerdir), osilatörlerde kullanım için bir başka popüler JFET'dir.

2N5179 (plastik, PN5179 veya MPS51 79), VHF bölgesinin tepesine kadar osilatörlerde iyi performans gösterebilen iki kutuplu bir transistördür. Mutlak maksimum toplayıcı-yayıcı voltajı sadece 12 V olduğundan ve toplayıcı akımı 50 mA'yı geçmemelidir. Bu özellikler kırılganlık taşıyor gibi görünse de, 2N5179 stabilize 6 V güç kaynakları ile çalışan devreler için yeterlidir.

VHF-UHF özellikli transistörler LC VFO'larda gerçekten gerekli değildir, çünkü bu tür devreler nadiren 10 MHz'in üzerinde kullanılır. (Yüksek bant genişliği - transistörleri ayrıca çıkış sinyalindeki yüksek frekanslı harmonik içeriği de arttırır.) Mutlak frekans kararlılığının artan frekansla elde edilmesi giderek daha zordur, bu nedenle serbest çalışan osilatörler radyo iletişimi için VHF-UHF sinyalleri üretmek için nadiren kullanılır. İnstead, VHFUHF radyoları genellikle bir çeşit sentezleyicide voltaj ayarlı, faz kilitli osilatörler kullanır. UHF'de başarılı osilatör tasarımı için 5 GHz bölgesinde f bulunan ve şerit hat paketlerine monte edilmiş BFR90 ve MRF901 gibi bipolar cihazlara ihtiyaç vardır.

Popüler SA/NE602 karıştırıcı İC, dahili bir osilatöre sahiptir ve birçok yayınlanmış devrede bulunabilir. Bu cihazın tanka ayrı giriş ve çıkış pimleri vardır ve oldukça uysal olduğu kanıtlanmıştır. Henüz "iyileştirilmemiş" olabilir (şimdiye kadar, SA/NE602 SA/NE602A, orijinal SA/NE602'den biraz daha yüksek dinamik aralık sağlayan A versiyonuna ilerlemiştir). PCB izlerini osilatör bölümünde kısa tutmak için biraz daha fazla özen göstermek için bir tane kullanarak bir tahta döşeyen herkes için iyi bir fikir olabilir.

Kartın gelecekte güvenilir bir şekilde kullanılabilmesi için bir miktar güvenlik marjı oluşturun. Profesyonel tasarımcılar, tasarımların muhtemelen 10 yıldan fazla bir süredir inşa edileceğini biliyorlar ve yarı iletken üretiminin aşamalı olarak iyileştirilmesi için izin vermeyi öğrendiler.

MECHANICAL CONSTRUCTION

• Tüm osilatör bileşenleri temiz olmalı ve termal değişiklikleri ve mekanik titreşimi en aza indirmek için sağlam bir desteğe bağlanmalıdır.

• Muhafaza sağlam olmalı ve mekanik titreşimden izole edilmelidir.

• Bileşen uçlarını kısa tutun ve noktasal kablolama kullanılıyorsa, ağır tel kullanın (# 16 - # 18 AWG).

• Başıboş indüktansı önlemek ve diğer kaynaklardan gelen gürültüyü en aza indirmek için osilatör bileşenlerinin tek noktadan topraklanması önerilir. Bir PCB kullanılıyorsa, bir zemin düzlemi içerir.

Zorlu uygulamalar için hangi tekniklerin ve malzemelerin kullanıldığını görmek için ticari veya askeri ekipmanlara bakmak genellikle öğreticidir. Mekanik montajlar ve parçalar, ev yapımı VFO'lar için ihtiyaç fazlası ekipmanlardan da çıkarılabilir.

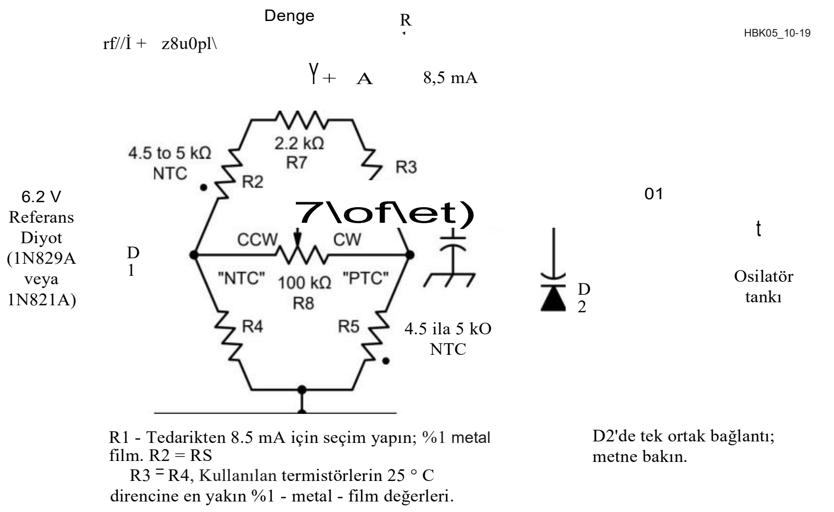
9.3.2 Sıcaklık telafisi

Yüksek stabiliteli bir VFO oluşturmak için genel prensip, bileşenlerin ikincil özelliklerindeki değişikliklere mümkün olduğunca duyarsız olan devrelerde minimum sıcaklık katsayısına sahip bileşenleri kullanmaktır. Sıcaklık duyarlılığının nedenlerinin dikkatli bir şekilde en aza indirilmesinden sonra bile, daha fazla gelişme

Ment hala arzu edilebilir. Geleneksel yöntem, depodaki kapasitörlerden birini bölmekti, böylece düşük sıcaklık katsayılı parçalar ve kasıtlı sıcaklık bağımlılığı olan parçalar arasında paylaştırılabiliyordu. Sadece sınırlı sayıda farklı, kontrollü sıcaklık katsayısı mevcuttur, bu nedenle düşük katsayılı ve kontrollü katsayılı parçalar arasındaki oranlama, istenenden daha hassas bir parçanın sıcaklık hassasiyetini "seyreltmek" için değiştirildi. Bu, çok fazla deneme yanılma içeren sıkıcı bir süreçtir, - telafi edilen üniteyi ısıtma ve soğutma araçlarını düzenlemenin zorluğuyla daha karmaşık hale getirilen bir girişimdir. (Hayward Aralık *1993 QST böyle bir aracı tarif.)* Ticari ve askeri teçhizat bir süredir frekans sentezleyicilerine dayandığından, - kontrollü sıcaklık hassasiyetine sahip kondansatörlerin kaynakları kuruyor. Alternatif bir yaklaşım gereklidir.

Sıcaklık kompanse kristal osilatör - (TCXO), endüstride yaygın olarak kullanılan bir kristal osilatörün geliştirilmiş stabilite versiyonudur. Kontrollü sıcaklık katsayısı kondansatörleri kullanan çoğu TCXO, bir - ayar diyotunun önyargısını kontrol etmek için bir termistör ve normal direnç ağı kullanır. Üreticiler, örnek osilatörlerin sıcaklık ve frekans karakteristiğini ölçer ve daha sonra üretim için optimum normal direnç değerlerini hesaplamak için bir bilgisayar programı kullanır. Bu, stabilitede en az on kat iyileşme sağlayabilir. Burada seri üretimle ilgilenmiyoruz, ancak bir varaktörü ayarlayan bir termistör fikri benimsenmeye değer. İlgili parçaların uzun süre kullanılabilir olması muhtemeldir.

Bileşen destekçileri arasında gezinme '



Şekil 9.20 - Osilatör sıcaklık telafisi, negatif sıcaklık katsayılı kapasitörlerin kıtlığı nedeniyle zordur. GM4ZNX tarafından yapılan bu devre, sürüklenme düzeltmesi için bir ayar diyotunu yönlendirmek için iki özdeş termistör içeren bir köprü kullanır. The Kullanılan 6.2 V Zener diyot (1 N821A veya 1 N829A) sıcaklıkla dengelenmiş bir parça olmalıdır; Herhangi bir 6.2 V Zener yapmaz.

Kataloglar, her biri bir dolardan daha az olan, sıcaklık dengeleme amacıyla tasarlanmış 4,5 ila 5 kQ boncuk termistörlerinin hazır bulunabilirliğini göstermektedir. **Şekil 9.20,** bu sıcaklık telafisi biçimine dayanan bir devre göstermektedir. Yaygın olarak bulunan termistörler negatif sıcaklık katsayılarına sahiptir, bu nedenle sıcaklık arttıkça, RS'nin saat yönünün tersine (CCW) ucundaki voltaj artar, saat yönünde (CW) ise düşer. Merkeze yakın bir yerde değişiklik yok. Ayar diyotundaki voltajın İncreasing kapasitansını azaltır, bu nedenle R8'in CCW ucuna doğru ayarlar negatif sıcaklık katsayılı bir - kapasitörü simüle eder; Saat yönünde ucuna doğru, bir pozitif-sıcaklık katsayısı bölümü. 6.2 V referans diyot, Dl için mevcut olan herhangi bir besleme voltajından 8.5 mA'yı geçmek için Rl'yi seçin. IN821A/1N829A-familydiodeused çok düşük bir sıcaklık katsayısına sahiptir ve en iyi performans için 7.5 mA önyargıya ihtiyaç duyar; Köprü diğer 1 mA alır. R 7 ve RS, kaliteli multi-tum düzelticiler olmalıdır. D2 ve Cl osilatör devresine uyacak şekilde seçilmelidir. Yeterli tazminat aralığı sağlayan en az kapasitans seçin. Bu, osilatöre eklenen gürültüyü azaltır. (İt, sıkıcı olsa da, R2 ve RS'ye göre diferansiyel varaktör voltajını diferansiyel hesap ve devre teorisi yoluyla çözmek mümkündür. Hayward'ın 1993 makalesindeki denklemler daha sonra D2 ve Cl tarafından oluşturulan ek kapasitörlere uyacak şekilde değiştirilebilir.) Diğer devrelerden gelen zemin akımlarının etkisini azaltmak için D2'ye yakın tek bir zemin noktası kullanın. Devrenin sabit dirençleri için kaliteli metal film bileşenleri kullanın.

Bu devrenin yeniliği, kolay ve doğrudan bir ayarlama işlemine sahip olacak şekilde

Ayarlamalar, iki farklı sıcaklığın her birinde bir tane ve bunları elde etmek, radyodan yeterince uzak tutulabilen sabit bir frekans sayacı gerektirir, böylece sayaç değil, radyo aşırı sıcaklıklara maruz kalır. (Test altındaki osilatörü dinlemek için bir alıcı kullanmak ayarlamaları hızlandırabilir.) Sayacı düzeltilecek osilatöre bağladıktan sonra, - osilatörü ve kompansatörü içeren radyoyu, osilatörün frekansı sabit çalışma sıcaklığına (ortam sıcaklığı üzerindeki artış) ulaşana kadar oda sıcaklığında, taslaksız bir ortamda çalıştırın. Mümkünse ayarını kilitleyin. Köprüyü dengelemek için R7'yi ayarlayın. Bu, RS'de bir O V düşüşüne neden olur, R7'yi yavaşça ayarlarken, RS'yi aralığı boyunca ileri geri sararak ulaşabileceğiniz bir durumdur. Köprü dengelendiğinde ve RS'de O V göründüğünde, RS'yi ayarlamak frekans kaymasına neden olmaz. Bu R 7 ayarını bulduğunuzda, orada bırakın, RS'yi aralığının tam merkezine ayarlayın ve osilatör frekansını kaydedin.

Radyoyu sıcak bir ortamda çalıştırın ve frekansının dengelenmesine izin verin. Frekansı kaydedilen değere geri yüklemek için RS'yi ayarlayın. Osilatörün sıcaklığa duyarlılığı şimdi ayarlamaları gerçekleştirdiğiniz sıcaklıklar arasında önemli ölçüde azaltılmalıdır. Ayrıca bu aralığın dışında osilatörün stabilitesini biraz geliştirmiş olacaksınız.

Herhangi bir temperaturecompensation - şemasıyla en iyi sonuçları elde etmek için, tüm osilatör ve kompansatör bileşenlerini - aynı muhafazada gruplandırmak, bileşenler üzerindeki hava akışındaki farklılıkları önlemek önemlidir. İyi bir osilatör çok fazla güç harcamamalıdır, bu nedenle tüm osilatör bileşenlerini havalandırmasız olarak monte etmek mümkün, hatta tavsiye edilir.

lated kutu. Gerçek dünyada, sıcaklıklar değişir ve telafi edilen bileşenler ve telafi eden bileşenler farklı termal zaman sabitlerine sahipse, sıcaklıktaki bir değişiklik, daha yavaş bileşenler yakalanana kadar frekansta geçici bir değişikliğe neden olabilir. Bunun bir tedavisi, osilatörü, ısınması veya soğuması yavaş olan kalın duvarlı bir metal kutuda inşa etmek ve böylece içindeki devrelerin olası sıcaklık değişim oranını domine etmek ve azaltmaktır. Buna bazen *soğuk fırın denir.*

9.3.3 Ekranlama ve İsolasyon

Herhangi bir indüktörün bir transformatörün yarısı gibi davrandığını hatırlamak önemlidir. Osilatörler, orta güç seviyelerinde çalışan indüktörler içerir ve bu nedenle bir radyonun diğer kısımlarıyla veya diğer radyolarla parazite neden olacak kadar güçlü sinyaller yayabilir. Bu, bir transformatör primer olarak davranan tank (veya başka) indüktördür. Osilatörler ayrıca yayılan sinyallere veya yakındaki diğer değişen manyetik alanlara duyarlıdır. Bu ikincil bir transformatör gibi davranan tank (orother) indüktörüdür. Bu nedenle etkili koruma çok önemlidir.

Herhangi bir osilatör, aynı veya çok yakın frekanstaki girişime özellikle duyarlıdır. Bu girişim yeterince güçlü ise, *enjeksiyon kilitleme adı verilen istenmeyen bir etki meydana gelecektir*. Osilatör etkili bir şekilde salınımı durdurur ve bunun yerine doğrudan müdahale sinyalini izler. Örneğin, bir güç amplifikatörünü ve anteni (basit bir CW vericisi oluşturmak için) doğrudan tahrik etmek için kullanılan bir VFO, şaşırtıcı derecede zor olduğunu kanıtlayabilir; çünküGüç amplifikatörünün yüksek seviyeli sinyalinin herhangi bir sızıntısından kaynaklanan enjeksiyon kilitlenmesi osilatöre geri döner. Enjeksiyon kilitleme tam olarak **devreye girmese bile, kendi** salınımı ile parazit arasındaki VFO içindeki güreş, frekansını etkileyerek kararsız bir iletilen sinyale neden olabilir. Radyo dişlisi istasyon anteninin yakın alanındaysa, VFO salınımıyla uyumlu güçlü alanlar da vardır, bu da yeterli korumayı daha da zorlaştırır.

Aşağıdaki başparmak kuralları jambon üreticilerine iyi hizmet etmeye devam ediyor:

- Mümkün olduğunca az delik açılmış, - kapaklarının (kapakların) takıldığı yüzey (ler) etrafında iyi temas sağlayan tam bir metal kutu kullanın .
- VFO muhafazasına giren ve çıkan güç ve kontrol hatlarında ve ayrıca verici veya alıcı-verici muhafazasında besleme kapasitörleri kullanın.
- Sinyali istenen miktarda yükselten ve ters yönde akan sinyal enerjisinde yeterli zayıflama sağlayan tampon amplifikatör devresini kullanın. Bu, *ters izolasyon olarak bilinir* ve **korumada sıklıkla gözden kaçan bir boşluktur.** Şekil 9.14 ve 9.16, kanıtlanmış performansın tampon devresini içerir. Başka (ve daha yüksek -

Maliyet) seçeneği, yüksek hızlı bir tampon amplifikatör İC kullanmayı düşünmektir (National Semiconductor tarafından LM6321N gibi, bir op amplifikatörünün yüksek giriş empedansını 50-92 yüklerini doğrudan VHF aralığına sürme yeteneği ile birleştiren bir parça).

• Karıştırma bazlı frekans jenerasyonu kullanın- Doğrudan veya çarpma yoluyla çalışan bir yerine tion şeması. Böyle bir sistemin osilatör aşamaları, çıkış frekansıyla doğrudan frekans ilişkisi olmayan frekanslarda çalışabilir. Bu temelde VFO kilitleme enjeksiyon olasılığını ortadan kaldırır.

• VFO'nuzu istenen çıkış sinyalinin bir alt harmoniğinde (örneğin, 7 MHz vericide 3,5 MHz) çalıştırmak için zamana göre test edilmiş tekniği kullanın ve istenen frekansta daha fazla amplifikasyon için çıkış frekansını uygun bir doğrusal olmayan aşamada çarpın. Bu, enjeksiyon kilidine eğilimi azaltır.

9.4 Kristal osilatörler

Kristaller Q değerlerini ve LC devreleriyle elde edilebilenlerden daha iyi büyüklük sıraları olan frekans kararlılıklarını sağladığından, sabit frekanslı osilatörler genellikle kuvars kristal rezonatörleri kullanır. Frekans sayaçları ve sentezleyiciler için ana referanslar her zaman kristal osilatörlere dayanmaktadır .

Kristalin stabilite konusundaki itibarı o kadar parlaktır ki, radyo deneylerine yeni başlayanlar doğal olarak bir osilatördeki bir kristalin varlığının, kutuya damgalanan frekansta salınımı zorlayacağına inanırlar. Bu izlenim genellikle ilk birkaç deneyimden sonra tersine revize edilir! Kesin ateş kristal osilatör devresi yoktur (bazıları diğerlerinden daha iyi olmasına rağmen); Okuma ve deneyim yakında bir öğrenciye bol miktarda anekdot sunar:

• Bazı devreler, her zaman başlamama noktasında bile, mizaç olma ününe sahiptir.

• Kristaller bazen beklenmedik - frekanslarda gizemli bir şekilde salınırlar.

Kristal üreticileri bile bu sorunlara sahiptir, bu nedenle kristal osilatörleri oluşturmaktan vazgeçmeyin. Ara sıra işbirliği yapmayan osilatör bir felakettir, felaket değildir ve sadece biraz bireysel dikkat gerektirir. Bir kristalin nasıl davrandığını bilmek tedavinin anahtarıdır .

Ulrich Rohde, Nl UL, birkaç HF ve VHF tasarımıyla birlikte kristal osilatörü tartışan bir çift ayrıntılı kağıda cömertçe katkıda bulundu. Her iki makale, "Quartz Crystal Oscillator Design've" A Novel Grounded Base Oscillator Design for VHF/UHF Frequencies'bu kitaba eşlik eden indirilebilir ek materyal ile birlikte verilmiştir.

9.4.1 Kuvars ve Piezoelektrik Etkisi

Kuvars, basit bir kuvvet uygulamasıyla bozulabilen düzenli bir atomik yapıya sahip kristal bir malzemedir. Kuvveti kaldırın ve çarpık yapı çok az enerji kaybıyla orijinal formuna geri döner. Bu özellik, *akustik dalgaların* - sesin - çok az zayıflama ile kuvars boyunca hızla yayılmasına izin verir, çünkü bir akustik dalganın hızı, içinden geçtiği ortamın elastikiyetine ve yoğunluğuna (kütle/hacim) bağlıdır. dalga seyahat eder .

Bir malzemeyi ısıtırsan, genişler. Isıtma, bir malzemenin diğer özelliklerinin değişmesine neden olabilir - malzemedeki ses hızını etkileyen esneklik gibi. Bununla birlikte, kuvars, ses hızındaki genişleme ve değişim çok küçüktür ve iptal etme eğilimindedir, bu da sesin bir kuvars parçasından geçmesi için geçiş süresinin çok kararlı olduğu anlamına gelir.

Bu harika malzemenin üçüncü özelliği *piezoelektrik olmasıdır.* Bir kuvars parçasına bir elektrik alanı uygulayın ve kristal kafes, bir kuvvet uygulanmış gibi bozulur. Elektrik alanı, kafes yapısında kilitli elektrik yüklerine bir kuvvet uygular. Bu yükler tutsaktır ve bir yarı iletkende olduğu gibi kafeste hareket edemezler, çünkü kuvars bir yalıtkandır. Bir kapasitörün dielektriği, - atomik veya moleküler ölçekte fiziksel bozulma oluşturarak enerji depolar. Bir piezoelektrik kristalin kafesinde, bozulma tüm yapıyı etkiler. Bazı piezoelektrik - malzemelerde, bu etki, bir alan uygulandığında gözle görülür şekilde bükülen özel şekillerin yapılabileceği kadar belirgindir.

Kuvarsdan yapılmış bir çubuk düşünün. Boyunca yayılan herhangi bir ses dalgası sonunda akustik empedansta büyük ve ani bir değişimin olduğu bir sona ulaşır. Tıpkı bir RF dalgası, kesintisiz bir iletim hattının sonuna çarptığında, güçlü bir yansıma meydana gelir. Çubuğun diğer ucu da benzer şekilde dalgayı yansıtır. Bazı frekanslarda, bir gidiş dönüşün faz kayması, birbirini takip eden gidiş gelişlerden gelen dalgaların tam olarak faz içinde çakıştığı ve birbirlerini güçlendirdiği ve dalganın genliğini önemli ölçüde arttırdığı şekilde olacaktır. Bu *rezonans.*

Dalgaların zıt yönlerde geçişi, antinodlarla duran bir dalga oluşturur

Kristal Testi için Bir Osilatör

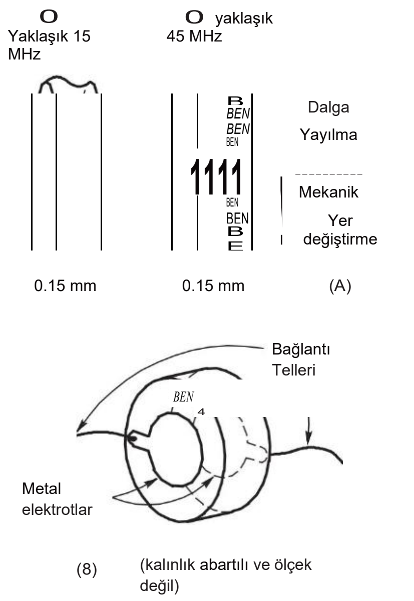
Bir kristalin durumunu ve gerçek frekansını belirlemek için bir test osilatörü oldukça kullanışlıdır. W6HPH, Fred Brown tarafından "Kristal Test Osilatörleri'nde açıklanan devre, temel modlarında 25 kHz'den 25 MHz'e kadar olan kristallerle çalışacaktır. Bu makale indirilebilir ek materyalde mevcuttur.

Çubuk uçlarında. Burada görünen bir belirsizlikle karşılaşıyoruz: sadece bir tane değil, farklı frekanslardaki bir aile, ayakta duran dalgalara neden oluyor - 4,4, 4, % ve benzeri, dalga boylarının çubuğun uzunluğuna uyduğu bir aile. Ve durum şu: Bir kuvars çubuk bu frekansların herhangi birinde ve hepsinde rezonansa girebilir.

Kristalin ½ dalga boyu uzunluğunda olduğu bu frekansların en düşüğüne *temel mod denir*. Diğerleri üçüncü, beşinci, yedinci ve benzeri, *üst tonlar olarak adlandırılır.* Uçlarda yansıma sırasında küçük bir faz kayması hatası vardır, bu da üst ton modlarının frekanslarının temelin tek tam sayı çarpımlarından biraz farklı olmasına neden olur. Böylece, bir kristalin üçüncü üst tonu, temel frekansının tam olarak üç katına çok yakındır. Birçok insan tonlar ve harmonikler tarafından karıştırılır. Harmonikler, temel frekansın tam tamsayı katlarında ek sinyallerdir. Overtones hiç sinyal değildir; Bir devre onları heyecanlandırmak için yapılandırılmışsa yararlanılabilecek ek rezonanslardır.

En çok kullandığımız kristaller genellikle 1 ila 30 MHz bölgesinde rezonansa girer ve AT-kesim, *kalınlık kesme* tipindedir, ancak bu son iki özellikten nadiren bahsedilir. Bu tip bir 15 MHz temel kristal yaklaşık 0.15 mm kalınlığındadır. Basınca monte edilmiş FT-243 kristallerinin yaygın kullanımı nedeniyle, kristalleri yarım inç büyüklüğünde küçük dikdörtgenler olarak düşünebilirsiniz. Bugün yaygın olarak kullandığımız kristaller, metal elektrotların doğrudan kuvars üzerine bırakıldığı, son boyutlarına kazınmış ve/veya katkılanmış disklerdir. Bir kristalin çapı, frekansını doğrudan etkilemez; 8 ila 15 mm çapları tipiktir. (Kuvars kristalleri Analog **ve Dijital Filtreleme bölümünde de tartışılmaktadır**.)

AT-cut, bir kristal diskin orijinal kuvars kristalinden kesildiği yönelim için bir dizi olası standart tanımlamadan biridir. Kristal kafes atomik yapısı asimetriktir ve bunun diskin yüzlerine göre yönlendirilmesi kristalin performansını etkiler. *Kalınlık kesme,* kristalin mekanik titreşiminin diske göre bir dizi olası yöneliminden biridir. Bu durumda, kristal kalınlığına dik olarak titreşir. Bunu görselleştirmek kolay değildir ve diyagramlar çok yardımcı olmaz, ancak **Şekil 9.21** bunu gösterme girişimidir. Nemli bir banyo süngeri yerleştirin



Şekil 9.21 - Bir kristalin temel ve üçüncü üst tonunda (A) sertlik-kesme titreşimi; B, radyo amatörleri tarafından yaygın olarak kullanılan modern kristallerin, doğrudan kristal yüzeyine yerleştirilen elektrotlarla kazınmış kuvars disklerden oluştuğunu göstermektedir.

Avuçlarınızın arasında, bir elinizi yukarı ve aşağı hareket ettirin ve hareket halinde kalınlık kesimini göreceksiniz.

Doğruluk ve fiyat gereksinimleri göz önüne alındığında, bir diskin ne kadar ince yapılabileceğinin bir sınırı vardır. Geleneksel olarak, temel mod kristalleri 20 MHz'e kadar yapılmıştır, ancak 30 MHz şimdi orta derecede yükseltilmiş bir fiyata yaygındır. Yarı iletken endüstrisinde öncülük eden teknikler kullanılarak, kristaller, sağlamlık için kalın bir halka ile çevrili, ince bir zarın altına kazınmış merkezi bir bölge ile yapılmıştır. Bu yaklaşım temel rezonansları 100 MHz'in üzerine çıkarabilir, ancak bunlar günlük kullanım için parçalardan daha fazla laboratuvar merakıdır. Daha yüksek frekanslar için kolay çözüm, aşırı ton modunda üretilebilir kalınlıkta bir kristal kullanmaktır. Tüm kristallerin birden fazla modu vardır, bu nedenle küçük bir QRP vericisi için 28.060 MHz, üçüncü overtone birimi sipariş ederseniz, 9.353333 MHz civarında bir yerde temel rezonansa sahip bir kristal elde edersiniz, ancak üreticisi üçüncü overtonu tam olarak sipariş edilen frekansa yerleştirmek için kalınlığı ayarlamış olacaktır. Başarılı bir üretici, istenen overtone modunu biraz daha aktif ve diğer modları biraz daha az aktif hale getirmek için disk yüzlerinin düzlüğü ile hileler yapabilir. (Ancak bazı inşaatçıların keşfettiği gibi, no aranan modun en aktif olduğunu garanti etmez!)

Quartz'ın piezoelektrik özelliği kristali

sağlar.

Erken kristaller bir durumda bir çift elektrot arasına yerleştirildi. Bu, amatörlere fazlalık kristalleri satın alma, açma ve kalınlıklarını azaltmak için biraz öğütme fırsatı verdi, böylece onları daha yüksek frekanslara taşıdı. Frekans, yüzü yumuşak bir kalemle karartmak gibi ekstra kütle ile yükleyerek çok az azaltılabilir. Modem kristaller metal elektrotlar kendi yüzeylerine (Şekil 9.21B) doğrudan yatırılır var ve bu tür hileler artık çalışmıyor.

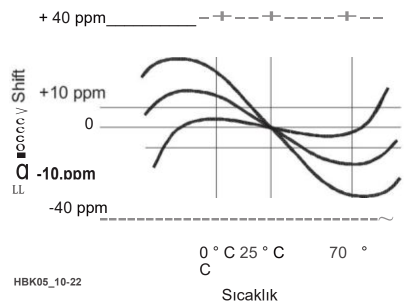
Piezoelektrik etki her iki şekilde de çalışır. Kristalin deformasyonu elektrotları boyunca voltaj üretir, bu nedenle rezonansa giren kristaldeki mekanik enerji aynı elektrotlar tarafından elektriksel olarak da çıkarılabilir. Elektriksel olarak, elektrotlarda, mekanik rezonanslar elektriksel rezonanslara benzer. Q çok yüksek. 10.000 Q bugün zayıf bir kristali karakterize eder; 100.000'e genellikle yüksek kaliteli parçalarla ulaşılır. Karşılaştırma için, bir LC tankı için 200'ün üzerinde bir Q iyi kabul edilir.

9.4.2 Frekans doğruluğu

Bir kristalin frekans doğruluğu Q kadar belirgindir. Bir kristalin frekans doğruluğunu belirleyen çeşitli faktörler vardır. İlk olarak, üretici belirli toleranslara sahip parçalar üretir: Mikroişlemci saat osilatöründe olduğu gibi kullanım için düşük kaliteli bir kristal için ± 200 ppm ± profesyonel radyo kullanımı için kaliteli bir parça için 10 ppm. Bundan çok daha iyi bir şey pahalı olmaya başlar! Bir kristalin rezonans frekansı, - terminallerine sunulan empedanstan etkilenir ve üreticiler, bir kristalin nominal frekansın milyonda birkaç parçasına getirildiğinde, kullanıcısının elektriksel olarak ince ayarlamalar yapacağını varsayar .

İkincisi, bir kristal üretildikten sonra yaşlanır.

Yaşlanma artan veya azalan sıklık verebilir; Hangisi olursa olsun, belirli bir kristal genellikle aynı yönde yaşlanmaya devam eder. Yaşlanma ilk başta hızlıdır ve daha sonra yavaşlar. Yaşlanma, kristalin yüzeyinin (zaman ve para) parlatılmasındaki özen ve tutucu tarzından etkilenir. En ucuz tutucu, - bağlantı pimleri için cam boncuk yalıtımlı lehimli, iki parçalı bir metal kutudur. Lehimleme kalıntıları kristalin üzerine iner ve frekansını etkiler. Alternatif olarak, iki parçalı bir metal kasa, birlikte basılan flanşlarla yapılabilir; bunlar, *coldwelding adı verilen bir işlemdir. Bu çok* daha temizdir ve lehimlenmiş teneke kutulara kıyasla yaşlanma oranlarını kabaca beş kat artırır. Tamamen cam bir kasa iki parça halinde yapılabilir ve bir vakumda ısıtılarak birbirine kaynaştırılabilir. Vakum Q'yu yükseltir ve temizlik, lehimli bir teneke ile elde edilenden yaklaşık 10 kat daha yavaş yaşlanma ile sonuçlanır. En iyi kristal tutucular vakum tüpü montaj işlemlerinden ödünç alır ve - kalan gaz moleküllerini yakalayan oldukça reaktif bir kimyasal madde olan bir alıcıya sahiptir,



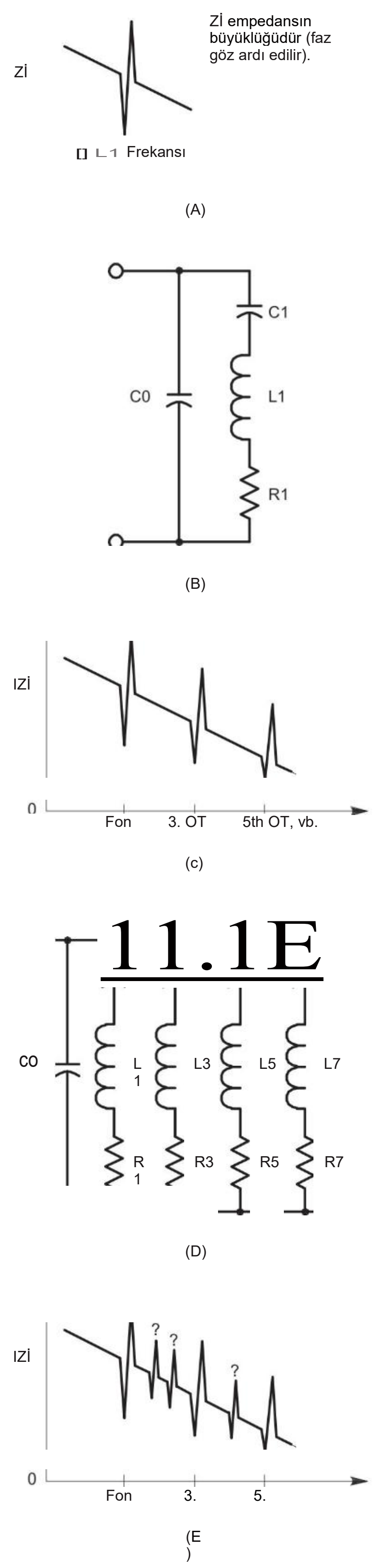
Şekil 9.22 - Bir kristal kesimin yönelimindeki hafif değişiklikler, - frekans-sıcaklık eğrisini değiştirir.

Ancak bu tür kristaller sadece özel amaçlar için kullanılır.

Üçüncüsü, sıcaklık bir kristali etkiler. Makul, profesyonel kalitede bir parça, 0 üzerinden ± 10 ppm'den 70 ° C'ye geçmeyecek şekilde belirtilebilir. Bir AT-cut kristali, kristal kesimin yönünü hafifçe değiştirerek değiştirilebilen S-şekilli frekans-sıcaklık karakteristiğine sahiptir. **Şekil 9.22,** genel şekli ve kesme açısını sadece birkaç saniyelik yay ile değiştirmenin etkisini göstermektedir. Tüm eğrilerin 25 ° C'de nasıl birleştiğine dikkat edin. Bunun nedeni, bu sıcaklığın normalde bir kristali belirtmek için referans olarak seçilmesidir. Sıcaklık kararlılığı spesifikasyonu, üreticinin kesimi ne kadar doğru yapması gerektiğini belirler. Alıcı frekans standardı, frekans sayacı saati ve benzeri olarak kullanılan bir kristal için daha iyi stabilite gerekebilir. Bir kristalin sıcaklık özelliği biraz histerezis gösterir. Başka bir deyişle, sıcaklığın artıp azalmadığına bağlı olarak eğride biraz kayma var. Bu genellikle en yüksek hassasiyetli devreler dışında hiçbir sonuç vermez .

İt, kuvarsın önemli olan sıcaklığıdır ve kristaller için normal tutucular etkili ısı yalıtımı sağladığından, kendi kendini ısıtmadan önce kristalin kendisi tarafından sadece birkaç miliwatt dağılması tolere edilebilir. Bu tür ısıtma kuvarsın kendisinde meydana geldiğinden ve çevredeki ortamdan gelmediğinden, sıcaklık kompansatörlerinin ve fırınların etkilerini yener.

VFO sıcaklık kompanzasyonu için daha önce gösterilen teknikler kristal osilatörlere de uygulanabilir. **1 ppm'lik bir telafi sonrası kayma** rutindir ve 0.5 ppm iyidir. *Sonuç, bir temperatürekompanse kristal osilatördür (TCXO). Son zamanlarda,* osilatörler, sıcaklık telafisi için bir dijital-analog dönüştürücü (DAC) aracılığıyla bir ayar diyotunu kontrol etmek için birim bazında özelleştirilmiş yerleşik dijital termometreler, mikroişlemciler ve ROM arama tabloları ile ortaya çıkmıştır. Bunlar *dijital olarak*



Şekil 9.23 - Basitleştirilmiş **diyagramlar aracılığıyla bir kristalin empedansını (A) ve eşdeğer devreyi (B) keşfetmek. C ve D, soruşturmayı üst tonları içerecek şekilde genişletir; E, teori tarafından kolayca tahmin edilemeyen veya üretim yoluyla kontrol edilemeyen sahte tepkilere. Bir kristal, doğru koşullar altında rezonanslarının herhangi birinde salınabilir.**

Sıcaklıkla dengelenen osilatörler (DTCXO'lar) sıcaklık aralığında 0.1 ppm'ye ulaşabilir. Otomatik üretim ve ayarlama ile, bu istikrar seviyesine ulaşmanın en ucuz yolu olmayı vaat ediyorlar.

Osilatörler uzun zamandır tipik olarak 80 ° C'de tutulan sıcaklık kontrollü fırınlara yerleştirilmiştir. Milyarda birkaç parçanın stabilitesi sıcaklık üzerinde elde edilebilir, ancak yaşlanma doğruluğa kolayca hakim olabileceğinden bu sınırlı bir faydadır. Bunlara genellikle *fırın kontrollü kristal osilatörler (OCXO'lar) denir.*

Dördüncüsü, kristal, kullanıldığı devre tarafından kendisine sunulan empedans tarafından etkilenir. Bu, bir osilatör devresinin geri kalanını empedans ve faz kayması açısından kararlı hale getirmek için özen gösterilmesi gerektiği anlamına gelir.

Yerçekimi kristal rezonansını hafifçe etkileyebilir. Bir osilatörü baş aşağı çevirmek genellikle 1 ppm'den çok daha az olan küçük bir frekans kayması üretir; Osilatörü geri döndürmek bunu tersine çevirir. Bu etki en yüksek kalitede referans osilatörleri için ölçülür.

9.4.3 Bir Kristalin Eşdeğer Devresi

Bir kristal pasif, iki terminalli bir cihaz olduğundan, elektriksel görünümü frekansa göre değişen bir empedanstır. **Şekil 9.23A, bir** kuvars kristalinin empedansının büyüklüğünün (fazın göz ardı edildiği) çok basitleştirilmiş bir taslağını göstermektedir. Empedansı artan frekansla düşürme genel eğilimi, kristal boyunca kapasitans anlamına gelir. Düşük bir değere keskin düşüş seri ayarlı bir tankı andırıyor ve keskin tepe - paralel ayarlı bir tankı andırıyor. Bunlara seri ve paralel rezonanslar denir. Şekil 9 .23B bu empedans özelliğini üretecek basit bir devre gösterir. Empedans, her iki rezonansın tam merkezlerinde tamamen dirençli görünür ve aralarındaki bölge, endüktif görünen frekansla artan empedansa sahiptir.

Cl (bazen *hareket kapasitansı, C, "yaklaştığı* topaklı kapasitansdan ayırt etmek için) ve L 1 *(hareket endüktansı, İ")* seri rezonansı yaratır ve CO ve Rl her ikisi de oldukça küçüktür, dipteki empedans Rl'ye çok yakındır. Paralel rezonansta, L 1 seri olarak Cl ve CO ile rezonansa girer, dolayısıyla yüksek frekans. Paralel tankın empedansı son derece yüksektir; Terminaller kapasitif bir musluğa bağlanır, bu da hala çok büyük bir empedansın sadece küçük bir kısmını görmelerine neden olur. Üst tonlar ihmal edilmemelidir, bu nedenle Şekil 9.23C ve 9.23D bunları içerir. Her bir üst ton seri ve paralel rezonanslara sahiptir ve böylece eşdeğer devrede bir seri tank olarak görünür. CO yine kaymış paralel rezonansı sağlar.

Bu hala basitleştirilmiştir, çünkü gerçek yaşam kristalleri Şekil 9.23E'de gösterildiği gibi daha fazla rezonans ekleyen bir dizi sahte, istenmeyen modlara sahiptir. Bunlar iyi kontrol edilmez ve aynı spesifikasyona yapılan kristaller arasında bile çok değişebilir. Kristal üreticileri bu mahmuzları bastırmak için çok çalışıyorlar ve kristalleri en aza indirgemek için şekillendirmek için bir dizi tarif geliştirdiler. Bir tasarımdan diğerine geçtikleri yer üreticiden üreticiye değişir .

Her zaman eşdeğer devrenin sadece kristal davranışının bir temsili olduğunu ve gerçekte mevcut olan devre bileşenlerini temsil etmediğini unutmayın. Sadece kullanımları kristalleri kullanarak devreleri tasarlama ve analiz etmede yardımcı olur. **Tablo 9.1,** - çeşitli kristaller için tipik eşdeğer devre değerlerini listeler. 0.026 ila 0.0006 pF kapasitörlü bir devre oluşturmak imkansızdır; Bu tür değerler sadece başıboşlar tarafından batırılır. Benzer şekilde, indüktör, pratik olarak elde edilebilenden daha iyi bir büyüklük sırasına sahip bir Q'ya ve sargısında imkansız derecede düşük başıboş C'ye sahip olmalıdır.

Tablo 9.1'de verilen değerler kaba kılavuzlardan başka bir şey değildir. Bir kristalin frekansı sıkıca belirtilir, ancak bu hala indüktansın kapasitans için takas edilmesine izin verir. İyi bir üretici bu - özellikleri ± bir %25 bandında tutabilir veya özel tasarımla 5:1 aralığında değiştirebilir. Benzer şekilde, farklı kaynaklardan gelen işaretli parçalar, hareketli endüktans ve kapasitans bakımından büyük farklılıklar gösterir.

Kuvars bu şekilde davranan tek malzeme değildir, ama en iyisidir. Rezonatörler, lityum tantalattan ve daha düşük Q'ya sahip bir grup benzer malzemeden yapılabilir ve bu da VXO'larda daha büyük bir frekans aralığında çekilmelerini sağlar. Bununla birlikte, çok daha yaygın olan, iyi bilinen seramik İF filtrelerinin teknolojisine dayanan seramik rezonatörlerdir. Bunlar kuvarstan çok daha düşük Q'ya ve çok daha zayıf ne sahiptir . Onlar

Tablo 9.1
Çeşitli Kristaller için Tipik Eşdeğer Devre Değerleri

Kristal türü	Seri *L*	C serisi *(pF)*	Seri *R* *(0)*	*Şant C* *(pF)*
1 MHz temel	3.5 H	0.007	340	3.0
10 MHz temel	9.8 mH	0.026	7	6.3
30 MHz üçüncü sollama	14.9 mH	0.0018	27	6.2
100 MHz beşinci sollama	4.28 mH	0.0006	45	7.0

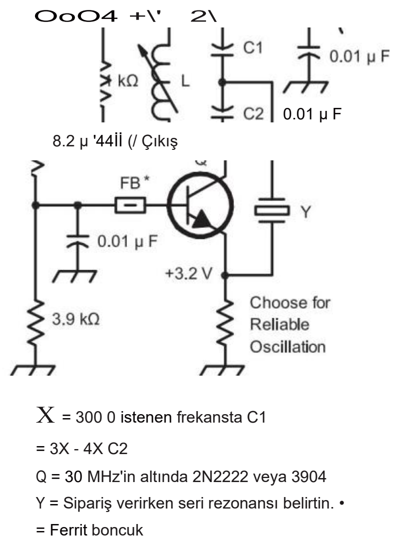
Her son kuruşun kaydedilmesi gereken ucuz mikroişlemci sistemleri için esas olarak saat rezonatörleri olarak hizmet eder. Bir seramik rezonatör geniş bir yelpazede, ucuz VXO'nun temeli olarak kullanılabilir, ancak frekans kararlılığı iyi bir LC VFO kadar iyi olmaz .

9.4.4 Kristal osilatör devreleri

(Ayrıca "Kolpitts Osilatörleri Hakkında Her Zaman Bilmek İstedikleriniz", "Kuvars Kristal Osilatör Tasarımı", "VHF/UHF Frekansları için AN ovel Topraklı Baz Osilatör Tasarımı've" Çok Yüksek Performanslı VHF Osilatörleri Tasarlama Üzerine Bazı Düşünceler "makalelerine de bakın " Ulrich Rohde, N 1 UL, bu kitaba eşlik eden indirilebilir ek materyalle birlikte.)

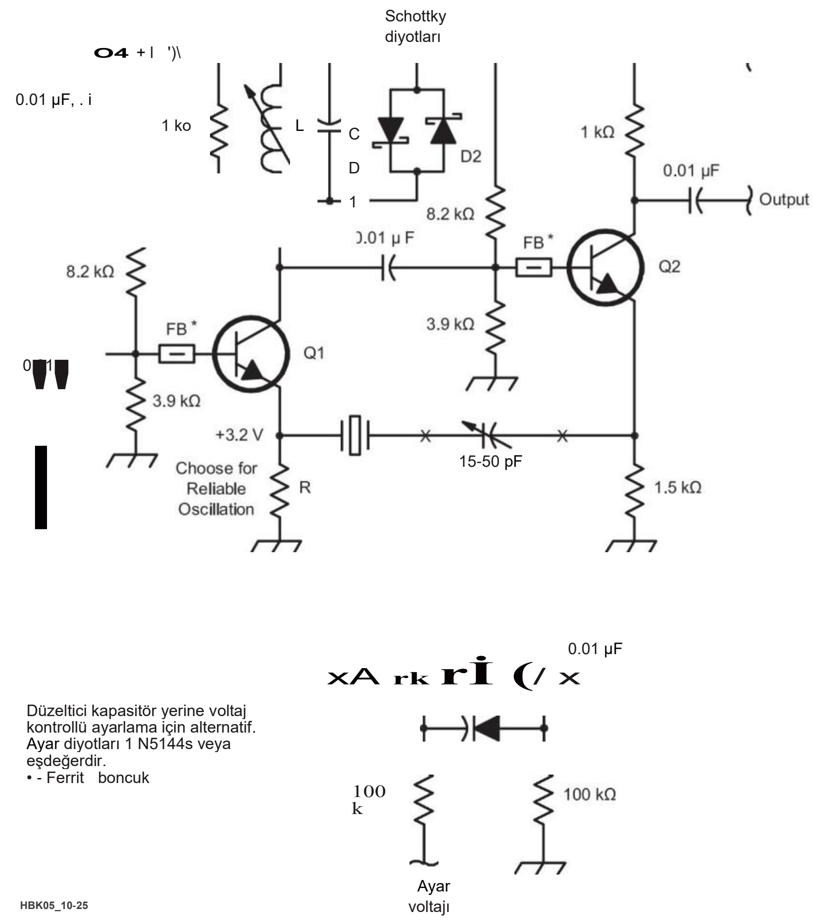
Kristal osilatör devreleri genellikle - kristalin çalışma frekansında düşük veya yüksek empedans rezonansının devreye girip girmediğine bağlı olarak seri veya paralel mod tipleri olarak kategorize edilir. Seri modu şimdi en yaygın olanıdır; Paralel modlu çalışma daha çok vakum tüpleri ile kullanılmıştır. **Şekil 9.24,** temel bir seri modlu osilatörü göstermektedir. Bazı insanlar bunun bir aşırı ton devresi olduğunu, bir kristali üst tonlarından birinde çalıştırmak için kullanıldığını söyleyecektir, ancak bu mutlaka doğru değildir. Tank (L-Cl-C2), - ortak taban amplifikatörünün toplayıcısını ayarlar. Cl, C2'den daha büyüktür, bu nedenle tank, daha düşük empedansa dönüşen, sinyal voltajını azaltan, ancak akımı artıran bir şekilde dokunur. Akım kristal yoluyla yayıcıya geri beslenir. Ortak taban aşaması, birlikten daha az bir akım kazancı sağlar, bu nedenle, delikli tank şeklindeki transformatör, döngü kazancı sağlamak için gereklidir. *İki* ayarlı devre vardır, bariz toplayıcı tank ve kristal içinde "seri mod bir". Tank, amplifikatörün kazancını ayarlanmış frekansından uzaklaştırır ve kristal sadece - birçok modunun seri rezonans frekanslarında akım geçirir. Tank rezonansı, kristalin modlarının herhangi birinden çok daha geniştir, bu nedenle frekansı ayarlayan kristal olarak düşünülebilir, ancak kristalin modlarından hangisinin aktif olduğunu seçen tank. Tank, kristalin temeline veya üst tonlarından birine göre ayarlanabilir.

Temel osilatörler bir tank olmadan oldukça başarılı bir şekilde inşa edilebilir, ancak her zaman aşırı ton veya sahte modda başlayan ara sıra bir tane vardır. Bazı basit osilatörlerin çalışırken modları değiştirdiği (sıcaklık veya yükleme değişiklikleriyle tetiklenen bir etki) veya her zaman aynı modda başlamadığı bilinmektedir! Seri modlu bir osilatör, çalışma frekansında kristale düşük empedans sağlamalıdır. Şekil 9.24, delikli toplayıcı tankı kristalin bir ucuna 1-k © toplayıcı yük direncinin dönüştürülmüş bir fraksiyonunu sunar ve yayıcı düşük bir empedans sunar



Şekil 9.24 - Temel bir seri modlu kristal osilatör. Daha düşük bir besleme voltajı kullanılıyorsa bu devrede bir 2N5179 kullanılabilir; metne bakın.

diğer. Bu devreden pratik bir osilatör oluşturmak için, istenen frekansta yaklaşık 300 © 2 reaktanslı bir indüktör seçin ve Cl'yi C2 ile rezonansa girecek şekilde seri olarak hesaplayın. Cl'yi C2'den 3 ila 4 kat daha büyük olacak şekilde seçin. Amplifikatörün sessiz ("rölanti") akımı kazancı ve dolayısıyla çalışma seviyesini ayarlar. Bu kolayca hesaplanabilir değildir, ancak deney yoluyla bulunabilir. Çok az sessiz akım ve osilatör güvenilir bir şekilde başlamaz; Çok fazla ve transistör kendini doygunluğa götürebilir. Bir osiloskop varsa, toplayıcı - dalga formunu kontrol etmek için kullanılabilir; Aksi takdirde, toplayıcı voltajının 2 ila 3 V RMS'ye ayarlanmasına izin vermek için bir çeşit RF voltmetre kullanılabilir. 3.3 kQ, yayıcı önyargı direnci için uygun bir başlangıç noktası olacaktır. Transistör tipi kritik değildir; 2N2222A veya 2N3904 30 MHz'e kadar iyi olurdu; A 2N5 l 79, 100 MHz'in üzerinde bir aşırı ton osilatörü olarak çalışmaya izin verecektir (- 2N5179 düşük toplayıcı voltaj derecesi nedeniyle, 12 Vis'den daha düşük bir besleme voltajı gereklidir). Tabandaki ferrit boncuk bazı koruma sağlar



Şekil 9.25 - Kristalin düşük seri rezonans empedansını çalıştırmak için bir yayıcı takipçisi olarak bağlanan Q2'li bir Butler kristal osilatörü.

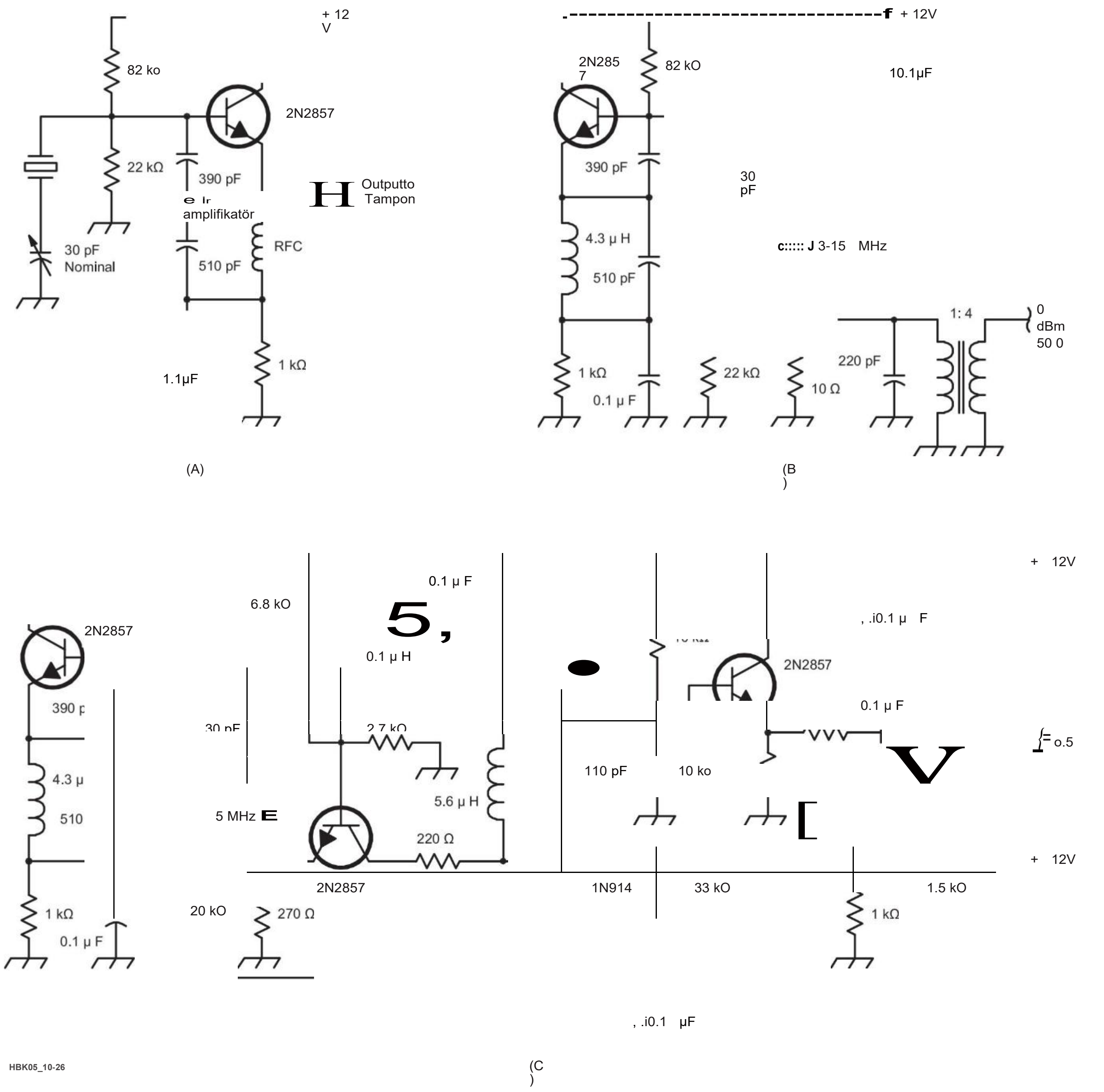
UHF'de parazitik salınım.

Eğer kristal kısa devre yaparsa, bu devre yine de salınacaktır. Bu, tankı ayarlamanın kolay bir yolunu verir; Eşdeğer *seri direncini (ESR) simüle etmek için kristali geçici olarak küçük değerli (onlarca ohm) bir dirençle değiştirmek* ve devre istenen frekansa yakın salınana kadar L'yi ayarlamak daha iyidir. Sonra kristali geri yükleyin ve sessiz akımı ayarlayın. Eğer bu osilatörlerin birçoğu inşa edilmişse, bazen farklı eşdeğerlerden dolayı akımı ayrı ayrı ayarlamak gerekli olacaktır.

Bireysel kristallerin alent serisi direnci. Bu devrenin bir varyantı, doğrudan Cl/C2 bağlantısına bağlı yayıcıya sahipken, kristal transistör tabanı için bir ayrıştırıcıdır (mevcut kapasitör ve ferrit boncuk kullanılmamaktadır). Bu işe yarar, ancak parazitik salınım riski daha yüksektir.

Genellikle bir kristal osilatörün frekansını kesmek istiyoruz. Tankın biraz ayarını bozarken, frekansı hafifçe çekecek, çok fazla detuning mod kontrolünü bozacak ve salınımı durdurabilir (veya daha kötüsü, cir-

Cuit güvenilmez). Bunun cevabı, kristal ile seri olarak eşdeğer seri ayarlı devrenin bir parçası olarak hareket edecek bir düzeltici kapasitör eklemektir. Bu, frekansı yalnızca bir şekilde değiştirir, bu nedenle frekansın gerekli değer etrafında değişmesine izin vermek için kristal frekans yeniden belirtilmelidir. İt, bir kristalin frekansını standart bir yükle belirtmek için yaygındır (30 pF yaygın olarak belirtilir), böylece üretici, kristali, belirtilen modun seri rezonansının bir



Şekil 9.26 - A'daki seri ayarlı Colpitts osilatöründeki kristal, seri rezonans modunda çalışır. B, kristali filtre olarak kullanan ve yüksek harmonik baskılama özelliğine sahip N1 UL'nin düşük gürültülü versiyonunu gösterir (Rohde, *Mikrodalga ve Kablosuz Sentezleyiciler Teorisi ve Tasarımından; bakınız referanslar*). C'deki devre, ortak tabanlı bir çıkış amplifikatörü ve ALC döngüsü ekleyerek B versiyonuna dayanır.

Seri olarak bu değerdeki kapasitör. 15 ila 50 pF düzeltici, ince frekans ayarı vermek için kristal ile seri olarak kullanılabilir. Çok az kapasitans salınımı durdurabilir veya - güvenilir başlangıcı önleyebilir. Kristallerin Q'su o kadar yüksektir ki, marjinal osilatörlerin başlaması birkaç saniye sürebilir!

Bu devre, kristalin alt seri rezonans empedansını **Şekil 9.25'te olduğu gibi bir yayıcı takipçisi ile sürerek geliştirilebilir.** Bu *Butler osilatörü*. Yine tank, istenen aşırı tonu zorlamak veya temel modu korumak için modu kontrol eder. Tankın dinlenmesi gerekmez, çünkü Q2 akım kazancı sağlar, ancak devre bazen C split ile görülür ve Q2'yi bir musluktan sürer. Yayıcılar arasındaki konum, kristalin devre içi Q'sunu yüksek tutmak için iyi, düşük empedanslı bir ortam sunar. R, Ql yayıcısında, yine güvenilir salınım vermek için seçilir. Devre, 30 pF yük için belirtilen bir birime uyacak şekilde kristal için kapasitif bir yük ile gösterilmiştir. Elektrik ince ayar vermek için alternatif bir devre de gösterilmiştir. Tanktaki diyotlar, - çalışma genliğini stabilize etmek ve tahrik voltajını Q2'ye kırparak kristalde dağılan gücü sınırlamak için sınırlayıcı olarak hareket eder. Tank, çalışma frekansında zirveye ayarlanmalı, frekansı kesmek için kullanılmamalıdır. Kristal ile seri kapasitans uygun frekans düzelticidir.

Butler devresi iyi çalışır ve 140 MHz (yedinci-overtone kristal, 2N5179 transistör) için kritik uygulamalarda kullanılmıştır. - Bileşen sayısı yüksek olmasına rağmen, ekstra parçalar ucuz olanlardır. Kristal ile seri olarak kapasitans İncreasing salınım frekansını azaltır ama giderek azalan bir etkiye sahiptir. Kapasitansı azaltmak, frekansı daha yüksek, salınımın durduğu bir noktaya çeker; Bu noktaya ulaşılmadan önce, start-up güvenilmez hale gelecektir. *Çekme aralığı olarak adlandırılan olası ayarlama miktarı,* kristale bağlıdır; Milyonda 10'dan birkaç yüz parçaya kadar değişebilir. Overtone kristalleri, aynı frekanstaki temel kristallerden çok daha az çekme aralığına sahiptir; Çekmedeki azalma kabaca aşırı ton sayısının karesiyle orantılıdır.

LOW-NOISE CRYSTAL OSCILLATORS

Şekil 9.26A, seri ayarlı bir Colpitts devresinde seri modunda çalışan bir kristali göstermektedir. İstenmeyen modlarda çalışmayı önlemek için bir LC tankı içermediğinden, bu devre sadece temel mod çalışması için tasarlanmıştır ve bu modun en aktif olmasına dayanır. Eğer kristal 3 0 pF yükleme için sipariş edilirse, frekans düzeltme kapasitörü Colpitts devresinin kapasitif bölücüsünün yüklenmesini telafi etmek için ayarlanabilir. Düzeltici olmayan boş bir kristal, tam olarak biraz çalışacaktır.

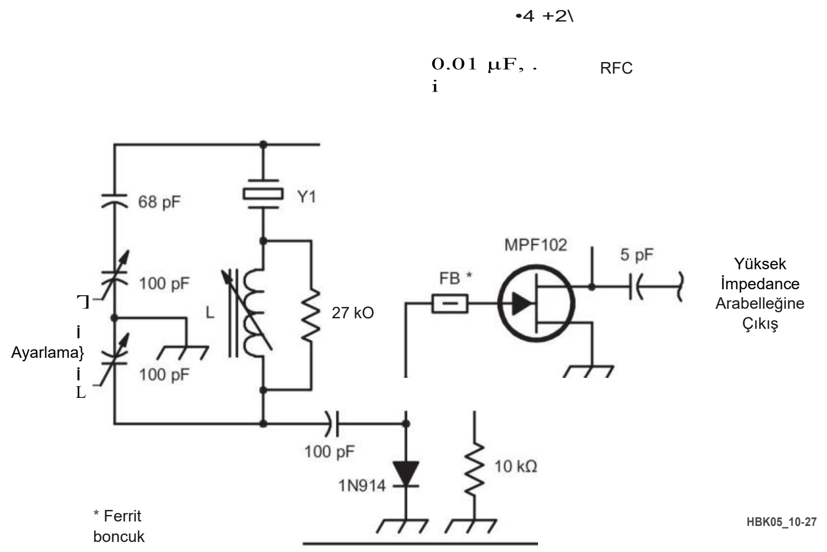
Bölücü kapasitörler ile rezonansa bir endüktif empedans oluşturmak için seri rezonans frekansı. Ulrich Rohde, NlUL, *Digital PLL Frequency Synthesizers - Theory and Design adlı kitabının Şekil 4-47'sinde,* Şekil 9.26B'de gösterilen bu tür bir devreden bir çıkış sinyali çıkarmak için zarif bir alternatif yöntem yayınladı. Bu, kristalin kendisindeki akımdan bir sinyal alır. Bu, kristalin osilatör çıkışı için bir bant geçiren filtre olarak kullanılması olarak düşünülebilir. Yayıcıdaki RF boğucu, yayıcı önyargı direncinin tankı yüklemesini ve Q'yu düşürmesini önler. Bu durumda (3 MHz çalışması), istenen modda çalışmaya zorlama aracı olarak paralel kapasitör (510 pF) ile 3 MHz'e yakın rezonansa seçildi. 10-Q direnci ve dönüştürülmüş yük empedansı, kristalin devre içi Q'sunu azaltacaktır, bu nedenle daha ileri bir gelişme, direnç ve transformatör için ortak bir baz amplifikatörünün yerini almıştır. Bu Şekil 9.26C'de gösterilmiştir. Ortak tabanlı amplifikatör, çok düşük bir giriş empedansı vermek için büyük bir sessiz akımda çalıştırılır. İts collector, düşük harmonik içeriğe sahip bir çıkış verecek şekilde ayarlanır ve bunu yükten tamponlamak için bir yayıcı takipçisi kullanılır. Bu osilatör, osilatör transistörünün tabanındaki önyargı voltajını azaltmak için güçlendirilmiş ve düzeltilmiş sinyalin kullanıldığı basit bir ALC sistemine sahiptir. Bu devre, taşıyıcıdan birkaç kilohertz uzakta -168 dBc/Hz'lik bir faz gürültü seviyesi elde etmek olarak tanımlanır. Bu, ihtiyaç duyulabileceklerin çok ötesinde görünebilir, ancak klasik çarpanlar veya frekans sentezleyicileri ile yüksek frekanslara frekans çarpımı, herhangi bir FM/PM kenar bandının yanı sıra taşıyıcı frekansın sapmasını çarpar. Bu, faz gürültüsünün her on kat için 20 dB kötüleştiği anlamına gelir

Frekans çarpımı. Temiz bir kristal osilatör ve bir çarpan zinciri, dar bant modülasyon şemalarıyla kullanılmak üzere temiz mikrodalga sinyalleri üretmenin en iyi yoludur.

Bu zaten overtone kristalleri temel olanlardan daha çekmek için çok daha zor olduğu belirtilmiştir. Bu, aşırı ton kristallerinin, bunun gibi bir frekans standardı osilatöründe yardımcı olan çevre devrelerinden daha az etkilendiğini söylemenin başka bir yoludur. 5 MHz, temel mod kristallerinin ana aralığında olmasına ve bu devrenin onlarla iyi çalışmasına rağmen, bir aşırı ton kristali kullanılmıştır. Stabiliteye daha fazla yardımcı olmak için, kristalde dağılan güç yaklaşık 50 µ W'de tutulur. Ortak taban aşaması, kendi giriş empedansından daha yüksek bir empedansdan etkili bir şekilde tahrik edilir, bu koşullar altında çok düşük bir gürültü rakamı verir.

9.4.5 Değişken frekanslı Kristal Osilatörler (VXO'lar)

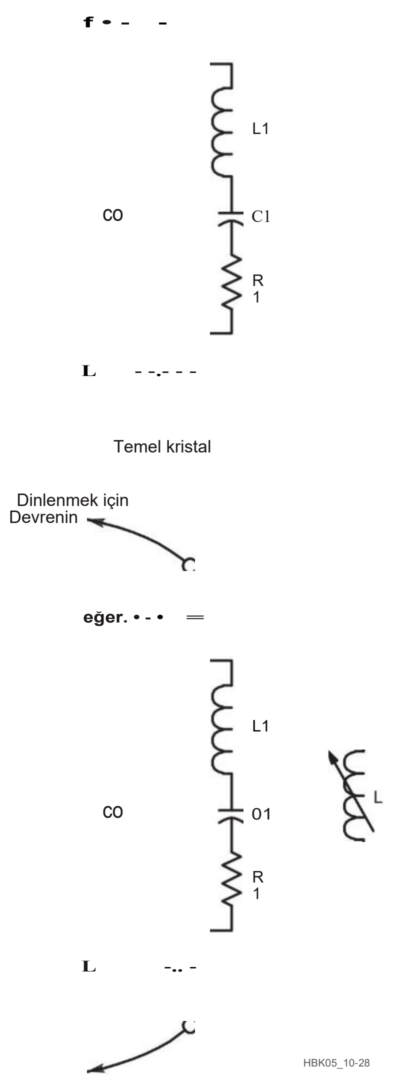
Bazı kristal osilatörlerin frekans düzelticileri vardır. Düzeltici, ön panel kontrolü olarak değişken bir kapasitör ile değiştirilirse, *değişken bir kristal osilatörümüz (VXO) vardır:* Dar bir ayar aralığına sahip kristal tabanlı bir VFO, ancak iyi bir stabilite ve gürültü performansı. VXO'lar genellikle küçük, basit QRP vericilerinde, ortak arama frekansları etrafında birkaç kilohertz ayarlamak için kullanılır. Optimize edilmiş devreler ve bileşenler kullanan Artful üreticileri, 1000 ppm ayar aralıkları elde etti. Düşük kaliteli "yumuşak" kristaller, yüksek Q olanlardan daha fazla çekilebilir. Overtone kristalleri VXO'lar için uygun değildir. Temel mod kristalleri için normal sınırın ötesindeki frekanslar için, temel bir birim ve frekans - çarpanları kullanın.



Şekil 9.27 - W7ZOI ve W1 FB tarafından geniş aralıklı değişken kristal osilatör (VXO). İt başlangıçta her zamanki geniş menzilli VFO olmadan düşük güçlü radyolarda kullanılmak üzere tasarlanmıştır.

ICOM ve Mizuho, çarpılmış VXO yerel osilatörlerine dayanan 2 metrelik SSB alıcı-vericileri yaptı. Bu sistem basittir ve birçok pahalı sentezlenmiş radyodan daha iyi performans sağlayabilir. SSB filtreleri 9 veya 10'da mevcuttur. 7 MHz, tek bir dönüşüm ile yeterli görüntü reddi sağlamak için. VXO frekansının seçimi, LO'nun sinyal frekansının üstünde veya altında olmasına ve ne kadar çarpmanın tolere edilebileceğine bağlıdır. 8 MHz'in altında, çarpan filtreleme zordur. 15 MHz'in üzerinde, kristal başına ayar aralığı daralır. Kristal başına 50-200 kHz aralığı, yarışma kalitesi 2 metre SSB alıcısı için iyi bir 9 MHz İF besleyen bir modem ön uç tasarımıyla çalışmalıdır.

Şekil 9.27'deki devre, geniş aralık için optimize edilmiş Wes Hayward, W7ZOI ve Doug DeMaw, WlFB'den bir JFET VXO'dur.



Şekil 9.28 - CO'yu "ayarlamak" için bir indüktör kullanmak, bir kristal osilatörün çekme aralığını artırabilir.

çekiyor. *Radyo Amateur için Solid State Design'da yayınlanan birçoğu* inşa edildi ve kristalleri mümkün olduğunca çekme kabiliyeti kanıtlandı. Ulrich Rohde, Nl UL, geçit için sinyale bağımlı negatif önyargı yapmak için burada kullanılan diyot düzenlemesinin bir faz-gürültü dezavantajı sağladığını göstermiştir, ancak bunun gibi kristalleri mümkün olduğunca çeken osilatörler, genliklerini stabilize etmek ve başlatmaya yardımcı olmak için mevcut herhangi bir araca ihtiyaç duyarlar. Bu durumda gürültü cezası ödemeye değer. Bu devre, uygun kristallerle 2000 ppm ayarlama aralığı elde edebilir. Önemsiz kutunuzda temel frekansı istenen değere yakın olan bazı aşırı ton kristalleriniz varsa, denemeye değer.

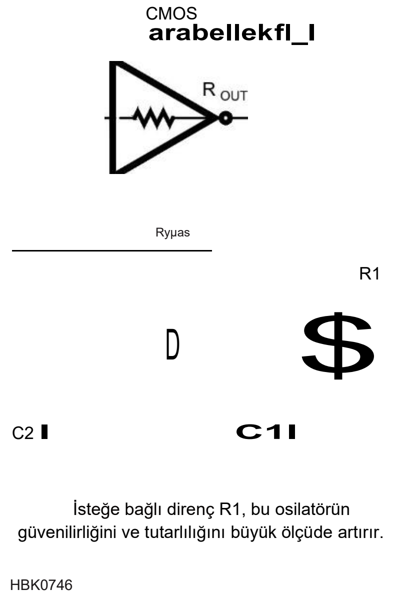
Bu tür bir devre, olası ayar aralığının aşırı uçlarında çekmeyi durdurmaz; Bazen aralık, atlama modu veya sadece salınımın durdurulması gibi istenmeyen davranışların başlamasıyla belirlenir. L, 10 MHz çalışması için 16 µH slug ayarlı bir indüktördü. İt, L'nin başıboş ve sargı arası kapasitansını en aza indirmek için önemlidir, çünkü bu, kristale sunulan empedans aralığını seyreltir.

Osilatörlerin çekme aralığına yardımcı olmak için kullanılabilecek bir numara, eşdeğer devrenin CO'sunu ilave bir indüktör ile ayarlamaktır. **Şekil 9.28** nasıl olduğunu göstermektedir. L, bireysel kristal için CO ile rezonansa girerek, yüksek empedanslı bir paralel devreye dönüşür. Bu devrenin Q'su, kristalin gerçek seri rezonansının Q'sundan daha küçük büyüklük sıralarıdır, bu nedenle ayarı çok daha geniştir. CO değeri genellikle sadece birkaç pikofaraddır, bu nedenle L'nin rezonansa girdiği frekans dikkate alındığında oldukça büyük bir değer olması gerekir. Bu, L'nin düşük başıboş kapasitansa sahip olması gerektiği veya daha düşük bir frekansta kendi kendine rezonans edeceği anlamına gelir. CO üzerindeki tolerans ve indüktörün başıboş C varyasyonları, bireysel ayarlamanın gerekli olduğu anlamına gelir. Bu teknik ayrıca kristal merdiven filtrelerinde harikalar yaratabilir .

9.4.6 Mantık Kapısı Kristal Osilatörleri

Bir RC osilatörünün frekans belirleyici ağı, birden az bir Q'ya sahiptir, bu da faz kaymasının farklı frekanslarla çok yavaş değiştiği anlamına gelir (RC Osilatörlerinde önceki bölüme bakınız). Daha önce tartışılan Pierce kristal osilatörü, dönüştürülmüş bir faz kaymalı osilatördür ve kristal bir seri direncin yerini alır. Kristal, bir RC aşamasından çok daha yüksek bir faz kayması sağlar, bu nedenle kristal salınım frekansını "kontrol eder".

Salınımın gerçek frekansı, Barkhausen kriterlerinin karşılandığı frekanstır. Kristal, döngü kazancının birlik olması için seri rezonansının yakınında çalışmalıdır. Salınım daha sonra kristal fazın kaydığı frekansta yerleşir, eklendi



Şekil 9.29 - Ters çevirme amplifikatörü için bir mantık kapısı kullanan basitleştirilmiş Pierce osilatörü. R1 eklenmesi osilatör tasarımını ve güvenilirliğini artırır .

RC faz kaymalarına, 180 dereceye eşittir. Kristal genellikle 45 ila 60 derece faz kayması sağlar, bu nedenle salınım frekansı seri rezonansın üstünde ve kristalin büyük bir indüktör olarak davrandığı kristalin paralel rezonansının altındadır. (Analog **ve Dijital Filtreleme** bölümündeki Kuvars Kristal Filtreler bölümünde kristal yanıtını gösteren şekle bakın.)

Pierce devresi bu formda nadiren görülür. Bir cut-down versiyonu olan İnstead, kristal kontrollü bir saate ihtiyaç duyan birçok mikroişlemci ve diğer dijital İ C'lerde en yaygın devredir. **Şekil 9.29, amplifikatör** olarak bir CMOS mantık invertörü kullanan bu minimalist Pierce'ı göstermektedir. Ryµas Geçidi doğrusal bölgesine yönlendirmek için dc negatif geri besleme sağlar. Bu değer kritik değildir, 100 kO ile 10 MO arasındaki herhangi bir şey iyi çalışır. Bu işi yapmak için gereken RC faz kaymaları R "-CI ve R'tr C2'den gelir. Bu devrenin mizaç olma ünü vardır, çünkü ne R ne de Raystai üretimde iyi belgelenmemiş veya kontrol edilmemiştir. Bu devrenin Cl = C2 gerektirdiğine dair genel bir inanç da vardır, ki bu doğru değildir .

Performansta büyük bir gelişme, Şekil 9.29'da gösterildiği gibi bir direnç, Rl ekleyerek elde edilir. Ryias doğrudan CMOS invertöre bağlı kalır. Rl, kapı çıkışından geri besleme ağına seri olarak yerleştirilir. Faydaları çoktur:

- Modem CMOS kapılarının kenar hızı son derece hızlıdır, bu nedenle RlCl bu hızlı kenar heyecan verici aşırı ton işlemi olasılığını ortadan kaldırır.
- Kristale faz kayması yoğun olabilir -

Rl ve Cl değer seçimi ile tanısal olarak tasarlanmıştır.

• İnvertör çıkışından tahrik kristale indirgenir ve muhtemelen hasar görmesini önler.

• Döngü kazancı artık en iyi dalga formu ve başlangıç özellikleri için kontrol edilebilir.

Tasarım değerleri, ihtiyaç duyulan gerçek kristal frekansına büyük ölçüde bağlıdır. C2, kristal eşdeğer seri direncine (genellikle birkaç on ohm, ancak değerin doğru olması gerekir) karşı çalışan yaklaşık 60 derece faz kayması sağlamak için ilk olarak seçilir.

fied!). Zaman sabiti Rl Cl, kristal radyan frekansının (1/27frA) karşılıklı olması için faydalı bir şekilde seçilir. Daha yüksek Rl değerleri döngü kazancını azaltır ve döngü kazancı çok küçülene ve salınım durana kadar kristal için daha iyi koruma sağlar.

UHF ve Üstü 9.5 Osilatörler

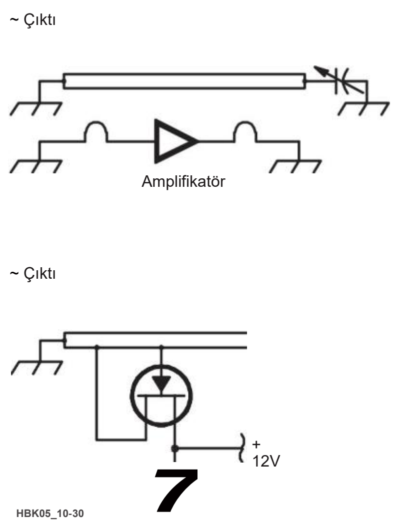
Daha yüksek frekanslarda sinyal yapmanın geleneksel yolu, daha düşük bir frekansta (osilatörlerin daha kolay olduğu yerlerde) bir sinyal yapmak ve istenen aralığa kadar çarpmaktır. Frekans çarpımı hala temiz bir UHF/mikrodalga sinyali yapmanın en kolay ve en iyi yollarından biridir. Bir çarpanın tasarımı, çarpma faktörünün tek veya çift sayı olmasına bağlıdır. Forodd çarpma, bir Sınıf-C önyargılı amplifikatör harmonikler bir dizi oluşturmak için kullanılabilir; Bir filtre istenileni seçer. Çarpma faktörleri için bile, deformasyon cihazlarının tam dalga doğrultucu düzenlemesi, güçlü eşit sıralı bileşenlere sahip bir dizi harmonik oluşturmak için kullanılabilir, bir filtre istenen bileşeni seçer. Daha yüksek frekanslarda, diodebased pasif devreler yaygın olarak kullanılır. Önceden tarif edilen bazı LC devrelerini kullanan osilatörler, yapım aşamasında özenle VHF aralığında kullanılabilir. UHF'de farklı yaklaşımlar gerekli hale gelir.

9.5.1 UHF Osilatörler: İntentional ve Kaza

UHF ve mikrodalga frekanslarında çalışırken en büyük değişiklik, başıboş reaktansların ve direncin her şeye hakim olması ve topaklı devre elemanlarını pratik hale getirmesidir. Bu yüksek frekanslarda başarı, durumla barış yapmayı ve başıboş devre elemanlarının düzeninizde nerede bulunduğunu ve yaklaşık büyüklüklerini çok iyi anlamayı gerektirir.

Şekil 9.30, dağıtılmış bir devre elemanı olan rezonant bir çizgi uzunluğuna dayanan bir çift osilatör göstermektedir. Birincisi temellere dönüş: bir rezonatör, bir amplifikatör ve bir çift bağlantı döngüsü. Amplifikatör, tek bir bipolar veya FET cihazı veya monolitik mikrodalga entegre devre (MMİC) amplifikatörlerinden biri olabilir. İkinci devre gerçekten bir Hartley osilatörüdür ve bir tanesi, 10 cm uzunluğunda bir telden 70 cm bant için bir test osilatörü olarak yapılır, 10 mm, bir zemin düzlemi olarak kazınmamış bir PC kartı üzerine asılır, eğilir ve bir ucunda lehimlenir, diğer ucunda bir düzeltici bulunur. FET, kaynak takipçisi olarak kullanılan bir BF981 dualgate cihazıdır.

Serbest çalışan hiçbir osilatör bu bantlarda yeterince stabil değildir. Bu aralıktaki osilatörler, faz kilitli döngü senkronizasyonu tarafından kontrol edilen ayar diyotlarıyla

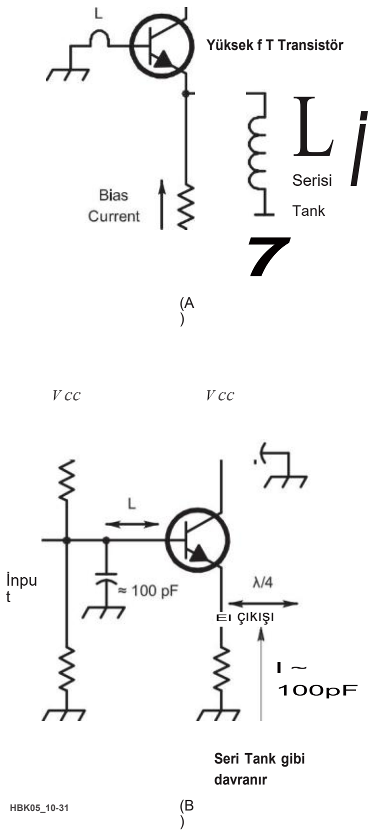


Şekil 9.30 - İletim hattı segmentlerini rezonatör olarak kullanan osilatörler. Şekil 9.31'in ortaya koyduğu gibi, bu tür osilatörler çoğumuzun düşündüğünden daha yaygındır.

Kendilerini bir kristal osilatör tarafından kontrol edilen tezler. Bu, kristal osilatörün aynı stabilitesini UHF osilatörüne aktarır.

Neredeyse her zaman istenmeyen bir kaza olan son derece yaygın bir UHF osilatörü vardır, düşük frekanslı sinyalleri işlemeyi amaçlayan devrelerde çok yaygın bir sahte VHF/UHF salınımı şeklidir. **Şekil 9.31A** devreyi en basit haliyle göstermektedir. Bu devrenin kapsamlı bir UHF transistör modeli kullanılarak analiz edilmesi, yayıcının dış dünyaya küçük, dirençli ve negatif bir empedans sunduğunu ortaya koymaktadır. Eğer bu negatif direnç, yayıcı üzerine yerleştirilen bir tankın etkili seri direncini iptal etmekten daha büyük olursa, salınım gerçekleşir.

UHF'de şematik diyagramınız muhtemelen bir tank devresinin mevcut olduğunu göstermeyecektir. Ancak yüksek frekanslı transistör orada olduğunu bilecektir, çünkü düzende bulunan tüm başıboş tepkileri "görür". Şekil 9.3 lB, hem giriş hem de çıkış üzerinde toprağa bazı kapasitansı olan çok temel bir yayıcı-takipçi devresini göstermektedir. Eğer girişi tıkayan kondansatör



Şekil 9.31 - UHF'de yüksek cihaz kazancı ve devre kartı izlerindeki rezonanslar, RF olmayan ekipmanlarda bile sahte salınımlara neden olabilir.

Transistörden bir mesafe uzakta, transistörün tabanındaki iz bir indüktör gibi görünür. Transistörün yayıcısındaki iz de bir indüktör gibi görünür ve yakındaki herhangi bir iletken bu iz için bir kapasitör gibi görünecektir (burada hava ve PC kartı malzemesi olan bir dielektrik ile ayrılan iki iletken). Herhangi bir kasıtlı kapasitörler buna ekleyin. Eğer transistör, tüm bu başıboş reaktanslardan gelen fazın salınım için doğru olduğu herhangi bir frekansta kazanırsa (önceki bölümlerde Barkhausen kriterlerine bakınız) salınım gerçekleşir. Bu devre etkili bir şekilde aynı

Şekil 9.3 lA'daki gibi. Bu, herhangi bir uygulama için kullanabileceğiniz en düşük frekanslı transistörü kullanmak için iyi bir nedendir.

Başıboş reaktanslar her zaman baş ağrısına neden olmak zorunda değildir. Onları orada olduklarını bilerek kullanabilirsiniz. Şekil 9.3 lA'nın devresi, 500 MHz ila 1 GHz'i kapsayan kullanışlı bir geniş ayarlı osilatör olarak kasıtlı olarak inşa edilebilir! Bu devre, baskılı devre indüktörleri ile inşaat için çok uygundur. Ortak FR4 cam-epoksi tahtası bu frekanslarda kayıplıdır; (çok daha pahalı) cam-Teflon tahta kullanılarak daha iyi performans elde edilir. Eğer bu tür malzemenin fazla parçalarını elde edebilirseniz, UHF ve mikrodalgada birçok kullanımı vardır, ancak bakır ve substrat arasındaki yapışma zayıf olabileceğinden kullanımı zordur. BFR90 gibi 5 GHz fr'lik bir yüksek UHF transistör uygundur; Baz indüktör, saç tokası şekline katlanmış 30 mm'lik 1 mm'lik iz olabilir (indüktans, 10 nH'dan az).

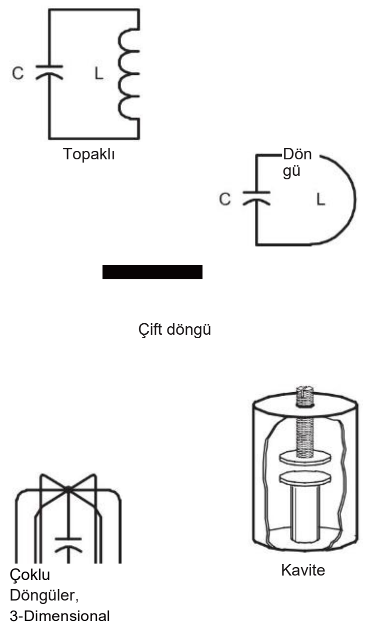
Bunun sonucu, RF tasarım ve düzen tekniklerinin güvenli bir şekilde göz ardı edilebileceği herhangi bir elektronik dalı kalmamasıdır. Bir devre sadece yapması gerekeni yapmak için tasarlanmamalıdır; Ayrıca yapmaması gereken şeyleri yapamayacak şekilde tasarlanmalıdır.

Eğer kazara bir osilatörünüz varsa, böyle bir devreyi evcilleştirmenin üç yolu vardır: Kollektör kurşununda transistöre yakın belki de 50 ila 100 92 arasında küçük bir direnç eklemek veya temel kurşuna benzer bir direnç eklemek veya bir ferrit boncuk takmak transistörün altındaki temel kurşun üzerine. Ekstra dirençler, devreye ve çalışma akımlarına bağlı olarak de koşullarını bozabilir. Ferrit boncuklar, mevcut - ekipmana kolayca eklenebilecekleri ve de ve düşük frekanslarda hiçbir etkiye sahip olmadıkları avantajına sahiptir. Transistör uçlarını kısaltabilen bazı elektriksel olarak iletken ferrit malzemelere dikkat edin! Bir HF osilatörü herhangi bir mahmuz riskini önlemek için boncuklar kullanıyorsa (Şekil 9.15'te gösterildiği gibi), boncuklar küçük frekans kaymalarına neden olabilecek hareketi önlemek için bir yapışkan nokta ile tutturulmalıdır. Fair-Rite # 43 malzemesinin ferrit boncukları özellikle bu amaç için uygundur; Endüktans açısından değil, empedans açısından belirtilirler. Endüktif aralığının üzerindeki frekanslardaki ferritler çok kayıplı hale gelir ve bir kurşunun birkaç on ohm direnç sunmasını sağlayabilir .

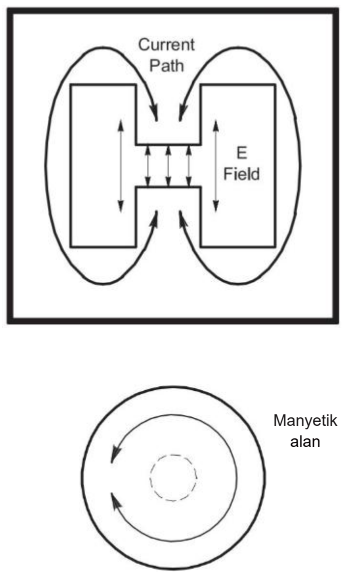
9.5.2 Mikrodalga osilatörler

Yüzeye monteli bileşenler ve olağanüstü - dikkatli düzen ile geleneksel PC kartı tekniklerini kullanmak, 4 GHz'e kadar devrelerin inşasına izin verir. Bunun ötesinde, nihai dağıtılmış devre - boşluk rezonatörüne adım atmadıkça ticari teknikler ve meraklı malzemeler gerekli hale gelir.

Stripline tekniklerinden daha eski ve ev yapımına çok daha uygun olan kavitibaz - osilatörler mümkün olan en yüksek değeri verebilir

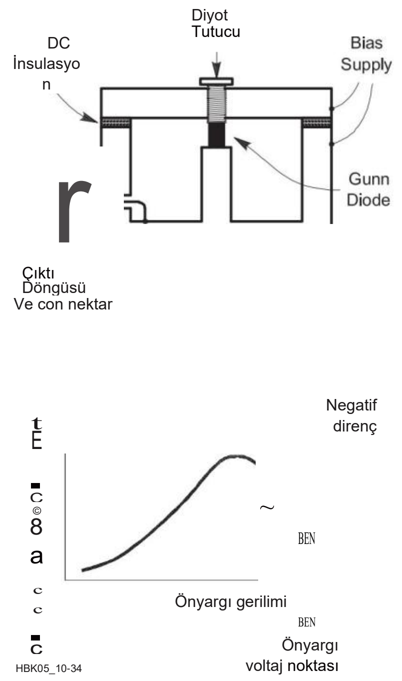


Şekil 9.32 - **Boşluk rezonatörünün evrimi.**



Şekil 9.33 - Bir **boşluktaki akımlar ve alanlar.**

Mikrodalga frekanslarında performans. Hava, dielektrik sabiti 1 olan çok düşük kayıplı bir dielektriktir, bu nedenle yüksek Q verir ve aşırı minyatürleştirmeyi zorlamaz. **Şekil 9.32,** G. R. Jessop, G6JP tarafından, bir boşluğun topaklı bileşenlerden yapılmış bir tanktan evrimini göstermek için kullanılan bir dizi yapıyı göstermektedir. Tüm boşlukların bir dizi farklı rezonans modu vardır, akımların ve alanların yönü **Şekil 9.33'te gösterilmiştir.** Boşluk farklı şekiller alabilir, ancak burada gösterilenin bastırdığı kanıtlanmıştır.



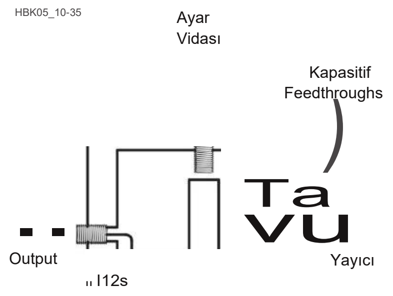
Şekil 9.34 - Bir **Gunn diyot osilatörü, radyo enerjisi üretmek için negatif direnç ve bir boşluk rezonatörü kullanır.**

İstenmeyen modlar iyi. Boşluğun merkezi olması gerekmez ve genellikle en üsttedir. Frekansı ayarlamak için boşluğa çıkıntı yapan üst kısımdan bir vida takılabilir.

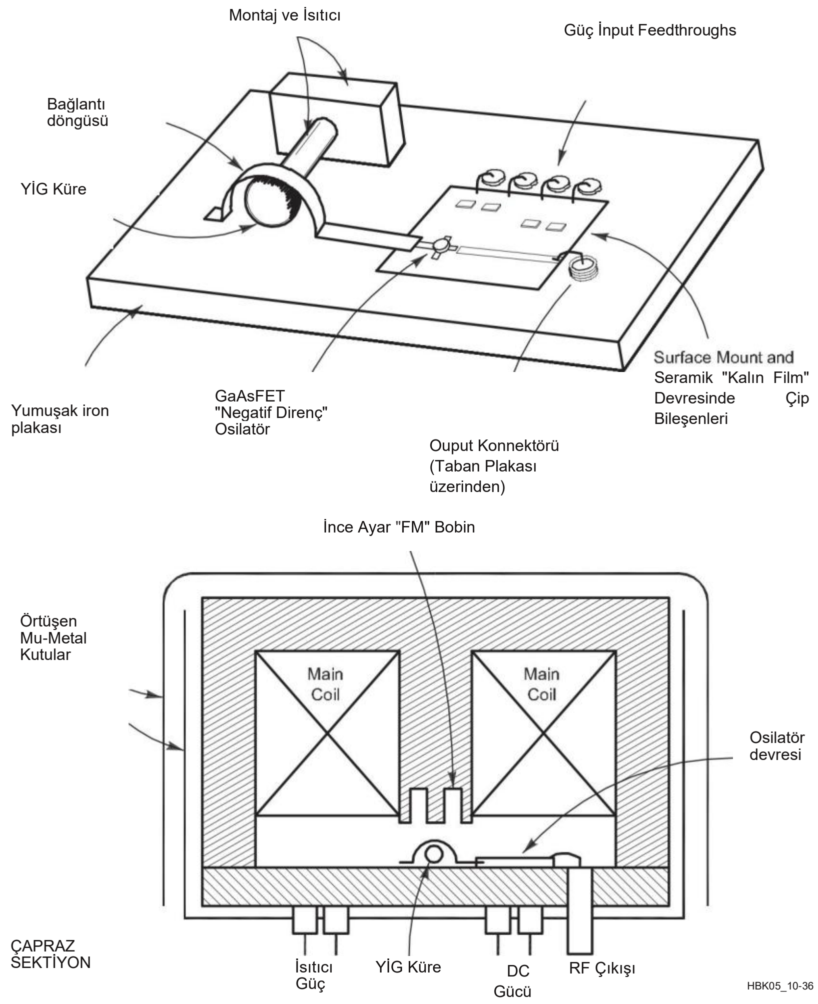
YARİİLETKEN CAVİTY OSCİLLATORS

Bir boşluk kullanarak bir osilatör yapmak için, bir amplifikatör gereklidir. Gunn ve tünel diyotları, akımlarının artan önyargı voltajı ile düştüğü özelliklerinde bölgelere sahiptir. Bu negatif dirençtir. Böyle bir cihaz bir boşlukta bir döngüye monte edilirse ve önyargı uygulanırsa, negatif direnç boşluğun etkili kayıp direncini iptal etmekten daha fazlasını yapabilir ve salınıma neden olabilir. Bu diyotlar son derece yüksek frekanslarda çalışabilir ve mikrodalga frekanslarında herhangi bir kazancı olan transistörler geliştirilmeden çok önce keşfedilmiştir.

Bir Gunn-diyot boşluk osilatörü, trafiği veya davetsiz misafirleri tespit etmek için kullanılan Doppler radar modüllerinin çoğunun ve - amatörler tarafından kullanılan Gunnplexer 10 GHz alıcı-verici modüllerinin temelidir. **Şekil 9.34** ortak bir konfigürasyon göstermektedir. Bağlantı döngüsü ve koaksiyel çıkış konektörü, dalga kılavuzuna veya mikser boşluğuna çiftlemek için basit bir diyafram açıklığı ile değiştirilebilir. **Şekil 9.35, bir FET** veya bipolar cihaz olabilen bir modem mikrodalga transistörü kullanan bir transistör boşluğu osilatör versiyonunu göstermektedir. İki bağlantı döngüsü, besleme kapasitörlerinin kapasitansı ile elektriksel olarak tamamlanır .



Şekil 9.35 - Bir **transistör ayrıca bir boşluk rezonatörünü doğrudan uyarabilir.**



Şekil 9.36 - Bir **itriyum-demir-garnet (VİG) küresi, birçok spektrum analizöründe kullanılan süpürme osilatörlerinde rezonatör olarak hizmet eder.**

DİELECTRİC-RESONATOR OSCILLATORS (DRO)

Dielektrik rezonatör osilatörü (DRO), uydu TV alıcılarının downconverterinde kullanıldığı için çok yaygın bir mikrodalga osilatörüdür. Dielektrik rezonatörün kendisi, birkaç milimetre çapında minyatür bir hokey diski gibi seramik bir silindirdir. Seramik çok yüksek bir dielektrik sabitine sahiptir, bu nedenle yüzey (seramiğin ani bir dielektrik uyumsuzlukta hava ile buluştuğu yer) elektromanyetik dalgaları yansıtır ve seramik gövdeyi rezonans boşluğu olarak hareket ettirir. İt bir substrat üzerine monte edilir ve osilatörün aktif cihazına, yanından geçen bir şerit ile bağlanır. 10 GHz'de normalde silikon yerine galyum arsenitten (GaAsFET) yapılmış bir FET kullanılır. Dielektrik rezonatör elemanları, uydu TV gibi kütle uygulamalarına uygun frekanslarda yapılır. Özel frekanslarda küçük miktarlar üretmek için kurulum yükü öngörülebilir gelecek için engelleyici olabilir.

Bu cihazlarla ilgili zorluk, endüstri - standardı frekanslarında osilatörleri kullanmanın yeni yollarını tasarlamaktır. Başlıca çekiciliği, büyük miktarlarda düşük maliyetleri ve mikrodalga şerit (mikro şerit) teknikleriyle uyumluluğudur. Frekans kararlılığı ve Qare iyi boşluklarla rekabet edebilir, ancak bir kristal osilatör ve frekans çarpanları zinciri ile elde edilebilenden daha düşüktür.

VİG TUNED OSCILLATORS (YTO)

İtrium-iron garnet (YİG) osilatörü, çok geniş bir ayar aralığına ve doğrusal bir ayar özelliğine sahip temel bir mikrodalga kaynağıdır. Birçok YİG osilatörü bir oktavdan daha fazla ayarlanabilir ve bazıları beş oktavdan daha fazla ayar yapabilir! Bunlar, güç kaynakları ve ayar için düşük frekanslı bağlantılara sahip ağır metal bloklar ve RF çıkışı için bir SMA konektörü olarak görünen komple birimlerdir. Üreticinin etiketi genellikle ayar aralığını ve genellikle güç kaynağı voltajlarını belirtir. Bu çok yararlıdır, çünkü yeni birimler çok pahalıdır, fazla birimlerin özelliklerini tanımlayabilmek önemlidir. Çoğunluk YTO'ların 2 ila 18 GHz bölgesinde çalışmasına rağmen, bazen 500 MHz ve 40 GHz'e kadar olan birimler bulunur. Mikrodalga frekanslarında, sinyal temizliğine ve stabilitesine eşit olabilecek hiçbir oktavetunable cihaz yoktur. 3 GHz YTO için tipik bir stabilite, saniyede 1 kHz'den daha azdır. Bu zayıf görünebilir - bunun saniyede 0.33 ppm olduğunu anlayana kadar. Yine de, dar bant modülasyonu içeren herhangi bir YİG uygulaması, bir çeşit frekans sabitleyici gerektirecektir.

Neredeyse tüm fazla RF spektrum analizörleri ilk LO olarak YTO'ları kullanır. Örneğin, bir 0 ila 1500 MHz analizörü genellikle 2.0 GHz ilk İF ile 2 ila 3.5 GHz YTO kullanır. YTO ayar devrelerini anlamak için, sorun giderme ve onarım ihtiyacı varsa, YİG osilatörlerinin temel bir anlayışı kesinlikle yardımcı olur.

Şekil 9.36 bir YİG osilatörünün yapısını göstermektedir. Bir YTO, bir bağlantı - döngüsü içinde dikkatlice yönlendirilmiş bir YİG küresine dayanır. Bu rezonatör bir Negatif dirençli cihaz ve tüm montaj bir elektromıknatısın kutupları arasına yerleştirilir. Negatif dirençli (Gunn) diyotlar başlangıçta bu osilatörlerde kullanıldı, ancak transistör devreleri artık esasen evrenseldir ve çok daha az güç kullanır. YİG küresi desteği genellikle sıcaklık değişimini azaltmak için kontrollü bir ısıtıcı içerir. YİG küreleri sadece fiziksel boyutları tarafından değil, aynı zamanda etraflarındaki herhangi bir manyetik alan tarafından kontrol edilen bir frekansta rezonansa sahiptir. Bu nedenle elektromıknatıs: elektromıknatısın sargıları boyunca akımı değiştirerek, YİG küresi boyunca kontrollü bir değişken manyetik alan uygulanır. Bu, osilatörü çok geniş bir aralıkta ayarlar. Frekans/akım ilişkisi, tipik olarak 20 MHz/mA civarında mükemmel doğrusallığa sahip olabilir.

Manyetik olarak ayarlanmış osilatörler, onlarla bazı benzersiz problemler getirir. İlk sorun, özellikle düşük frekanslarda manyetik alanların korunmasının son derece zor olmasıdır. Bu nedenle YTO ayarı, herhangi bir yerel manyetik alandan etkilenir ve frekansa neden olur

Modülasyon. YTO'nun manyetik çekirdeği, kendinden korumalı bir girişimde tamamen kapalı olacak şekilde dikkatlice tasarlanmalı ve daha sonra bir veya daha fazla iç içe geçmiş mu-metal kutu her şeyin etrafına yerleştirilmelidir. YTO'yu güç transformatörleri gibi bariz manyetik alan kaynaklarından uzağa yerleştirmek hala önemlidir. Soğutma fanları ayrıca dalgalanan manyetik alanların kaynaklarıdır, bazı fanlar iyi tasarlanmış bir 200 W 50/60-Hz transformatörden 20 dB daha yüksek alanlar üretir.

İkinci yeni sorun, YTO'nun iç ayar bobininin güçlü ayar alanını oluşturmak için güç kaynağından önemli miktarda akıma ihtiyaç duymasıdır. Bu, sabit bir "önyargı" alanı olarak kalıcı bir mıknatıs ekleyerek hafifletilebilir, ancak mıknatıs yaşlandıkça önyargı kayar. Ana ayar bobini hala birçok dönüşe ve dolayısıyla yüksek endüktansa (genellikle 0.1 henrys'den fazla) sahiptir. Büyük indüktanslar, buna bağlı olarak yüksek güç tüketimi ile hızlı ayarlama için yüksek bir besleme voltajı gerektirir. Her zamanki uzlaşma çift bobine sahip olmaktır: Biri geniş bir aralıkta yavaş ayarlama için birçok dönüşe sahip ve hızlı ayarlama veya sınırlı bir aralıkta FM için çok daha az dönüşe sahip ikinci bir bobin. Bu "FM bobini" ana

9.5.3 Klistronlar, Magnetronlar ve Gezici Dalga Tüpleri

Mikrodalga frekanslarında yükselticiler veya temel osilatörler olarak yaygın olarak kullanılan bir dizi termiyonik (vakum tüpü) cihaz vardır. Standart vakum tüpleri (vakum tüplerine giriş için RF Amplifikatörler bölümüne bakınız) yüzlerce megahertz'e kadar olan frekanslar için iyi çalışır. Bundan daha yüksek frekanslarda, elektronların katot ve plaka arasında hareket etmesi için geçen süre sınırlayıcı bir faktör haline gelir. Mikrodalga frekanslarında çalışmak üzere tasarlanmış birkaç özel tüp vardır, genellikle katı hal cihazlarından elde edilenden daha fazla güç sağlar.

Aşağıdaki tüplerden ikisi (klistronlar ve hareket eden dalga tüpleri), bir elektron demetinden RF enerjisini çıkarmak için hız modülasyonu ilkesini kullanır. Hız modülasyonunun genel ilkeleri ve bunu kullanan cihazların temel özellikleri, çevrimiçi **öğretici www.radartutorial.eu/druck/ Book5.pdf sunulmaktadır.** Ek kaynaklar aşağıda açıklanmıştır.

KLYSTRON

Klistron tüpü, geçiş süresi sınırlamalarını önlemek için elektronların hız modülasyonu ilkesini kullanır. Elektron demeti, kenarları boyunca etkileşim boşlukları olan bir metal sürüklenme tüpünden aşağı doğru hareket eder. RF voltajları, ürettikleri boşluklara ve elektrik alanlarına, geçen elektronları hızlandırır veya yavaşlatır. Elektronların göreceli konumları, değişen hızları nedeniyle değişir ve ışının elektron yoğunluğunun değişmesine neden olur. Elektron ışını yoğunluğunun bu varyasyonu, amplifikasyon veya salınım yapmak için kullanılır.

Klistron tüpleri nispeten büyük olabilir ve yüzlerce kilowatt mikrodalga gücüne yüzlerce watt kolayca sağlayabilirler. Bu güç seviyeleri, örneğin UHF yayını ve parçacık hızlandırıcıları için kullanışlıdır. Ne yazık ki klistronlar nispeten dar bant genişliklerine sahiptir ve amatör frekanslarda çalışmak için yeniden ayarlanabilir olmayabilir. "Bir Klistron Tüpü Nasıl Çalışır" başlıklı bir video YouTube.com'da çevrimiçi olarak bulunabilir ve ayrıntılı bir tarih ve öğretici **www.slac.stanford.edu/cgi-bin/getdoc/ slac-pub- 7731.pdf adresinde mevcuttur.**

MAGNETRON

Magnetron tüpü mikrodalga frekansları için etkili bir osilatördür. Magnetronlar en çok mikrodalga fırınlarda ve yüksek güçlü radar ekipmanlarında bulunur. Bir magnetronun anotu, katodu çevreleyen bir dizi birleşik rezonant boşluktan oluşur. Uygulanan manyetik alan Elektronların katot etrafında dönmesine neden olur ve anota yaklaşırken verdikleri enerji RF elektrik alanına eklenir. RF gücü, bir vakum penceresinden anottan elde edilir.

Magnetronlar, anotlarının yapımı tarafından belirlenen frekans ile kendi kendine salınır; Bununla birlikte, rezonant anoda indüktans veya kapasitans bağlanarak ayarlanabilirler. Frekans aralığı, ayarlamanın ne kadar hızlı yapılması gerektiğine bağlıdır. Tüp, merkez frekansın yaklaşık %10'u aralığında yavaşça ayarlanabilir. Frekans modülasyonu için gerekli olduğu gibi daha hızlı ayarlama gerekiyorsa, aralık yaklaşık %5'e düşer.

Magnetronların nasıl çalıştığını gösteren mükemmel çizimler **hiperfizikte mevcuttur. phy-astr.gsu.edu/hbase/waves/magnetron. html** ve ilgili okuyucu için kapsamlı bir giriş **www.cpii.com/docs/related/2/Mag%20 tech %20art.pdf adresinden indirilebilir.**

GEZGİN DALGA TÜPÜ

Mikrodalga aralığında çalışan üçüncü bir tüp türü, hareketli dalga tüpüdür (TWT). Mikrodalga aralığındaki geniş bantlı amplifikatörler için bu, tercih edilen tüptür. Kalıcı mıknatıslar veya elektromıknatıslar, TWT'den geçen elektron demetini odaklamak için kullanılır. Bu elektron ışını, elektronların hızlandırıldığı veya yavaşlatıldığı, uygulanan RF sinyali nedeniyle yoğunluk modülasyonu sağlayan, klistrondakine benzer bir sarmal yavaş dalga yapısından geçer. Modüle edilmiş elektron ışını, sarmalda, kazancı yavaş dalga yapısının uzunluğu ile orantılı olan yükseltilmiş bir çıkış sinyali sağlayan voltajları indükler. RF enerjisi elektron ışınından sarmal tarafından çıkarıldıktan sonra, elektronlar toplanır ve katoda geri dönüştürülür. Seyahat eden dalga tüpleri, ışın voltajını dikkatlice optimize ederek genellikle tasarlanan frekanslarının dışında çalıştırılabilir.

9.6 Frekans Sentezleyiciler

Modem teknolojilerimizin çoğu gibi, frekans sentezinin kökenleri de WW II'ye kadar izlenebilir. İtici güç, dar bantlı, frekanslı, çevik HF iletişim sistemlerinin taleplerini karşılamak için kararlı, hızlı değiştirilebilir ve doğru frekans kontrol teknolojisi arzusuydu. İlk sentezleyiciler hantal ve pahalıydı ve bu nedenle kullanımları sadece en gelişmiş iletişim - sistemleriyle sınırlıydı. Bilgisayarları alan aynı teknolojilerin yardımıyla Artık avuçlarımızın içine sığacak kadar oda boyutunda, frekans sentez teknikleri modem iletişim ekipmanlarında en çok olanak sağlayan teknolojilerden biri haline gelmiştir.

Bugün üretilen her iletişim cihazı, el tipi bir alıcı-verici, cep telefonu, çağrı cihazı, AM/FM eğlence radyosu, tarayıcı, televizyon, HF iletişim ekipmanı veya test ekipmanı olsun, bir frekans sentezleyicisi içerir. Sentez, hem bilgisayarlar hem de mikroişlemci denetleyicileri ile kolay bir arayüz sağlayan teknolojidir. İt Amatörlere, hassas 10-Hz frekans artışlarına sahip bir analog düğmenin hissi, tek bir hassas kristal osilatör, frekans anıları ve sürekli değişken hassas frekans bölünmeleri ile belirlenen geniş bant doğruluğu ve kararlılığı gibi birçok arzu edilen özellik sunar. Şimdi boyutu küçük entegre devrelere indirgenmiş olan frekans sentezleyiciler, - VHF, UHF ve mikrodalga ekipmanlarındaki frekans çarpanlarının ve filtrelerin hantal zincirlerinin yerini almış ve bugün kullandığımız son derece taşınabilir iletişim cihazlarına yol açmıştır. Frekans sentezi

Modem ekipmanlarının maliyetini düşürmede, özellikle üretim karmaşıklığını azaltarak büyük bir etkisi olmuştur.

Frekans sentezleyicileri iki genel tipte kategorize edilir: çıkış sinyalinin doğrudan giriş sinyali üzerinde gerçekleştirilen işlemlerin sonucu olduğu doğrudan sentezleyiciler; Ve *dolaylı sentezleyiciler,* - burada giriş sinyalinin seçilen özellikleri ayrı olarak üretilen bir çıkış sinyaline aktarılır. Herhangi bir doğrudan sentezleyicinin tanımlayıcı bir özelliği, hiçbir geri bildirimin kullanılmamasıdır, bu nedenle hiçbir zaman dinamik stabilite problemi yoktur. İndirect synthesizer'lar her zaman geri besleme kontrol döngüleri içerir, bu nedenle dinamik kararlılık önemli bir tasarım sorunudur .

Doğrudan sentezleyiciler, doğrudan - *analog sentezin* (DAS) ve doğrudan *dijital sentezin* (DDS) ana tekniklerini içerir. Doğrudan analog sentezleyiciler öncelikle frekans çarpanları, frekans bölücüler, karıştırıcılar ve filtrelerden oluşur. DAS, bir referans osilatörden geniş aralıklı frekanslara sahip az sayıda sinyal üretmek için çok kullanışlıdır. DAS, aynı anda birden fazla çıkış sinyali gerektiğinde özellikle kullanışlıdır. Doğrudan dijital sentezleyiciler, uygulanan referans sinyalini kullanarak istenen bir frekansta (dijital formda) verilen bir çıkış sinyali dalga formu oluşturmak için bir programa sahip olan özel mikroişlemcilerdir. DAS'ın aksine, bir DDS'den gelen çıkış frekansları, referans - osilatörün tüm kararlılığını korurken milihertz (0.001 Hz) ile kolayca ayrılabilir. Her ikisi de doğrudan teknikler olmakla birlikte, ne DAS ne de DDS geri besleme kontrol döngülerini kullanmaz, bu nedenle bir frekanstan diğerine geçiş nanosaniyelerde olur .

İndirect sentezleyicileri frekans kilitli döngülerin (FLL) ve faz kilitli döngülerin (PLL) ana tekniklerini içerir. Herhangi bir dolaylı sentezleyicinin arkasındaki fikir, bir sinyalin özelliklerini başka bir ayrı sinyale aktarmaktır. Bir FLL, giriş sinyalinin yalnızca frekans özelliklerini çıkış sinyaline aktarır. Büyük FLL

Radyo amatörleri tarafından kullanılan uygulamalar arasında *otomatik frekans kontrol (AFC)* döngüleri ve ton kod çözücüleri bulunur. PLL'ler daha hassastır, çünkü sadece referans osilatörün frekans özellikleri değil, aynı zamanda faz özellikleri de çıkış sinyalini üreten osilatöre aktarılır. PLL'lerin geniş kullanım alanı bulduğu iki ana uygulama sınıfı vardır. Birincisi, bir - *frekans sentezleyicisi olarak adlandırdığımız korku üreteci. Bu* sentezleyici, özellikle FM ve FSK sinyalleri için modülasyon içerebilir. İkinci PLL uygulama sınıfı, bir *izleme demodülatörü veya senkronizatör olarak adlandırdığımız bir açı (frekans veya faz) demodülatörü gibidir.* Derin uzay iletişiminde kullanılan izleme demodülatörleri ve dijital iletişimde kullanılan saat kurtarma günümüzde önemli uygulamalardır.

Modem dijital devresini kullanarak, bir PLL'yi bir FLL'den daha kolay hale getirmenin aslında daha kolay olduğunu belirtmek ilginçtir. Bunun tesadüf olduğu ortaya çıktı! Bu bölüm bir frekans sentezleyici olarak kullanılan PLL'ye odaklanacaktır. Bir demodülatör veya bir senkronizatör olarak PLL kullanımı ile ilgilenen okuyucular için, bu uygulamaları ayrıntılı olarak tartışan birçok ders kitabı

9.6.1 Dijital frekans sentezi

Dijital bir süreç hem değer hem de zaman olarak nicelenecek şekilde tanımlanır. (Dijital sinyaller ve sistemler hakkında arka plan için DSP ve SDR Temelleri bölümüne bakın.) Bunu hatırlamak önemlidir, çünkü dijital olmayan örneklenmiş sinyal süreçleri vardır. Biri, zaman içinde ayrık, ancak değer olarak analog olan örnek ve bekletmedir. Bunun tersi, faz kilitli döngülerde kullanılan fazefrekans dedektörüdür, bu değer ayrık ancak zaman içinde analogdur. Dijital frekans sentezi gerçek bir dijital süreçtir .

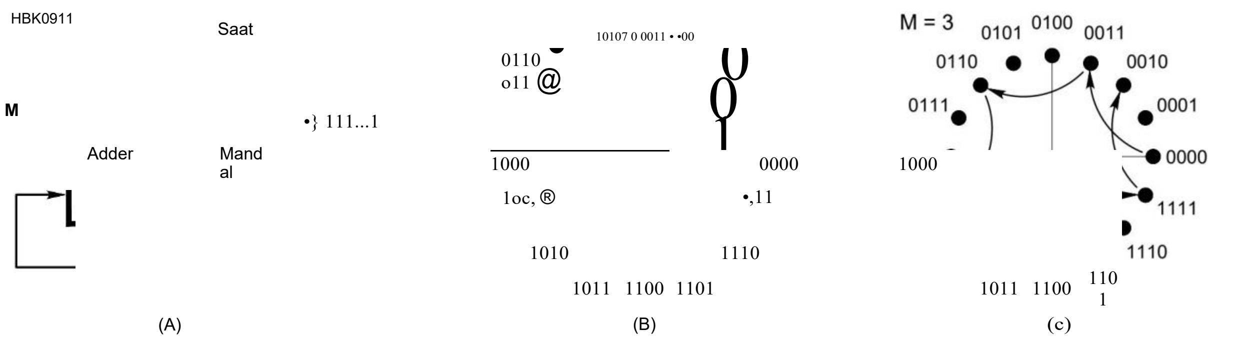
Dijital frekans sentezinin kökenleri, yaygın olarak kullanılmadan önce bile 1972'ye kadar uzanır.

Mikroişlemci kullanımı. Öz olarak, bu teknikler herhangi bir modülasyon dahil olmak üzere istenen çıkış dalga formunu doğrudan hesaplar. Hiçbir geri bildirim kullanılmadığında bunlara Doğrudan Dijital Sentez (DDS) denir ve bazen kullanılan Doğrudan Dijital Frekans Sentezi (DDFS) adını da görürsünüz. DDS adı daha eskidir, ancak DDFS daha spesifiktir. Her iki isim de hayatta kalır, ancak burada orijinal DDS'yi kullanacağız.

DDS'nin birçok çekici özelliği ve iki önemli dezavantajı vardır. İts konumlar çok ince frekans çözünürlüğü (microhertz pratiktir), aslında anlık anahtarlama hızı, hiçbir frekans kayması ve mutlak frekans ayar yeteneği içerir. İf modülasyonu dahildir, bu da dijital hassasiyetle gerçekleşir. Frekans, faz kayması ve genliğin doğrudan kontrolü mevcuttur ve birbirinden bağımsızdır. Frekans ve faz kayması için bu yenidir. Herhangi bir analog osilatör, frekans ve fazı bağımsız olarak ele alma yeteneğine sahip değildir.

DDS dezavantajları da önemlidir. Dijital bir süreç olan DDS, örneklenmiş bir veri - sistemidir ve bu nedenle **DSP ve SDR Temelleri** bölümünde açıklandığı gibi dalga biçiminin yeniden yapılandırılması için Nyquist kriterine uymalıdır. Bu, bir DDS'den çıkış frekansının, DDS saat frekansının yarısından daha az olması anlamına gelir. Pratik üst sınır, saat frekansının yaklaşık %35-40'ıdır. Bununla birlikte, etkili bir alt sınır yoktur. Herhangi bir DDS, 0 meşru bir ayar komutu olduğundan sıfır hertz (de)'ye kadar ayarlayabilir.

İkinci dezavantaj daha operasyonel olarak ciddi. Osilatörlerimizden yüksek kaliteli bir sinüs dalgası talep ediyoruz ve DDS bir istisna değil. Ancak örneklenmiş bir veri sistemi olarak, DDS çıkışı örneklenmiş bir sinüs dalgasıdır. Bir sinüs dalgasının hatasız örneklenmesi, sinüzoidin özellikleri nedeniyle sonsuz çözünürlük gerektirir. - Tasarımlarımız için sonsuz bir çözünürlüğe sahip değiliz, bu nedenle sinyal oluşturulurken bazı hatalar ortaya çıkıyor. Bu hatalar



Şekil 9.37 - Doğrudan dijital sentez akümülatör devresine (A) dayanmaktadır. Amaçlarımız için, akümülatörün bir daire etrafında sahip olabileceği tüm olası durumları atar ve bunları "faz" (B) olarak adlandırırız. Akümülatör sürekli olarak giriş numarasını, her saat döngüsünden sonra, mevcut sayıya ekler. Katılımcı taştığında, taşma düşer ve (C)'deki gibi çemberin etrafında sayım devam eder.

Kendilerini harmonik olmayan sahte çıkış sinyalleri olarak gösterir. "mahmuzlar", büyük bir sorun olabilir. Çoğu DDS tasarımı, mahmuzlarla uğraşmak için çok zaman harcıyor.

DDS PRİNCIPLES

DDS, **Şekil 9.37'de gösterildiği gibi bir akümülatörün basit sayaç yapısına dayanmaktadır.** Bu sayaçtaki dijital çıktıları sinyal fazı olarak yorumlamayı seçiyoruz ve genellikle durumları bir dairenin etrafındaki noktalar olarak temsil ediyoruz, bu da akümülatör durumları boyunca bir döngünün bu sentezleyiciden bir çıkış döngüsünü temsil ettiği anlamına geliyor. Şekil, 4 bitlik bir akümülatörden 16 dijital durumun bir örneğini göstermektedir. Bu akümülatörün M girdi sayısı 3 olarak ayarlandığında yaptığı eylem (c)'de gösterilir ve bir döngüden diğerine "sarmalamanın", katılımcı taştığında nasıl devam ettiğini gösterir. Bir çıktı döngüsünden diğerine durum ilerlemesinin farklı bir durum dizisi olması yaygındır. Hayati derecede önemli olan, bir durumdan diğerine atlama boyutunun tamamen aynı olmasıdır. Bu, faz değişimini

A0 BİR FAZ - = M
İ CLOCK DÖNGÜSÜNDE

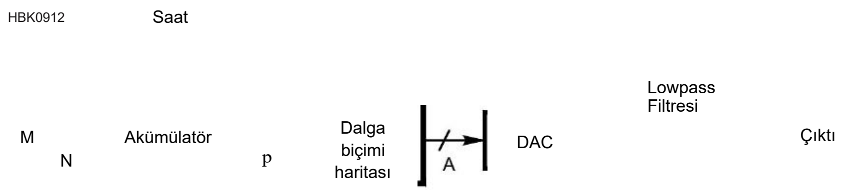
Frekans, fazın zamanla ne kadar hızlı değiştiğidir, bu yüzden bu akümülatör girişi M, doğrudan ayar kontrolümüzdür. Bir N-bit akümülatör için DDS frekans kontrolü şu şekilde verilir:

f JcLocK". M
Dps 5N

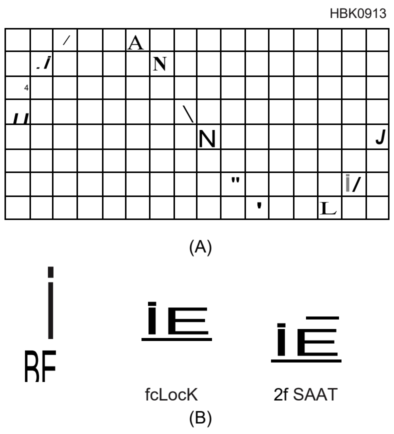
Bu ilişkinin tamamen doğrusal olduğuna dikkat edin. Ayrıca Ipps'in nicemlenmiş olduğunu unutmayın, çünkü M ayar numarası bir tam sayı olmalıdır. Bir DDS'nin üretemediği bazı frekanslar vardır. Ama M = 0'daki O Hz meşrudur !

Özellikle kullanışlı kılan DDS'nin gerçekten önemli özelliklerinden biri, N'nin oldukça büyük bir sayı olabileceğidir. Örnek olarak, N = 24 için payda 2N = 16.777.216'dır. N = 32 yaygındır ve sonra 2N = 4,294,967,296. Bu, DDS frekans çözünürlüğünün, 100 MHz saat frekansı kullanılıyorsa, N = 24 olduğunda 5.96 Hz ve N = 32 olduğunda 0.023 Hz olduğu anlamına gelir. Bu son derece ince frekans çözünürlüğüdür ve saat frekansı kadar doğrudur. DDS çıkış frekansının sürüklenebilmesinin tek yolu, saat frekansının sürüklenmesidir. Çünkü diğer her şey dijitaldir, sürüklenemez .

Bununla birlikte, sentezleyicimizden bir sinüs dalgası çıkışına ihtiyacımız var. Tam DDS blok diyagramı, dalga formu haritası adı verilen yeni bir bloğun dahil edildiği Şekil 9.38'de gösterilmiştir. Bu, genellikle uçucu olmayan bir bellek olarak uygulanan, faz bilgisini akümülatörden sinüzoid dalga formu değerlerine dönüştüren ve daha sonra örneklenmiş bir dalga formuna dönüştüren dijital bir işlemdir.



Şekil 9.38 - Bir **DDS'nin tam blok diyagramı.**



Şekil 9.39 - Waveform harita kuantizasyonu, çıkış sinyali değerlerinin ızgara çizgilerinin (A) kesişiminde kalması gerektiğinden, çıkış dalga formu hatalarını zorlar. Bu, DDS'den (B) harmonik olmayan sahte sinyallerin çıkmasına neden olur.

Bir DAC. Çıkış düşük geçiren filtre, istenen sinüs dalgasını elde etmek için kritik öneme sahiptir.

DDS NOISE

DDS bir frekans ayırıcıdır ve frekans bölünmesi kurallarına göre çıkış fazı gürültüsü, herhangi bir DDS'de saatten gelen giriş fazı gürültüsünden daha düşüktür. PLL'lerde olduğu gibi çıkış sinyaline gürültü eklemek için VCO yoktur.

ADDITIONAL DDS PRİNCIPLES

Çok ince frekans çözünürlüğüne, son derece iyi ayar doğrusallığına, çok düşük çıkış fazı gürültüsüne ve de'ye kadar inen ayar bant genişliğine ek olarak, DDS'nin ek bir önemli yararı da çok hızlı ayarlanmasıdır. İndeed, ayar numarası Mis değiştiğinde, DDS hemen yeni çıkış dalga formunu hesaplamaya geçer. PLL'lerin ayar dinamikleri burada mevcut değildir. Aynı şekilde, bir PLL'nin stabilite sorunları DDS tasarımlarında olmaz.

Harmonik olmayan sahte sinyallerin varlığı, DDS'nin amatör ekipmanlara başarılı bir şekilde uygulanmasında en büyük sorun olmaya devam etmektedir. İn prensibi, 32 bit DDS, 0.23 Hz çözünürlüğe sahip tüm HF amatör bantlarını kapsayabilir

100 MHz'de çalışıyor. VCO'lar yok, bandswitching yok, ayar yok - bir rüya gibi geliyor! - Ama bu sinir bozucu mahmuzlardan kurtulmak için RF tasarım becerilerimizi uygulamamız gerekiyor. Modem dalga formu haritalarının niceleme seviyesi, sinüzoid niceleme gürültü mahmuzlarını -100 dBc'nin altında tutmak için yeterlidir. Kalan en büyük sorun DAC .

Sinyal örnekleme teoremi, nicemleme tarafından üretilenler dışındaki mahmuzları tahmin etmez. Bu, herhangi bir ek mahmuzun, gerçek çıkış dalgası formunun, dijital nicemlemenin gerektirdiği sinyal tam olarak olmadığı anlamına gelir. Normal DAC spesifikasyonlarıEntegre doğrusalsızlık (İNL) ve diferansiyel doğrusalsızlık (DNL) DDS uygulamasında çok önemli değildir. Daha da önemlisi, çıkış geçiş sürelerinin yukarı ve aşağı basamaklar için simetrisi ve her iki geçiş yönünde de aşma olmamasıdır. Son iki özelliğe sahip DA C'ler genellikle hassas DDS kullanımı için çok iyi çalışır.

9.6.2 Faz Kilitli Döngüler (PLL)

Girişte belirtildiği gibi, PLL herhangi bir dolaylı sentezleyicinin önemli bir bileşenidir. "An İntroduction to PhaseLocked Loops" kenar çubuğu bu teknolojiye genel bir bakış sağlar. Bu bölüm, PLL synthesizer'larının tasarım ve performans konularının ve bunları oluşturmak için kullanılan devrelerin ayrıntılı bir tartışmasını sunmaktadır.

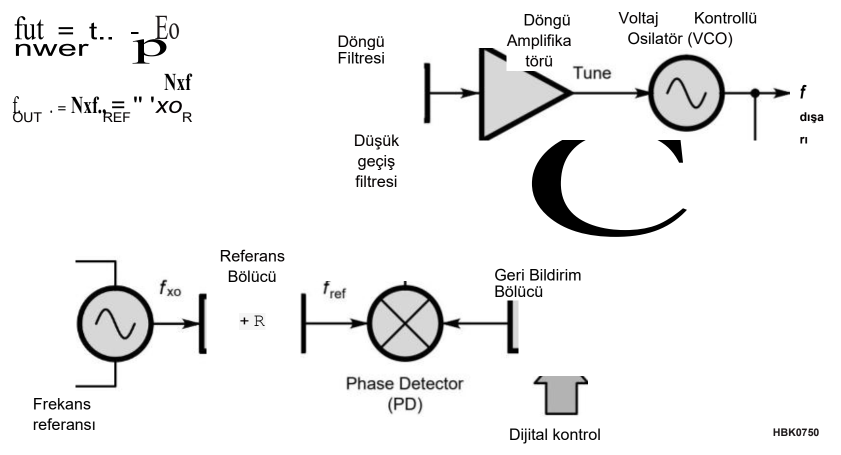
ARCHITECTURE

PLL synthesizer prensibi basittir. Ayarlanabilir bir osilatör ilk önce gerekli çıkış frekans aralığını kapsayacak şekilde inşa edilir; Daha sonra PLL sistemi, istenen frekansa ayarlanmasını sağlamak için bu osilatörün etrafına inşa edilir. Bu, osilatörün fazını sürekli olarak kristal osilatör gibi kararlı bir referans ile karşılaştırarak ve sonucu osilatörün ayarını yönlendirmek için kullanarak yapılır. Osilatör frekansı çok yüksekse, çıkışının fazı artan bir miktarda referansa öncülük etmeye başlayacaktır. Bu tespit edilir ve osilatörün frekansını azaltmak için kullanılır. Çok düşük bir frekans, osilatörün frekansını artırmak için algılanan ve kullanılan artan bir faz gecikmesine neden olur. Bu şekilde, osilatör sabit bir faza kilitlenir

Referans ile ilişki, yani frekansları tam olarak eşit tutulur.

Bir PLL'nin temsili blok diyagramı **Şekil 9.40'ta gösterilmiştir.** Çıkış sinyali fazındaki herhangi bir hatanın ölçümü *faz dedektörü* (PD) tarafından yapılır. Ölçülen hata, *voltaj kontrollü osilatörü* (VCO) sadece hatanın sıfıra gitmesini sağlayacak kadar ayarlamak için birlikte çalışan döngü filtresi ve döngü amplifikatörüne verilir. Faz dedektörü, *geri besleme bölücü (N) aracılığıyla VCO'nun gerçek frekansını ve fazını belirler.* Faz dedektörü, hem kristal osilatör frekans referansının (fo) hem de çıkış frekansının (dört) alt katı olan daha düşük bir frekansta çalışır. Bu düşük frekans doğru bir şekilde PLL *referans frekansı (İgrp)* olarak adlandırılır, çünkü PLL'nin çalışma koşullarını ayarlar.

Referans frekansı terimiyle ilgili talihsiz bir geçmiş var. Genellikle hem faz dedektörünün çalışma frekansını hem de PLL'ye uygulanan frekans referansını belirtmek için kullanılır. Eğer *referans bölücü* (R) mevcut değilse, elbette bu iki frekans aynıdır. Ancak genel olarak, referans bölücü mevcuttur ve bu frekanslar farklıdır. Buradaki belirsizlik yaygındır ve bugün bile PLL'lerin yaygın kullanımına onlarca yıldır devam eden büyük bir sorundur. Kullanmayı seçtiğimiz kelimelerde çok dikkatli olmalıyız!



Şekil 9.40 - Temel bir faz kilitli döngü (PLL) sentezleyicisi, voltaj kontrollü osilatöründen (VCO) gelen bölme sinyalini, referans osilatöründen gelen bölme sinyaline faz kilitli tutmak için hareket eder. Bu nedenle, doğrudan sentezin komplikasyonu olmadan ince ayar adımları mümkündür.

FREKANS KARARLI (STEP SIZE)

Çıkış sinyalinin frekansı, geri besleme bölücüsünün bölme oranını değiştirerek kolayca değiştirilebilir. Örneğin, referans frekansı (faz dedektöründe!) 100 kHz ve çıkış frekansı 147.5 MHz ise, geri besleme bölücü numarası N = 1475 olmalıdır. İfwe, N değerini 1474 olarak değiştirdi, geri bildirim bölücüsünün çıkışındaki frekans 100.068 kHz oldu. Faz dedektörü, VCO frekansının çok yüksek olduğunu fark eder ve döngü filtresine, geri besleme bölücüsünün frekansı tam olarak 100.000 kHz olana kadar VCO frekansını azaltmasını "söyler". Bu, VCO 147.4 MHz frekansına geri döndürüldüğünde gerçekleşir.

N değerini **1 ile değiştirerek,** frekans sentezleyiciyi mevcut en küçük adımına göre ayarladık. Buna sentezleyicinin frekans çözünürlüğü veya eşdeğer olarak sentezleyici *adım boyutu denir.* Burada, bu adım boyutunun (147.5 - 147.4) = 0.1 MHz olduğunu not ediyoruz. Bu frekansın tam olarak PLL referans frekansı İgEr'e eşit olması tesadüf değildir. Bu sonuç, "referans - frekansı" terimindeki tüm belirsizlikleri önlemek için önemli bir nedendir. FgEr, - sentezleyici çıkış frekansı adım boyutuna eşittir.

Adım boyutunun küçük bir sayı olmasını istediğimiz uygulamalar kesinlikle var, 10 Hz. Çok düşük bir İgir için bir PLL sentezleyicisi oluşturmada sorunlar olduğunu tahmin edebilirsiniz - doğru bir şekilde. Genel çözüm, bu sorunların üstesinden gelmek için birden fazla PLL'yi bazı DAS teknikleriyle birleştirmektir.

DYNAMIC STABILITY VE DÖNGÜ BANDWIDTH

Kristal osilatörden VCO'ya frekans ve faz özelliklerini aktarmak için geri besleme kontrolü gerektiğinden, geri besleme kontrolünde bulunan tüm stabilite problemleri PLL tasarımına uygulanır. Eğer kazanç ve faz yanıtları iyi tasarlanmamışsa PLL salınım yapabilir. Bu durumda istediğimiz stabilite transferini elde etmek yerine, çıkış esas olarak sentezleyicinin tüm ayar bant genişliğine yayılmış bir frekans modüle edilmiş sinyaldir - açıkça çok kötü bir şey. Bu tasarımın nasıl gerçekleştirileceği aşağıda tartışılmaktadır.

Şimdilik PLL dinamiklerimizin uygun şekilde tasarlandığını varsayalım. Geri besleme kontrolünün diğer bir özelliği şimdi önemlidir: çıkış frekansı bir değerden diğerine ne kadar hızlı değiştirilebilir? Bu, PLL'nin döngü bant genişliği tarafından kontrol edilir. Pratik nedenlerden dolayı döngü bant genişliği fprr'nin %5'inden az olmalıdır Yukarıdaki örnekte fgEF 100 kHz, tasarladığımız döngü bant genişliği 5 kHz'i geçemez. Sorumuzu cevaplamak için, iyi tasarlanmış bir döngüde, yerleşim süresinin döngü bant genişliğinin karşılıklılığının 1 ila 2 katı arasında olması gerektiği kuralını kullanabiliriz. 5 kHz döngü bant genişliği için yerleşim süresi 2/5000 = 400 µs'yi geçmemelidir. FgEr çok küçükse PLL tasarımında bir sorun görmeye başlayabiliriz: Bir PLL synthesizer'dan 1 kHz adım boyutu, maksimum döngü bant genişliği 50 Hz'dir. Bu pratik olarak küçük.

Bu döngü bant genişliği, PLL sentezleyicimizi bir FM vericisinde nasıl modüle edebileceğimizi de etkiler. İmagine şimdi referans osilatör fo. çok az miktarda FM uyguladığımızdan, sapma miktarı N/R ile yükseltilecektir - ancak bu sadece düşük modüle edici frekanslar için geçerlidir. Eğer modülasyon frekansı arttırılırsa, VCO frekansı daha yüksek bir oranda değiştirmek zorundadır. Modüle edici frekans artmaya devam ettikçe, sonunda VCO'nun mevcut *yerleşim süresinden daha hızlı hareket etmesi gerekir.* PLL şimdi düşük geçişli bir filtre gibi davranır ve mevcut sapmayı daha yüksek modülasyon frekanslarından azaltır. Bu PLL düşük geçiş hareketinin kesme frekansı aynı döngü bant genişliğine eşittir.

PLL BILEŞENLERI

Sistemin her bir bileşen parçasının rolünü inceleyerek fazeloklu döngü sentezleyicileri tartışmamıza devam edelim. Bunlar faz dedektörü, V CO, bölücüler (olası prescalers ile), döngü filtresi ve tabii ki referans osilatördür.

Faz dedektörleri

Faz algılama, herhangi bir PLL'deki anahtar işlemdir. Faz kilitli bir döngü yaptığımızı hatırlayarak, gerçekten ihtiyacımız olan şey *mutlak faz* ölçümü değil, *göreceli bir* faz ölçümüdür. Sadece VCO çıkış sinyalinin fazının foUT'nin kristal referans fazına göre nasıl değiştiğini bilmemiz gerekir.

Faz Kilitli Döngülere Bir Giriş

Jerry DeHaven, WA ~ ACF tarafından yazıldı.

Faz kilitli döngüler (PLL'ler), ton kod çözücülerden, televizyonunuzdaki resimleri stabilize etmeye, cihazınızı demodüle etmeye kadar birçok uygulamada kullanılır.
Yerel FM istasyonu veya 2 metre tekrarlayıcı. Derin uzay uydularından zayıf sinyalleri kurtarmak ve gürültülü enstrümantasyon sinyallerini kazmak için kullanılırlar. Belki de Amatör Radyodaki PLL'ler için en yaygın kullanım, bir LC osilatörünün değişkenliğini
PLL frekans sentezleyicilerinde bir kristal osilatörün uzun vadeli stabilitesi ve doğruluğu. Kesinlikle bir PLL konuşuyor değil
Bir frekans sentezleyicisi ve bir frekans sentezleyicisi mutlaka bir PLL değildir, ancak terimler birbirinin yerine kullanılır.

PLL Blok Diyagramı

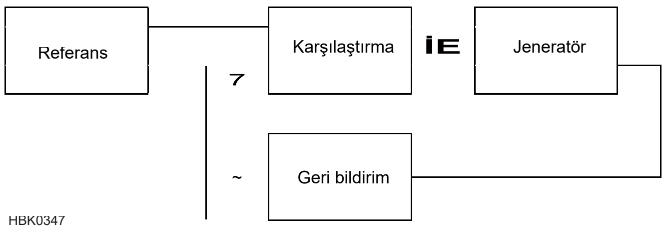
Şekil 9.41'deki blok diyagramı temel bir kontrol döngüsünü göstermektedir. Kontrol döngüsünün bir örneği, evinizdeki fırın veya klima sistemi veya arabanızdaki hız sabitleyicisidir. İstediğiniz bir çıktıyı girersiniz ve kontrol döngüsü, sistem çıktısının siz ayar noktasını değiştirene kadar istenen çıktıda (ayar noktası olarak adlandırılır) değişmesine ve kalmasına neden olur. Kontrol döngüleri, basit kontrol döngüsü diyagramında gösterildiği gibi bir giriş, bir çıkış ve bir geri besleme mekanizması ile karakterize edilir. Bu genel geri besleme döngüsündeki ayar noktasına referans denir .

Evinizde bir ısıtma sistemi olması durumunda, referans termostatta ayarladığınız sıcaklık olacaktır. Geri besleme elemanı, termostatın içindeki sıcaklık sensörü olacaktır. Termostat da karşılaştırma işlevini yerine getirir. Jeneratör, karşılaştırma aşamasının çıkışına bağlı olarak açılan veya kapanan fırın olacaktır. Genel terimlerle, referans girişinin jeneratörün çıkışını kontrol ettiğini görebilirsiniz.

Diğer kontrol döngüleri gibi, bir PLL'nin tasarımı da Şekil 9.41'de gösterildiği gibi geri bildirim, karşılaştırma ve düzeltmeye dayanmaktadır. Bu bölümde, tek bir referans frekansa dayalı bir veya daha fazla frekans üretmek (sentezlemek) için bir faz kilitli döngü kullanma kavramlarına odaklanacağız.

Tipik bir PLL frekans sentezleyicisinde, **Şekil 9.42'de gösterildiği gibi altı temel fonksiyonel blok vardır.** PLL frekans sentezleyici blok diyagramı, basit kontrol döngüsü diyagramından sadece biraz daha karmaşıktır, bu nedenle benzerlik belirgin olmalıdır. Her bloğun fonksiyonunun kısa bir açıklamasından sonra, bir PLL frekans sentezleyicisinin operasyonel davranışını açıklayacağız.

İn Şekil 9.42, genel kontrol döngüsü biraz daha fazla uygulanır



Şekil 9.41 - Basit kontrol döngüsü. Karşılaştırma bloğu, Referans ve Geri Bildirim bloklarının çıkışını karşılaştırarak Jeneratör için bir kontrol sinyali oluşturur.

ayrıntı. Referans bloğu, Referans Osilatör ve Referans Bölücü'den oluşur. Karşılaştırma bloğu Faz Dedektörü ve Döngü Filtresinden oluşur. Jeneratör Voltaj Kontrollü Osilatör (veya VCO) ile değiştirilir ve Geri Besleme bloğu Frekans Bölücü ile değiştirilir. Karşılaştırılan iki sinyal her iki frekanstır; Referans frekansı ve değişken frekans sinyalleri. Döngü Filtresinin çıkışı, VCO frekansını değiştirmek için hareket eden de ve düşük frekanslı ac bileşenlerinden oluşur. PLL'nin çıktısı, referans frekansının tam sayı katıdır (Referans Bölücünün çıktısı). İt muhtemelen neden açık değil, ama öğrenmek için okumaya devam edin!

Referans Osilatör - Referans osilatör genellikle termal stabiliteye ve düşük mekanik değere özel önem verilen bir kristal osilatördür.
ve elektronik gürültü. Referans osilatörün ana işlevi PLL için kararlı bir frekans üretmektir. Referans osilatör frekansı ile referans frekansı arasında bir ayrım yapalım. Referans osilatörün çıkışı kristal frekansta, diyelim ki 5.000 MHz. Gerçek kristal frekansının seçimi PLL tasarımına, radyoda başka bir osilatörün mevcudiyetine, alıcıda sahte tepkilerden kaçınılmasına ve benzerlerine bağlıdır.

Referans frekans, referans (kristal) osilatörün M tamsayısı ile nispeten düşük bir frekansa, yani 10 kHz'e bölünmesidir. Bu durumda, 10 kHz referans frekansıdır. Referans frekansı adıma eşittir
PLL çıkış frekansları arasındaki boyut. Bu basit örnekte kristal frekansı, 10 kHz'in tam sayı katı olan ve Referans Bölücünün çalışma aralığında olan herhangi bir frekans olabilir.

Faz Dedektörü - Birçok çeşit faz dedektörü vardır, ancak şimdilik sadece temel bir karıştırıcı veya bir çarpan düşünelim. Faz dedektörünün iki girişi ve bir çıkışı vardır. En basit şekliyle, fazın çıktısı

Dedektör, iki girdi arasındaki faz farkına orantılı bir de voltajdır. Pratik olarak, bir faz dedektörü bir diyot çift dengeli karıştırıcı veya aktif bir çarpan kullanılarak inşa edilebilir.

Karıştırıcının çıktısı, hem çarpmadan hem de doğrusal olmayanlardan birçok frekansta ürünlerden oluşur. Bu uygulamada, istenen çıktı
Düşük frekans ve de terimleri, böylece tüm RF ürünleri bir
Yük ve düşük frekans ve de çıkış PLL döngü filtresine iletilir.

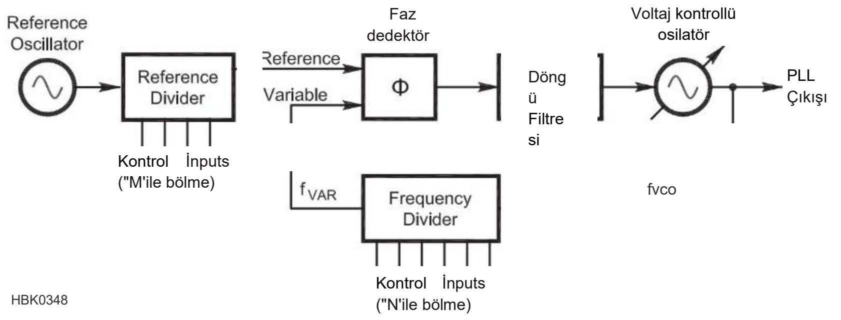
PLL kilitlendiğinde - çıkış frekansının referans frekansının istenen katı olduğu anlamına gelir - faz dedektörü çıkışı, toprak arasında bir yerde sabit bir de voltajdır.
ve PLL güç kaynağı voltajı. PLL'ye emredildiğinde
Başka bir frekansa geçiş, faz dedektörü çıkışı, yavaş yavaş nihai değerine yerleşen karmaşık, zaman kazandıran bir sinyal olacaktır.

Döngü Filtresi - Döngü filtresi, faz dedektörünün çıkışını filtreleyen düşük geçişli bir filtredir. Döngü filtresi, basit bir direnç-kapasitör (RC) lowpass filtresi veya bipolar transistörler veya operasyonel amplifikatörler ile inşa edilmiş aktif bir devre olabilir. Alçak geçiş filtresinin kesme frekansı 100 Hz - 10 kHz arasındadır. İlgili frekanslar de ve düşük ses frekansları olmasına rağmen, döngü filtresinin tasarımı, PLL frekans sentezleyicisinin iyi referans bastırması ve düşük gürültü performansı için kritik öneme sahiptir.

Döngü filtresinin çıkışı, bir sonraki aşama olan Voltaj Kontrollü Osilatörü "yönlendiren'bir de voltajdır. De değeri - PLL güç kaynağının önemli bir kısmı üzerinde değişebilir. Örneğin, döngü filtresi bir 9 V güç kaynağından çıkarsa, - VCO frekansına bağlı olarak çıkış voltaj aralığını yaklaşık 2 V ila 7 V arasında görmeyi bekleyebilirsiniz.
menzil.

Voltaj Kontrollü Osilatör (VCO) - VCO muhtemelen PLL frekans sentezleyicisindeki en kritik aşamadır. Bu aşama birçok con-

(Sonraki sayfada devam etti)



Şekil 9.42 - **PLL frekans sentezleyici blok diyagramı. Frekans PLL Çıkışı / N, Referans Osilatör / M ile aynı olduğunda PLL kilitlenir.**

Tasarım hedeflerini çürütmek. VCO, - düşük gürültü ve çok iyi mekanik stabilite ile istenen frekans aralığında elektriksel olarak ayarlanabilmelidir. VCO'nun çıkış frekansı, giriş kontrol voltajı ile doğru orantılı olacaktır. Önemli bir özellik, genellikle volt başına MHz (MHz/V) olarak ifade edilen VCO sabiti veya ayar kazancıdır. VCO'nun bir girişi, döngü filtresinden gelen de voltajı ve genellikle iki çıkışı vardır; Biri PLL çıkışı için, diğeri geri besleme aşamasını yönlendiriyor - frekans bölücü.

Frekans Ayırıcı - Geri besleme bloğu olarak işlev gören VCO frekans ayırıcı, programlanabilir bir frekans ayırıcı veya sayaçtır. Bölme oranı N, parmak çarkı anahtarları, diyot dizileri veya bir mikroişlemci tarafından ayarlanır. Bölücünün girişi VCO çıkış frekansıdır. Bölücünün çıkışı, N'ye bölünmüş VCO çıkış frekansıdır.

PLL'nin kilidi açıldığında, örneğin PLL ilk açıldığında veya başka bir frekansa geçmesi emredildiğinde, frekans bölücünün çıkış frekansı, PLL kilitlenene kadar doğrusal olmayan bir şekilde değişecektir. Kilitli koşullar altında, bölücünün çıkış frekansı (VCO Çıkış ***İ N)*** referans frekansı (Referans Osilatör/M) ile aynıdır.

Geri besleme elemanı olarak frekans ayırıcının işlevi bir örnekle daha kolay anlaşılır. İstenen PLL çıkış frekansının - 14.000 MHz ila 14.300 MHz olduğunu ve 10 kHz (0.010 MHz) adımlarında değişmesi gerektiğini varsayalım. 10 kHz'lik bir adım boyutu, referans frekansının 10 kHz olması gerektiği anlamına gelir. 31 çıkış frekansı mevcuttur - her seferinde bir tane, aynı anda değil. (14.000 MHz saymayı unutmayın.) 5.000 MHz kristal osilatör olarak referans osilatörü keyfi olarak seçelim. 10 kHz referans frekansı oluşturmak için, referans bölücü M = 500 = 5.000 MHz/0.010 MHz'e bölünmelidir. (Aynı birimleri kullanın, MHz'i kHz'e bölmeyin.)

Eşleşen 10 kHz üretmek için VCO çıkış frekansından gelen sinyal, Frekans Bölücü (geri besleme aşaması) N = 1400 ila 1430 = 14.000 ila 14.300 MHz/0.010 MHz'e bölünecek şekilde programlanabilir olmalıdır. Referans bölen (M = 500) sabittir, ancak Frekans Ayırıcı aşamasının 1 adımda N = 1400 ile 1430 arasında bölünebilmesi için programlanabilir olması gerekir. Bu şekilde, PLL'nin çıkış frekansı, referans frekansının kararlı, kristal kaynaklı değeri ile karşılaştırılır ve kilitlenir.

PLL Başlatma Operasyonu

PLL başlangıcını güçten sabit duruma görselleştirelim, PLL'nin her bir parçasının ne yaptığını sırayla görselleştirelim. Döngünün bazı kısımları mikrosaniye içinde hızlı hareket edecektir; Diğer parçalar daha yavaş tepki verecek, onlarca veya yüzlerce
Milisaniye cinsinden.

Referans osilatör ve bölücüleri muhtemelen salınmaya başlayacak ve onlarca mikrosaniye içinde stabilize olacaktır. Referans osilatör ayırıcı, faz dedektörünün bir girişine referans frekansı sağlar.

VCO'nun, yüksek değerli kapasitörlerle kapsamlı güç kaynağı filtrelemesi nedeniyle çalışmaya başlaması biraz daha uzun sürecektir. VCO ve programlanabilir bölücüler muhtemelen birkaç yüz mikrosaniye içinde tam çıktıya ulaşacak, ancak VCO henüz doğru frekansta salınmayacak.

Bu noktada faz dedektörünün iki girişi vardır, ancak bunlar farklı frekanslardadır. Faz dedektörünün karıştırıcı hareketi, çıkışında bir vuruş notu üretir. Onlarca veya yüzlerce kHz olabilen beat notası, PLL döngü filtresi tarafından filtrelenen düşük geçişlidir. Bu düşük geçişli filtre eylemi, vuruş notunun ortalamasını alır ve VCO girişine karmaşık bir zaman değişen ac/de voltajı uygular.

Artık VCO, kendisine uygulanan kontrol voltajına yanıt vermeye başlayabilir.
girdi. Önemli bir tasarım düşüncesi, - filtrelenmiş VCO kontrol sig-
Nal, VCO'yu doğru yönde yönlendirmelidir. Kontrol sinyalinin polaritesi yanlışsa, VCO'yu doğru frekanstan uzaklaştırır ve döngü asla kilitlenmez. Doğru tasarım varsayıldığında, kontrol voltajı VCO'yu VCO bölücü frekansının artık referans frekansa yaklaşacağı yönde yönlendirmeye başlayacaktır.

Faz dedektörü girişleri frekans olarak biraz daha yakınken, beat notası frekans olarak daha düşük olacak ve faz dedektörü çıkışının düşük geçişli filtrelenmiş ortalaması yeni bir seviyeye değişecektir. Bu yeni kontrol voltajı devam edecek
VCO'yu doğru yöne, hatta "doğru" frekansa yaklaştırın. Döngü etrafındaki her ardışık hayali yolculukla, sonunda VCO kontrol voltajının belirli bir değerine ulaşılacağını, frekans bölücüye bölündüğünde VCO çıkış frekansının - girişlerde sıfır frekans farkı üreteceğini görselleştirebilirsiniz. faz dedektörü. Bu durumda döngü kilitlenir. Çalıştıktan sonra, bir PLL'nin bir sinyali algılayabileceği ve kilitleyebileceği aralık, *yakalama aralığıdır.*

PLL Kararlı Durum Çalışması

Bölünmüş VCO frekansı referans frekansla eşleştiğinde, PLL sabit durum durumunda olacaktır. Karşılaştırma aşaması sadece bir frekans karıştırıcı değil, bir faz dedektörü olduğundan, - döngü filtresinden VCO'ya kadar olan kontrol sinyali, referans frekansın fazı ile frekans bölücü çıkışı arasında sabit bir ilişki sağlayacak şekilde hareket edecektir. Örneğin, döngü faz dedektörüne girişler arasında 90 ° fark ile stabilize olabilir. Faz farkı sabit olduğu sürece, referans frekansı ve frekans bölücünün çıkışı (ve buna bağlı olarak VCO çıkışı)
Aynı şekilde.

Frekans bölücünün böleni değiştikçe, döngünün kontrol eylemi, bölünmüş VCO çıkış fazını referans frekansa kilitli tutar, - ancak giriş frekansının hangi yöne bağlı olarak 0 veya 180 °'ye yaklaşan bir faz farkıyla değişir. Faz dedektörünün girişindeki faz farkının 0 ° ile 180 ° arasında değiştiği aralık, PLL'nin giriş ve VCO sinyallerini birlikte kilitli tutabileceği en geniş aralıktır. Buna döngünün *kilit aralığı denir* .

Frekans bölücünün bölücüsü daha da değiştirilirse, döngü filtresinin çıkışı aslında ters yönde hareket etmeye başlar ve döngü artık VCO çıkışını referans frekansına kilitli tutamaz ve döngü *kilitlenmez* veya *kilitlenmez.*

Döngü Bant Genişliği

İster evinizdeki termostat, ister arabanızdaki hız kontrolü veya bir PLL frekans sentezleyicisi gibi bir kontrol döngüsü hayal edin, hepsinin "bant genişliği" vardır, yani yalnızca belirli bir hızda yanıt verebilirler. Evinizin ısınması veya soğuması birkaç dakika sürecek, hız kontrolünü kullanıyorsanız aracınızın bir tepeye cevap vermesi birkaç saniye sürecektir. Aynı şekilde, PLL, tasarıma bağlı olarak birkaç milisaniye veya daha fazla stabilize etmek için sonlu bir zamana ihtiyaç duyacaktır.

Bu, döngü bant genişliği kavramını ortaya çıkarır. Temel fikir, döngü dışındaki bozuklukların döngü bant genişliğine kadar bir düşük geçiş karakteristiğine sahip olması ve döngü içindeki bozuklukların döngü bant genişliğine kadar yüksek geçiş karakteristiğine sahip olmasıdır. Döngü bant genişliği, faz dedektörü kazancı, döngü filtresi kazancı ve kesme frekansı, VCO kazancı ve bölücü oranı ile belirlenir. Döngü bant genişliği ve PLL'nin faz yanıtı, PLL'nin kararlılığını ve geçici tepkisini belirler.

PLL'ler ve Gürültü

PLL frekans sentezleyici çıkışı bir alıcıyı veya bir verici frekansını kontrol etmek için kullanılıyor olsun, çıkışın spektral temizliği önemlidir. Döngü filtresi çıkış voltajı doğrudan VCO'ya gittiğinden, döngü filtresi çıkışındaki herhangi bir gürültü veya sahte frekans, FM yan bantlarına neden olan VCO'yu modüle edecektir. İletilen sinyalinizde, yan bantlar bitişik istasyonlar tarafından gürültü olarak duyulur. Aldıklarında, diğer sinyallerle karışabilir ve alıcıda daha yüksek bir gürültü zemini elde edebilirler.

Döngü filtresi çıkışını kirletmek için gürültünün ortak bir yolu güç kaynağıdır. Bu tür gürültü, alıcınızda veya verici - sesinizde duyulabilir olma eğilimindedir. İyi düzenlenmiş bir sup-

120-Hz güç kaynağı dalgalanmasını en aza indirmek için kat. Alıcı ses aşamalarından ayrı özel bir düşük güç regülatörü kullanın, böylece hoparlör amplifikatöründen gelen ses varyasyonlarını döngü filtresi çıkışına bağlamazsınız. Bir bilgisayar/ses kartı arayüzünüz varsa, güç kaynaklarını paylaşmamaya veya dijital sinyalleri döngü filtresinin veya VCO'nun yakınında yönlendirmemeye dikkat edin .

Daha karmaşık bir spektral endişe, VCO'ya verilen referans frekansı miktarıdır. Bu tür sahte çıkış, ses aralığının üzerindedir (tipik olarak birkaç kHz), bu nedenle duyulmayabilir, ancak - örneğin, bozulmuş alıcı bitişik kanal reddinde fark edilir. İn örnek Yukarıdaki Şekil 9.42, referans frekansı 10 kHz'dir. VCO kontrol girişindeki yüksek miktarda referans beslemesi, VCO çıkışında FM yan bantlarıyla sonuçlanacaktır.

Döngü filtresi tasarımı ve optimizasyonu, birçok takas ile karmaşık bir konudur. Bu konu PLL referanslarında ayrıntılı olarak ele alınmaktadır, ancak temel takas döngü bant genişliği (bir PLL'nin frekansı ve kilidi değiştirebileceği hızı etkileyen) ve referans reddi arasındadır. Döngü filtresinin başa çıkması için referans besleme miktarını en aza indirecek olan improved faz dedektörleri kullanılabilir. Yüksek referans kenar bantlarının bir başka nedeni, VCO çıkışı ile frekans bölücü aşaması arasındaki yetersiz tamponlamadır.

PLL tasarım zorluğunun bir göstergesi, yüzde veya oktav cinsinden ifade edilen VCO aralığının yayılmasıdır. Bir oktav üzerinde ayarlayabilen bir VCO yapmak oldukça zordur, ikiye bir frekans yayılımı. Tipik olarak, VCO ayar aralığının yayılması arttıkça, gürültü performansı daha da kötüleşir. Çakışan tasarım gereksinimleri bazen karmaşıklık, maliyet, boyut ve güç tüketimi ticareti ile fethedilebilir.

VCO'daki yaygın bir gürültü kaynağı mikrofoniktir. Kapasitans çok küçük varyasyonlar frekans VCO modüle ve VCO çıkışı üzerinde sesli modülasyon empoze edebilir. Bu mikrofonik ürünler iletim sesinizde duyulacak veya alıcınızın ses çıkışına bindirilecektir. Titreşim altında, bir VCO'da kullanılan bir hava-yara indüktörü, örneğin bir metal kalkana göre hafifçe hareket edebilir. - Mikrofonikleri en aza indirmek için yaygın bir teknik, hassas parçaları balmumu, epoksi veya silikon mühürleyici ile kaplamaktır. Döngü filtresinde olduğu gibi, iletilen elektriksel gürültü ile modülasyonu en aza indirmek için VCO için iyi filtrelenmiş, özel bir regülatör kullanın.

PLL türleri

Tek bir döngü PLL frekans sentezleyicisinin dezavantajlarından biri, referans frekansının çıkış frekansının adım boyutunu belirlemesidir. İki yönlü radyo ve genellikle bir sorun olmayan sabit kanal aralıklı diğer sistemler için. Amatör radyo CW ve SSB çalışması gibi uygulamalar için, 10 Hz'den küçük adımları ayarlamak neredeyse bir zorunluluktur. Pek çok tasarım gereksinimi gibi, referans frekansını daha küçük ve daha küçük hale getirme konusunda ödünleşimler vardır. En belirgin olanı,
Döngü filtresi bant genişliği, spektral temizliği ve döngü stabilitesini korumak için daha düşük ve daha düşük olmaya devam etmelidir. Düşük frekanslı filtrelerin yerleşmesi daha uzun sürdüğü için, tek döngülü bir PLL
10 Hz döngü bant genişliğinin bir sonraki frekansa yerleşmesi kabul edilemez derecede uzun bir zaman alacaktır.

Çalışan iki veya daha fazla PLL içeren yaratıcı devre mimarileri
Birlikte, yalnızca ılımlı karmaşıklıkla daha ince ayar artışları elde edin. Bir kez
Tek bir döngü PLL'nin temellerini anlarsınız, çok döngülü bir PLL'nin çalışmasını öğrenebilir ve anlayabilirsiniz.

Her zamanki gibi, faz tespiti yapmak için hem analog hem de dijital devre teknikleri mevcuttur. Frekans sentezleyici tasarımı için analog teknikler nadiren kullanılır. Analog faz dedektörleri sadece alıcı ve demodülatör uygulamalarında kullanılır. Jambon ekipmanında bazen hala görünen iki tane vardır, **Şekil 9.43A'in çarpanı/karıştırıcısı** ve Şekil 9.43B'de gösterilen örnekleme fazı dedektörü.

Karıştırıcı, faz dedektörü olarak kullanıldığında çok düşük gürültülü bir cihazdır, bu da neden sentezleyici tasarımından henüz tamamen çıkmadığını açıklar. Sadece İker'in çok yüksek, 10-100 MHz'den büyük olduğu PLL tasarımlarında kalır. Bunun temel nedeni, PD için bir karıştırıcı kullanan bir PLL'nin bir fenomene tabi olmasıdır.

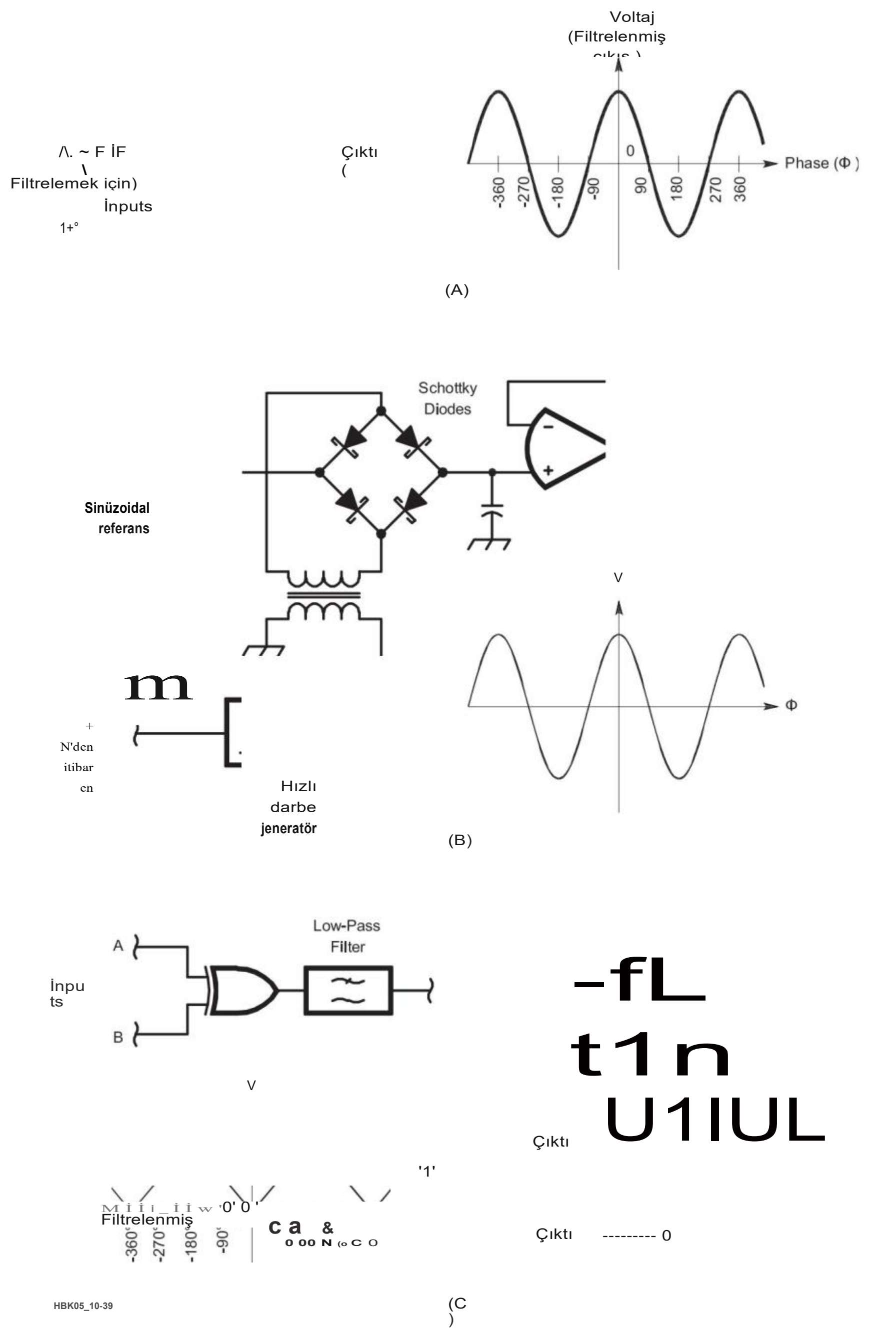
Yanlış kilit denir, burada PLL gerçekten olmasa bile kilitli gibi davranabilir. Yanlış bir kilit durumunu tespit etmek ve ortadan kaldırmak, daha yüksek frekanslarda yapmak çok daha kolaydır. Örnekleme fazı dedektörü artık sadece yüksek mikrodalga bölgesinde, tipik olarak 10 GHz'in üzerinde çıkış frekanslarına sahip sentezleyicilerde kullanılmaktadır. Bu örnekleme devresinin kazancı çok düşüktür, bu nedenle yalnızca uygulanabilir bir alternatif yoksa kullanılır .

En yaygın kullanılan dijital faz dedektörü, Şekil 9.43C'de gösterilen özel OR (XOR) kapısıdır. A ve B girdileri neredeyse fazdadır, çıktı çoğu zaman düşük olacaktır ve ortalama filtrelenmiş değeri mantık 0 seviyesine yakın olacaktır. İf girişleri A ve B neredeyse faz muhalefetinde, çıktı

Çoğu zaman yüksek olacak ve ortalama voltajı mantık 1'e yakın olacaktır. Ortalama voltaj, girişler faz içinde 90 derece kaydırıldığında orta değerine yakındır. Bu bakımdan XOR kapısı analog karıştırıcıya çok benzer. Bu devrenin tam çıkış voltajı aralığını elde etmek için, girişindeki referans ve VCO sinyallerinin %50 görev döngüsüne sahip olması önemlidir.

Faz frekans dedektörü

Tüm faz dedektörleri için ortak bir sorun - yanlış kilit olasılığıdır. Bunun nedeni, herhangi bir faz dedektörünün çıktısının, girişlerindeki frekanslar eşit olmadığında bile ortalama sıfır değerine sahip olabilmesidir. Bu çok ciddi bir sorun ki



Şekil 9.43 - Basit faz dedektörleri: bir karıştırıcı (A), bir örnekleyici (B) ve bir özel-OR kapısı (C).

Bunları kullanan herhangi bir PLL'nin, bir satın alma yardımı olarak hizmet etmesi için ek devrelere sahip olmasını gerektirir. PLL, PD girişleri aynı frekansta olmadığında yerleşmeye çalışırsa, bu edinme yardımı PLL'yi gerçek kilit frekansına doğru hareket ettirmeye teşvik etmelidir. Bu tür toplama yardımcıları faz *frekans dedektörü (PFD)* kullanıldığında gerekli değildir.

PFD'nin yararı, giriş sinyalleri farklı frekanslarda ise, çok farklı frekanslarda olsalar bile, çıkışın asla sıfır olmamasıdır. PFD çıkışı her zaman Kilit koşulu elde edilene kadar PLL'nin hareket etmesi gereken yönde bir kayma üretir. Hiçbir zaman satın alma yardımcılarına gerek yoktur. Bu tek başına bugün neredeyse evrensel olarak benimsenmesini açıklamak için yeterlidir.

Şekil 9.44A'de görüldüğü gibi, PFD basit bir dijital devredir. Bu aynı zamanda CMOS entegre devrelerin bu döneminde kullanımı cazip hale getirmeye yardımcı olur. PFD için diğer tasarımlar mevcuttur, ancak hepsi Şekil 9.44A'de gösterilen mantığı takip eder. PFD'nin iki çıkışı olması özellikle önemlidir.

PFD, referans sinyalinin yükselen kenarları ile bölünmüş VCO arasındaki zaman farkını ölçerek çalışır. Gelen ilk sinyal flip-flop'unu ayarlar. Gelen ikinci kenar aynı zamanda flip-flop'unu da ayarlar, bu da hemen her iki flip-flop'un sıfırlanmasına ve bir sonraki sinyal kenarları için hazır olmasına neden olur. Yüksek hızda çalışarak, PFD giriş sinyalleri arasındaki faz farklılıklarına karşı çok hassastır. PFD, her sinyal için eşit sayıda kenar gerektirir, bu nedenle sinyaller, bir alıcının demodülatöründe veya bir senkronizörde olduğu gibi değişen sayıda kenara sahip olduğunda kullanışlı değildir.

VCO frekansı çok düşükse, yalnızca/U çıkışı etkinse, döngü filtresinin VCO frekansını yükseltmesine neden olur. Öte yandan, VCO frekansı yüksek olduğunda, yalnızca İD *çıkışı* etkindir ve döngü filtresinin VCO frekansını düşürmesine neden olur. Girişlerin faz dörtgeninde olmasını gerektiren karıştırıcı ve XOR faz dedektörlerinin aksine, giriş sinyalleri tam faz hizasında olduğunda PFD'nin kilitlendiğini belirtmek ilginçtir.

Bir kenar tetiklemeli devre olarak, PFD işlemi esasen giriş sinyali görev döngüsünden bağımsızdır. Bu, giriş dalga formu işleme ihtiyacını ortadan kaldırır. Eğer giriş frekansları farklı ise, PFD tarafından ölçülen zaman farkları sürekli olarak artacak veya azalacaktır. Sonuç olarak, PFD çıkış sinyallerinden yalnızca biri aktif olacak ve PLL'ye faz kilidini elde etmek için kontrollü kaynağın hangi şekilde düzeltileceğini açıkça bildirecektir.

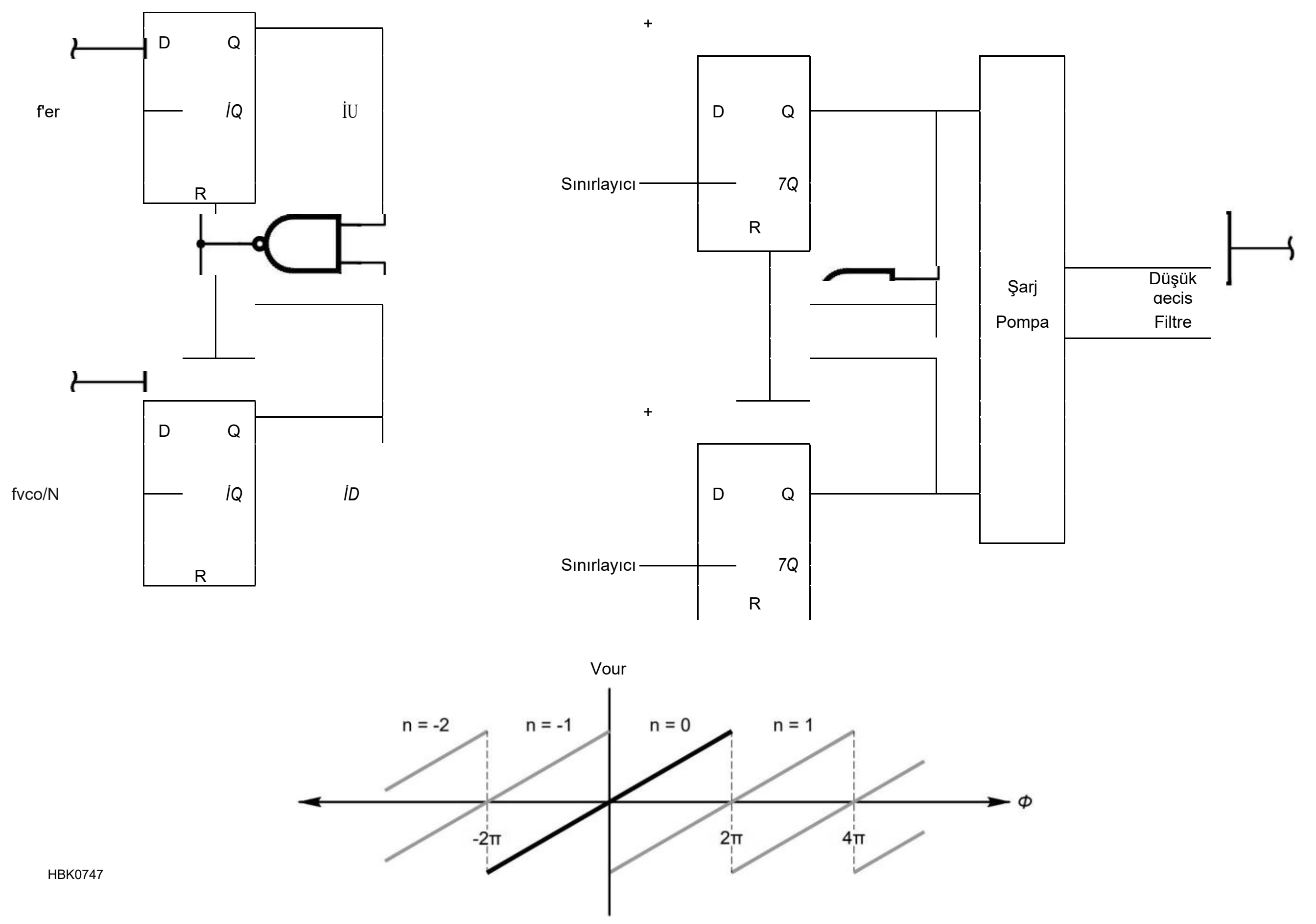
Şarj pompaları

PFD'nin iki çıkışı olduğundan ve çoğu döngü filtresinin yalnızca bir girişi olduğundan, PFD ile döngü filtresini köprülemek için bir şey gerekir. Her zamanki teknik, Şekil 9.44B'de gösterilen şarj pompasıdır. Şarj pompası, akımın sadece kısa aralıklarla, burada *İD* veya/U çıkışları aktif olduğunda akmasına izin vererek adını alır. Kısa patlamalarda akım akışı sonlu yük transferine eşdeğerdir.

Şarj pompaları, **Şekil 9.45'te gösterildiği gibi voltaj modu ve akım modu olmak üzere iki konfigürasyonda gelir.** Gerilim modu (Şekil 9.45A) orijinal versiyondu, ancak şimdi akım modu (Şekil 9.45B) en çok entegre devre PLL'leriyle kullanılıyor.

Voltaj modu şarj pompası, PFD çıkış sinyalleri aktif olduğunda voltaj kaynaklarını doğrudan döngü filtresine bağlar. PFD çıkış sinyalleri durduğunda (her ikisi de yüksek), her iki voltaj kaynağı da döngü filtresinden ayrılır. Bu voltaj yükselmeleri, PLL döngü filtresi zaman sabitine uygun olarak yükü entegratöre aktarır. Bir voltaj kaynağı döngü filtresine akım girer ve diğeri onu kaldırır.

Akım modu şarj pompası mimari olarak - voltaj modu şarj pompasına benzer, voltaj kaynakları cur- ile değiştirilir.



Şekil 9.44 - Faz frekans dedektörü (PFD), giriş sinyallerinin iki yükselen kenarı arasındaki zaman farkının bir ölçümünü yapar.

kira kaynakları. Voltaj modu şarj pompası gibi, bu devre PFD çıkış sinyalleri durduğunda her iki kaynağı da keser. Bu durumda, akım sivri uçları döngü filtresi entegratörüne ve ondan yük aktarır. Bu transfer, döngü filtre serisi dirençlerinden bağımsızdır.

Mevcut mod şarj pompası, frekans synthesizer tasarımcısı için bazı avantajlara sahiptir. Üçü özellikle önemlidir:

• Pompa akımı, döngü filtre voltajından bağımsız olarak sabit bir değerde akar. Vμrand Vi, olası herhangi bir döngü filtresi voltajına kıyasla çok büyük olmadıkça, yük transfer miktarı farklı döngü filtresi voltaj değerlerine göre değişecektir.

• PFD sıfırlama süresi boyunca, her iki çıkış kaynağı da aktiftir. Voltaj modu şarj pompası, bu kısa süre zarfında her iki voltaj kaynağını da döngü filtresine bağlamaya çalışacak ve bu da istenmeyen derecede büyük güç kaynağı akımları üretebilir. PFD sıfırlama sırasında, akım modu şarj pompası güç kaynağını tek bir İop akım değeri ile yükler. İf her iki mevcut kaynaklar iyi Eşleşti, akımları döngü filtresi girişinde tamamen iptal olur, etkin bir şekilde çok daha erken bağlantılarını keser.

• Düşük ofset frekanslarında, döngü kazancı bir voltaj modu şarj pompası ile düzleşir. Döngü kazancı, aktif filtre performansını etkin bir şekilde eşleştiren bir akım modu şarj pompası ile artmaya devam ediyor.

VCO

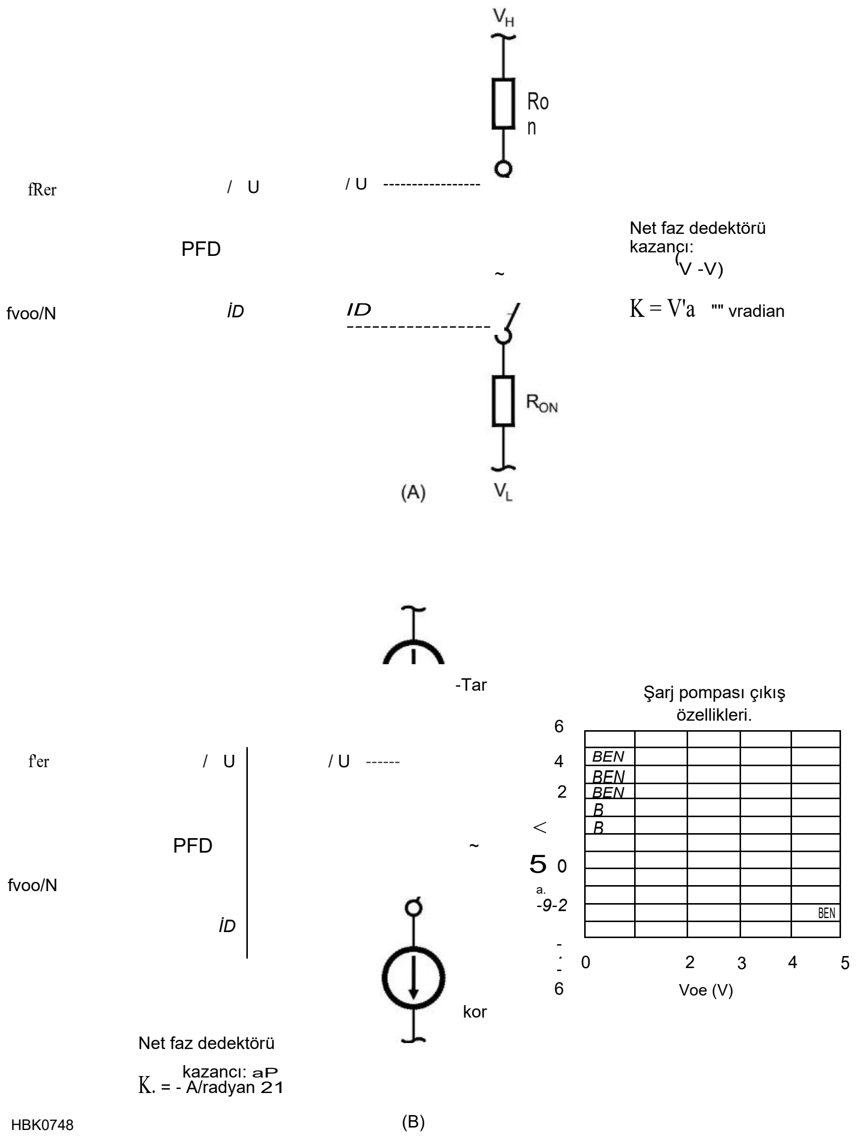
Ayarlanabilir osilatörler de dahil olmak üzere osilatörlerin tasarımı ve özellikleri, bu bölümün ana konusudur, bu nedenle burada tekrarlanmayacaktır. PLL tasarımı için özellikle önemli olan, VCO'nun ayar karakteristiği ve VCO ayar bant genişliğidir.

Bir osilatörün ayar karakteristiği, Şekil **9.46A örneği gibi ayar voltajına karşı çıkış frekansını gösterir.** Bu eğrinin eğimine VCO'nun *modülasyon kazancı* **(Kg) denir** ve PLL tasarımı için en önemli olan bu modülasyon kazancıdır. Geniş bantlı VCO'lar için K varyasyonu minimumdan maksimum frekansa kadar 5:1'i aşabilir. Aşağıdaki tasarım yöntemi nasıl olduğunu gösterir Bunun gibi geniş bir kazanç varyasyonu tek bir döngü filtre tasarımı ile ele alınır.

VCO'nun bir PLL tarafından kontrol edildiği konusunda hiçbir fikri olmadığını anlamak önemlidir. Salınım yaparken, diğer osilatörler gibi zaman ve sıcaklıkla sürüklenmeye ve titremeye devam eder. Ayar kabiliyetinin, PLL'nin VCO'yu her koşulda gerekli frekansa yeniden ayarlayacak bir ayar voltajı değerini "bulması" için yeterli aralığa sahip olduğundan emin olmak için bu varyasyonları karakterize etmelisiniz.

Synthesizer tasarımcısının ilgisini çeken birincil VCO özelliği, ayar kazancı "sabit", Ko. Neredeyse hiçbir zaman sabit olmayan **Ko,** VCO çıkış frekansının ayar voltajındaki bir değişiklikle ne kadar değiştiğinin yerel bir ölçüsüdür.

V CO tasarımcıları **Ko'yu** gerçek bir sabit yapmak için büyük çaba harcarlar. Bu ek çaba genellikle VCO tasarım karmaşıklığını artırır ve genellikle daha pahalı bir tasarımla sonuçlanır. Hiçbir doğrusallaştırma çabası - yapılmazsa**, Ko** ayarlama bandı üzerinden 3:1 ila 10:1 arasında kolayca değişebilir. Bu da zorlaştırıyor



Şekil 9.45 - Şarj pompası, faz frekans dedektörü (PFD) çıkışlarının kontrolü altında döngü filtresine kısa akım patlamaları sağlar. A'da bir voltaj modu şarj pompası ve B'de bir akım modu şarj pompası gösterilir.

Frekans sentezleyici tasarımı. Belirli uygulamalar, çabanın nereye harcanması gerektiğini belirleyecektir: VCO tasarımında veya PLL tasarımında.

Tüm PLL tasarım algoritmaları, döngü filtresinin VCO'ya bir ayar değişikliği komutu sunması ile VCO frekansının gerçekten değişmesi arasında gecikme olmadığını varsayar. Bu durum, VCO ayar bant genişliği PLL döngü bant genişliğinden çok daha büyük olduğunda geçerlidir. VCO ayar bant genişliği PLL döngü bant genişliğinden çok daha büyük değilse, PLL kararlılığı ile ilgili sorunlara neden olacak ek faz kaymaları vardır. İt genellikle döngü bant genişliğini daraltmak, VCO'yu yeniden tasarlamaktan çok daha kolaydır. VCO'yu yeniden tasarlamak bir olasılıktır, ayar girişinde görülen kapasitansı

Ayarlama bant genişliğini artırın.

VCO ayar bant genişliği, esas olarak geniş döngü bant genişliğine sahip PLL tasarımları için önemlidir. Modüle edici frekans değiştikçe frekans sapmasını ölçmek, Şekil 9 .46B'de gösterildiği gibi, bir spektrum analizöründeki FM yan bantlarına bakarak en iyi şekilde yapılır. Sabit sapma için, FM kenar bantları üst profili takip eder. Modüle edici frekans iki katına çıktığında, yan bantlar profilin altına 6 dB, üç katına çıkarsa 10 dB düşer. İlk FM yan bandı, uygun VCO *karakterizasyonu için diğer tüm yan bantları 10 dB aşmalıdır* - ayar hassasiyeti, gürültü spektrumu, ayar giriş sinyalindeki değişikliklere dinamik tepki gibi VCO'nun karakteristik parametrelerini belirleme işlemi vb. (Agilent uygulama notuna bakın Referanslar bölümünde "PLL Tasarım Verimliliğinin Artırılması".) VCO ayar bant genişliği, modüle edici frekansın arttırılmasının Şekil 9.46B'de gösterilen profilden saptığı (aşağıya düştüğü) noktaya göre belirlenir.

Referans Bölücü

Referans bölücü, PLL'nin en kolay parçalarından biridir, ancak teknik olarak PLL'nin dışındadır. Giriş frekansı iyi bilinir - kristal referansıdır. Çıkış frekansı da iyi bilinir, faz dedektörü frekansı İgEr Bu iki frekansın oranı gerekli sayaç bölme oranı veya *modülüdür.*

PLL sentezleyicileri tasarlarken, İgrr genellikle belirtilir, ancak f xo değildir. Bu, elde edilen fxo'nun elde edilmesi kolaysa, kolay sayaç uygulamalarını kullanmak için tasarımda bir miktar esneklik sağlar. Herhangi bir bölücü için kullanılacak en kolay dijital sayaçlar, ikili sayılarla çalışan sayaçlardır (2, 4, 8, 16,..., 128,...) . Örneğin, fgrr = 20 kHz ve R = 512'yi seçerseniz, fo 10.24 MHz, ki bu kolayca elde edilebilir bir kristal frekanstır.

Geribildirim Bölücü ve Prescalers

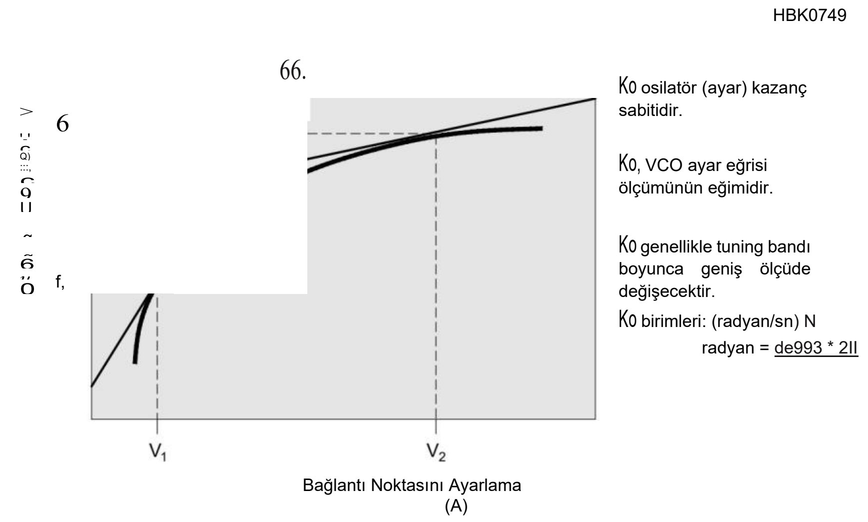
Geri bildirim bölücü daha çok bir meydan okumadır. Her şeyden önce, bu bölücü, - girişinde görebileceği herhangi bir olası frekansla düzgün çalışmalıdır. VCO'nun en yüksek ve en düşük frekansları ne olursa olsun, bölücü hepsini ele almalıdır.

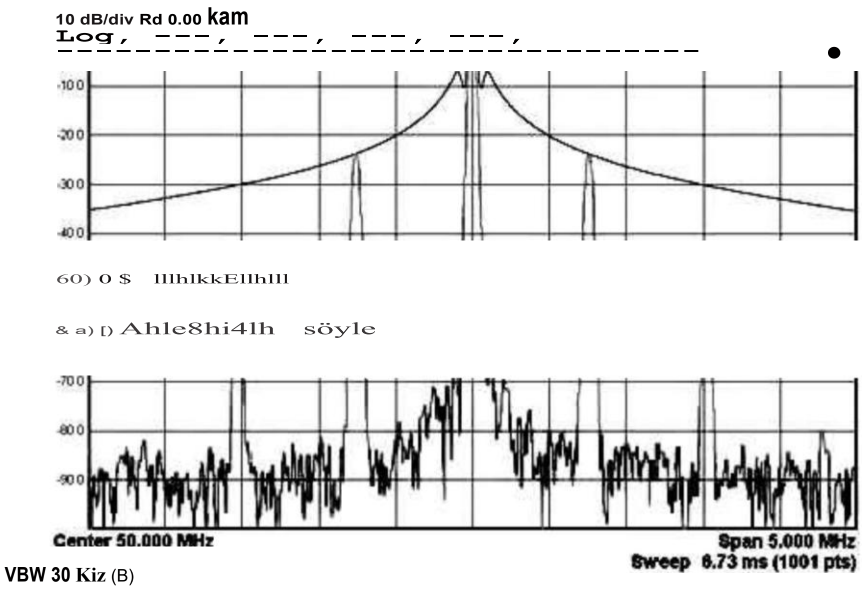
Geri besleme bölücü neredeyse her zaman programlanabilir, böylece çıkış frekansı değiştirilebilir. Programlanabilir sayaçlar her zaman programlanamayan tasarımlardan daha yavaştır, bu nedenle bazı hız sınırlamaları oluşur. Neyse ki, bu küçük CMOS entegre devreleri çağında, programlanabilir sayaçların yüzlerce MHz'de çalışmasını sağlamadaki geçmiş yılların sorunları neredeyse bitti. Eski ekipman hala, çalışması gereken frekansları işlemek için özenle hazırlanmış geri bildirim bölücü tasarımlarına sahiptir.

Sabit Prescaler

Programlanabilir sayaç gerekli frekansları işlemek için yeterli hıza sahip olmadığında, her şeyin güvenilir bir şekilde çalışmasını sağlamak için VCO frekansı programlanabilir sayaçtan önce bölünmelidir. Bu ek bölücü genellikle sabit bir ikili değere sahiptir, bu nedenle çok fazla güç kullanmadan yeterince hızlı gider. *Bir prescaler denir,* prescaler çıkış frekansı her zaman programlanabilir bölücü çalışma aralığında olduğu sürece PLL güvenilir olacaktır.

Tabii ki, sonuçları vardır: Bir prescaler kullanıldığında, PLL adım boyutu prescaler bölücü değeri ile çarpılır. İgr = 100 kHz için, 16'ya bölmeli bir prescaler benimsersek, adım boyutu a artar





Şekil 9.46 - **(A) VCO ayar karakteristiğinin ölçümü, ayar voltajına karşı frekansı tanımlayan bir eğri sağlar. Belirli bir frekansta (veya ayar voltajında) VCO ayar kazancı, bu noktada bu eğrinin eğimidir. (B) VCO'nun frekans sapmasını ölçmek için bir spektrum analizörü kullanılır ve modüle edici frekans değişir. Sapma sabit olduğunda FM kenar bandı tepe genlikleri üst profili takip eder.**

16 ila 1.6 MHz faktörü. Bunu düzeltmenin doğrudan yolu, fgpr'yi aynı 16 faktörü ile azaltmaktır, bu da ne yazık ki PLL döngü bant genişliğinin de 16 faktörü ile azaltıldığı anlamına gelir. Daha az ödün veren bir çözüm var mı?

Çift Modüllü Prescaling

Evet, böyle bir çözüm var. Eğer prescaler 1, 16 ve 17 veya 8 ve 9 ile ayrılmış iki değere bölünecek şekilde tasarlanırsa, buna *dual-modulus PIP + 1 prescaler diyoruz.* Çift modüllü prescaling kullanarak, fREF'yi değiştirmeden bırakabilir, adım boyutumuzu ve döngü bant genişliğimizi korurken çok daha yüksek oper -

Geri besleme ayırıcı için frekans ating.

Dual modulus prescaling, yüksek hızlı bir prescaler ve çok daha düşük hızlı programlanabilir bir sayaç arasındaki ortak bir çabadır. Bu işbirliğinin sonucu, birim bölüm çözünürlüğünü korurken çok yüksek bir giriş frekansında çalışan programlanabilir bir sayaçtır. Dual-modulus prescaling, **Şekil 9.47 A'da gösterildiği gibi, bölüm ve kalan değerleri NIP bölümünden ayırarak çalışır.**

İyileştirme, bölünmenin işleyişini biraz farklı bir şekilde görmekten gelir. Herhangi iki tam sayının bölme oranı (N) her zaman bir bölüm (Q) sağlayacaktır ve

kalan (R). Önceden belirlenmiş f/P'nin İf Q sayımlarını doğrudan f'nin R sayıları izler, sonra N = QP + R. Bu sayacı oluşturmanın bir yolu, önce bir bölümün önceden belirlenmiş girdi değerini saymak ve daha sonra doğrudan giriş frekansının kalan miktarını saymak olacaktır. Bu son adım, yüksek frekans nedeniyle zordur.

İkinci bir yaklaşım, geri kalan sayımları önceden belirlenmiş çıktıya şu şekilde eklemektir: Önceden belirlenmiş f ,/P'nin İf Q- R sayılarını, önceden belirlenmiş f ,/(P + 1)'in R sayıları, ardından N = (Q- R) P + R (P + 1). Bu, N = QP - RP + RP + R = QP + R ile aynıdır.

Geri kalan sayımlar, geri kalan döngü miktarı için prescaler modülünü P'den P + 1'e bir artırarak bölüm sayıları arasında dağıtılırsa, prescaler'i nominal bölme oranına geri döndürürken, geri kalan bölüm sayımları yapılır, aynı sonuç elde edilir. Bu tasarım her zaman programlanabilir sayacı, çok daha sağlam bir tasarım olan giriş frekansından çok daha düşük bir frekansta çalıştırır.

Bununla birlikte, yakalama, herhangi bir miktarda kalan sayımı dağıtmak için yeterli bölüm sayısının olması gerektiğidir. Kalan sayımdan önce bölüm sayımı biterse, teknik düşer ve belirli döngü böleni *gerçekleştirilemez.* Gerçek bölücüler için, Q, P ve R terimlerinin tümü pozitif tam sayılar olmalıdır, bu nedenle N = QP + R'nin gerçekleştirilebilmesi için Q- R sıfırdan büyük olmalıdır .

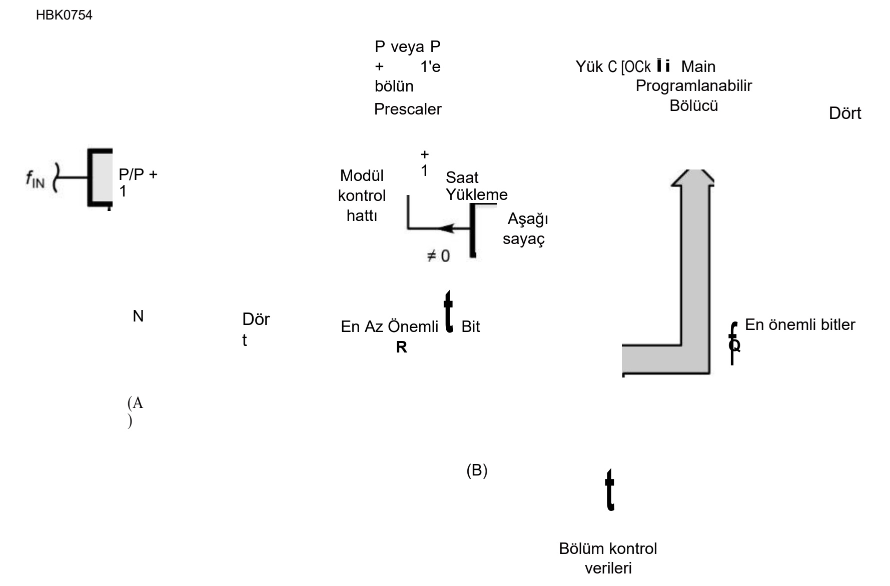
Maksimum kalan, Rax P - 1.
Minimum bölüm eşittir Rax Yani minimum kalan, R, içinde 0. Bunun anlamı :

Nm P + RL'de (P -1) P + 0 = P2-P
Eğer PLL tasarımı N'nin her zaman P2 - P'den büyük olmasını gerektiriyorsa o zaman sorun yoktur. İf N'nin P2 - P'nin altına inmesi gerekir, o zaman tek çözüm, daha küçük bir P değerine sahip bir çift modül prescaler seçmektir. P ve Ni'nin çeşitli değerleri şunlardır :

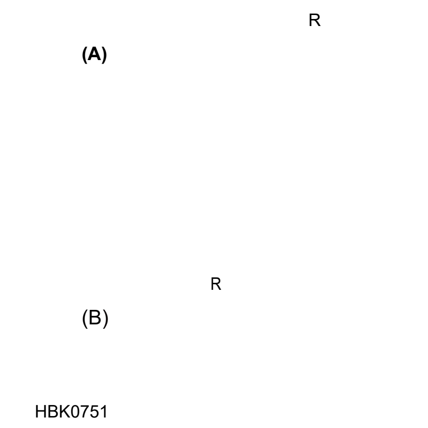
P	Nin
8	56
16	240
64	4032
128	16256

Dual-modulus öncedenBu, sürekli bölücü değer kapsamı gerçekleşmeden önce minimum bir bölen değeri anlamına gelir. Bu minimum bölenin değeri, pressaler, P'nin taban modülüne bağlıdır ve ikinci dereceden artar. Prescaler modülünün doğru seçimi, frekans sentezleyici tasarımcısının yapması gereken önemli kararlardan biridir.

Şekil 9.47B, tipik bir dualmodulus - prescalerinin nasıl uygulandığını göstermektedir. Sistemin her döngüsü, - frekans kontrolünü yükleyen son çıkış darbesi ile başlar



Şekil 9.47 - Çift modüllü bir prescalerin tipik bir uygulaması.



Şekil 9.48 - Akım modu şarj pompası PFD çıkışları için pasif döngü filtreleri.

Word, "Bölüm Kontrol Verileri'olarak gösterilir, hem ana bölücüye hem de prescaler denetleyicisine. Eğer bölme kontrol verisinin en az önemli bitleri (R'yi oluşturan) önbellek denetleyicisine yüklenirse sıfır değildir, önbellek P + 1'e bölünecek şekilde ayarlanır, normal oranından 1 daha büyüktür, P. Ana bölücü önbellekten Q darbelerini sayar.

Reçeteciden çıkan her döngü daha sonra aşağı sayacı saatler. Sonunda, aşağı sayaç sıfıra ulaşır ve iki şey olur: Sayaç sıfırda tutmak (saymayı durdurmak) için tasarlanmıştır (ve bir sonraki yeniden yüklenene kadar tutulur) ve ön alıcı normal oranına geri döndürülür, P, bir sonraki yeniden yüklenene kadar.

Teknik yaygın olarak kullanıldığından, çift modüllü pressaler İC'ler yaygın olarak kullanılır ve yaygın olarak bulunur. Birkaç yüz megahertz için kullanılan cihazlar ucuzdur ve 2.5 GHz bölgesindeki cihazlar yaygın olarak mevcuttur. Yaygın pressaler İC bölünme oranı çiftleri: 8-9, 10-11, 16-17, 32-33, 64-65 vb. Programlanabilir bölücüler içeren birçok İC, yerleşik prescaler denetleyicileri olan ve olmavan sürümlerde

Döngü Filtresi

PLL sentezleyicileri tasarlarken genellikle sadece Ko'nun VCO özelliklerini ve PED çıkış özelliklerini ölçmek ve kabul etmek zorundayız. Çıkış frekans aralığı ve adım boyutu da esnek değildir. Bunların hepsini, - döngü filtresinin uygun tasarımıyla çalışan ve kararlı bir sentezleyiciye çekiyoruz.

Döngü filtre tasarımı genellikle PLL synthesizer tasarımına bir'siyah sanat "havası veren gizemle örtülür. Bu hiç garanti edilmez çünkü çok güvenilir tasarım

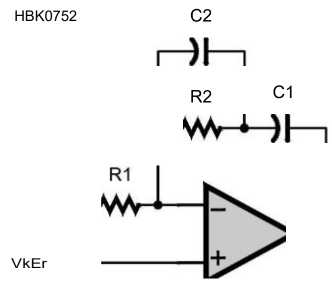
Algoritmalar yıllardır var. Ne yazık ki bunlar genellikle karanlık yerlerde yayınlanmıştır, bu yüzden iyi bilinmemektedir. En iyi algoritmalar aşağıda sunulmuştur. Bu yöntemler 30 yılı aşkın bir süredir son derece iyi hizmet vermiştir ve size hızlı tasarım süreleri ve çok kararlı PLL sentezleyicileri sağlamalıdır. Tekrarlamaya gerek yoktur.

Döngü filtreleri aktif ve pasif yapılarda gelir. Genel olarak en kolay tasarımlar, faz dedektöründen gelen çıkış voltajı aralığı (PD veya PFD ve şarj pompası dahil) VCO'yu gerekli frekans aralığı üzerinde ayarlamak için yeterliyse pasif (RC) döngü filtreleri kullanır. VCO'nun daha büyük bir ayar voltaj aralığına ihtiyacı varsa, aktif bir döngü filtre yapısı gereklidir.

Akım modu şarj pompası çıkışları için pasif döngü filtre devreleri **Şekil 9.48'de gösterilmiştir.** Döngü filtresi zaman sabiti, R'den ve döngü filtresi çıkış voltajından bağımsız olarak şarj pompası akımı ve C 1 tarafından ayarlanır. R, PLL kararlılığı için bir faz öncüsü sıfır sağlar. Şekil 9.48A'deki birinci dereceden filtre minimum parça sayısına sahiptir ve çıkış frekansıyla tutarlı döngü dinamikleriyle sonuçlanır.

İkinci dereceden bir filtre, girdideki adım ve darbe değişikliklerinin çıktıda görünmesine izin verme gibi istenmeyen bir özelliğe sahiptir. Bu, **önemli** referans yan bantlarıyla sonuçlanır - kötü bir şey. Şekil 9.48B, döngü filtresinin yüksek frekans tepkisini yuvarlayarak C2'nin adım değişikliklerini daha yavaş rampalara dönüştürdüğü bir üçüncü filtreyi göstermektedir. Bu, referans yan bantlarında önemli bir azalmaya neden olur.

Aktif döngü filtreleri, iyi çalışan ve tasarımı daha kolay olan daha fazla yapı sunar

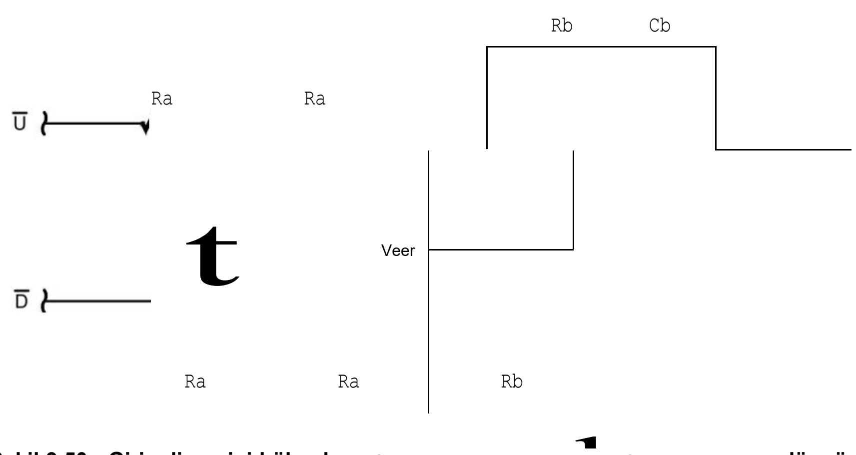


Şekil 9.49 - Üçüncü dereceden aktif döngü filtresi, döngü filtresi çıkış voltajını şarj pompası çıkışlarından izole eder.

Yapımı daha karmaşık. Bir voltaj modu şarj pompası kullanıldığında, farklı döngü filtresi voltaj değerleri ile PLL yanıt varyasyonlarını ortadan kaldırdığı için bir aktif döngü filtresi şiddetle istenir.

Şekil 9.49, op-amp kazancı, şarj pompası çıkış voltajından gerçek döngü filtresi çıkış voltajını izole eder, döngüyü kontrol eder, böylece şarj pompası çıkış voltajı V_{REF}. Her pasif bileşen, pasif filtrede olduğu gibi aynı temel fonksiyona sahiptir.

Şekil 9.49'daki üçüncü dereceden aktif filtre, geri besleme döngüsü içine ek bir kutup ekler ve referans frekansı yan bantları önemli ölçüde azalır. Şarj pompası akım impulsları artık çıkış voltajındaki adımlar yerine rampalara neden oluyor, ancak yine de amplifikatör girişlerinde sorunlara neden oluyorlar. İyi tasarım algoritmaları, bu ekstra kutbu temel dinamiklerin bir parçası olarak içerir - geleneksel ikinci dereceden dinamiklerin bozulması olarak değil.



Şekil 9.50 - **Giriş direncini bölerek ve CA ekleyerek ek düşük geçişli filtreleme eklemek döngü kararlılığını artırır ve referans frekans yan bantlarını azaltır. Bu tasarım diferansiyel çıkışlı PFD'ler için çok uygundur.**

Şekil 9.50'deki tasarım, giriş direncini bölerek başka bir kapasitör eklese de, eklenen karmaşıklık genellikle buna değer. Şarj pompaları, op-amp girişini geçici olarak doygunluğa sürmek için genellikle yeterli genlik ve süreye sahip çok dar, dikenli sinyaller çıkarır. Bu gerçekleşirse, PLL yanıtı doğrusal olmaz ve problemler sıklıkla ortaya çıkar.

Bu tasarımın iyileştirilmesi, op-amp girişine uygulanmadan önce şarj pompası darbelerini filtrelemektir. Opamp, sonuçta ortaya çıkan rampaları tercih eder, doğrusal kalır ve bu nedenle davranışta öngörülebilir. Bu, referans frekans yan bantlarında daha fazla azalma ile sonuçlanır ve PFD de dahil olmak üzere fark çıkışlı dijital PD'lere kolayca uyarlanır.

Bu döngü filtreleri için tasarım denklemleri, kalan PLL bileşen blokları tartışıldıktan sonra sunulacaktır.

Referans Osilatör

Herhangi bir PLL sadece bir stabilite transfer mekanizmasıdır, bu nedenle referans osilatörün davranışı iyileştirilmez. Kesirli - frekans hatasıGenel frekans sentezleyicisi referans osilatörününkiyle eşleşecektir. Örneğin, PLL synthesizer'ın çıkışı 1 GHz [1000/1.000.000.000 = 1:1 milyon veya milyonda 1 parça (ppm)] çıkış frekansında 1 kHz değişirse, referans aynı kesirli miktarı değiştirmiştir. Kristal referansı 10 MHz (kristal referanslar için çok yaygın bir frekans) ise, frekans kayması (1 ppm) x (10 MHz) = 10 Hz idi. Bu çok fazla frekans - kayması değildir, ancak nihai çıkış frekansı için önemlidir.

9.6.3 PLL Döngü Filtresi

Tasarımı aPLL synthesizer tasarlama zamanı geldiğinde,

Kullandığınız donanım nasıl davranır:

- VCO ayar özellikleri, K_0
- PFD özelliği (şarj pompası ile), K,
- Kristal referans frekansı, fxo

Ardından, uygulamanızın gereksinimlerini listeleyin

- Çıkış frekans aralığı, fouT
- Çıkış frekansı adım boyutu, fsTEP

Şimdi iki ana tasarım parametresini seçmeye hazırsınız:

- Döngü bant genişliği - bu fREF = fsTEP-'nin %5'ini geçmemelidir
- Faz Marjı - bu, PLL'nin genel stabilitesini ayarlar ve 50 ila 60 derece arasında herhangi bir değer olabilir. İyi bir değer 54 derecedir .

Tüm bu bilgiler yerinde olduğunda, iki frekans bölücüsü ve döngü filtresi bileşenleri için değerleri hesaplamanın zamanı gelmiştir. Bölücü değerlerle başlayın:

R = fxo/frEr

$N = f_{OUT}/f_{REF}$

Ni = dört. Mi/fREF

NyAx =

foUT.MAX/fREF

Kararlı PLL tasarımı için en iyi tasarım algoritması, döngü filtresi tasarımında geri bildirim bölücü değer aralığının geometrik ortalamasını kullanmayı gerektirir. Aynı fikir Ko- için VCO kazanç değerleri aralığını yönetmek için kullanılır.

K_0 tasarım hedef MİN

değeri = Koss

8Kass

PFD kazancı, şarj pompasının voltaj modu

(Voltaj modu) Ka = (Vμ - Vi)/4p

(akım modu) Ka = Iop/21

Tüm aktif döngü filtre yapıları için voltaj modu değerini kullanın.

Artık her şey hazır. Bu tasarım değerlerini seçilen döngü filtre yapısı için uygun tasarım denklemlerine yerleştirin. Pasif döngü filtresi için **Şekil 9.51'i kullanın.** Eğer aktif bir döngü filtresi kullanıyorsanız, uygun - denklemler **Şekil 9.52 veya Şekil 9.53'dedir.** Bu hesaplamalardan elde edilen direnç ve kapasitör değerleri kritik değildir. Hesapladıklarınızın %30'u içinde değerler seçin ve tasarım iyi olacaktır. Gerçekten!

Herhangi bir döngü filtresi tasarımını takiben, seçilen bileşenlerden filtre süresi sabitlerini doğrudan hesaplayarak sonuçları kontrol etmek her zaman iyi bir fikirdir. Bunları karşılaştırın

t, secd "- tand, 1-sind, / ogo· cos ¢ ,

$$\tau_1 = \frac{}{\omega_0^{\,2} \cdot \tau_2}$$

$$C_T = \frac{K_0 \cdot K_d}{N \cdot \omega_0^{\,2}} \cdot \sqrt{\frac{1+(\omega_0 \cdot \tau_1)^2}{1+(\omega_0 \cdot \tau_2)^2}} = \frac{K_0 \cdot K_d}{N} \cdot \frac{\tau_1}{\omega_0}$$

do = faz marjı (°)

Ro0 = açık döngü kazanç çapraz frekans (radyan/sn)

t, = RC,

C, = · 2xC ,

7

C, = C, -C,

R- 5

(C, + C ,

C, = C, + C,

C,

BEN

HBK0755

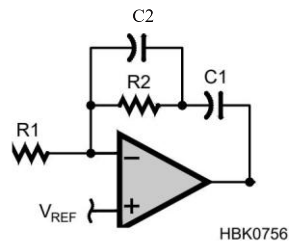
Bunu adım adım yapmak en iyisidir. Şekil 9.51 - Pasif döngü filtreleri için denklemler tasarlayın.

$\tau_3 =$ secϕ₀ - tanϕ₀ _ 1- sinϕ₀
o o "· cos
g ¢,

U.-
6 *· τ ,

'1 = Ko· Kd-1 ~ jwoT2-ll = Ko ·
Kd .2
N· o % [jogt, + İ] N o.
1 = R, C,
$\frac{R_2}{R_1} = \frac{\tau_2 - \tau_3}{\tau_1}$
$\tau_3 = R_2C_2$, + C,)

do = faz marjı (°)
oo = açık döngü kazanç çapraz frekans (radyan/sn)



Şekil 9.52 - **Üçüncü dereceden aktif döngü filtreleri için tasarım denklemleri**

$\tau_c = \frac{\sec\phi_0 + \tan\phi_0}{\omega_0}$ 1 + sin
≃ o·
cos ¢,

$\tau_a = \frac{2}{\omega_0^2 \cdot \tau_c}$

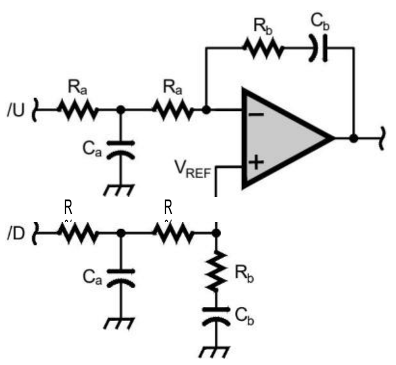
$\tau_b = \frac{K_0 \cdot K_d}{N \cdot \omega_0} \cdot \frac{\tau_c}{2}$

T, = R,· C,
t "= R,· C,
t. = R"·
C,

$\frac{R_b}{R_a} = \frac{\tau_c}{\tau_b}$

HBK0757

do = faz marjı (°)
oo = açık döngü kazanç çapraz frekans (radyan/sn)



Şekil 9.53 - **Diferansiyel girişli aktif döngü filtreleri için tasarım denklemleri**

Teorik olarak türetilenlerle zaman sabitleri. Eğer %10-20 içinde eşleşirlerse, döngü kararlılığı ile ilgili bir sorun olmamalıdır.

Şekil 9.51'in pasif üçüncü sıra döngü filtre tasarım denklemleri, aktif filtre muadillerine çok benziyor. En büyük fark, bu prosedürün üç yerine iki zaman sabiti ve her iki filtre kapasitansının toplamına eşit bir terim vermesidir.

Aktif filtre formundan farklı olarak, pasif filtre ile keyfi bileşen seçenekleri yoktur. Zaman sabitleri ve toplam kapasitans itibaren, her üç döngü filtre bileşenleri benzersiz belirlenir.

Doğal frekans ve sönümleme kavramları artık (tanım gereği) üçüncü dereceden bir filtrede geçerli olmadığından, kazanç geçişi ve faz marjının daha genel stabilite kavramları kullanılır. 50-60 derecelik bir değer genellikle tasarım aşaması marjı için kullanılır.

Şekil 9.52 ve Şekil 9.53 için denklemler, bir döngü pertürbasyonu olarak ele almak yerine, döngü dinamiği içindeki rolloffpole'u içerir. Bu daha büyük bir miktar sağlar

Yüksek frekanslı rolloffto, pertürbasyon tekniklerinin izin vereceğinden çok daha düşük bir frekansta "devreye girdiği" için elde edilir.

Olağan bir tasarım stratejisi, tasarım oranını elde etmek için önce dirençleri seçmektir. Bu, birkaç olası direnç çifti sağlayabilir. Her bir direnç çifti olasılığı için ortaya çıkan kapasitör değerlerini hesaplayın ve en yakın gerçekleştirilebilir değerleri

9.6.4 Fraksiyonel-N Sentezleyiciler

En basit frekans sentezleyicisi, geri besleme yolunda bir frekans bölücü olarak programlanabilir bir sayacı olan tek PLL'dir. Artık hepsi tek bir yarı iletken cihaza entegre edilebilir, ancak bazı bölümlerde daha iyi performans elde edilebilir. Bu sentezleyiciler, kanal aralığının oldukça geniş olduğu kanalize radyolar için çok uygundur. Milyonlarcası VHF/UHF radyolarında, cep telefonlarında, TV alıcılarında ve benzerlerinde bulunabilir. VHF dışında/

UHF FM alıcı-vericileri, çoğu Amatör Radyo işlemi, serbest bir VFO'nun görünümünü ve hissini simüle etmek için ince çözünürlüklü sentezleyiciler gerektirir.

Bölümdeki bu noktaya kadar, PLL sentezleyici tasarımları, geri beslemenin tek bir programlanmış tam sayı değeri olarak bölündüğünü varsaymıştır. Bu tasarım bir *tamsayı-N PLL olarak adlandırılır.* Bu PLL'ler, diğer tüm performans parametrelerine karşı adım boyutunun kaçınılmaz bir dengesine sahiptir. Çok yüksek bir N değeri kullanarak ince bir çözünürlük döngüsü yapmak, çok düşük bir faz dedektör frekansı ve düşük açık döngü kazancı sağlar. Bu son derece yavaş yerleşme, kötü faz gürültüsü ve mahmuzların zayıf bastırılmasına yol açar.

Birden fazla PLL döngüsü, maliyet, boyut ve güç tüketimi dışındaki diğer performans sınırlamalarına başvurmadan ince çözünürlük sağlamak için kullanılabilir. PLL/DDS hibritleri aynı işi yapabilir ve bazı maliyet, boyut ve güç tüketiminden tasarruf edebilir. Kutsal kase, temiz bir çıkış, küçük boyut, düşük maliyet ve düşük güç tüketimi ile iyi çözünürlüklü bir sentezleyicidir, ancak henüz elde edilmemiştir. Özellikle yüksek entegrasyon seviyelerine uygun başka bir gelişme dizisi var, ancak bunun da sınırlamaları var. *İt denirFraksiyonelN - orfrac-N sentezi.*

ORİGİN

Tek bir PLL, geri bildirim yolundaki N'ye bölünme aşaması yalnızca tam sayılarla bölünmeye zorlanmasaydı, iyi bir çözünürlüğe sahip olurdu. Bölücüler, VCO frekansının döngülerini sayarak dijital sayaçlar olarak uygulanır. Tam sayılardan daha küçük bir sayıda saymak, interpolatör olarak hareket etmek için VCO'dan daha hızlı çalışan bir şeye ihtiyaç duyar. Tam sayılar tarafından verilen artışlardan çok daha ince adımlar elde etmek için, pratik olmayan VCO frekansının çok büyük bir katında çalışan bir enterpolatör gerekir.

Bir çözüm, N değerini değiştirmektir, böylece yeterince uzun bir süre boyunca alınan ortalama N değeri gerekli çözünürlüğü verir. Bu yapılabilir ve imkansız derecede hızlı bir mantığa ihtiyaç duymaz. Örneğin, - Frekans Çözünürlüğü ile ilgili önceki bölümde tartışılan 2 metre synthesizer düşünün: eğerN 1474 tarafından 8 bölünmeler ve ardından 1475 tarafından 2 bölünmeler, ortalama (8 x 1474 + 2 x 1475)/10 = 1474.2 tekrarlanan bir desen değişmektedir. Geri besleme döngüsünde bu tip değişken bölünmesi ile çalışan bir PLL'ye *fraksiyonel-N PLL denir* .

Böyle bir PLL ile ortaya çıkan sorun, hiçbir zaman tam olarak istenen frekansta olmamasıdır. İt, ortalaması doğru olsa bile, çok yüksek ve çok düşük arasında geçiş yapar. Bunu geniş sapma FM olarak görebiliriz, burada modülasyon kontrollü işaret-boşluk oranının dikdörtgen darbesidir. Böyle bir spektrum, yüksek gürültü seviyelerine ve oldukça istenmeyen büyük kenar bantlarına sahip olacaktır.

Bununla birlikte, bu tür sistemlerin tasarımcıları

Döngüleri yavaşlatmaya çalıştılar, böylece anahtarlamayı takip edemediler ve ortalama frekansta oturdular. Yan bantların yeterli filtrelenmesiyle ilgili sorun, döngünün çok yavaş olması ve yukarıda belirtilen tüm sorunların ortaya çıkması ve çözümün tek-N sentezinden daha kötü olmasıydı.

ANALOG FAZ İNTERPOLATION

Değişken-N sentezleyiciler Amatör Radyo alıcı-vericilerinde kullanılmadı, ancak radyo ekipmanının ayar ve gürültü gereksinimleri olmadan 1980'lerden ve 1990'lardan itibaren test ekipmanlarında yaygındı. Bu tür sentezleyici, test ekipmanlarının kullanılması veya onarılması bağlamında açıklanmaktadır. (Örneğin, HP 3335A Synthesizer hizmet - kılavuzunun Çalışma Teorisi bölümüne bakın .)

PLL'ler, faz dedektöründen sonra modüle edici bir voltajda toplanarak bant genişlikleri içinde kolayca faz modüle edilebilir. N sayısının değiştirilmesinin faz etkisi kolayca hesaplanabilir. Bunu yapmak için dijital bir sistem yapılabilir, ancak dijital sistemin sonuçlarını birleştirmek için ekstra bir analog sistem eklenmelidir. Bu hibrid devre, frekans anahtarlamanın tüm etkilerini iptal eden, ancak ortalamayı sağlam bırakan bir faz modülasyon dalga formunu hesaplayabilir. İptal asla mükemmel değildir, ancak - istenmeyen yan bantları yaklaşık -80 dBc'ye (taşıyıcı seviyesine göre desibel) kadar bastıran üretilmiş sentezleyiciler geliştirilmiştir.

Bu karmaşık bir sistemdir ve anlaşılması zor olabilir. Bazen bunu görüntülemenin ikinci bir yolu daha kolay olabilir: Bir PLL'deki bir faz dedektöründen sonra bir rampa dalga formu eklenirse, döngü bir rampa fazı veya başka bir deyişle bir frekans ofseti ile modüle edilir. Rampa eğimi kontrol edilirse, herhangi bir çözünürlük miktarı mümkündür. Sorun şu ki, rampalar sonsuza dek devam edemez ve faz dedektörü yakında menzilinin sonuna gelir. Çözüm, bölücünün N sayısını, rampanın bir döngünün faz değeri ile sıfırlandığı aynı anda sadece bir kez arttırmaktır. Geçici faz kayması ve rampa özgeçmişlerinin rahatsızlığını gizlemek için bir örnekleme sistemi kullanılır.

Bu, analog devrenin dijital devre ile sorunsuz bir şekilde bağlanmasını sağlamak için dikkatli, bireysel, düzeltmeye ihtiyaç duyan büyük bir sistemdir. Dijital parçalar özel bir İC'ye entegre edilmiştir, ancak ayrı analog parçalar çok fazla kart alanı gerektirir. Performans, o sırada orta sınıf ekipman için kabul edilebilirdi. Son teknoloji ürünü ekipman, üç PLL'nin en az önemli olanı olarak hibrit bir yapının parçası olarak kullandı. Ortaya çıkan fraksiyonel-N - döngüsü, sisteme önceki nesil 5-döngü hibritlerinden çok daha ince bir çözünürlük sağladı.

NOISE SHAPİNG

Bu erken şemalar PLL bölücüsünü N ve N + 1 arasında basit, repet olarak değiştirdi . Bu yüzden kaçınılmaz yan bant enerjisi büyük, belirgin bileşenlere yoğunlaştı. Filtreleme şemasının bir varyantı, N'den N + 1'e geçişi kontrol etmek için "oran çarpanı" mantık cihazlarını kullandı ve istenmeyen bileşenlerin genliğini yayarak azalttı. Genel olarak kullanışlı olacak kadar temiz olmasa da, diğer teknolojiler olgunlaşıyordu: ses için 1 bit DAC'lerin aşırı örneklenmesi, hata oranı testi için telefon trafiğini simüle etmek için sözde rastgele ikili diziler ve renk taklidi eklenmesi ADC'ler .

Bir tamsayı-N PLL bir çeşit DAC'dir. Verileri modülasyon olarak koyarsınız ve sonuç voltajdan ziyade frekans değişikliğidir. Aşırı örnekleme DAC ilkeleri, bir CD oynatıcıdaki 1-bit DAC'nin çıkış arabelleği kadar uygulanabilir. Bu sistemler yan bant enerjisini karıştırır ve çok daha az dikkat çekici hale getirir - iyi bir şey. Yan bant enerjisi, döngü filtresinin bant genişliğinden daha geniş bir frekans aralığına yayılmıştır. Bu daha da iyidir, çünkü daha fazla enerjinin filtrelenebileceği anlamına gelir. Ayrıca, karıştırma işlemi, gürültü şekillendirme - olarak adlandırılan gürültülü yan bantların spektrumunu kontrol etmek için tasarlanabilir *ve* gürültü enerjisinin çoğunu, filtrelemenin iyi bir iş çıkarabileceği frekansta yeterince yüksek iter. Gürültüyü şekillendiren mantık sistemleri üst düzey delta modülatörleridir. Bir İC'de çok sayıda mantık öğesi alırlar, ancak yüksek oranda entegre olabilirler ve bu nedenle küçük, ucuz ve düşük güç tüketimine sahiptirler. Sonuç olarak, gürültü şeklindeki fraksiyonel-N - synthesizer, programlanabilir bölücüsüne beslenen verilerin büyük bir kısmını işleyen basit bir PLL'ye benziyor.

İkinci derecenin üzerindeki delta modülatörleri doğal olarak kararsızdır. Ses dönüştürücülerin onları stabilize etmek için çeşitli özel planları vardır ve bu küçük incelikler dikkatle korunan sırlardır. MASH (Multi-stAge noise Shaping) DAC düzenlemesi, çok yüksek dereceli bir modülatör yapmaya çalışmak yerine, bir dizi düşük dereceli modülatörü bir araya getirir. Kararlılık probleminin düzeltilmesi, çıktının PLL terimleriyle N ve N + 1 olmak üzere iki durum arasında sadece sıçramasını değil, sınırlı bir aralı

LİMİTATİONS

Bölünme faktörü sözde rastgele bir şekilde değişirken, faz dedektörünün çalışma noktası da geniş bir aralıkta değişmektedir ve faz dedektörünün benzer şekilde geniş bir çalışma aralığına sahip olması gerekir. - Filtreleme sadece *faz* dedektöründen sonra gerçekleştiğinden ve yüksek ofset frekanslarında büyük miktarda gürültü - bulunduğundan, faz dedektörü çok doğrusal olmalıdır.

Gürültü şekillendirici karıştırıcı, yakın frekans aralığını temiz tutar, ancak faz dedektöründeki herhangi bir doğrusal olmama, güçlü yüksek frekanslı gürültü bileşenlerinin intermodüle. İntermodülasyon, yakın frekanslarda ürünler oluşturur ve yakın mesafenin gürültü performansını bozar.

Bu, gürültü şekillendirme sentezleyicisinin ne kadar temiz yapılabileceğini sınırlar. En iyi örnekler birçok amaç için yararlıdır, ancak yine de yüksek dereceli bir HF alıcısı veya üstün bitişik kanal reddi gerektiren herhangi bir sistem için yeterince iyi değildir. Bu tür kullanımlar için, orijinal fraksiyonel-N döngüsünün nasıl kullanıldığına benzer bir hibrid yapıda yüksek performanslı bir integrer-N PLL ile birleştirilirler.

AVAILABILITY

Fraksiyonel-N sentezleyiciler birkaç yıldır çip formunda mevcuttur. Analog Cihazlar, Ulusal Yarı İletken ve diğer üreticiler uzun süredir PLL İ Cs ailelerini sundular ve serileri, tüm gürültü şekillendirme mantığına sahip cihazları içeriyor. Hatta bazılarında GHz VCO'lar da var, bölücüler daha sıradan frekans aralıklarına kadar.

Bu sentezleyiciler bir RF tasarım yapı taşı haline gelmiştir. RFMD RFFC2071, örneğin, bir kalıp üzerinde tüm bir sentezleyici ile bir çift orta seviye aktif karıştırıcıya sahiptir. 0.5 ila 999.999999 MHz alan el tipi alıcı-vericiler bu parçalarla yapılabilir. Bu cihazlardan birini seçiyorsanız, gürültü kenar bandı performansına dikkatlice bakın: - RF2071 İC'nin daha yüksek frekanslı versiyonu, düşük frekans verS10n birkaç dB daha düşük gürültü kenar bantlarına sahiptir.

Sıradaki ne?

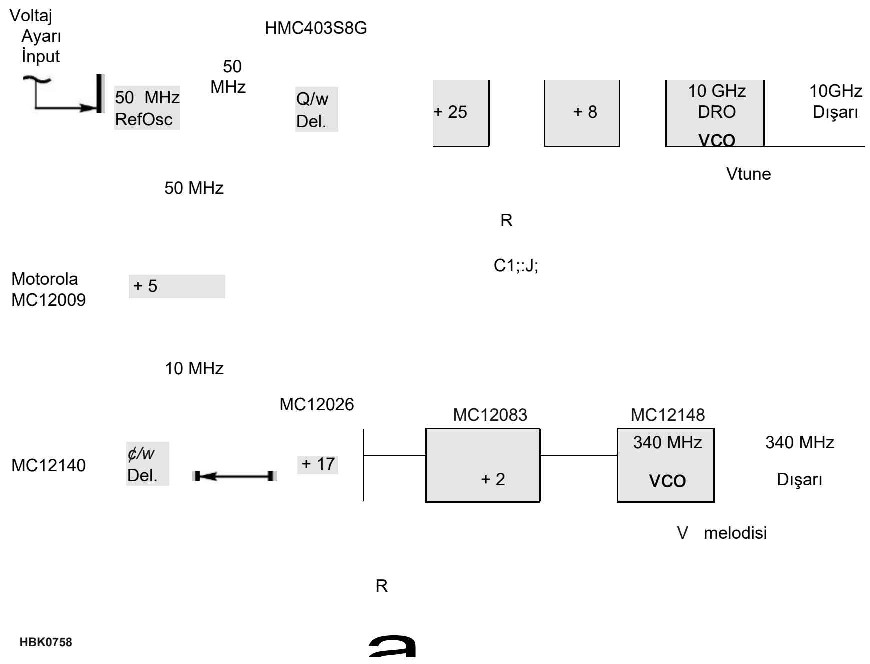
RF yarı iletken endüstrisi şu anda cep telefonları, WiFi ve benzeri gibi kitlesel pazar uygulamalarına odaklanmaktadır. Mevcut fraksiyonel-N sentez parçaları bu sistemler için yeterlidir ve entegrasyon ölçeğinde ilerleyici artışlar olsa da, daha yüksek performansa çok az ihtiyaç vardır.

Fraksiyonel-N sistemlerinin geliştirilmesi, ya piyasadaki genel amaçlı parçaları kullanarak ya da programlanabilir mantık dizisi cihazları kullanarak kendi geliştirmelerini yaparak ilgili amatörün kapsamındadır. Orta büyüklükte bir FPGA, bir dizi fraksiyonel-N sentezleyicisi için yeterli mantık içerir. Örneğin, Ulrich L. Rohde'nin Temmuz/Ağustos 1998 tarihli QEX makalesine bakın, Nl UL "A HighPerformance Fractional-N Synthesizer" ABD patenti 6509800 (2001) tarafından kapsanan bir tasarımı açıklar.

Bir fraksiyonel-N sistemi için bir değer rakamı, faz dedektörünün çalışabileceği maksimum frekanstır. Daha yüksek frekanslar, karıştırılmış gürültünün daha büyük bir frekans aralığına yayılmasına izin vererek filtrelemeyi kolaylaştırır. Bariz yaklaşım, daha hızlı ve daha hızlı mantık geliştirmektir, ancak bir alternatif vardır: Birkaç ayrı faz dedektörüne sahip birkaç fraksiyonel-N bölücü,

çıktılar birleştirildi. Ayrı bölücülerden elde edilen çıktıların fazları, her bir karıştırıcıda farklı kayıtlar programlanarak birbirinden dengelenebilir ve faz dedektörlerine referans sinyalleri eşleşecek şekilde dengelenebilir.

Böylece birkaç faz dedektörü, her dedektörün döngü süresi boyunca sırayla hareket edebilir ve etkili bir faz dedektörü frekansına sahip bir sistemi tek bir faz dedektörünün birkaç katı yapar. Etkili faz dedektörü frekansı, çıkış frekansından daha yüksek olabilir. Daha ileri bir ayrıntı, her bölücüdeki sözde rastgele gürültü üreteçlerini farklı şekilde tohumlamak olacaktır. Bu şekilde, her bir bölücünün gürültü bileşenleri korelasyon göstermez, ancak VCO frekansını düzelten ayar bileşenleri korelasyon gösterir. Bu, ayar bileşenlerinin voltaj olarak daha güçlü, gürültü bileşenlerinin güç olarak daha zayıf eklendiği anlamına gelir. Bölücü sayısının her iki katına çıkarılması, sistemin gürültü performansında 3 dB'lik bir iyileşme potansiyeline sahiptir. Bu çoklu bölücü düzenlemesi şu anda bir patent kapsamındadır, ancak bireyler bunları okumakta, denemekte ve belki de daha iyi bir yol bulmakta özgürdür. Patentler sonunda sona erer ve teknolojileri kamusal alana girer. Programlanabilir mantığın yoğunluğundaki her artış bunu kolaylaştırır.



Şekil 9.54 - 10 GHz dönüştürücü için bir PLL yerel osilatörün basitleştirilmiş bir blok diyagramı.

9.6.5 Bir PLL Tasarım Örneği

Tasarım örneğimiz olarak, 10 GHz dönüştürücü için sentezlenmiş bir yerel osilatör zincirini ele alalım. **Şekil 9.54,** bu 10 GHz dönüştürücünün basitleştirilmiş bir blok diyagramıdır. Bu örnek, geleneksel çok aşamalı multiplyand-filter yaklaşımından ayrıldığı için seçilmiştir. İt, iki basit döngü ve minimum RF donanımı ile osilatör sisteminin gerçekleştirilmesine izin verir. İt ayrıca mevcut donanımla neyin başarılabileceğini temsil eder ve 2 ila 3 inç karelik bir alana sığabilir. Bu örnek, döngü tasarımı yönlerini keşfetmek için bir araç olması amaçlanmıştır ve bir "inşaat projesi'olarak sunulmamaktadır. Gereken çoklu tasarım ayrıntıları bu bölümün kapsamı dışındadır.

İki sentezlenmiş frekans, 10 GHz ve 340 MHz gereklidir. 10.368 GHz popüler X-bandı trafik frekanslarından biri olduğundan, başlangıçta 368 MHz'lik bir İF üretmek için bunu 10 GHz LO ile karıştırıyoruz. 368 MHz İF sinyali daha sonra herhangi bir amatör - alıcı-vericinin 10 metre girişine beslenebilen 28 MHz son İF üretmek için 340 MHz LO ile karıştırılır. Dikkatimizi sadece 10 GHz synthesizer tasarımına odaklıyoruz. Bu yapıldıktan sonra, aynı prensipler 340 MHz bölümüne uygulanır. Amacımız, bir döngü referans osilatörü ile düşük gürültülü bir LO sistemi (minimum bölme oranlarını benimseyerek) tasarlamaktır.Bu tekniğin kullanılması, tüm sistemin

Daha sonra hassas frekans kontrolü için 10 MHz standardına kilitlendi.

Mikrodalga sentezleyici için, Hittite Microwave tarafından galyum-arsenit (GaAs) malzemesinde yapılan bir dizi mikrodalga entegre devre kullanmayı düşünüyoruz. Bu cihazlar, 12 GHz'e kadar çalışan bir dizi reçeteci, 2.2 GHz'e kadar çalışan 5 bitlik bir sayaç ve 1.3 GHz'e kadar çalışan bir faz/frekans dedektörü içerir. Eğer 100 MHz'lik bir kristal referans frekansı kullanırsak ve bunu PED'e fgEr olarak uygularsak (bu nedenle R = **1), geri** besleme bölücü sayısının N = 10.000/100 = 100 olması gerekir. Bunu donanımda gerçekleştirmenin bir yolu, 100 = 4 x 25'i temsil etmek, 4'e bölmek için bir prescaler ile başlamak ve 25'e bölmek üzere programlanmış 5 bit sayacı ile bitirmektir. Kilitte 4'e bölmeli prescaler çıkışı, 2200 MHz sınırlı programlanabilir sayaç için çok yüksek olan 2500 MHz olacaktır. Bir tasarım değişikliğine ihtiyacımız var.

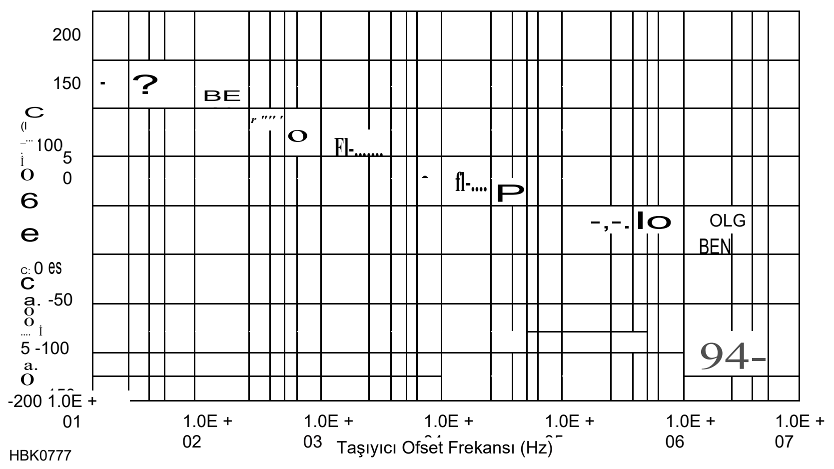
Bariz çözüm, 10 GHz girişinden 1250 MHz çıkış sağlayan bir divideby-8 prescaler seçmektir. Sayacı 25'in yarısına programlayamayız, bu yüzden 25'te programlanmış bırakmamız gerekiyor. Bu, geri besleme bölücüsünden çıkışı 10.000/(8x25) = 50 MHz yapar. R = 2'yi ayarlamalıyız .

Döngü filtresini tasarlamayı düşünmeden önce, VCO kazancını, VCO gürültü performansını, bölücü gürültü performansını, faz dedektörü kazancını, faz dedektörü gürültü performansını ve son olarak referans gürültü performansını bilmemiz gerekir. 10 GHz VCO için, her zaman kolayca kullanılabilir, kullanılabilir ve ekonomik parçalar arıyoruz, bu nedenle bir Ku bandı LNB'den bir dielektrik rezonatörü kurtarmak

Umut verici (bkz "Andre Jamet, F9HX, Ocak-Şubat 2002 *QEX tarafından SHF Süper Rejeneratif Resepsiyon).* Bu yüksek Q osilatörleri bir varaktör ile donatılabilir ve iyi sonuçlarla sınırlı bir aralıkta ayarlanabilir. - Dielektrik rezonatörümüz VCO'nun ayar hassasiyeti volt başına yaklaşık 10 MHz'dir ve 10 kHz ofsetteki faz gürültüsü -87 dBc/Hz ve 100 kHz'de -107 dBc/Hz'dir.

Faz dedektörü ve bölücü bilgileri cihaz veri sayfalarından edinilebilir. 8'e HMC363 bölme, 12 GHz'e kadar çalışır ve faz dedektörü kazancını ayarlayan programlanabilir bir şarj pompasına sahiptir. Bu kazancı yüksek tutmak için genellikle iyidir, bu yüzden K = 0.32 mA/radyan veren 2 mA şarj pompası akımı kullanmayı seçiyoruz. Veri sayfası ayrıca bu PFD'nin 100 kHz ofsette ölçülen -153 dBc/Hz'lik bir çıkış gürültü tabanına sahip olduğunu söylüyor. HMC394 programlanabilir bölücü aynı çıkış gürültü tabanı ile 2.2 GHz'e kadar çalıştı. HMC984 PFD, -231 dBC/Hz/Hz-fgEp değerinde bir gürültü figürü (FOM) ile 350 MHz'e kadar çalıştı, böylece fgEr = 50 MHz ile PFD çıkış gürültü zemini -231 + 10 log (50.000.000) = -154 dBc/Hz. R bölücünün CMOS'ta uygulandığını varsayarsak, çıkış gürültü zemini -163 + 10 log (50.000, 000/125000) = - 137 dBc/Hz'dir. Bu gürültü, GaAs bölücülerinden gelen gürültüden çok daha yüksektir, bu nedenle CMOS kullanmak yerine R sayacı için bir GaAs bölmeli 2 kullanmak daha iyidir .

Tüm PLL için mantık gürültü tabanı, her bir bölücüden ve PFD'den gelen bireysel seslerin toplamıdır. Sonuç-147 dBc/Hz'dir. Bu, PFD'de belirlenir. Hesaplamak-



Şekil 9.55 - **Teorik ve gerçek PLL dinamiklerinin karşılaştırılması son derece iyi yazışmalar göstermektedir.**

Bu gürültünün PLL çıkışında ne kadar geç ölçüleceğini 20LogN = 46 dB eklememiz gerekiyor. Böylece PLL mantık cihazları nedeniyle çıkış gürültü zemini -101 dBc/Hz'dir. Bu, 100 kHz'lik bir ofsette VCO faz gürültüsüne yakındır, bu nedenle minimum gürültü tasarımı, döngü bant genişliğimiz olarak 100 kHz'i seçmemizi önerir.

Bir alternatif, R sayacını ortadan kaldırmak ve doğrudan 50 MHz referans kullanmaktır. Düşük gürültü referansı için mükemmel bir seçim, Kasım/Aralık 1999 *QEX'te 13. sayfada John Stephensen tarafından açıklananıdır.* Bu VCXO'nun gürültü performansı, temel frekansta 10 kHz ofsette -160 dBc/Hz'dir. Bunu çıkış frekansına çevirmek, -114 dBc/Hz sonucu için 20 log N eklemek anlamına gelir. **R sayacını ortadan kaldırmak,** çıkışta mantık gürültü tabanını -104 dBc/Hz'e düşürür. Tercüme edilen referans osilatör gürültüsü, mantık cihazlarından gürültü tabanının 10 dB altındadır, bu nedenle mantık gürültü zemini hakimdir.

Bu bilgiyi kullanarak şimdi döngü filtresini tasarlayabiliriz. V CO ayar voltajının 0.5 ile 4.5V arasında olduğunu varsayarsak, bu PFD'de bulunan şarj pompasını doğrudan kullanabilir ve bu nedenle Şekil 9.48'den pasif üçüncü derece döngü filtresini seçebiliriz. Şekil 9.46'daki denklemleri kullanıyoruz ve R = 6977 ohm, C 1 = 724 pF ve C2 = 80 pF döngü filtresi bileşen değerlerini hesaplıyoruz. Bu nedenle bu bileşen değerleri için sırasıyla 6.8k, 820 pF ve 82 pF seçiyoruz. Teorik ve gerçek PLL dinamiklerinin Bode grafiği **Şekil 9.55'te gösterilmiştir.** Onları birbirinden ayırmak neredeyse imkansız !

VCO daha yüksek ayar voltajları gerektiriyorsa, bu döngü filtresinin çıkışı ile VCO arasında ters çevirmeyen bir op-amp kazanç aşaması ekleyebilirsiniz. Döngü filtresi kapasitörlerinden sızıntıyı en aza indirmek için düşük girişli bir akım op-amp seçin. Dikkatli olun - bu amplifikatör aşamasının kazancı etkili VCO'yu değiştirir döngü deneyimleri kazanmak. Döngü filtre bileşenlerini tasarlarken, "tasarım" VCO kazancı, gerçek VCO kazancının ve amplifikatör kazancının ürünü ile değiştirilmelidir. İt ayrıca, voltaj amplifikatörünün 1 dB bant genişliğinin, döngü bant genişliğini büyük ölçüde aştığından emin olmak için gereklidir, böylece PLL faz yanıtını ve dolayısıyla döngü kararlılığını bozmaz.

9.6.6 PLL Ölçümleri ve Sorun Giderme

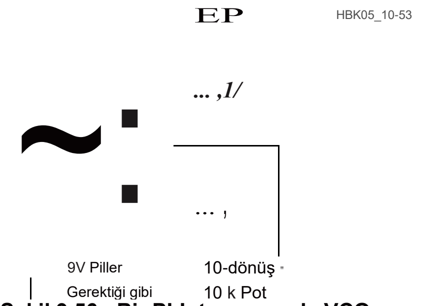
VCOGAIN

Bir PLL tasarlarken ölçmemiz gereken ilk şeylerden biri VCO kazancıdır. Gerekli aletler arasında bir voltmetre, bir alıcı veya frekans sayacı gibi bir çeşit frekans ölçüm cihazı ve temiz bir değişken voltaj kaynağı bulunur. **Şekil 9.56'daki devre,** bir veya daha fazla 9 V pil ve 10-tum, 10 kQ pot içerir. Biri voltajı bir miktar değiştirir ve daha sonra VCO'nun ilişkili frekansını kaydeder. VCO'nun kazancı, f'deki değişimin voltajdaki değişime (Hz/V) bölünmesidir.

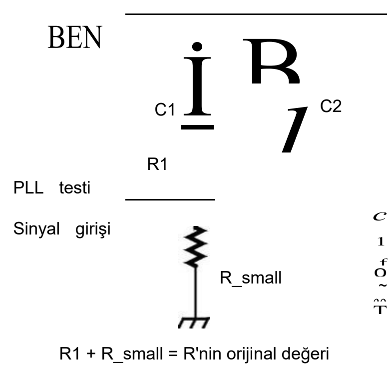
DÖNGÜ BANDWIDTH

PLL'nin gerçek bant genişliğini ölçmek, genellikle PLL'nin tüm kazancını ve faz yanıtlarını ölçmek anlamına gelir. Sadece bir kare dalga jeneratörü ve bir osiloskop gerektiren çok daha kolay bir yol var. Bu yöntem, Glenn Ewart tarafından geliştirilen ve düşük empedans noktasında döngüye düşük değerli bir kare dalga enjekte eden ve böylece impuls yanıtının doğrudan gözlemlenebileceği Şekil 9.57'nin PLL test yapısını kullanır. Test sinyali ayrıca yere referanslıdır ve döngü kilitleme voltajından bağımsızdır.

Döngü filtresindeki seri RC bileşenlerini değiştirerek başlayın, böylece direnç con-



Şekil 9.56 - **Bir PLL tasarımında VCO kazancını ölçmek için kullanılan temiz, değişken voltaj kaynağı.**



Şekil 9.57 - **PLL dinamikleri için basit bir test yapısı.**

Toprağa bağlı ve kondansatör VCO ayar hattına bağlanır. Daha sonra direnci, filtrenin ihtiyaç duyduğu toplam direnci bir araya getiren iki dirence bölün. Toprağa bağlı alt direnç çok küçüktür - toplam direnç değeri 50'den çok daha büyük olduğunda 50 Q güzel bir seçimdir. Üst direnç geçici olarak istenen kalan direnci oluşturabilen bir potansiyometre ile değiştirilir. Alt direnç boyunca, kare dalga jeneratörünü bağlarız ve döngü bant genişliğinin birkaç yüzdesinde bir frekansta küçük bir genliğe (100 veya 200 m V yaygındır) ayarlarız ve PLL'yi çalıştırırız. Bir osiloskop ile VCO ayar hattına baktığımızda PLL'nin impuls tepkisini görüyoruz.

Şimdi potansiyometrenin değerini düşük tarafa ayarlayın. Dürtü tepkisi şimdi çınlama gösterecektir. Bu çınlamanın frekansı, PLL döngü bant genişliğinin iyi bir yaklaşımıdır.

SETTLIGNG TİME

Döngü bant genişliğini ölçtükten sonra, potansiyometreyi nominal değerine geri ayarlayın. Dürtü tepkisi *çok* daha temiz görünmelidir! İt, dürtü yanıtının yerleşme zamanına bakmaya ve bunun PLL'nin yerleşme zamanı olduğunu söylemeye cazip geliyor. Bu maalesef tam olarak doğru değil.

PLL kapasitör kadar tamamen yerleşmiş değil

C 1 tamamen dolu. Bu genellikle dürtü tepkisinin kendisinin gösterdiğinden biraz daha uzun sürer. Kapsam probunu Cl'nin "toprak" tarafına taşıyın ve bu voltaj sıfıra ulaştığında ölçün. Bu, filtre dirençlerinden akan daha fazla akım olmadığı ve kapasitörün tamamen şarj olduğu anlamına gelir.

SORUN GIDERME PLLS

PLL tasarımlarında sıkça karşılaşılan bazı sorunlar şunlardır:

• Faz dedektörünün çıkışları ters çevrilir. Bu, döngünün bir veya diğer güç kaynağı raylarına sürtünmesine neden olur. Döngü bu durumda kilitlenemez. Çözüm: Faz dedektörü çıkışlarını değiştirin.

• Döngü, VCO'nun ayar voltajı gereksinimlerine uyamaz. Bir kilit için gerekli voltaja ulaşılmadan önce döngü ayar voltajı biterse, kilitli durum mümkün değildir. Çözüm: VCO'yu daha düşük bir ayar voltajında yeniden merkezleyin veya op amfi üzerindeki ray voltajlarını artırın.

Döngü çok gürültülü ve ayar voltajı çok düşük. VCO'daki varaktör diyotlarındaki ayar voltajı, osilatör tankı devresindeki RF voltaj salınımının altına düşmemelidir. Çözüm: VCO'yu, döngünün daha yüksek bir ayar voltajı ile kilitlenmesi için ayarlayın.

9.6.7 Ticari Synthesizer İCs

Bu bölümde, piyasada bulunan synthesizer çiplerini ve daha yeni hibrit mimarilerde DDS'nin rolünü araştırıyoruz. Aşağıdakilerin proje odaklı olması amaçlanmamıştır, bunun yerine okuyucuyu burada tam olarak keşfedilemeyen ek kavramlara maruz bırakmak için tasarlanmıştır. Bu fikirlerden haberdar olan okuyucu, bu bölümün sonunda referanslar kullanarak bunları ayrıntılı olarak incelemek isteyebilir.

Hücresel ve Wi-Fi uygulamaları için son yıllarda birçok synthesizer çipi tanıtıldı. Bu cihazlardan herhangi birinin amatör uygulamalar için uygun olup olmadığı sorulabilir. Kısa cevap muhtemelen hayır. Bu çipleri kullanan uygulamalar en az harici bileşen için çaba gösterir, bu nedenle genellikle tasarımda esnek değildirler. Bu çipler, iletişim bağlantısının tipik olarak 3 milden (5 km) daha kısa mesafeler için birkaç on megabit gönderdiği katı bir uygulama profiline uygundur. Bazıları, ilklerinin diğer çiplerine saygılı olarak "düşük gürültü'olarak bile belirlenmiştir, ancak bu gürültü seviyeleri çoğu amatör gereksinime göre gerçekten düşük değildir. Faz gürültüsü, -amaçlanan uygulamaları için yeterli olsa da, ek önlemler alınmadan birçok HF, VHF ve UHF uygulaması için yeterince iyi değildir.

Tüm bunlara rağmen, ek tasarımla yararlanılabilecek bazı ilginç özelliklere ve yeteneklere sahipler. Biraz prop-Yararlanılabilecek ertiler, programlanabilir şarj pompası akımı, çoklu döngü sentezleyicileri oluşturmak için zengin bir bölme seçenekleri seti ve tipik olarak düşük güç tüketimidir .

Genel performansı artırmanın en kolay yollarından biri, bu çiplerden birini ek frekans bölümüyle takip etmektir. Aşağıdaki örneği göz önünde bulundurun: Bu yongalardan biri 500 ila 550 MHz synthesizer olarak kullanılabilir, ardından toplam 100 bölünme için iki basamaklı on yıllık bölücüler. Bu bölme, faz gürültü profilini 40 dB azaltacak ve 5 ila 5.5 MHz aralığı için oldukça sessiz bir sentezleyici yapacaktır. Adım boyutu da 100 kat azaltılacak ve 500 ila 550 MHz aralığında gereken aralık, 5 MHz'de 10 Hz'lik bir adım boyutu için 1 kHz'e eşit olacaktır. Bu, 9 MHz SSB jeneratörüne karşı her iki karıştırıcı ürünü kullanarak 80 ve 20 metreyi kapsayan basit bir geleneksel radyo için iyi bir yerel osilatör yapar.

Yardımcı olabilecek başka teknikler de vardır. VCO'yu çipten ayırmak, VCO'ların daha fazla karmaşıklık pahasına duyarlı olduğu "çip" gürültüsünün çoğundan kaçınmasına izin verecektir. VCO harici olarak uygulanırsa, artan çalışma Q ile tasarlama fırsatı vardır, böylece genel faz gürültü performansını iyileştirir. Harici bir VCO diğer fırsatları da açar.

Daha önce de belirtildiği gibi, bu çipler 3 ila 5 V'luk bir V cc'de çalışmak üzere tasarlanmıştır, tipik olarak çalışma voltajını üretmek için dahili bir şarj pompası kullanılır. Bu, ayar voltajı salınımını V cc ile sınırlar - Biri, V cc aralığında VCO tank devresindeki tüm ayar aralığı voltajına ve ac voltaj gezisine uyabilmelidir. Daha önceki bölüm İmproving VCO Gürültü Performansı'nın sonunda belirtildiği gibi, bu sorun, daha yüksek bir voltajda çalışan harici bir operasyonel amplifikatörde voltaj kazancı eklenmesiyle aşılabilir. Bu, osilatörün sinyal-gürültü oranının, tank voltaj salınımını artırarak ve hala ayarlama işlevini yerine getirmek için yeterli voltaj aralığına sahip olarak geliştirilmesini sağlar. Bu cihazların performansının amatör uygulamalar için nasıl geliştirilebileceğine dair kesinlikle daha fazla örnek var.

DDS İN HYBRID SYNTHESIZER KULLANIMI

DDS'yi hibrid bir synthesizer sistemine dahil etmenin bir yöntemi, DDS'nin frekans çözünürlüğünün en az önemli basamaklarını sağlaması ve DDS çıktısını en önemli basamakları sağlayan geleneksel bir N'ye bölmeli döngüye toplamasıdır. İstenirse, bu sinyal herhangi bir DDS sahte sinyalini daha da zayıflatmak için yeterince dar bir filtreden geçirilebilir. Bu yöntem, bir dizi ticari sinyal jeneratöründe ve daha fazla modun bazılarında kullanılır. em alıcı-vericiler.

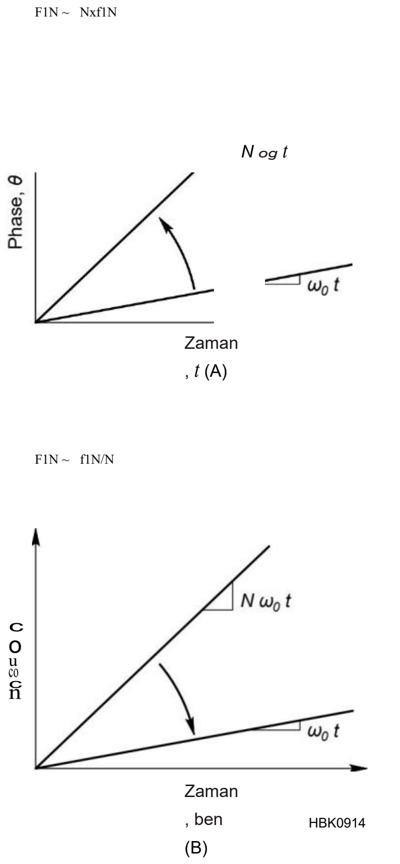
Yaygın olarak kullanılan bir başka yaklaşım, DDS cihazlarından elde edilen son derece küçük adım boyutundan yararlanmak ve bunu geleneksel bir PLL sentezleyicisine referans frekans olarak kullanmaktır. PLL'nin döngü bant genişliği şimdi DDS çıkışı sahte sinyallerini azaltmak için bir izleme bant geçişi filtresi olarak hareket eder. Çoğu modem FM yayın vericisi, CDROM ve diğer sayısallaştırılmış materyalleri yayınlarken ikinci tekniği kullanır.

9.6.8 Analog frekans sentezi

"Analog" terimi günümüzde eskimiş gibi görünse de, bu teknikler modem radyo tasarımlarında hala geniş bir kullanıma sahiptir. Burada kısaca ele alınmıştır.

FREKANS MULTİPLICATION

İt, Şekil **9.58A'de gösterildiği gibi, frekans çarpımını zamanla fazın artan bir eğimi olarak görmek için kullanışlıdır.** Harmonik için



Şekil 9.58 - Frekans çarpma ve bölme: A - çarpma, sinyal fazının zamanla değişme oranını arttırır. Bu genellikle bir tam sayıdır (harmonik üretim), ancak bazı uygulamalarda tam sayı olmayabilir (PLL); B - frekans bölünmesi, sinyal fazının zamanla değiştiği hızı azaltır. Bu neredeyse her zaman bir tamsayıdır.

nesil, bu çarpma faktörü bir tam sayı. Faz kilitli döngüler gibi daha karmaşık frekans çarpanları, tam sayı olmayan değerlerle frekans çarpımını kolayca sağlayabilir.

FREKANS DIVISION

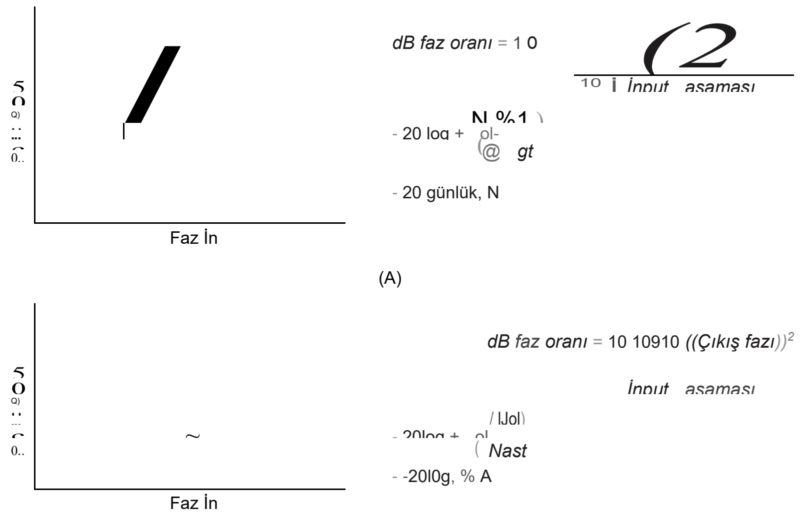
Aynı şekilde, frekans bölünmesi, çıkış - sinyali fazının eğiminde zamanla bir azalma olarak görülür. Bu Şekil 9.58B'de gösterilmiştir. Frekans çarpımı ve bölme birbirinin ters işlemidir.

Frekans çarpanları ve bölücülerin gürültü davranışı da ters bir ilişkiye sahiptir. Faz gürültüsü, sinyal fazının karşılaştığı aynı süreçlerle karşılaşır. **Şekil 9.59,** herhangi bir frekans çarpanından çıkan faz gürültüsünün, giriş sinyalindeki faz gürültüsünden en az + 20log10 (N) daha yüksek olduğunu göstermektedir. Bu kaçınılmaz. Çarpma faktörü N büyük olduğunda da büyük bir problemdir. Biz çok düşük faz gürültü ile bir faz çarpanı içine giriş sinyalleri olması için motive .

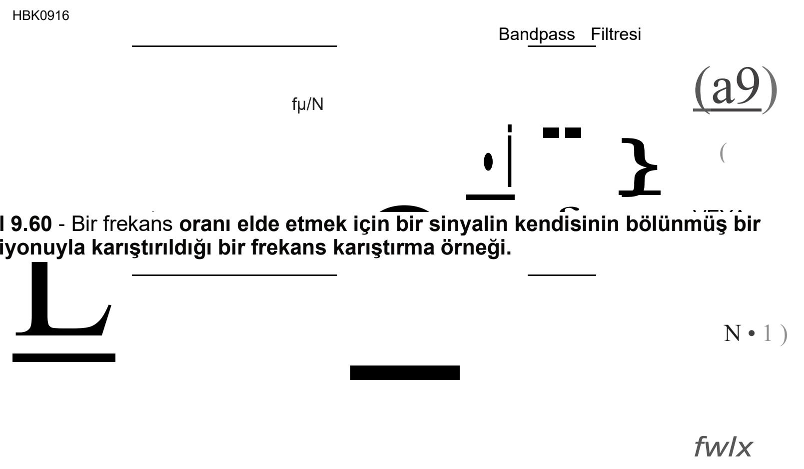
Neyse ki, bir frekans ayırıcının çıkış fazı gürültüsü, giriş sinyalinden daha düşüktür. Bu etki de simetriktir. Bu etki genellikle çok düşük gürültü sentezleyici tasarımında kullanılır.

FREKANS MIXNG

Mikserler frekans toplama ve çıkarma uygular. Sorun, karıştırıcıların her ikisini de aynı anda yapmasıdır; bu, toplam frekansın veya fark frekansının radyonun sonraki aşamalarına ilerleyip ilerlemeyeceğini kasıtlı olarak seçmek için bazı filtrelemelerin gerekli olduğu anlamına gelir. İn **Şekil 9.60** frekans karıştırma özel bir örnek sunulmaktadır. Burada çıkış, giriş frekansının yakın bir oranıdır, N = 2 olduğunda 2/3 veya 3/2 veya N = 8 olduğunda çıkışlar 7/8 veya 9/8 olabilir.



Şekil 9.59 - **Frekans çarpanları ve bölücülerin gürültü davranışı: A - frekans çarpımı çıkış fazı gürültüsünü arttırır; B - frekans çarpımı çıkış fazı gürültüsünü azaltır.**



Şekil 9.60 - Bir frekans **oranı elde etmek için bir sinyalin kendisinin bölünmüş bir versiyonuyla karıştırıldığı bir frekans karıştırma örneği.**

9.7 fazlı gürültü

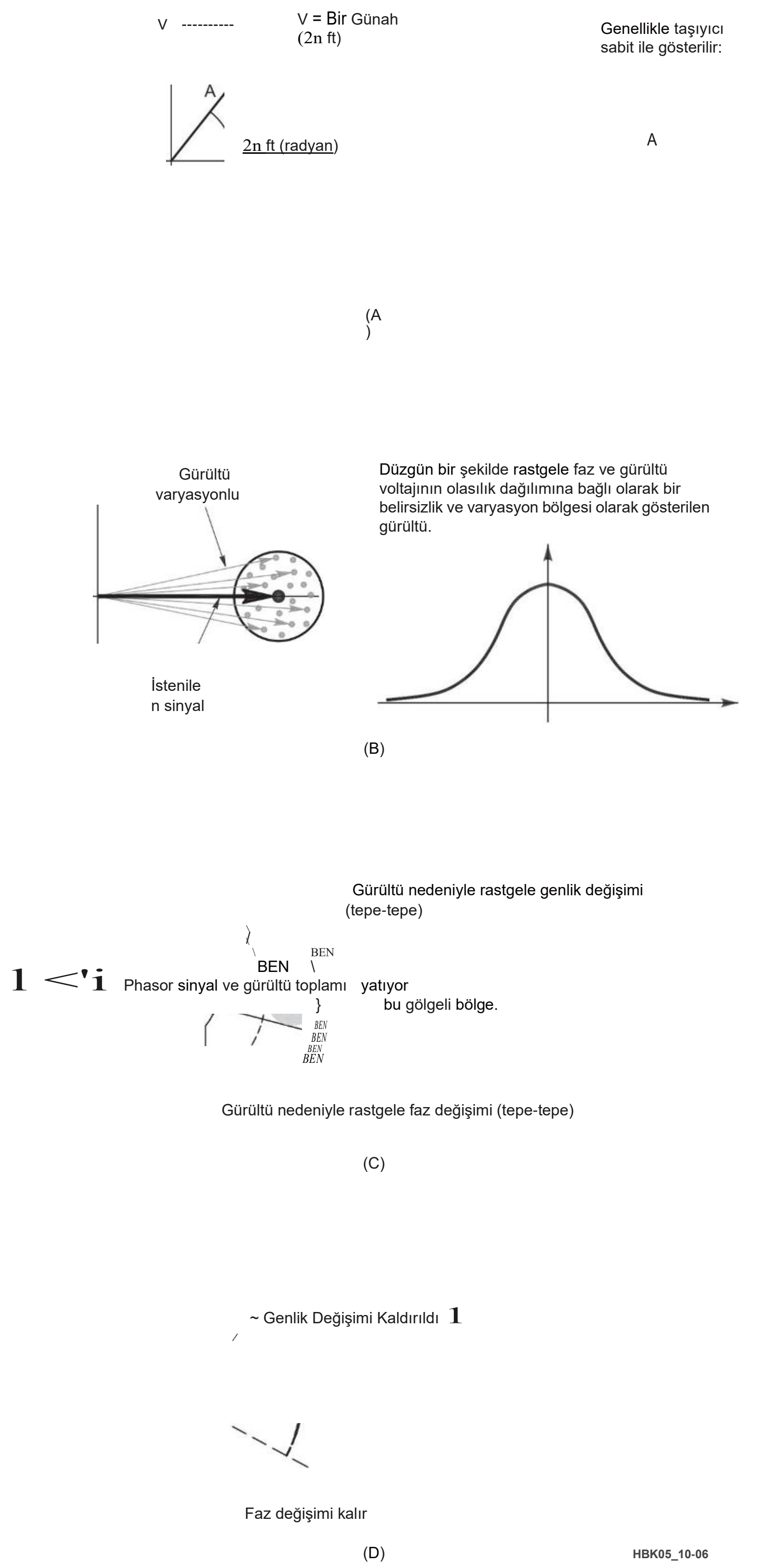
(Bu bölüm özellikle osilatörler tarafından üretilen faz gürültüsü ile ilgilidir. Gürültü hakkında daha genel bir tartışma **RF Teknikleri** bölümünde bulunabilir.) Hiçbir osilatör çıkış sinyali mükemmel değildir. Bir osilatörü filtrelenmiş bir gürültü jeneratörü olarak görmek nispeten modemdir. Eski yaklaşım, ilave, istenmeyen bir gürültü sinyali ile saf bir sinüs dalgası yapan bir osilatör düşünmektir. Bunlar aynı şeyi görselleştirmenin farklı yolları. Bunlar, hangisinin bir noktayı en iyi şekilde netleştirdiğine bağlı olarak birbirinin yerine kullanılan eşit derecede geçerli görünümlerdir.

Örneğin, **Şekil 9.61'de gösterilen AM (genlik) gürültüsü ve PM (faz) gürültüsü süreçleri arasındaki ilişkileri görmek için saf sinüs-dalga-artı-gürültü görünümünü kullanmak öğreticidir.** Saf bir sinüs dalgasına Gauss gürültüsü eklemek, fazerler kullanılarak yararlı bir şekilde modellenir. Şekil 9.61B'de gösterilmiştir. Bu, Şekil 9.61C'de gösterildiği gibi gürültü nedeniyle hem AM hem de PM üretir. Bu sinyalin - sıkıştırmadaki bir amplifikatör veya anahtarlama karıştırıcısı gibi bir sınırlayıcı işlemden geçirilmesi, yalnızca Şekil 9.61D'de gösterilen faz gürültüsünü bırakır. AM gürültüsünü kaldırmak, ancak faz gürültüsünü kaldırmak çok kolay olduğundan, osilatör AM gürültüsü hakkında esasen bir tartışma yoktur. Faz gürültüsü kritik bir sorundur .

Faz modülasyonu (PM) ve frekans modülasyonu (FM) yakından ilişkilidir. (Her birinin ayrıntılı bir açıklaması için Modülasyon bölümüne bakın.) Faz, frekansın integralidir, bu nedenle faz modülasyonu frekans modülasyonuna benzer, burada frekans sapması artan modülasyon frekansı ile artar. Bu nedenle, "frekans gürültüsü'nden bahsetmeye gerek yoktur, çünkü faz gürültüsü zaten kaplıyor.

Osilatör fazı gürültüsünün kapsamlı bir analizi bu bölümün kapsamı dışındadır. Bununla birlikte, Ulrich Rohde, Nl UL tarafından lineer olmayan harmonik denge teknikleri ve Colpitts osilatör devresindeki gürültü kaynakları kullanılarak serbest salınan osilatörlerin ayrıntılı, son teknoloji ürünü bir tedavisi, bu kitaba eşlik eden indirilebilir ek bilgilerde sunulmaktadır. Ayrıca, düşük gürültülü synthesizer tasarımı ile ilgili olarak Dacus için Referans girişine bakın.

Faz gürültüsünü ölçmek için gereken dinamik aralık nedeniyle, tüm elektrik mühendisliğinde en zor ölçümlerden biridir. ARRL Laboratuvarı Verici Faz Gürültüsü Ölçümü bölümü, tekrarlanabilir, güvenilir ölçümler elde etmek için hangi uzunluklara gidilmesi gerektiğini göstermektedir.



Şekil 9.61 - A'da, gürültüsüz ideal bir osilatörün bir vektör (sol) ve fazör (sağ) diyagramı. Eklenen gürültü fazörün uzunluğu ve pozisyonunda (B) bir belirsizlik bölgesi oluşturur. AM gürültü fazor uzunluğunu değiştirir; PM gürültüsü fazörün göreceli açısal konumunu (C) değiştirir. Hem AM hem de PM paraziti içeren bir sinyalin sınırlandırılması AM'den ayrılır ve PM'den (D) ayrılır.

Alıcı faz gürültüsünün ölçülmesiyle ilgili ek bir makale, bu kitabın indirilebilir ek materyaline dahil edilmiştir.

9.7.1 Faz Gürültüsünün Etkileri

Faz gürültüsü, diğer sınırlamalardan daha belirgin olduğunda bir sorun haline gelir. İt tüm sinyalleri bozar, ancak önemli olup olmadığı - uygulamaya bağlıdır. Ses sinyalleri için kulaklık veya hoparlörlerde arka plan "tıslama'gibi geliyor. Ayrıca, alıcıların dinamik aralığını yakından ayrılmış sinyallerle veya çok farklı giriş güçlerine sahip sinyalleri alarak sınırlar.

Faz gürültüsü, frekans sentezleyicilerin kullanımı amatör ekipmanlarda geleneksel LC VFO'ları desteklediğinde amatörler için önemli bir sorun haline geldi. Bu bölümün Frekans Sentezleyicileri bölümünde tartışılan nedenlerden dolayı, makul kalitede bir LC VFO'nun faz gürültü performansı ile rekabet ederken, SSB ve CW işlemiyle kullanılmak üzere yeterince ince adımlarla ayarlanan bir sentezleyici geliştirmek büyük bir görevdir. Birçok sentezleyici bu hedefin çok gerisinde kalıyor. Frekans sentezleyicilerle ilgili sorunların yanı sıra, faz gürültüsü her zaman daha yüksek frekanslarda daha da kötüleşir .

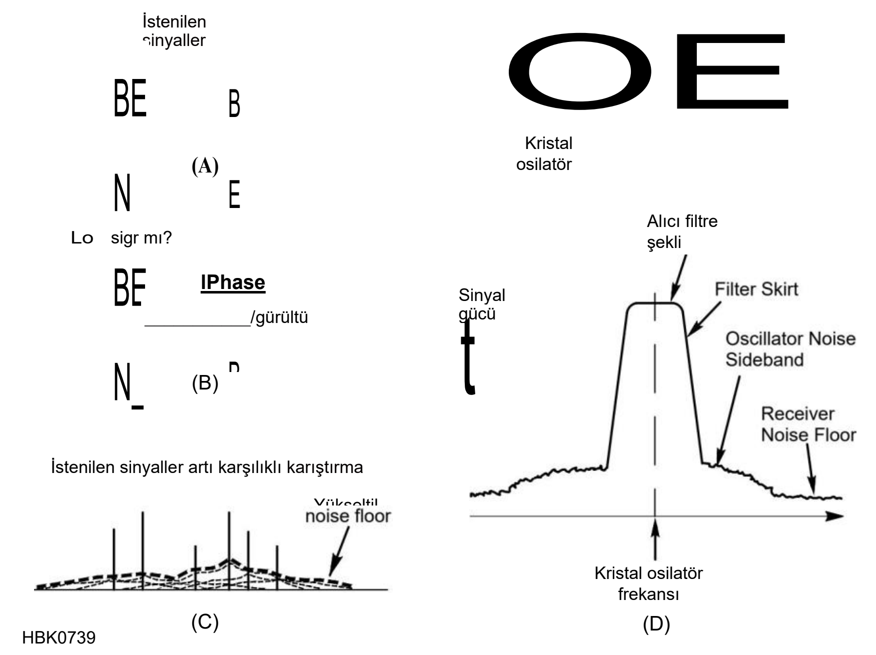
Genel kapsamlı, yukarı dönüştüren alıcı mimarileri, yerel osilatörlerin daha yüksek ve daha yüksek frekanslarda çalışmasını gerektirir ve bu da faz gürültü performansını artırır. Bununla birlikte, SDR teknikleri genişledikçe, faz gürültü performansı hem alma hem de iletimde gelişmektedir.

9.7.2 Karşılıklı karıştırma

Tüm karıştırıcılar simetriktir, yani çıkış İF sinyali her iki giriş sinyalinin özelliklerine bağlıdır: Yerel osilatör (LO) ve istenen sinyal. Her iki sinyalde bir değişiklik İF'de ortaya çıkar, burada görülen sinyal özelliklerinin giriş sinyalinin kendisinden mi yoksa LO'dan mı geldiğini bilmenin bir yolu yoktur. Genellikle LO'nun çok saf olduğunu varsayarız, bu nedenle sadece giriş sinyali modülasyonları İF'de görünür.

LO sinyalinde faz gürültüsü olduğunda, durum değişir. LO üzerindeki gürültü, mikser çıkışındaki tüm giriş sinyallerine, her giriş sinyalinde orijinal olarak varmış gibi aktarılır ve LO mükemmel bir şekilde temizdi - İF devreleri farkı söyleyemez. Bu işleme, LO üzerindeki gürültünün istenen çıkış sinyalinde gürültü olarak göründüğü karşılıklı karıştırma denir. Bu, bir alıcının zayıf sinyal yeteneğinde ciddi bir sınırlamadır.

LO faz gürültüsünün karşılıklı karıştırılmasının alıcı dinamik aralığını nasıl sınırlayabileceği **Şekil 9.62'de gösterilmiştir.** Bant etkinliğinin olası bir senaryosu, Şekil 9.62A'de giriş sinyalleri kümesi olarak gösterilir. Şekil 9.62B bu alıcının LO için faz gürültü profilini gösterir. Karşılıklı karıştırma LO faz gürültü olduğunu gösteren Şekil 9.62C'de gösterilmiştir



Şekil 9.62 - A'da tipik bir giriş sinyali kümesi ve B'de faz gürültüsü olan bir LO sinyali gösterilir. B'deki LO sinyali A'daki giriş sinyalleriyle karıştırıldığında, Sonuç, her biri faz gürültüsü eklenmiş bir dizi karıştırma ürünüdür, Alıcınızdaki C. Faz gürültüsünde gösterildiği gibi bant boyunca gürültü tabanını yükseltmek, D'de gösterildiği gibi güçlü, temiz bir kristal osilatör sinyaline ayarlanarak duyulabilir.

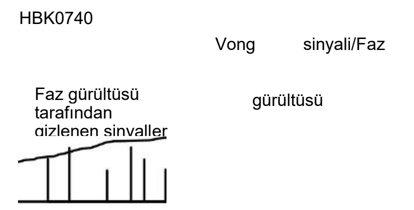
Banttaki sinyallerin her birine giriş gücüyle orantılı olarak eklendi. Alıcı demodülatör tarafından görülen toplam gürültü, alınan frekansta aktarılan tüm faz gürültü profillerinin toplamıdır. Bu, alıcının görünen gürültü tabanını yükseltir.

LO faz gürültüsüne bağlı anotherreceiverproblem, alıcı geçiş bandında çok büyük bir sinyal belirirse, ancak istenen sinyalden iyi çıkarılmış bir frekansta ortaya çıkar. Bunun bir örneği **Şekil 9.63'te gösterilmiştir.** LO faz gürültüsü aşırı ise, bu büyük sinyalle karşılıklı karıştırma, istenen sinyalleri demodüle etme yeteneğini tamamen engelleyebilir. İndeed, spektrumun geniş bir alanını nispeten işe yaramaz hale getirmek mümkündür.

Bir alıcıda karşılıklı karıştırma, diğer istasyonların çalışma kabiliyetini etkilemez. Çözüm, alıcının LO'sundaki faz gürültüsünü azaltmaktır.

9.7.3 Bir Faz Gürültü Gösterimi

Sağlıklı merak, bir çeşit gösteri gerektirir, böylece bir problemin ölçeği, ölçümler denenmeden önce "kulaktan" yargılanabilir. Sadece bir osilatörün gürültüsünü ölçebilmemiz gerekir (daha sessiz olanların geliştirilmesine yardımcı olmak için) ve ayrıca bir alıcıdaki osilatörlerin faz gürültüsünü ölçebilmemiz gerekir (bir verici bir osilatör olarak ele alınabilir). Uygun bir şekilde, bir alıcı işlevlerin çoğunu içerir



Şekil 9.63 - Güçlü bir alınan sinyal, istenen sinyallerin gürültü tarafından tamamen gizlendiği ciddi karşılıklı karışmaya neden olabilir. Sinyal, verici LO'dan faz gürültüsü ile iletilirse, etki, bazen çok geniş bir frekans aralığında, istenen sinyalleri kapsayan gürültü ile aynıdır.

Kendi faz gürültüsünü göstermek gerekiyordu.

Karşılıklı karıştırma, gelen sinyalleri temizlemek için LO'nun yan bantlarını eklediğinden, LO taşıyıcısına göre mevcut olan gelen taşıyıcıya aynı oranda, tek yapmamız gereken, alıcının ayarlama - aralığında istediğimiz yere güçlü, temiz bir sinyal uygulamaktır. Bu sinyalin jeneratörü, değerlendirilen radyodan daha düşük faz gürültüsüne sahip olmalıdır. Genel amaçlı bir sinyal jeneratörünün yeterince iyi olması muhtemel değildir; Bir kristal osilatör - gereklidir .

Osilatörün sinyal seviyesini alıcıya yaklaşık bir kuvvete ayarlamak uygundur. Yayın taşıyıcı, S9 + 40 dB deyin. Alıcının modunu SSB veya CW olarak ayarlayın ve - Şekil 9.62D'de gösterildiği gibi sinyale daha yakın ayarlarken artan bir gürültü zemini (daha yüksek tıslama seviyesi) arayarak test sinyalini ayarlayın. Dar bir CW filtresinde geçiş yapmak, taşıyıcıya SSB filtresiyle mümkün olandan daha yakın bir ses duymanızı sağlar. Bu aynı zamanda bir - alıcının etkili seçiciliğini ölçmek için kullanılan tekniktir ve bazı ekipman incelemecileri arsalarını bu formatta yayınlar. ARRL Lab tarafından yapılan QSTreviews, genellikle belirli fazenoise - ölçümlerinin sonuçlarını içerir.

9.7.4 İletilen Faz Gürültüsü

İletilen bir sinyal üretmek için kullanılan bir LO üzerindeki faz gürültüsü de yükseltilecek ve istenen çıkış sinyaliyle birlikte iletilecektir. Bu, düşük faz gürültüsüne sahip alıcılar için bile gürültü tabanını yükselterek alımı gizler, çünkü onlar da vericiden gürültü alırlar. Bu durumda, faz gürültüsü alıcıya harici olarak üretilir ve vericide çıkarılmalıdır.

Verici doğrusal olarak çalışıyorsa, iletilen gürültünün gücü, faz gürültüsü osilatör sinyal gücüne olduğu gibi verici çıkış gücü ile aynı orantıdadır. Gürültü, sinyal bant genişliğini sınırlayan dar bant filtrelemeden geçmediği sürece istenen sinyalin iletildiği bandın çok ötesine bile uzanabilir.

Bu iletilen gürültü, iletişim için yararlı olmayan boşa harcanan güçtür ve maalesef fora'yı daha gürültülü bir bant haline getirir. Zayıf bir istasyonda çalışıyorsanız ve - gürültülü bir osilatöre sahip yakındaki bir verici farklı bir frekansta yüksek güç sinyali ile havaya gelirse, bu frekans dışı vericiden gelen çıkış gürültüsünün bu zayıf istasyonda çalışmaya devam etme yeteneğinizi tamamen bloke etmesi mümkündür.

Kötü durumlarda, yakındaki istasyonların alımı, rahatsız edici istasyonun frekansının üstünde ve altında onlarca kilohertz üzerinde engellenebilir. Bu, rahatsız edici sinyalin ve bununla ilişkili gürültünün yakındaki bir vericiden geldiği Şekil 9.63'te görülür. Yakındaki vericiye yakın frekanslar aniden işe yaramaz.

İletilen faz gürültüsü, Field Day'de veya - birkaç vericinin ve alıcının yakın olduğu acil iletişim sırasında olduğu gibi çok istasyonlu çalışma için ciddi problemler oluşturabilir. Bu, erken PLL sentezlenmiş VF Os kullanan alıcı vericiler ile ilgili özel bir sorundur. Eğer böyle bir operasyon planlıyorsanız, kullanmayı planladığınız alıcı-vericiler için iletilen faz gürültüsü seviyesinin kabul edilebilir olduğundan emin olun.

Alıcınızda, iletilen faz gürültüsü hakkında yapabileceğiniz hiçbir şey yoktur. Aynı frekansta gürültü gücü olduğunda

Aldığınız zayıf (uzak) bir sinyal olarak, alıcınız onları ayıramaz. Tek çözüm, sorunlu istasyonun'daha temiz'bir LO (daha az faz gürültüsü) olan bir verici kullanmasıdır. Bu, karşılıklı karıştırmadan daha ciddi bir sorundur, çünkü bu iletilen gürültü, diğer birçok istasyonun bu bandı kullanma yeteneğini etkiler.

9.7.5 PLL Synthesizer Faz Gürültüsü

Rezonatör Q'daki farklılıklar genellikle bir döngünün referans osilatörünün faz-gürültü kenar bantlarını VCO'nunkinden çok daha küçük yapar. Döngü bant genişliği içinde, bir PLL, VCO'sunun faz gürültü bileşenlerini referansınkilerle eşleştirmeye yönelik hareket eder. Bunun gerçekten gerçekleşmesine engel olan ve burada özetlenen birkaç süreç var.

Faz dedektörüne uygulanan fgEr sinyalini üretmek için referans osilatör sinyalinin fo'ya bölünmesi, referans osilatörün faz-gürültü kenar bantlarının sapmasını da böler. (Önceki bölüm onPLL'ye bakın.) Bu bölünme, on yıllık bölünme başına faz gürültüsünde 20 dB'lik bir azalmaya neden olur. Bu -20 log (R) dB faktörü olarak modeller, Burada R referans bölen değeridir, çünkü İgpr fo. Ayrıca, döngü bant genişliği içinde PLL'nin bir frekans çarpanı olarak hareket ettiğini ve bunun PFD'de bulunan faz gürültü kenar bantlarının sapmasını çarptığını biliyoruz, Yine on yılda 20 dB veya eşdeğer olarak 20 log (N) dB faktörüyle, N döngü bölücünün değeridir. Referans osilatör ve PLL çıkışı arasında, referans sinyalindeki yan bantlar 20 log (N/R) dB artar.

SAYAÇ VE PFD NOISE

Mantık devreleri, PLL tasarımı için son derece önemli olan bir gürültü özelliğine sahiptir. Herhangi bir devre, gerçekten aşağı indiğinizde, her zaman bir analog devredir. Bu durumda, mantık devrelerinin anahtarlama eşiği üzerinde çok az miktarda gürültü vardır. Bu az miktarda gürültü, giriş saati tamamen temiz olsa bile, mantık devresinin gerçekte ne zaman değiştiği konusunda çok küçük bir değişiklik gösterir. Bu küçük zamanlama titremesini, bir faz modülasyonuna doğrudan eşdeğer olan "sıfır geçiş" çıkış sinyalindeki küçük bir kayma olarak düşünebiliriz.

Bu timingjitteris sabitinin miktarı, çalışma frekansı ne olursa olsun. Bu nedenle, temsil edilen faz kayması miktarı çalışma frekansına bağlıdır: 1 **kHz'de 1 nanosaniye jitter** çok küçüktür, ancak 100 MHz'de 36 dereceyi temsil eder. Sonuç olarak, çalıştıkları frekansa bağlı olan dijital devrelerden gürültü tabanının farklı ölçümlerini alırız. Bu dijital gürültü zemini, PFD girişlerinde ölçülen bölünmüş referans osilatör gürültüsüyle VCO gürültüsünü eşleştirmek için PLL eylemine müdahale eder.

VCO NOISE

PLL, bant genişliği içinde sadece yavaşça hareket eden gürültüyü izleyebilir. Bu nedenle, PLL'nin ölçmesi ve izlemesi için yeterince yavaş değişen VCO gürültü bileşenleri giderek daha başarılı bir şekilde iptal edilecektir. PLL bant genişliğinden daha hızlı değişen herhangi bir VCO gürültü bileşeni hiç değiştirilmez. PLL bant genişliğinin ötesindeki ofset frekanslarda, VCO gürültüsü hala PLL bile yokmuş gibi mevcuttur.

Bu, düşük gürültülü bir sentezleyici elde etmek için PLL bant genişliğini çok geniş yapmaya teşvik edildiğimiz anlamına mı geliyor? Evet, bir dereceye kadar. PLL sentezleyicileri oluşturduğumuzda, döngü bant genişliği çok genişlerse, yakında dijital bölümden gelen mantık gürültüsünün yoluna girmeye başladığını görüyoruz. Bu olduğunda, toplam PLL çıkış gürültüsü aslında bant genişliği genişledikçe artmaya başlar. Toplam PLL çıkış gürültüsünün minimum olduğu bir dizi döngü bant genişliği değeri vardır. Bu aralık, 20 log (dört/fgr) ile çarpılan mantık gürültü tabanının, VCO içsel faz gürültüsü ile aynı değere sahip olduğu ofset frekansında ortalanır.

Açıkçası, minimum faz gürültüsüne sahip bir VCO tasarımına sahip olmak, iyi, düşük gürültülü bir PLL synthesizer için çok önemlidir. Endüstride bu alanda çok çaba harcandı. Bu gürültü azaltma çabalarından elde edilen önemli sonuçların bir özeti, aşa

FRACTIONAL DIVISION NOISE

Fraksiyonel-N ilkeleri hakkındaki kısa tartışmadan, tüm bu fikrin geri besleme bölücü değerini yarı randomize bir şekilde değiştirmeye dayandığını not ediyoruz. Bu, doğal olarak, PFD'ye bir faz gürültüsü kaynağı olan geri besleme bölücüsünden çıkan çıktıyı sıkıştırır.

Bu gürültü kaynağı fiziksel yerine algoritmiktir, ancak gürültü yine de büyük bir sorundur.

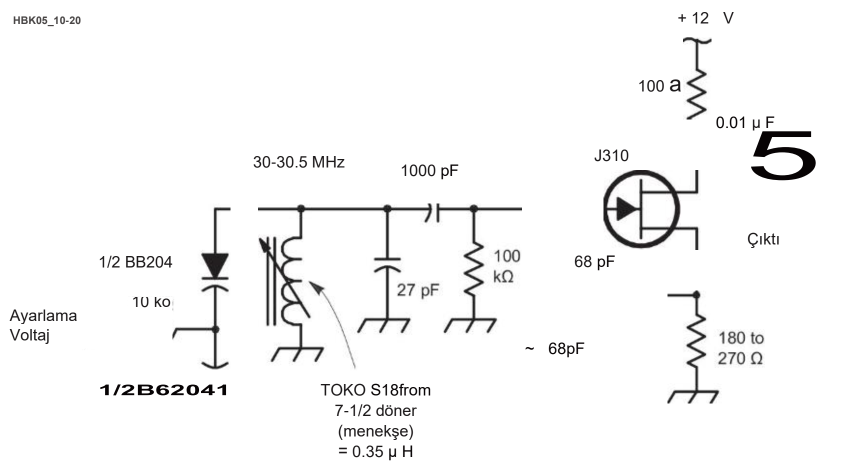
DİĞER NOISE KAYNAKLARI

Faz gürültüsü bir PLL'ye başka yollarla sokulabilir. VCO ve onu takip eden devreler (döngü bölücü gibi) arasındaki herhangi bir amplifikatör aşaması, loop ve referans filtre bileşenlerinde (seramik kapasitörlerin piezoelektrik özellikleri ve bazen referans-osilatör filtreleme için kullanılan kristal filtreler gibi) mikrofonik etkiler gibi bir miktar gürültüye katkıda bulunacaktır. Sistemin aktif bileşenlerine giden güç kaynağındaki gürültü döngüyü modüle edebilir. Sistemin ac hattı kaynağının temel ve harmonikleri doğrudan VCO'ya veya zemin döngüleri vasıtasıyla birleştirilebilir.

9. 7. 6 İ-Prova VCO Gürültü Performansı

İt, VCO tasarımını, değişken bir kondansatöre sahip uygun bir osilatör topolojisi ile ortaya çıkma, değişken kondansatörü uygun bir varaktör diyotu ile değiştirme ve diyota bir ayarlama voltajı uygulama meselesi olarak görmeye cazip geliyor. Ne yazık ki, işler bu kadar basit değil (bu bile basitmiş gibi!). Osilatör performansını önemli ölçüde bozmadan ayar voltajını diyota uygulama meselesi vardır. Varaktör devresi ile parazitik salınım getirmeme sorunu da vardır.

Daha sonra, daha önce de belirtildiği gibi, ayar voltajının osilatör tankındaki voltaj salınımının altına düşmesini istemez. Bunun olmasına izin verilirse, ayar diyotları iletime girer ve osilatör gürültüsü daha da kötüleşir. İyi bir ilk yaklaşım, **Şekil 9.64'te gösterildiği gibi varaktör diyotlarını arka arkaya kullanmaktır**. Bu, tank voltajına izin verir



Şekil 9.64 - Pratik bir VCO. Ayar diyotları, BB204 bir çift, ortak katot ayar diyotunun (3 V, 39 pF'de bölüm başına kapasitans) veya eşdeğerinin yarılarıdır. ECG617, NTE617 ve MV104 uygun çift diyot ikameleridir veya 1N5451s çiftleri (4 V'da 39 pF) veya MV2109s (4 V'da 33 pF) kullanılır.

Salınım, bir yerine iki diyot boyunca geliştirilecek ve ayrıca osilatörün tankının daha dengeli bir şekilde yüklenmesine izin verecek. Yarı iletken endüstrisi bunu fark etti ve bugün bu konfigürasyonda önceden paketlenmiş bir dizi varaktör var.

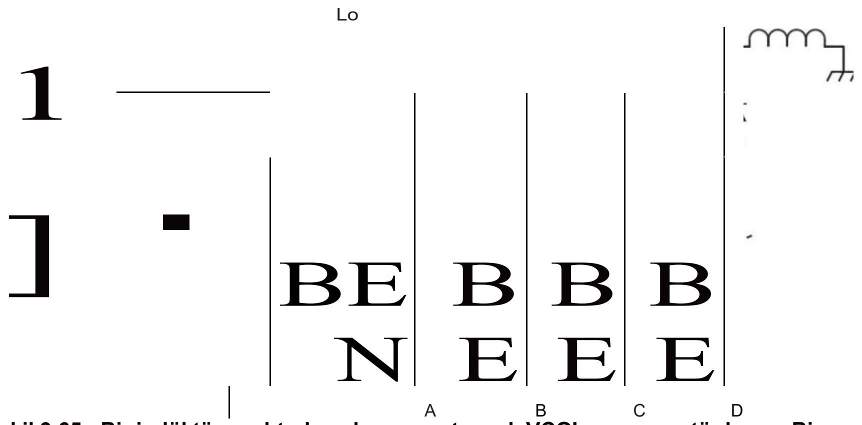
İMPROVİNG VCO OPERATİNG Q

Genellikle bir osilatör tankında kullanılabilen pasif kapasitörlerin Q'su, mevcut varaktörlerin Q'sunu aşmaktadır. Varaktörün etkisini azaltmanın bir yolu, osilatörü istenen aralıkta ayarlamak için gereken varaktör kapasitans miktarını kullanmaktır. Kapasitans dengesi, daha yüksek bir Q sabit kapasitör şeklinde tanka verilir. Bu, varaktörün devre fonksiyonunu yapmak için gereken tüm kapasitansı sağlamasını gerektirmeme avantajına sahiptir ve genellikle daha düşük bir kapasitans varaktörünün kullanılmasına izin verir.

Düşük kapasitans varaktörleri tipik olarak daha büyük kapasitans muadillerinden daha yüksek Q değerleri sergiler. Bu konsept, osilatör ayar aralığını, 70 MHz ila 98 MHz (son analog mimarilerde popüler olan tipik bir alt taraf yukarı dönüştürücü alıcı tasarımı için) çoklu bantlara bölerek genişletilebilir. Bu örnek için, her biri 7 MHz ayar aralığına sahip dört osilatör düşünelim. Varaktör Q efektlerinin yüksek Q sabit kapasitörler tarafından batırılmasını istiyoruz. Bu, aşağıda tartışılan "segment ayarlı VCO" kullanımıyla daha da geliştirilebilir. Bunun ikincil ancak önemli bir yararı, osilatörlerin etkili ayar kazancını (MHz/volt, Ko) azaltmak ve bunları sentezleyici döngüsündeki diğer gürültü voltaj kaynaklarına daha az duyarlı hale getirmektir. Bu gürültü kaynakları, varaktör kaçak akımı, varaktör ayar sürücü empedansı ve sürüş operasyonel amplifikatörünün veya şarj pompasının çıkış gürültüsü dahil ancak bunlarla sınırlı olmamak üzere çeşitli yerlerden gelebilir.

Segment ayarlı VCO'lar tasarımcıya ek avantajlar sağlamakla birlikte ek zorluklar da sunar. Bölümlenmiş olarak, hem indüktans hem de kapasitans olabilen devre elemanlarının, VCO'nun ayarlaması beklenen her aralık için seçildiğini kastediyoruz. **Şekil 9.65, küçük** adımlarla toplam tank devresi endüktansını değiştirmek için birkaç diyot anahtarının kullanıldığı tipik bir VCO'nun frekans aralığını göstermektedir. Bu segmentler VCO için bir tür "kaba ayar" oluşturur ve PLL döngü filtresinin çıkışı varaktordiode ile'ince ayar "yapar. Genellikle bileşen değerleri bir çeşit ikili ağaç içinde düzenlenir. Bazı entegre tasarımlarda, VCO'dan 64 veya hatta 128 alt bant - mevcuttur.

Çoğu zaman, segmentli-VCO konsepti, frekansta birkaç oktav kapsayacak şekilde gerekli olan bir osilatör tasarımına uygulanır. Örneğin, bu, yaklaşık 8 MHz'de İF'ye sahip tek bir İF radyo için geçerlidir. VCO 8 MHz kapsayacak şekilde gerekli olacaktır



Şekil 9.65 - Bir indüktör anahtarlamalı segment ayarlı VCO'nun rezonatör kısmı. Bir varaktör diyot, küçük bir aralıkta ayarlama sağlar. Diyot anahtarları toplam indüktansı değiştirerek frekansı daha büyük adımlarla değiştirir. İnductor-switched, capacitorswitched ve kombinasyonlar VCO tasarımlarında kullanılır. (Hayward, Radyo *Frekansı Tasarımına Giriş, Bölüm* 7. Referanslara bakın.)

Tipik bir alıcı-vericinin 100 kHz ila 50 MHz kapsama alanı için 48 MHz'e.

Segmentasyon, çok oktavlı ayarlanabilir bir osilatör oluşturmaya izin verirken, segmentasyon ayrıca bazı ek kısıtlamalar getirir. Osilatörlerle ilgili bu bölümdeki önceki bölümü hatırlayarak, salınım koşulu, O derecelik bir faz açısında 1'lik bir osilatör döngü kazancıdır. Birkaç oktav boyunca, salınan cihazın (tipik olarak bir transistör) kazancı değişir, çalışma frekansı arttıkça azalır. Osilatör devresindeki geleneksel sınırlama bunun bir kısmıyla ilgilenirken, normal sınırlama işleminin tüm kazanç varyasyonunu ele almasına izin vermek iyi bir uygulama değildir. Bu, çoklu oktav osilatör tasarımlarında otomatik kazanç kontrolünün (AGC) rolü olur. AGC'nin uygulanması, salınım kriterlerinin, düzgün bir çıkışın ve iyi başlangıç özelliklerinin ve çalışma bant genişliği boyunca daha düşük gürültünün korunmasına izin verir.

Son olarak, uygun şekilde tasarlanmış segmentli bir VCO, synthesizer anahtarlama hızını artırabilir. Segmentasyon, tasarımcının PLL sistemini "önceden yönlendirmesini've döngü filtresinin VCO'yu kilit için istenen frekansa getirmesi için gereken süreyi azaltmasını sağlar. Frekans kilitli döngüler (FLL), bu direksiyon işleminin düzgün bir şekilde gerçekleştiğinden emin olmak için

9.7.7 ARRL Lab Verici Faz Gürültü Ölçümü

(Bu bölüm ARRL Lab Staff Engineers, Zack Lau, Wl VT ve Bob Allison, WBlGCM tarafından yazılmıştır.) Alıcı performansı, son nesil veya iki alıcı-vericide önemli ölçüde artmıştır. Yaygın kullanım alanıylafetterfilterleme ve dijital sinyal işlemedeki gelişmelerle, yakın sinyal aralığındaki intermodülasyon bozulmasının (İMD) etkileri büyük ölçüde azaltılmıştır.

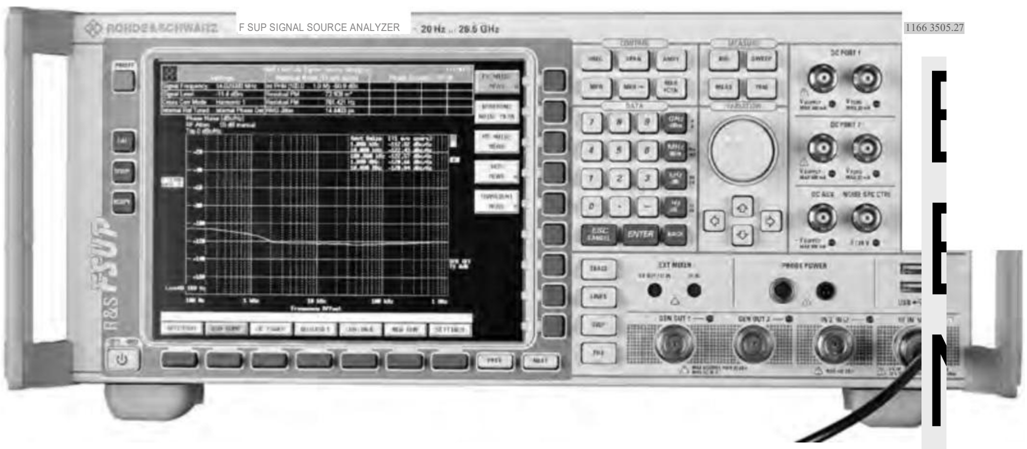
Birçok yazılım tanımlı alıcı (SD Rs) artık - güçlü bitişik sinyallerden alınan frekansta çok az veya hiç karşılıklı karıştırma veya ses seviyesinde azalma yaşamaz. Bir veya daha fazla güçlü yakın sinyalin alımı sırasında alıcı içinde üretilen sinyaller, bir zamanlar olduğu gibi bir sorun değildir ve kalabalık bir bantta etkili bir şekilde çalışmak mümkündür.

Bugünün alıcıları bitişik güçlü sinyallere çok yakın zayıf sinyalleri duyabilse de, en iyi alıcılar bile bitişik bir vericiden gelen geniş bir sinyalin etkilerini ortadan kaldıramaz. İletilen sinyal sorunları, CW üzerindeki aşırı anahtarlama bant genişliğini, iletilen İMD ürünlerinin (SSB'ye sıçramaya neden olan) zayıf bastırılmasını veya hoparlörde iletilen faz gürültüsünü (bir alıcının gürültü tabanını yükselten) içerir. ARRL Lab Ürün İnceleme test raporları, verici İMD ürünlerini (hem tipik hem de en kötü durum), anahtarlama kenar bantlarını gösteren bir grafiği ve iletilen faz gürültüsünü gösteren bir grafiği içerir.

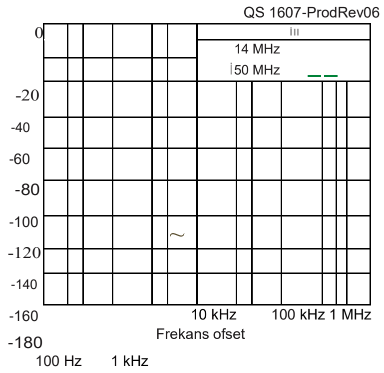
AŞAMA NOISE

Faz gürültüsü esasen bir osilatörün frekansının üstünde ve altında üretilen gürültüdür, ayrıca yan bant gürültüsü olarak da adlandırılır. Tüm osilatörler bir miktar faz gürültüsü üretir. Bu, yakın bir bitişik sinyal çok güçlü olduğunda ve alıcının arka plan gürültüsü arttığında en belirgindir. Bunun nedeni, ilk yerel osilatörün faz gürültüsünün ilk İF'de (karşılıklı karıştırma) gelen sinyalle karıştırılmasıdır. Laboratuvar, alıcıda karşılıklı karıştırmanın etkilerini "karşılıklı karıştırma dinamik aralığı" veya RMDR olarak bildirir. Test ettiğimiz birçok alıcıda, RMDR sınırlayıcı dinamik aralıktır. Diğer bir deyişle, üçüncü dereceden İMD dinamik aralığı ve engelleme dinamik aralığı RMDR'den daha iyidir. (Alıcı bölümüne bakın.)

Vericinin kalbi olan bir iletim osilatörü de faz gürültüsüne sahiptir. Bir vericinin



Şekil 9.66 - ARRL Lab'ın Rohde & Schwarz FSUP 26 Sinyal Analizörü, verici faz gürültü testi için kullanılır.



Şekil 9.67 - ***QST'deki Ürün İncelemesinde yayınlanan amatör bir HF alıcı-verici için örnek faz gürültü grafiği.*** **Burası İcom IC-7851.**

Faz gürültüsü sabit bir özelliktir ve bazen diğer operatörler için sıkıntı yaratabilir. Gözlemlenen faz gürültüsünün iyi bir örneği, Field Day'de veya birkaç vericinin yakın mesafede çalıştığı diğer ortamlarda olabilir. İki istasyon bir bantta çalışırken, CW istasyonu telefon operatörünün kulaklarını gürültü patlamalarıyla patlatır ve bunun tersi de geçerlidir. Bir RF amplifikatörüyle yüksek faz gürültüsü sergileyen bir verici kullanmak sorunu büyütür.

Hem iletilen faz gürültüsünün hem de alıcı karşılıklı karıştırmanın azaltılması için çözüm, üretici tarafından yüksek kaliteli osilatörlerin kullanılmasıdır. Genel olarak, osilatör ne kadar iyi olursa (faz gürültüsü ne kadar düşük olursa), RMDR o kadar iyi olur ve iletilen faz gürültüsü o kadar düşük olur.

ARRL LAB TESTİNG

ARRL Laboratuvarında, 26.5 GHz'e kadar herhangi bir frekansta faz gürültüsünü ölçmemizi sağlayan bir Rohde & Schwarz FSUP 26 Sinyal Kaynağı Analizörü (Şekil 9.66) kullanıyoruz.

Sistemi kalibre etmek için çok düşük faz gürültüsüne sahip bir kristal osilatör kullanılır. Sinyali faz gürültü testi seti için uygun bir seviyeye indirmek için vericiden sonra bir zayıflatıcı kullanıyoruz.

Amatör bir alıcı-verici için örnek bir faz-gürültü grafiği **Şekil 9.67'de gösterilmiştir.** İt, Şekil 9 .66'da gösterilen test kurulumuyla üretildi. Bu durumda, 14 MHz ve 50 MHz için ölçümler gösterilmiştir. Bu grafikler, belirli bir modelin tüm birimlerinin faz gürültü özelliklerini yansıtmaz.

Referans seviyesi (grafikteki ölçekteki en üst yatay çizgi) 0 dBC/Hz'i temsil eder. Her dikey bölme 20 dB'yi temsil ettiğinden, arsa 0 dBc/Hz (üst yatay çizgi) ve-180 dBc/Hz (alt yatay çizgi) arasındaki gürültü seviyesini gösterir. Yatay ölçek, bölüm başına on yıllık bir süre ile logaritmiktir (ilk bölüm l00Hzto 1 kHz Hz ofset gürültüyü gösterirken, son bölüm 100 kHz'den 1 MHz ofset gürültüyü gösterir).

FAZ-NOİSE GRAFİKLERİ NE ANLAMA GELİYOR?

Farklı radyoları karşılaştırmak için yararlı olsalar da, bilinen faz gürültü özelliklerine sahip yakındaki bir vericiden alabileceğiniz parazit miktarını hesaplamak için araziler de kullanılabilir. Bir yaklaşım şöyle verilir:

AoRM NL + 10 x log (BW)

nerede

AoRM İnterfering sinyal seviyesi, dBc
NL = alım frekansındaki gürültü seviyesi, dBc
BW = alıcı İF bant genişliği, Hz

Örneğin, gürültü seviyesi -90 dBC/Hz ise ve 2,5 kHz SSB filtresi kullanıyorsanız, yaklaşık müdahale sinyali -56 dBc. Başka bir deyişle, eğer iletilen sinyal S-9 üzerinde 20 dB ise ve her S birimi 6 dB ise, müdahale sinyali bir S-3 sinyali kadar güçlü olacaktır.

ARRL Lab'da yapılan ölçümler sadece iletilen sinyaller için geçerlidir. Çoğu - alıcı-vericinin faz-gürültü özelliklerinin iletim ve alımda benzer olduğunu varsaymak mantıklıdır, çünkü aynı osilatörler genellikle yerel osilatör (LO) zincirinde veya DDS sinyalleri üretmek için kullanılır.

Bazı durumlarda, alıcı vericiden daha iyi faz gürültü özelliklerine sahip olabilir. Neden olası fark? Bunun en belirgin nedeni, devrelerin güçlü RF alanlarında en iyi performanstan daha az performans göstermesidir, çünkü RFI problemlerini yaşayan herkes size söyleyebilir. Daha az belirgin bir neden, birçok yüksek dinamik aralıklı alıcının çalışma şeklinden kaynaklanır. İyi bir dinamik aralık elde etmek için, *çatı filtresi adı verilen keskin bir kristal filtre* genellikle alma hattındaki ilk karıştırıcıdan hemen sonra yerleştirilir. Bu filtre, daha fazla sinyal işleme için küçük bir spektrum dilimi hariç hepsini kaldırır. İstenilen filtrelenmiş sinyal, gelen bir sinyalin gürültülü bir osilatör ile karıştırılmasının bir ürünü ise, istenen sinyalden çok uzaktaki sinyaller bu dilime girebilir. Bununla birlikte, bu spektrum dilimi elde edildikten sonra, istenmeyen sinyaller, daha fazla sinyal işlemede kullanılan osilatörler ne kadar gürültülü olursa olsun, yeniden verilemez. Sonuç olarak, alıcılardaki bazı osilatörler faz gürültüsünü etkilemez .

Bu durum ile vericilerdeki fark, kristal filtrelerin, yüksek maliyet nedeniyle iletimde faz gürültüsünün azaltılması için nadiren kullanılmasıdır. Ekipman tasarımcıları, 40 WPM anahtarlama hızında devrelerin içinde ve dışında kristal filtrelerini değiştirme konusunda endişelenmenize gerek kalmadan, alıcı-vericilerde sorunsuz, tıklama gerektirmeyen kırılma işlemi konusunda yeterince sorun yaşıyor!

9.8 Osilatör ve Synthesizer Terimleri Sözlüğü

Tampon - Bir devrenin çıkışını yükten izole ederken yükselten bir devre.
Bypass - Devrenin bir noktasında toprağa düşük ac empedansı oluşturun.
Kavite - Elektriksel rezonatör olarak kullanılan içi boş bir yapı.
Kapalı döngü - Bir geri besleme döngüsünün kontrolü altında çalışma (ayrıca bkz. **Openloop).**
Kuplaj - Devreler veya yapılar arasında enerji transferi.
Sönümleme (faktör) - bir sistemin bir giriş sinyaline verdiği yanıttaki bozulmanın özellikleri. **Sönümleme faktörü C,** sönümleme derecesini belirten sayısal bir değerdir**. Az sönümlü bir sistem,** nihai kararlı durum çıktısını dönüşümlü olarak aşar ve alttan alır**. Aşırı sönümlenmiş bir** sistem, kararlı durum çıkışına aşma olmadan kademeli olarak yaklaşır. **Kritik olarak sönümlenmiş bir sistem,** kararlı durum çıktısına aşma olmadan mümkün olduğunca çabuk yaklaşır.
dBc - Bir taşıyıcı seviyesine göre desibeller.
DC-FM - bir sinyal jeneratörünün çıkış frekansının bir de voltaj ile kontrolü.
Ayrıştırma - Devreler arasında genellikle filtreleme yoluyla izolasyon sağlamak.
Doğrudan dijital sentez (DDS) - Bir çıkış dalga formu oluşturmak için sayaçlar ve akümülatörler kullanarak sinyal üretimi.
Dağıtılmış - İletim hattı gibi genişletilmiş bir yapının doğal özellikleri olan devre elemanları.
ESR - Eşdeğer seri direnç**. *Serbest çalışma*** - Herhangi bir harici kontrol şekli olmadan salınım yapar.
Temel - Doğal titreşim veya salınımın en düşük frekansı.
İntegrator - Çıkışı yaklaşık olarak giriş sinyalinin integrali olan düşük geçişli bir filtre.
İntermodülasyon - Doğrusal olmayan bir ortamda, cihazda veya bağlantıda etkileşime giren iki sinyalden bozulma ürünlerinin üretilmesi.
İsolasyon - İki devre veya sistem arasındaki sinyal akışını önleme. **Ters izolasyon,** istenen sinyal yoluna karşı sinyal akışını ifade eder.
Jitter (faz jitter) - Bir sinyalin zaman içindeki rastgele varyasyonları, genellikle dijital sinyallerin durumlar arasındaki geçiş süresindeki rastgele varyasyonları ifade eder.
Doğrusallaştırma - Harici bir sistem tarafından sağlanan düzeltmeler yoluyla doğrusal bir amplifikasyon veya frekans karakteristiğinin oluşturulması.
Döngü kazancı - Bir geri besleme kontrol döngüsü etrafında dolaşan bir sinyale uygulanan toplam kazanç.
Topaklı (eleman) - Elektriksel fonksiyonları bir noktada elektronik bir bileşen şeklinde yoğunlaşan devre elemanları.
Eşleşme - Eşit empedans değerleri. ***Modulus*** - Dijital sayaç veya bölücünün durum sayısı.
Hareketli kapasitans (indüktans) - Bir kristalin mekanik özelliklerinin elektriksel etkisi, bir kapasitans (indüktans) olarak modellenmiştir.
Doğal frekans (w ") *Frekansı* at Hangi sistem herhangi bir dış kontrol olmadan salınır.
Gürültü bant genişliği - Karşılaştırılan filtre ile aynı gürültü gücünü beyaz gürültüden geçiren ideal bir dikdörtgen filtrenin genişliği (eşdeğer **gürültü bant genişliği olarak da adlandırılır).**
Açık döngü - Geri bildirimi kontrol etmeden çalışma.
Salınım - Pozitif geri bildirimin uygulanmasıyla oluşturulan tekrarlayan mekanik hareket veya elektriksel aktivite.
Overtones - Genellikle temel ile uyumlu olarak ilişkili olan, temelin üzerindeki frekanslarda titreşim veya salınım.
Geçirgenlik ayarı - Bir osilatörün frekansını kontrol etmek için kullanılan bir indüktörün çekirdeğinin geçirgenliğini değiştirmek.
Faz kilidi - Bir kontrol sistemi aracılığıyla sabit bir faz ilişkisinde iki sinyali koruyun.
Faz gürültüsü - Sinüzoidal sinyalin fazındaki değişiklikler olarak ifade edilen, zaman içinde bir sinyalin rastgele değişimleri.
Fazör - Bir sinüzoidal sinyalin genlik ve faz olarak temsili, genellikle bir vektör olarak çizilir.
Güç yoğunluğu - Genellikle dBc/Hz veya RMS voltajı/Hz olarak belirtilen frekans birimi başına güç miktarı.
Prescaler - Daha yavaş devre ile işleme için bir giriş sinyalinin frekansını azaltmak için kullanılan bir frekans bölücü.
Preselector - Bant dışı sinyalleri reddetmek için bir alıcının girişine uygulanan filtreler.
Pull - Takıldığı devrenin reaktansını değiştirerek bir kristalin salınım frekansını değiştirin.
Quadrature - İki sinyal arasında tutulan 90 °'lik bir faz farkı .
Karşılıklı karıştırma - LO'nun gürültü yan bantlarının istenen sinyalinkilerle karışması nedeniyle mikserin çıkışındaki gürültü.
Gevşeme salınımı - Kademeli bir enerji birikimi döngüsü ve ardından ani salınımı ile üretilen salınım.
Rezonatör - Rezonansı filtre görevi gören devre veya yapı.
Simülasyon - Bileşenlerin matematiksel modellerine dayanarak bir devrenin davranışını hesaplayın.
Sahte (spur) - İstenmeyen bir frekansta, - genellikle istenen bir frekansın frekansıyla ilgisi olmayan bir sinyal.
Squegg (squeeg) - Bir osilatörün genliğinde ve/veya frekansında kaotik veya rastgele sıçramalar.
Static (synthesizer) - Frekansı - değişmeyen veya sık sık değiştirilmeyen bir sinyal vermek için tasarlanmış bir synthesizer.
Sentez (frekans) - Doğrusal olmayan kombinasyon ve filtreleme (doğrudan sentez) veya faz kilidi veya faz kontrol teknikleri (dolaylı sentez) kullanılarak değişken frekanslı sinyallerin üretilmesi.
TCXO - Sıcaklık dengelenmiş kristal - osilatör**. Dijital olarak ılıman bir kompompanse osilatör (DTCXO),** sabit bir frekansı korumak için bir mikrodenetleyici veya bilgisayar tarafından kontrol edilir. **Fırın kontrollü kristal osilatörler (OCXO),** sabit bir sıcaklık ve frekansı korumak için ısıtılmış bir muhafaza içine yerleştirilir.
Sıcaklık katsayısı (tempco) - Bir bileşenin değerindeki sıcaklık değişim derecesi başına değişim miktarı.
Sıcaklık telafisi - Bir devrenin davranışının, bir kristal gibi sıcaklığa duyarlı bazı bileşenlerin sıcaklığıyla değişime karşı çıkacak ve iptal edecek şekilde sıcaklıkla değişmesine neden olmak.
Varaktör (Varicap) - Ayarlanabilir bir kondansatör olarak kullanılan ters taraflı diyot .
VCO- Voltaj kontrollü osilatör (voltaj **ayarlı osilatör olarak da adlandırılır).**
VFO- Değişken frekanslı osilatör**. *VXO*** - Frekansı kristalin etrafında ayarlanabilir olan değişken kristal osilatör.

9.9 Kaynaklar ve Bibliyografya

Agilent uygulama notu 5989-9848EN, "PLL Tasarım Verimliliğini Artırma", - E5202B Sinyal Kaynağı Analizörü kullanarak VCO'ların karakterizasyonunu açıklar. **www.keysight.com/us/ en/assets/7018-01964/applicationnotes /5989-9848.pdf**

F. Brown, W6HPH, "Kristal Test Osilatörleri", *QEX,* Eylül/Ekim 2016, pp 11-13 .

Clarke ve Hess, *İletişim Devreler; Analiz ve Tasarım (AddisonWesley*, 1971; ISBN 0-201-01040-2). Uygun teknikler de dahil olmak üzere transistörlü devre tasarımının geniş kapsamı Entegre devrelerin tasarımı. İts Yaş gösterir, ancak iyi matematiksel tedavisi için özellikle değerlidir Osilatör devrelerinin hem frekans hem de genlik belirleyici mekanizmalarını kapsar. Bir kopyasını arayın Bir üniversite kütüphanesi veya kütüphaneler arası bir kredi başlatın .

F. Gardner, *Phaselock Teknikleri,* (John Wiley ve Oğulları, 1966, ISBN 0-471-29156-0).

G. Grebenkemper, "Faz Gürültüsü ve Amatör İletişimde İts Etkileri", *Bölüm 1, QST.* Mart 1988, pp 14-20*; Bölüm 2,* Nis 1988 s 22-25. Ayrıca bakınız Geribildirim*, QST,* Mayıs 1988, p 44.

W. Hayward ve D. DeMaw, *Solid tarafından yazıldı. Radyo Amatörleri için Devlet Tasarımı* (Newington, CT: ARRL, 1986). Baskı dışı, bu tarihli ancak RF tasarım fikirleri için iyi bir kaynaktır.

W. Hayward, W7ZOI, R. Campbell, KK7B ve B. Larkin, W7PUA, *RF Tasarımında Deneysel Yöntemler (Newington*, CT: ARRL, 2003). RF tasarım fikirlerinin iyi bir kaynağı, tasarım kararlarının arkasındaki akıl yürütmenin iyi bir açıklaması.

W. Hayward, W7ZOI, *Radyo Frekansı Tasarımına Giriş (Newington*, CT: ARRL, 1994). Baskı dışı, RF'de kullanılan devrelerin ve tekniklerin iyi derinlemesine tedavileri.

Hewlett-Packard Uygulama Notu 150-4, "Spektrum Analizi... Rastgele gürültü ölçümleri ". Spektrum analizörleri kullanarak gürültü ölçümleri için düzeltme faktörlerinin kaynağı. **literature.cdn. keysight.com/litweb/pdf/5952-1147. pdf? id = 800596**

İ. Keyser, "An Easy to Set Up Amateur Band Synthesizer", *RADCOM* (RSGB), Aralık 1993, pp 33-36 .

J. Manassewitsch, *Frekans Sentezleyiciler Teorisi ve Tasarımı (Wiley-İnscience*, Sentezleyiciler ve yararlı referansların geniş listesi.

Mini Devreler Osilatörler, sentezleyiciler ve ilgili bileşenler ve teknikler hakkında Uygulama Notlarının toplanması, - **blog.minicircuits.com/engineeringresources/**

Motorola Uygulama Notu AN-551, "Ayar Diyot Tasarım Teknikleri" Artık Freescale tarafından tedarik edilmiyor, ancak çeşitli çevrimiçi kaynaklardan temin edilebiliyor. Varaktör diyotların kısa bir açıklaması, özellikleri ve kullanımı.

E.W. Pappenfus. W. Bruene ve E.O. Schoenike, *Tek Yan Bant Devreleri ve Sistemleri,* (McGraw-Hill, 1964). Rockwell-Collins personeli tarafından HF SSB vericileri, alıcıları ve donanımları hakkında bir kitap. Synthesizer ve frekans standartları ile ilgili bölümler içerir. Frekans sentezleyici bölümü, DDS'nin ve diğer yeni tekniklerin yükselişinden önce gelir, ancak Synthesizer performansının iletişim üzerindeki etkileri kitap boyunca yayılmıştır.

B. Parzen, A. Ballato. *Kristal ve Diğer Harmonik Osilatörlerin Tasarımı* (Wiley-İnterscience, 1983, ISBN 0-471-08819-6). Bu kitap optimum dahil modem kristal osilatörler kapsamlı bir tedavi gösterir Tasarım. Ayrıca baz ve toplayıcı sınırlama etkisine bakan tek kitaptır. İkinci yazar ABD Ordusu Elektronik Teknolojisi ve Cihazları Laboratuvarı, Fort Monmouth, New Jersey ile bağlantılıdır.

B. E. Pontius, "Düşük Maliyetli Ekipmanlarla Sinyal Kaynağı Faz Gürültüsü Ölçümü", *QEX,* Mayıs-Haziran 1998, s 38-49 .

C. Rohde, *Mikrodalga ve Kablosuz Sentezleyiciler Teorisi ve Tasarımı (John* Wiley ve Oğulları, 1997, ISBN 0-471-52019-5). Bu kitap, frekans sentezleyicilerin ders kitabı standardında matematiksel analizlerini, neyin ne olduğuna dair alışılmadık derecede iyi bir anlayışla birleştirmiştir. Daha iyi bir sentezleyici ve ciddi yapıcıları eğlendirmek için birçok pratik devre. Düşük gürültülü devreler ve teknikler aramak için iyi bir yer.

U. Rohde, D. Newkirk, *Kablosuz Uygulamalar için RF/Mikrodalga Devre Tasarımı* (John Wiley and Sons, 2000, ISBN 0-471-29818-2) Kablosuz uygulamalar için devre tasarımı hakkında derin bir fikir verirken, Bölüm 5 (RF/Kablosuz Osilatörler) hem ayrık hem de entegre devre tabanlı osilatörlerin tam bir tedavisini gösterir. Bölüm 6 (Kablosuz Sentezleyiciler) hakkında daha fazla bilgi verir

U. Rohde, J. Whitaker, *İletişim Alıcıları DSP, Yazılım Telsizleri, Ve tasarım,* 3rd ed., (McGraw-Hill, 2001, BBN 0-07-136121-9). Çoğunlukla iletişim alıcılarına adanmış olsa da, bu kitapta Frekans Kontrolü ve Yerel Osilatörler, özellikle Fraksiyonel Bölme Sentezleyicileri hakkında yararlı bir bölüm bulunmaktadır.

U. Rohde, A. Poddar, G. Boeck, *Modern Mikrodalga Tasarımı Kablosuz Uygulamalar Teorisi ve Optimizasyonu için Osilatörler* (Wileyİnterscience, 2005, ISBN 0-471- 72342-8). Bu osilatör hakkında en yeni ve en gelişmiş ders kitabı yüksek frekans/mikrodalga uygulaması için tasarım. İt, yüksek frekanslı ve mikrodalga VCO'ların nasıl tasarlanacağını ve optimize edileceğini ayrıntılı olarak gösterir. İt ayrıca osilatörlerde üretilen faz gürültüsünün kapsamlı bir analizini içerir. Son derece matematiksel olmakla birlikte, ek çeşitli tasarımlara kolayca uygulanabilen sayısal çözümler sunar. Hem bipolar transistörleri hem de FET'leri kapsar.

U. Rohde, "Osilatörlerde Faz Gürültüsü Hakkında Her Şey", Bölüm 1, *QEX,* Aralık 1993 pp 3-6; Bölüm 2, *QEX, Ocak* 1994 s 9-16; Bölüm 3, *QEX,* Şubat 1994, sayfa 15-24.

V. Rohde, "Modem Alıcı Tasarımının Temel Bileşenleri", Bölüm 1, *QST, Mayıs* 1994, pp 29-32; Bölüm *2, QST,* Haziran 1994, pp 27-31; Bölüm 3, *QST, Temmuz* 1994, pp 42-45. Sentezleyiciler ve osilatörlerde faz-gürültü azaltma tekniklerinin tartışılmasını içerir.

U. Rohde, "Yüksek Performanslı Hibrit Frekans Sentezleyici", *QST,* Mar 1995, pp 30-38.

V. Stockton, "Çok fazlı gürültü şekillendirme fraksiyonel-N frekans sentezleyici", ABD Patent 6,509,800 .

W. Telewski ve E. Drucker, "Gürültü Azaltma Yöntemi ve Cihazları Faz kilitli döngüler için ", U.S. Patent 5,216,387 .

G. Vendelin, A. pavia, U. Rohde, *mikrodalga devre tasarımı kullanarak Doğrusal ve Doğrusal Olmayan Teknikler, 2. baskı*, (Wiley-İnterscience, 2005, ISBN 0-471-414479-4). Bu mikrodalga devre tasarımı hakkında genel bir el kitabıdır. Mikrodalga uygulamaları da dahil olmak üzere çok çeşitli osilatör tasarım problemlerini kapsar (200 sayfada). İt, hem doğrusal hem de doğrusal olmayan osilatör tasarımları için adım adım tasarım kılavuzu sağlar.

İNTERESTİNG MODERN JOURNAL PUBLICATİONS

OSCILLATOR REFERANSLARI

A. D. Berny, A. M. Niknejad ve R. G. Meyer, "1.8 GHz LC VCO ile 1.3 GHz Ayar Aralığı ve Dijital Genlik Kalibrasyonu *", SSC IEEE Dergisi,* cilt 40. No. 4, 2005, pp 909-917.

A.Chenakin, "Mikrodalga Osilatörlerinde Faz Gürültü Azaltma", *Mikrodalga Dergisi,* Ekim 2009, pp 124-140 .

A, S. S. (Paul) Khanna, "Mikrodalga Osilatörler: Teknolojinin Durumu", *Mikrodalga Dergisi,* Nisan 2006, s. 22-42.

N.Nomura, M. İtagaki ve Y. Aoyagi, "10 Gbit Ethernet Uygulaması için Küçük paketlenmiş VCSO", *IEEE İUFFCS,* 2004, s. 418-421.

O.K. Poddar, "A Novel Approach for Designing İntegrated Ultra Low Noise Microwave Wideband VoltageControlled Oscillators", Dr.-İg. Tez, TU- Berlin, Almanya, 14 Aralık 2004 .

A. Ravi, B. R. Carlton, G. Banerjee, K. Soumyanath, "A 1.4V, 2.4/5.2 GHz, 90 nm CMOS system in a Package Transreceiver for Next Generation WLAN", *IEEE Symp. on VLSI Tech.,* 2005.

UL Rohde, "Düşük Gürültülü Mikrodalga Osilatörlerinin Tasarlanmasında Yeni Bir Etkili Yöntem", Dr.-İg. Tez, TU- Berlin, Almanya, 12 Şubat 2004 .

UL Rohde, "Zaman Etki Alanında Kolpitts Osilatörlerinin FM ve AM Gürültü Sinyallerinin Hesaplanması", *QEX,* Mar/Nis 2016, s 22-39 .

UL Rohde, "Çok Yüksek Performanslı VHF Osilatörleri Tasarlama Üzerine Bazı Düşünceler", *QEX,* Kasım/Aralık 2015, pp 32-40.

Sheng Sun ve Lei Zhu, "Rehber-Periyodik Olarak Uniform Olmayan Birleştirilmiş Mikroşerit Hatlarının Dalga Özellikleri-Çift ve Tek Modlar ", *MTT'de IEEE İşlemi,* Cilt 53, No. 4, Nisan 2005, s.

C.-C Wei, H.-C. Chiu ve W.-S. Feng, "Ultra Geniş Bantlı CMOS VCO 3-5 GHz Tuning Range ", IEEE, İnternational *Workshop on RadioFrequency İntegration Technology, Kasım* 2005, pp 87-90.

M-S Yim, K. K. O., "Çift Bantlı Monolitik CMOS LC Ayarlı VCO'da Anahtarlı Rezonatörler ve Uygulamaları", *IEEE MTT,* Cilt. 54, Ocak 2006, pp 74-81.

SYNTHESIZER REFERANSLARI

H.Arora, N. Klemmer, J. C. Morizio, and P. D. Wolf, "Enhanced Phase Noise Modeling of Fractional-N Frequency Synthesizer", IEEE Trans. Circuits and Systems-İ: Regular Papers, cilt 52, Şubat 2005, pp 379-395 .

İ. Van de Beek. D. Leenaerts, G. van der Weide, "A Fast-Hopping Single-PLL 3-band UWB Synthesizer in 0.25um SiGe BiCMOS", Proc. European - SolidState Circuit Conf. 2005, pp 173-176.

R.E. En İyi, *Faz Kilitli Döngüler: Tasarım, Simülasyon ve Uygulamalar, 5.* baskı, McGraw-Hill, 2003 .

S. Dacus, "Modern Ultra Düşük Gürültülü Sentezleyicilerin Tasarım Yöntemleri", Mikrodalgalar ve RF, Aralık 2018, pp 36-42 (çok parçalı seri)

T. Lam, B. Razavi, "0.4um CMOS Teknolojisinde 2.6/5.2 GHz Frekans Sentezleyici", IEEE JSSC, cilt 35, Mayıs 2000, pp 788-79.

U.Lee, "A 3-t0-8 GHz Fast-Hopping Frequency Synthesizer in 0.18-um CMOS Technology", IEEE Journal of SSC, vol 41, no 3, Mar 2006, pp 566-573.

V. Natrajan, A. Komijani ve A. Hacimiri, "CMOS'ta Tam 24-GHz Bir Aşamalı Dizi Vericisi", IEEE Journal of SSC, cilt 40, no 12, Aralık 2005, pp 2502- 2514.

W. Rahajandraibe, L. Zaid, V. C. de Beaupre ve G. Bas, "IEEE 802.15.4 Tabanlı Uygulamalar İçin Frekans Sentezleyici ve FSK Modülatörü", 2007 RFİC Symp.Digest, pp 229-232.

C. Sandner, A. Wiesbauer, "3 GHz UWB için 7 GHz Hızlı Atlamalı Frekans Synthesizer, "Proc.İt. Ultra Geniş Bant Sistemleri Çalıştayı 2004, pp 405-409.

R.B. Staszewski ve diğerleri, "Cep Telefonları için Tüm Dijital PLL ve Verici", IEEE J. Katı Hal Devreleri, cilt 40, no 12, Aralık 2005, pp 2469-2482.

İçerik

Bölüm 10 -
İndirilebilir Ek İçerik Makaleleri

- Harmonik Bastırmalı 6-Meter Filtresi, Paul Wade, W1GHZ
- Bill Jones, K8CU tarafından Yüksek Performanslı, Düşük Maliyetli 1.8 ila 54 MHz Düşük Geçiş Filtresi
- Altoids Kalay Filtreleri Paul Wade, W1GHZ
- Ed Wetherhold, W3NQN tarafından Kolay Yapılı, Yüksek Performanslı Pasif CW Filtresi
- Lew Gordon tarafından HF Alıcı Vericiler için Bant Geçiş Filtreleri, K4VX
- Paul Wade, W1 GHZ tarafından VHF ve UHF için Combline Filtreler
- Kristal Filtre Tasarımı ve Kristal Karakterizasyonu
- Kristal Parametre Ölçümleri Basitleştirilmiş Chuck Adams, K7QO
- Hands On Radio: *ELSIE* Filtre Tasarımı - Bölüm 1 ve 2, Ward Silver, N0AX
- HF Yagi Triplexer Özellikle Field Day için Gary Gordon, K6KV
- Yüksek Güçlü HF Bant Geçiren Filtre Tasarımı Jeff Crawford, K0ZR
- Jim Tonne, W4ENE tarafından Mors Kodu Alımı için İmproved Ses Frekansı Bandpass Filtresi
- Manuel Filtre Tasarım Örnekleri Jim Tonne, W4ENE
- SOR Basitleştirilmiş - Ray tarafından Basamaklı İntegrator Tarak Filtreleri Mack, W5IFS
- SOR Basitleştirilmiş - Ray Mack, W5IFS tarafından Filtre Tasarım Programı
- SOR Basitleştirilmiş - Fourier Dönüşümleri Ray Mack, W5IFS
- SOR Basitleştirilmiş - Ray Mack, W5IFS tarafından Daha Fazla Filtre Etkinliği
- Aktif Filtre Tasarım Araçlarını Kullanma Dan Tayloe, N7VE

Tasarım yazılımı

Jim Tonne, W4ENE tarafından aşağıdaki Windows yazılımı, -indirilebilir ek içerikle kullanılabilir.

- Diplexer filtrelerinin tasarımı ve analizi için Diplexer .
- Topaklı eleman LC filtrelerinin tasarımı ve analizi için Elsie
- *Sarmal rezonatör* bandpass filtrelerinin tasarımı ve analizi için sarmal
- Lumpedelement yüksek geçişli ve alçak geçişli filtrelerin tasarımı ve analizi için SVC Filtre Tasarımcısı
- SSB işlemi için aktif all-pass ağlarının tasarımı ve analizi için QuadNet

Bölüm **10**

Analog ve Dijital Filtreleme

Bu bölüm tartışıyor
Hem analog hem de dijital radyo amatörleri tarafından kullanılan en yaygın filtre türleri. Tasarım bilgileri Uygun veya yazılım referansları veya ayrıntılı tasarım prosedürleri sağlandığında tedarik edilir.

Temel kavramları, topaklı eleman filtrelerini ve bazı tasarım örneklerini açıklayan bölümler başlangıçta Jim Tonne, W4ENE tarafından hazırlandı ve Ward Silver, N0AX tarafından güncellendi. Dijital filtre eşi-
Rial, Alan Bloom, K1DG tarafından orijinal olarak geliştirilen malzemeye dayanan Doug Grant, N1AL tarafından güncellendi. Ek dijital filtre malzemesi SDR'ye dayanıyordu: - Ray Mack, W5IFS tarafından QEX'te basitleştirilmiş sütun.

İndirilebilir ek bilgilerin aktif filtreler için tasarım örneği Dan Tayloe, N7VE tarafından sağlandı. İndirilebilir ek bilginin kristal filtreler için tasarım örneği Dave Gordon-Smith, G3UUR tarafından geliştirilmiştir.

10.1 Üretim

Elektrik filtreleri, sinyalleri frekanslarına göre işlemek için kullanılan devrelerdir. Örneğin, çoğu filtre belirli frekanslardaki sinyalleri iletmek ve diğerlerini reddetmek için kullanılır. Elektronik endüstrisi, filtrelerin başarılı kullanımı nedeniyle büyük ölçüde mevcut seviyesine ilerlemiştir. Alıcılarda filtreler kullanılır, böylece dinleyici yalnızca istenen sinyali duyabilir; Diğer sinyaller reddedilir. Filtreler, vericilerde yalnızca bir sinyal iletmek ve diğer spektrum kullanıcılarına müdahale edebilecek olanları reddetmek için kullanılır. **Tablo 10.1,** çeşitli sinyal türleri için normal sinyal bant genişliklerini göstermektedir.

Şekil 10.1'deki basitleştirilmiş alıcılar, hem analog hem de süperheterodin alıcısında filtre kullanımını göstermektedir (Şekil 1 0. lA) ve basitleştirilmiş bir SDR alıcısı (Şekil 10.1B). Belirli bir amatör bant içindeki tüm frekansları düşük kayıpla geçmek için anten ile alıcının ön ucu arasına bir ön seçici filtre yerleştirilir. Yayın, ticari veya askeri istasyonlardan gelen güçlü bant dışı sinyaller, alıcı girişinin aşırı yüklenmesini önlemek için reddedilir. Ön seçici filtre neredeyse her zaman *topaklı eleman* veya "LC" teknolojisi ile üretilmiştir .

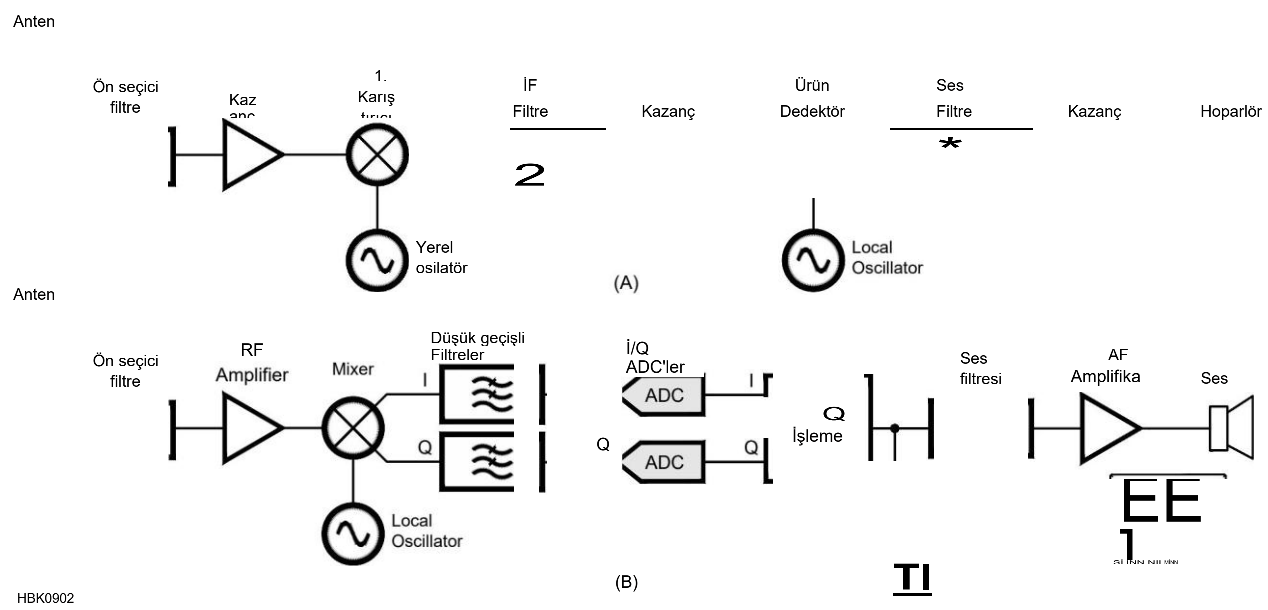
Bir analog alıcıda, yalnızca istenen sinyali seçmek için bir veya daha fazla ara frekans (İF) filtresi vardır. Antene en yakın İF filtresi, istenen sinyal frekansına yakın olmayan güçlü bant içi sinyalleri reddetmek için birkaç kHz bant genişliğine sahip nispeten geniş bir "çatı" filtresi olabilir. Algılama veya demodülasyonun ardından, istenmeyen ürünleri gürültüden reddetmek için AF amplifikatörünün ve hoparlörün önünde bir yere bir ses filtresi yerleştirilir. Ses filtresi genellikle *aktif filtre* teknolojisi ile uygulanır. Bir SDR alıcısı için benzer ön seçici ve ses filtreleri kullanılabilir, ancak tek bir sinyal seçen filtreler İ/Q İşleme bloğunda dijital filtreler olarak uygulanır.

Tamamlayıcı verici blok diyagramları, benzer bir filtre dizisinin ters sırada göründüğü Şekil 10.2'de gösterilmiştir. Analog vericide, mikrofon ve dengeli karıştırıcı arasındaki bir ses filtresi gürültüyü ve istenmeyen konuşma bileşenlerini reddeder. Dengeli karıştırıcı hem alt hem de üst yan bantlar oluşturduğundan, yalnızca istenen alt (veya üst) yan bandı geçmek için karıştırıcı çıkışına bir İF filtresi yerleştirilir. SDR versiyonunda, giriş sinyalleri sayısallaştırılır ve İ/Q sinyalleri iletim için filtrelenmeden önce işlenir.

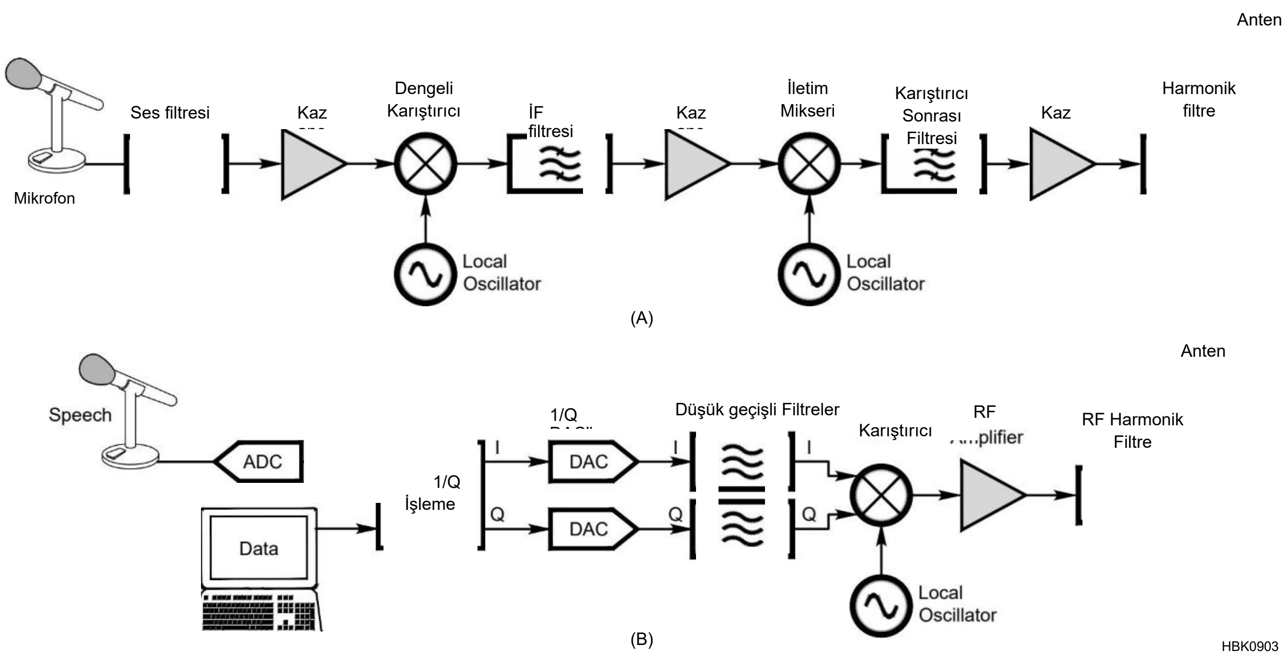
Son olarak, iletim karıştırıcısının çıkışındaki bir filtre, yalnızca kullanılan amatör bant içindeki sinyalleri geçirir, bunların yükseltilmesini ve iletilmesini önlemek için karıştırıcı tarafından üretilen istenmeyen frekansları reddeder. Verici çıkışındaki filtreler, iletilen sinyallerin harmoniklerini zayıflatır.

Tablo 10.1
Tipik Sinyaller için Tipik Filtre Bant Genişlikleri

Kaynak	*Gerekli Bant Genişliği*
Hızlı taramalı analog televizyon (ATV) Yayın kalitesinde konuşma ve müzik İletişim kalitesinde konuşma Yavaş taramalı televizyon (SSTV) HF Dijital (genel) HF RTTY (standart vites değiştirme) Radyotelegrafi (Mors kodu, CW) PSK31 dijital modülasyon	4.5 MHz 15 kHz (20 Hz'den 15 kHz'e) 3 kHz (300 Hz'den 3 kHz'e) 3 kHz (300 Hz'den 3 kHz'e kadar) 100 - 1500 Hz (modülasyona ve bit hızına bağlıdır) 250 - 500 Hz 200 ila 500 Hz 100 Hz



Şekil 10.1 - Her biri tarafından tipik olarak kullanılan filtreleri gösteren tek bantlı SSB süperheterodin alıcısı (A) ve SDR SSB/Veri alıcısı (B).



Şekil 10.2 - Her biri tarafından tipik olarak kullanılan filtreleri gösteren tek bantlı SSB süperheterodin vericisi (A) ve SDR SSB/Veri vericisi (B).

10.2 Filtre Temelleri

10.2.1 Filtre Büyüklüğü Yanıtları

Yaygın bir filtre türü olan *bant geçişi,* sinyalleri bir dizi frekansta geçirir - *geçiş bandı* - bu aralığın dışındaki sinyalleri reddederken - *durma bandı. Çıkış* gücünün yarıya indirildiği (3 dB azaltıldığı) bir kesme frekansına kadar sinyalleri iletmek için, *düşük geçişli bir* filtre kullanırız. Bir kesme frekansının ("3-dB frekansı'olarak da adlandırılır) üzerindeki sinyalleri geçmek için, *yüksek geçişli bir* filtre kullanırız. Benzer şekilde, sinyalleri bir frekans aralığında iletmek için bir *bant geçiş* filtresi kullanırız. *Sinyalleri belirli bir* aralıkta olanlar dışındaki tüm frekanslarda iletmek için bir *bant durdurma* veya *çentik filtresi gerekir.*

Şekil 10.3A, alçak geçişli bir filtrenin büyüklük tepkisini göstermektedir. Kesme frekansından daha düşük sinyaller (bu durumda 3 MHz), bu frekanstan daha yüksek sinyaller zayıflatılırken, az miktarda zayıflama ile geçirilir. Zayıflama derecesi birkaç değişkene bağlıdır, filtre karmaşıklığı önemli bir faktördür.

Bu bölümde bir filtrenin büyüklük tepkisini gösteren grafiklerden dikey eksenler, eksenin üstünde O dB ve X eksenine doğru artan negatif değerler ile "İletim (dB)'olarak etiketlenir. dB'deki negatif iletim değerleri, dB'deki zayıflamanın giderek artan pozitif değerleri ile aynıdır. Örneğin, -40 dB iletim 40 dB zayıflama ile aynıdır.

Şekil 10.3B, yüksek geçişli bir filtrenin büyüklük tepkisini göstermektedir. 3 MHz kesme frekansının üzerindeki sinyaller minimum zayıflama ile iletilirken, bu frekansın altındaki sinyaller zayıflatılır. Yine, zayıflama derecesi birkaç değişkene bağlıdır.

Şekil 10.3C, bir bant geçiş filtresinin büyüklük tepkisini göstermektedir. Bant geçiş aralığındaki sinyaller (alt ve üst kesme frekansları arasında) minimum zayıflama ile geçirilirken, bu aralığın dışındaki sinyaller zayıflatılır. Bu örnekte filtre, 2MHz'lik bir geçiş bandı genişliği için 2 MHz ve 4 MHz'lik kesme frekanslarıyla tasarlanmıştır.

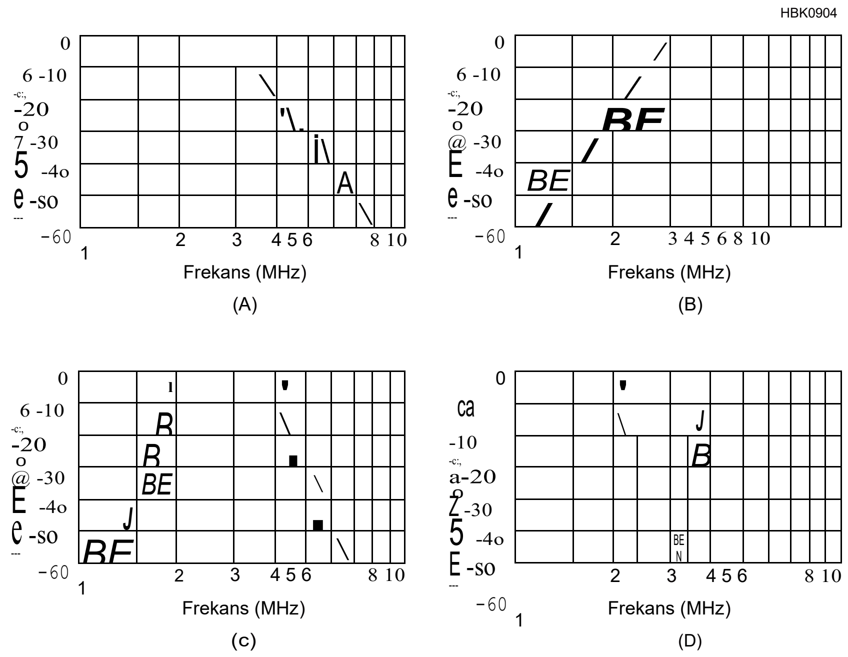
Şekil 10.3D, bir bant durdurma filtresinin büyüklük tepkisini göstermektedir. Bant durdurma aralığındaki sinyaller zayıflatılırken, diğer tüm sinyaller minimum zayıflama ile geçirilir. Bir çentik filtresi, zayıflamanın maksimum bir ata tek frekans olduğu dar bir durma bandına sahip bir bant durdurma filtresi türüdür.

İdeal bir filtre - örneğin düşük geçişli bir filtre - tüm frekansları bir noktaya kadar hiçbir zayıflama olmadan geçirir ve bu noktanın ötesindeki her şeyi tamamen reddeder. Bu, *tuğla duvar* tepkisi olarak bilinir, çünkü filtrenin geçiş bandı ve durdurma bandı *düzdür, yani* zayıflama yoktur ve geçişte yuvarlanma

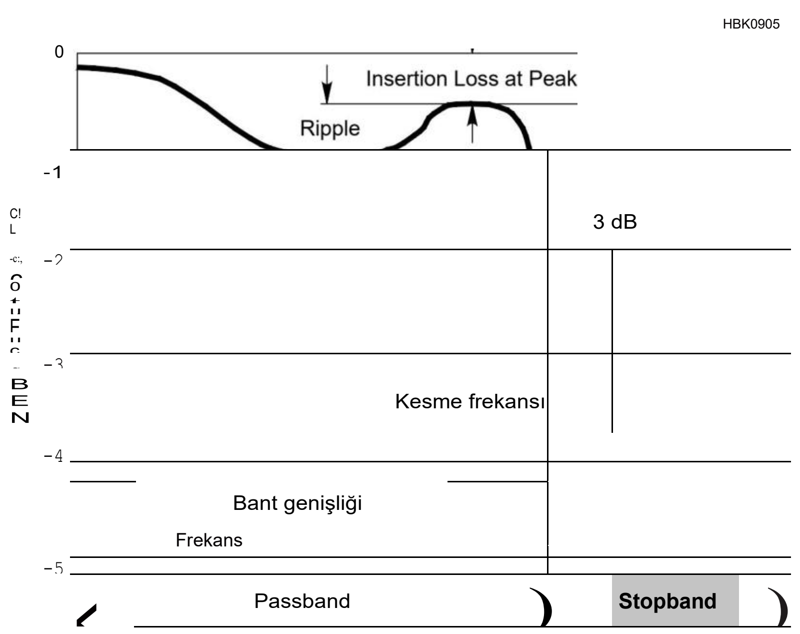
Bölge sonsuz dik. Böyle bir filtrenin büyüklük tepkisi, daha sonra aniden değişen kesme frekansına kadar O dB zayıflamasını temsil eden düz bir çizgi olarak çizilecektir.

Kesme frekansında, durma bandı boyunca sonsuz zayıflamada düz bir çizgiye sonsuz frekansa.

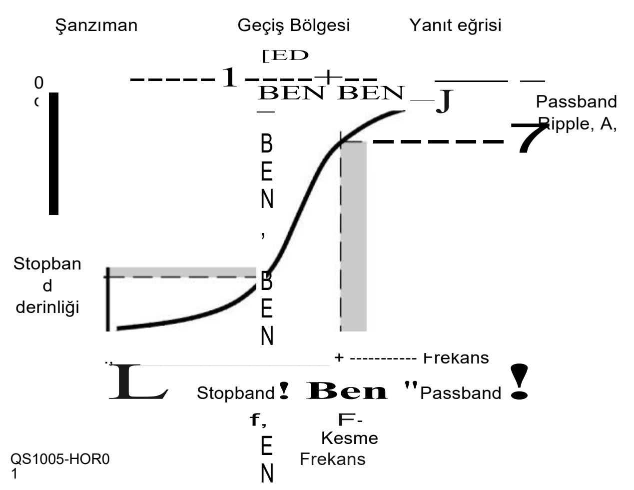
Şekil 10.4 tüm temel para-



Şekil 10.3 - **Düşük geçişli büyüklük yanıtı (A), yüksek geçişli büyüklük yanıtı (B), bant geçişli büyüklük yanıtı (C) ve bant durgun büyüklük yanıtı (D) örnekleri.**



Şekil 10.4 - Geçiş bandı ve durma bandı, bant genişliği, 3 dB kesme, geçiş bandı dalgalanması ve ekleme kaybını (IL) gösteren düşük geçişli filtre özellikleri. Bu filtre, pik yanıt sıklığında yaklaşık 0.5 dB IL'ye sahipken, geçiş bandı dalgalanması da 0.5 dB'dir. Dikey - eksen, hem giriş hem de çıkışın uygun şekilde sonlandırıldığını varsayarak, filtreden kazanç (veya kayıp) gösterir. Yatay eksen frekansı temsil eder.



Şekil 10.5 - Bir filtrenin genlik yanıtı için temel özellikler. Filtre yanıt eğrisi açık gri kutular arasında kaldığı sürece, filtre tasarım özelliklerini karşılar.

Alçak geçişli bir filtre için metre. Geçiş bandındaki yanıt eğrisinin genliğindeki değişikliklere *ripple denir.* (Filtreler, daha sonra tartışıldığı gibi bazı tasarım aileleri için durma bandında dalgalanma da olabilir.) Filtre pasif bileşenlerden yapılmışsa, bu bileşenlerde bazı kayıplar olacaktır - kayıp miktarına *ekleme kaybı* (IL) denir. Durdurma bandındaki sinyal frekanslarının, kesme frekansından uzak olan zayıflaması, filtrenin *nihai zayıflamasıdır.*

SPECIFYNG BİR FILTER YANIT

Şekil 10.5, yüksek geçişli bir filtrenin *yanıt eğrisini ve* filtrenin tasarımını belirtmek için kullanılan bazı terimleri göstermektedir. Frekans ekseninde, Fe kesme frekansıdır ve F s *durma bandı genişliğini tanımlar. Bir* yüksek geçişli filtre için geçiş bandı, Fe'nin üzerindeki tüm frekanslardan oluşur· Yüksek geçişli bir filtre için durma bandı, F altındaki tüm frekanslar Geçiş *bölgesi, durma bandı* ve geçiş bandı arasındaki frekans aralığıdır. (Düşük geçişli bir filtre için, Fs ve Fe bağladıkları gri kutularla birlikte ters çevrilir.)

Gri kutular aralarında filtrenin yanıt eğrisinin geçmesi gereken bir boşluk bırakır. Gri kutuların sınırları filtre için gerekli performansı belirler. Durma bandını tanımlayan gri kutu, durma bandı derinliği ile alt kısımda sınırlandırılmıştır. Filtrenin durma bandındaki iletimi, durma bandı derinliğine eşit veya altında olmalıdır. Geçiş bandını tanımlayan gri kutu, geçiş bandı dalgalanmasıyla üst kısımda sınırlandırılır. Filtrenin geçiş bandındaki iletimi, geçiş bandı dalgalanmasına eşit veya daha büyük olmalıdır. F ve Fe arasında, tepki eğrisinin durma bandı ve geçiş bandı arasında geçtiği geçiş bölgesidir.

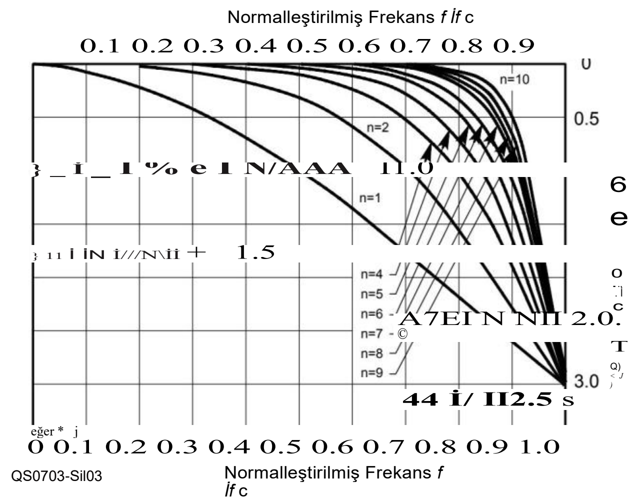
bando. Gri kutular arasındaki boşluktan geçen herhangi bir yanıt eğrisi, filtrenin performans gereksinimlerini karşılar.

Geçiş bandından durma bandına geçiş bölgesinden frekans arttıkça, zayıflama artar. *Rollojf,* kesme yukarıdaki frekanslar için zayıflama değişim oranı, frekans oktav başına değişim dB cinsinden ifade edilir. Yüksek rulo değeri olan bir filtrenin yanıtı, rolloff düşükse "keskin" veya'dik've "yumuşak" veya "sığ'olarak adlandırılır.

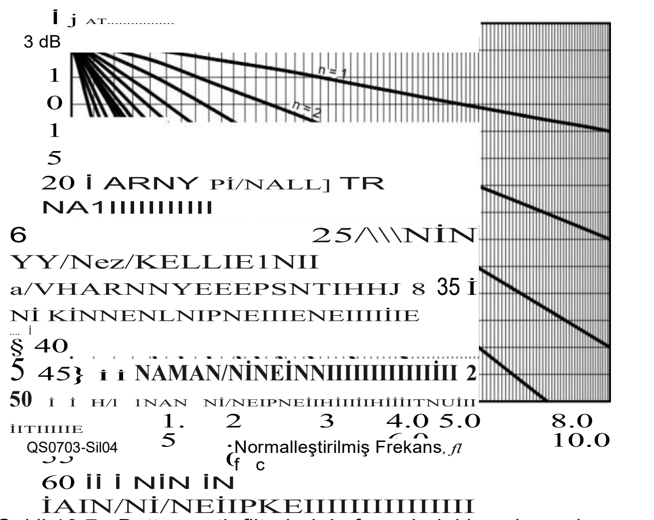
10.2.2 Filtre siparişi

Geçiş bandından zayıflama bölgesine (durma bandı) inişin dikliği, *sıra adı verilen filtrenin karmaşıklığına bağlıdır.* İndüktörlerden ve kapasitörlerden yapılmış topaklı elemanlı bir filtrede, sıra, filtredeki ayrı enerji depolama elemanlarının (L veya C) sayısı ile belirlenir. Örneğin, bir dirençli ve bir kondansatörlü bir RC filtresi 1 sırasına sahiptir. Tek bir seri LC devresinden yapılmış bir çentik filtresinin 2 sırası vardır. Aktif ve dijital sinyal işleme filtreleri için sıranın tanımı daha karmaşık olabilir, ancak genel anlayış, bir filtrenin sırasının, yanıtının frekansla ne kadar hızlı değişebileceğini belirlediği yönündedir.

Örneğin, **Şekil 10.6 ve 10.7,** çok basit ("N = 2") ile daha karmaşık ("N = 20") arasında değişen siparişlerle bir tür düşük geçiren filtrenin (Butterworth ailesi) büyüklük tepkisini gösterir. Her sipariş için, frekans, frekans, f, - kesme frekansı, fc oranına normalleştirilmiştir. (Yani normalize kesme frekansı her zaman 1.0'dır.) Sipariş arttıkça, rolloff da artar. Şekil 10.6, filtrenin geçiş bandındaki davranışını daha net göstermek için genişletilmiş bir dikey ölçeğe sahiptir .



Şekil 10.6 - Aşağıdaki **geçiş bandında Butterworth filtrelerinin tepkisi f. Frekans normalize frekans olarak gösterilir, *fife,***

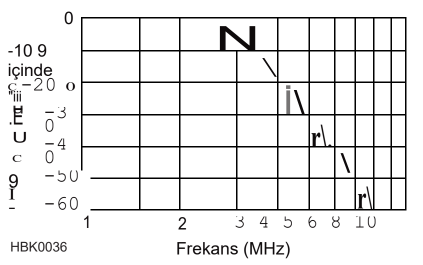


Şekil 10.7 - Butterworth filtrelerinin f üzerindeki geçiş ve durma bantlarında tepkisi. Frekans normalize edilmiş frekans, *f/f olarak gösterilir.*

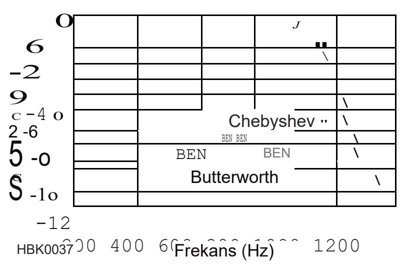
10.2.3 Filtre aileleri

Bir filtre tasarlamanın tek bir'en iyi "yolu yoktur. İnstead, bazı özelliklere karar vermeli ve daha sonra tasarımımız için en uygun aileyi seçmeliyiz. Farklı ailelerin farklı özellikleri vardır ve filtre aileleri genellikle davranışlarını matematiksel olarak tanımlamaktan sorumlu matematikçi veya mühendisten sonra adlandırılır. Her filtre ailesi, filtrenin davranışını tanımlayan belirli bir denklem türü ile temsil edilir.

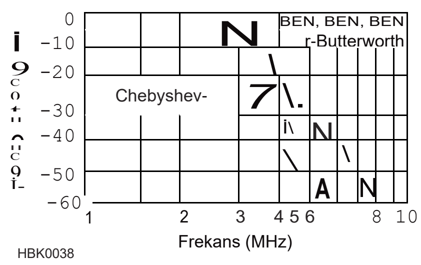
Amatörler için en önemli iki temel özellik, filtre ailelerinin davranışını tanımlamak için kullanılır: dalgalanma (geçiş bandı ve durma bandı içindeki büyüklük tepkisindeki değişiklikler) ve yuvarlanma. Farklı filtre ailelerinin farklı derecelerde dalgalanma ve yuvarlanma (ve



Şekil 10.8 - Butterworth ailesinden gelen filtreler, geçiş bandında düz büyüklük tepkisi sergiler.



Şekil 10.9 - Bu çizim, bir Chebyshev filtresinin tepkisini 1000 Hz'lik bir 1-dB dalgalanma bant genişliği ve 1000 Hz'lik bant genişliği 3-dB bir Butterworth filtresi ile karşılaştırır.



Şekil 10.10 - Bir Chebyshev filtresi (0.2 dB geçiş bandı dalgalanması), geçiş bandı - dalgalanması olmayan bir Butterworth tasarımından daha keskin bir kesim sağlar.

Faz yanıtı gibi diğer özellikler).

Düz bir büyüklük tepkisi ile (ve böylece geçiş bandında dalgalanmalar yok) *Butterworth* aile tasarımı olarak bilinen şeye sahibiz. Bu aile aynı zamanda *Maksimum Düz Büyüklük veya Maksimum Düz Kazanç adıyla da geçer.* Butterworth ailesinden bir filtrenin büyüklük tepkisine bir örnek **Şekil 10.8'de gösterilmiştir.** (Çoğu filtre tartışması, düşük geçişli filtrelere dayanır, çünkü aynı kavramlar diğer filtre türlerine kolayca genişletilir ve filtrelerin arkasındaki matematiğin çoğu, çeşitli frekans yanıtları türleri için eşdeğerdir.)

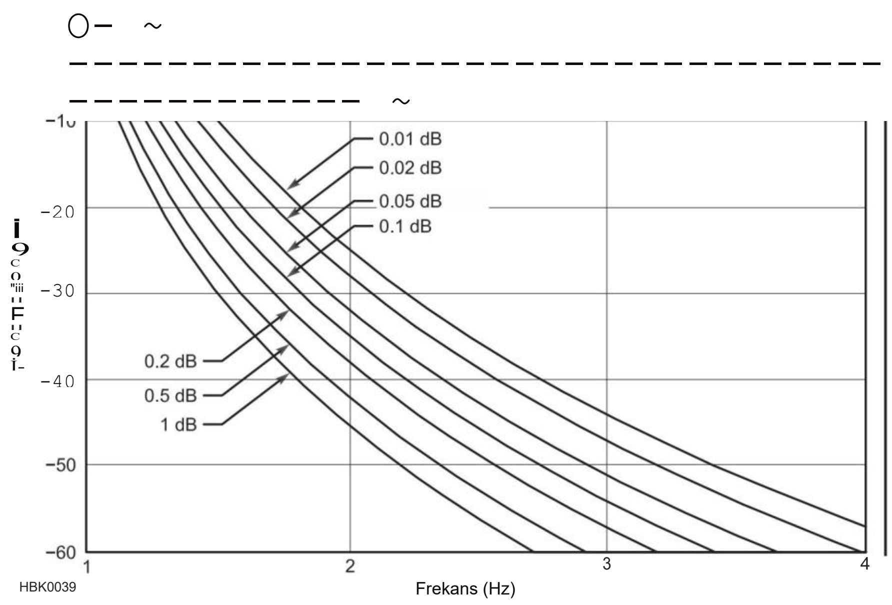
Geçiş bandındaki büyüklük tepki dalgalanmalarına izin vererek, geçiş bandından durma bandına, özellikle de kesme frekansının hemen ötesine biraz daha dik bir kayma elde edebiliriz. Bunu yapan bir aile *Chebyshev ailesidir*. **Şekil 10.9,** geçiş bandında büyüklük dalgalanmasına izin vermenin nasıl daha keskin bir filtre rolloff sağladığını göstermektedir. Bu arsa, 1-dB dalgalanma Chebyshev'i, dalgalanmayan Butterworth filtresi ile 12 dB zayıflamaya kadar karşılaştırır .

Şekil l 0.9 ayrıca düşük geçişli bir Butterworth filtresi için normal bant genişliği tanımını da göstermektedir - filtrenin 3-dB veya kesme frekansı. Düşük geçişli bir Chebyshev filtresi için, *dalgalanma bant genişliği* kullanılır - filtrenin geçiş bandı dalgalanmasının belirtilen sınırdan daha büyük olmadığı frekans aralığı. Örneğin, l dB geçiş bandı dalgalanmasına sahip olacak şekilde tasarlanmış düşük geçişli bir Chebyshev filtresinin dalgalanma bant genişliği, zayıflamanın **l** dB veya daha az olduğu en yüksek frekanstır. Filtrenin frekansının 3-dB bant genişliği biraz daha büyük olacaktır.

Bir Butterworth filtresi, sipariş ve bant genişliğini belirterek tanımlanır. Chebyshev filtresi, sıralamayı, dalgalanma bant genişliğini ve geçiş bandı dalgalanma miktarını belirterek tanımlanır. İn Şekil 10.9, Chebyshev filtresi **l dB** dalgalanmaya sahiptir; Dalgalanma bant genişliği 1 000 Hz'dir. Butterworth filtresinin 3-dB bant genişliği de 000 Hz'dir. Bazı filtre ders kitapları Chebyshev filtrelerini tanımlamak için 3-dB noktasını kullanır; Çoğu burada gösterildiği gibi dalgalanma bant genişliğini kullanır. Bu iki ailenin şemaları (parça değerlerini göz ardı ederseniz) aynıdır.

Küçük miktarlarda dalgalanma bile bir - filtrenin yuvarlanmasını arttırmak açısından faydalı olabilir. **Şekil 10.10, bir** Butterworth filtresini (dar çizgi grafiği ile, geçiş bandında dalgalanma yok) bir Chebyshev filtresi (geniş çizgi grafiği, geçiş bandında 0,2 dB dalgalanma) ile 60 dB zayıflamaya kadar karşılaştırır. (Bu karşılaştırma için 3 dB zayıflamada kesme frekansları her filtre için aynıdır.) Chebyshev filtre geçiş bandındaki bu küçük dalgalanma miktarı bile, geçiş bandı ile durma bandı arasında belirgin şekilde daha dik bir kayma sağlar. Geçiş bandı dalgalanma özelliği arttıkça, geçiş bandından durma bandına geçişin dikliği, iki ailenin yuvarlanması sonunda eşit olmasına rağmen, Butterworth ailesine kıyasla artar.

Chebyshev filtreleri için, geçiş bandı dalgalanmasının değeri değiştiğinde, durma bandı bölgesindeki büyüklük tepkisi de değişir. **Şekil 10.11,** Chebyshev filtrelerinin durma bandı tepkisini 0.01 ila 1 dB arasında değişen geçiş bandı dalgalanmasıyla karşılaştırır.



Şekil 10.11 - Bu durdurma bandı tepki grafikleri, Chebyshev ailesini çeşitli geçiş bandı dalgalanma değerleri ile göstermektedir. Bu grafikler, 0,01 ila 1 dB arasındaki dalgalanma değerlerine sahip yedinci dereceden düşük geçişli bir tasarım içindir. Yüksek dalgalanma değerlerinin geçiş bandında etkileri ignoring, mcreasmg dalgalanma durdurma bandı alanına biraz daha dik rolloff ve durdurma bandında daha iyi nihai zayıflama sağlayacaktır .

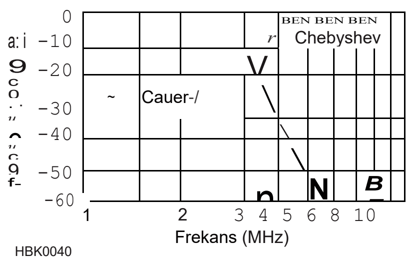
İt, frekansları dikkatlice hesaplanan "tuzaklar" ekleyerek durma bandına daha da dik bir dönüş elde etmek mümkündür. Bu tuzakların rezonans frekansları durma bandı bölgesindedir ve en iyi performansı verecek şekilde ayarlanmıştır. Bu yapıldığında, bir *Cauer ailesi tasarımımız var (eliptik fonksiyon* tasarımı olarak da adlandırılır). Cauer filtresinin geçiş bandından durma bandına doğru yuvarlanması, geçiş bandındaki davranışın tekdüze olması koşuluyla tüm analog filtre tiplerinin en dikidir (dalgalanma yok veya eşit miktarda dalgalanma). **Şekil 10.12, karşılaştırma** için Chebyshev ve Cauer tasarımlarının tepkisini göstermektedir.

Cauer filtresi, Chebyshev için olduğu gibi, düzen, dalgalanma bant genişliği ve geçiş bandı dalgalanması belirtilerek tanımlanır. Yine, alternatif bir bant genişliği tanımı, dalgalanma bant genişliği yerine 3-dB frekansını kullanmaktır. Cauer ailesi bir özellik daha gerektirir: *Durma bandı frekansı ve/veya durma bandı derinliği. Durma bandı* frekansı, durma bandındaki bir boş veya çentiğin en düşük frekansıdır. Durma bandı derinliği, durma bandında izin verilen minimum zayıflama miktarıdır. Şekil 10.12, durma bandı frekansı - yaklaşık 3.5 MHz ve durma bandı derinliği 50 dB'dir. Bu karşılaştırma için her iki tasarım da aynı geçiş bandı dalgalanma değerine sahiptir (0.2 dB).

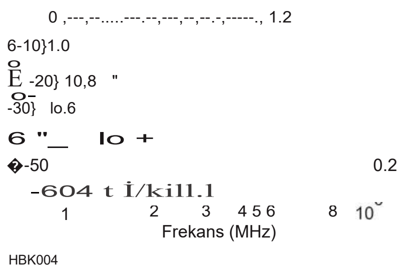
Cauer filtresinin bir dezavantajı, nihai zayıflamanın, diğer ailelerde olduğu gibi, her zaman artmaktan ziyade seçilen bir değer olmasıdır. Uzak durma bandı bölgesinde (frekansın kesme frekansından çok daha büyük olduğu yerlerde), Cauer filtrelerinin yuvarlanması sonuçta siparişe bağlı olarak oktav başına 6 veya 12 dB'ye ulaşır. Tek sıralı Cauer filtreleri, oktav başına yaklaşık 6 dB'lik bir nihai yuvarlanma oranına sahipken, çift sıralı sürümler oktav başına yaklaşık 12 dB'lik bir nihai yuvarlanma oranına sahiptir.

10.2.4 Grup gecikmesi

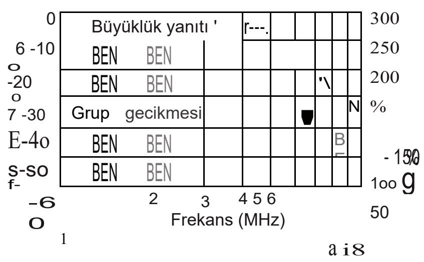
Hangi filtre ailesinin kullanılacağının seçimini etkileyebilecek bir diğer özellik, filtreden sinyallerin geçiş süresinin frekansa göre değişmesidir. Buna *grup gecikmesi denir.* ("Grup", bir ortamda, bu durumda filtrede hareket eden benzer frekans ve faza sahip bir grup dalgayı ifade eder.) **Şekil 10.13'teki geniş çizgi (alt çizgi), bir** Chebyshev alçak geçiş filtresinin grup gecikme özelliklerini gösterirken, üst çizgi (dar çizgi) büyüklük yanıtını gösterir. Şekil 10.13'te gösterildiği gibi, kesme frekansına yakın bileşenlerin grup gecikmesi, daha düşük ve daha yüksek frekanslardaki bileşenlerinkiyle karşılaştırıldığında oldukça büyük hale gelir. Bu, filtrenin iletiminin frekans ile doğrusal olmayan faz kaymasının bir sonucudur; Genellikle kesme frekansının yakınında daha büyüktür. Sinyalleri farklı frekanslarda farklı miktarlarda geciktirerek, sinyal bileşenleri zaman içinde "bulaşır". Bu



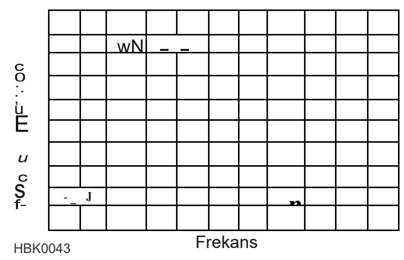
Şekil 10.12 - Cauer ailesi geçiş bandından daha da dik bir rolloff var
Chebyshev ailesinden daha iyi bir stop band. Durdurma bandındaki nihai zayıflamanın, diğer ailelerde olduğu gibi sürekli artan bir tasarım parametresi olmadığını unutmayın.



Şekil 10.13 - Chebyshev alçak geçiş filtresinin büyüklüğü ve grup gecikmesi.



Şekil 10.14 - Bessel alçak geçiş filtresinin büyüklüğü ve grup gecikmesi.



Şekil 10.15 - Bir Chebyshev alçak geçiş filtresinin geçici tepkisi.

Sinyalin bozulmasına neden olur ve yüksek hızlı veri sinyallerini ciddi şekilde bozabilir.

Geçiş bandı boyunca sinyaller için tek tip bir grup gecikmesi gerekiyorsa, *Bessel* filtre ailesi seçilmelidir. Bessel filtresi bir gecikme çizgisi veya zaman gecikmesi elemanı olarak kullanılabilir, ancak büyüklük yanıtının yumuşak yuvarlanmasının dikkate alınması gerekebilir. Bessel ailesinin büyüklüğü ve gecikme özellikleri **Şekil 10.14'te gösterilmiştir.** Bessel filtresinin yanıtını Şekil 10'daki Butterworth ile karşılaştırmak. 8 roll off farkını gösterir.

Bessel ailesi filtrelerinin bir dezavantajı, yuvarlanma özelliğinin oldukça zayıf olmasıdır; Büyüklük-tepki-şekillendirme filtresi olarak çok iyi değiller. Bessel ailesi, büyük ölçüde - Şekil 10.14'te alt arsa olarak gösterilen geçiş bandındaki (düşük veya yüksek geçişli bir filtre için) sabit grup gecikmesi ile karakterize edilir. Bessel'in constantdelay özelliği stopband içine uzanır. Bessel filtre bant genişliği genellikle 3-dB noktası ile tanımlanır (Butterworth'de olduğu gibi).

Bessel filtresi faz yanıtı önemli olduğunda kullanıldığından, genellikle bir radyan olmak üzere belirli miktarda faz kaymasının meydana geldiği frekans ile karakterize edilir. (Bir radyan 360/2n = 57.3 °'ye eşittir.) Gecikme, çıkış sinyalinin giriş sinyalinin gerisinde kalmasına neden olduğundan, filtre *tek radyan gecikme frekansı ile belirtilir.*

10.2.5 Geçici yanıt

Bazı uygulamalar, düşük geçişli bir tasarımın girişine uygulanan keskin yükselen ve düşen kenarları (dijital veri dalga formu gibi) olan bir sinyalin, filtrenin çıkışında görüldüğü gibi minimum bir aşma veya çınlama olmasını gerektirir. Aşma (ve aşım), bir sinyal son değerine yerleşmeden önce geçici olarak son genliği aştığında (altına düştüğünde) meydana gelir. Çınlama, tekrarlanan bir aşma ve kaçırma dizisidir.

Böyle bir uygulamada keskin bir kesme analog filtresi kullanılırsa, aşma veya çınlama meydana gelir. Filtreden çıkarken keskin yükselen ve düşen kenarları olan kare dalga gibi bir sinyalin görünümü **Şekil 10.15'te gösterildiği gibi olabilir. Hem** X hem de Y eksenleri için ölçekler, dalga formunun frekansına ve büyüklüğüne bağlı olacaktır. (Bu bölümde daha sonra açıklandığı gibi, dijital filtreler, basit analog filtrelerden çok daha karmaşık olmalarına ve başka takaslara sahip olmalarına rağmen, bu zil sesini göstermeyecek şekilde tasarlanabilir.)

Kare dalganın keskin kenarı bir tür *geçici, bir* sinyalde ani bir değişikliktir. Sabit bir seviyede bir sinyal ve sabit kaldığı yerde çok hızlı bir şekilde başka bir seviyeye değiştiğinde, bu tür geçici bir *adımdır. Sinyal* aniden seviyeleri değiştirirse ve hemen tekrar değişirse, bu tür geçici *bir darbedir.* Eğer nabız sonsuz darsa,

Bir *dürtü denir* ve aşağıda tartışıldığı gibi ilginç matematiksel özelliklere sahiptir. Bir geçici devrenin girişinde meydana gelen çıkış, devrenin *geçici tepkisidir*.

Bu tartışmada bir test dalga formu olarak kullanılan kare dalga, temel ve sonsuz bir garip harmonikler dizisinden oluşur. Kare dalgayı oluşturmak için yalnızca belirli bir düzene kadar olan iF harmonikleri kullanılır - yani, eğer kare dalga daha yüksek frekansları azaltan keskin-cutofflow-pass filtresinden geçirilirse - o zaman bu dalga formu filtreden çıkarken gösterildiği gibi aşma veya çınlamaya sahip olacaktır. Bu filtrenin *adım yanıtıdır* .

Geçişler, kare dalganın kenarları gibi tekrarlayıcı olabilir, ancak periodik olmayan bir dalga formu bile sinüs dalgalarına ayrılabilir, ancak bu durumda harmonik olarak ilişkili değildirler. Örneğin, t saniye genişliğindeki tek bir darbe, sinüs (ft) = sin (7ft)/(7ft) ile orantılı bir frekans spektrumuna sahiptir. Bunu sonsuz sayıda sinüs dalgasının, spektral şeklin izini süren genliklerle sonsuza kadar birbirine yakın olduğunu düşünebilirsiniz. Eğer t azalırsa, kapalı değerin herhangi bir günah değeri (7ft)/(ft) için aynı faktörle artması gerektiğini belirtmek ilginçtir. Başka bir deyişle, darbe ne kadar dar olursa spektrum o kadar geniş olur. Tabii ki bu sinüs dalgaları ve diğer periyodik dalga formları için de geçerlidir - dalga boyu ne kadar küçükse frekans o kadar yüksektir. Genel olarak, zaman alanında "zayıf" sinyali yapan herhangi bir şey, frekans alanında "şişman" yapar ve bunun tersi de geçerlidir.

Nabız gittikçe daraldıkça, frekans spektrumu daha fazla yayılır. Limitin içinde, eğer darbe sonsuz dar (bir dürtü) yapılırsa, spektrum sıfır hertz'den sonsuzluğa düz olur.

Dürtü, düz frekans spektrumu nedeniyle çok kullanışlı bir kavramdır. Filtrenin *impuls yanıtı,* filtrenin frekans yanıtına eşit bir frekans spektrumuna sahiptir.

10.2.6 Filtre Ailesi Seçimi

Filtre ailesi seçmek, filtre tasarımının ilk adımlarından biridir. Bu seçimi kolaylaştırmak için, aşağıdaki filtre ailesi nitelikleri listesi - sağlanır:

• Butterworth - Geçiş bandında dalgalanma yok, yumuşak geçiş bölgesi, belirli bir filtre sırası için sığ yuvarlanma, yüksek nihai zayıflama, geçiş bölgesi boyunca yumuşak grup gecikme değişikliği. Yanıtın düzgünlüğü, düşük geçişli yanıt için de yakınında, bandpass yanıtı için merkez frekansta ve yüksek geçişli yanıt için sonsuzlukta özellikle belirgindir. Ortaya çıkan büyüklük tepkisi, geçiş bandından durma bandına nispeten yumuşak bir geçişe sahip olacaktır.

• Chebyshev - Bazı geçiş bandı dalgalanması, ani geçiş bölgesi, belirli bir filtre sırası için dik yuvarlanma, kesme frekansına yakın grup gecikmesinde zirve, yüksek nihai zayıflama. Chebyshev ailesi, belirli sayıda bileşen için daha keskin bir kesme istendiğinde ve geçiş bandında en azından az miktarda dalgalanmaya izin verildiğinde kullanılır.

• Cauer (veya Eliptik fonksiyon) - Bazı geçiş bandı dalgalanması, ani geçiş bölgesi, en dik yuvarlanma, tuzaklar nedeniyle durma bandında dalgalanma, Butterworth ve Chebyshev'den daha küçük nihai zayıflama, grup gecikme, kesme frekansına yakın ve durma bandında zirve yapar. Geçiş bandından durdurma bandına yuvarlanma dikliği en önemli öğe olduğunda, Cauer filtre ailesi kullanılır. Cauer filtreleri daha karmaşık seçenekler içerir. İn ek olarak

Bir geçiş bandı dalgalanması seçerek, tasarımcı ayrıca bir durdurma bandı derinliği (veya durdurma bandı frekansı) atamalıdır. Öğelerin bazıları etkileşime girer; Hepsi keyfi olarak seçilemez .

• Bessel - Geçiş bandında dalgalanma yok, yumuşak geçiş bölgesi, geçiş bandında sabit grup gecikmesi, belirli bir filtre sırası için sığ yuvarlanma, grup gecikmesinde yumuşak değişiklikler, yüksek nihai zayıflama

"Dik've'ani'gibi tüm karakterizasyonlar, benzer siparişlere sahip diğer ailelerden gelen filtre tasarımlarına göredir. Belirli bir uygulama için filtre ailesi seçerken bileşen sayısı, bileşen değerine duyarlılık vb. gibi diğer faktörlerin de dikkate alınması gerekebilir.

Bu bölümde şimdiye kadar belirtilen özelliklerin tümü, nasıl uygulandığına bakılmaksızın, *pasif* topaklı eleman indüktörleri ve kondansatörleri kullanılarak mı yoksa dirençler ve kapasitörler (aktif bir filtre) ile op amper kullanılarak mı imal edildiğine bakılmaksızın bir filtre için geçerlidir. Özellikler, filtre davranışının genel tanımlarıdır ve herhangi bir tür teknolojiye uygulanabilir. Her teknoloji türü (pasif, aktif, dijital) güçlü noktalara ve ödünlere sahiptir.

Bu dört aile en yaygın olanlarıdır, ancak diğer aileler de kullanılır: örneğin, Gaussian, Constant-k ve M türevlerinin tümü, bu kitabın indirilebilir ek bilgileri ile sağlanan ELSIE filtre tasarım paketi tarafından desteklenir.

Dijital filtreler ayrıca bu filtre ailelerini ve diğerlerini de uygular. Ayrıca, bu bölümün dijital filtreler bölümünde açıklandığı gibi FIR ve İIR gibi başka sınıfları da vardır. Analog ve dijital filtre tasarımı hakkında daha fazla bilgi için, bu bölümün sonunda bir referans ve makale listesi verilmiştir.

10.3 Pasif LC Filtreleri

Bölümün bu kısmı, ayrık indüktörler ve kapasitörler kullanılarak üretilen pasif LC filtreleri ile ilgilidir (bu, *adlarına, topaklı elemanlara yol açar).* Temel düşük geçişli filtrelerin tartışılmasıyla başlayacağız ve daha sonra diğer filtre türlerine genelleyeceğiz.

10.3.1 Düşük Geçişli Filtreler

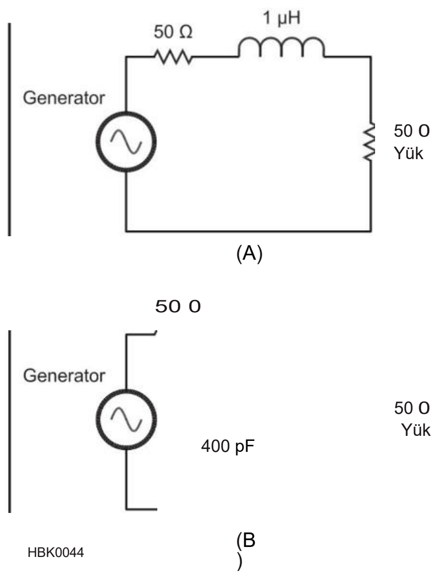
İndüktörler ve kapasitörler kullanılarak oluşturulan çok temel bir LC filtresi **Şekil 10.16'da gösterilmiştir.** İlk durumda (Şekil 10.16A), daha yüksek frekanslarda yüke daha az güç verilir, çünkü indüktörün seri olarak yükle reaktansı, test frekansı arttıkça artar. Yükte görünen voltaj, frekans arttıkça azalır. Bu yapılandırma doğru akımı (de) geçecek ve daha yüksek frekansları reddedecek ve böylece Düşük geçişli bir filtre olun .

İkinci durumda (Şekil 10.16B), daha yüksek frekanslarda yüke daha az güç verilir, çünkü kondansatörün yüke paralel olarak reaktansı, test frekansı arttıkça azalır. Yine, yükte görünen voltaj frekans arttıkça azalır ve bu da düşük geçişli bir filtre olarak adlandırılır. Gerçek dünyada, iki seri ve paralel bileşenlerin kombinasyonları düşük geçişli bir filtre oluşturmak için kullanılır.

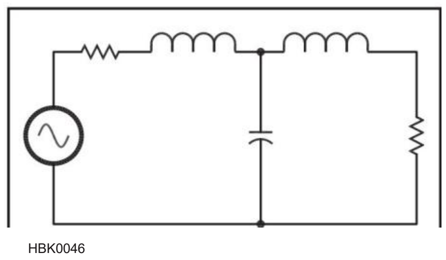
Karşı konfigürasyon kullanılarak yüksek geçişli bir filtre yapılabilir - seri kapasitörler ve şant indüktörleri. Ve bir bant geçişi (veya bant durdurma) filtresi, seri ve paralel ayarlı devre çiftleri kullanılarak yapılabilir. Bu filtreler, alternatif LC elemanlarından veya LC ayarlı Devrelere *merdiven filtreleri denir.*

Bu bölümün başlarında filtre düzeninden veya karmaşıklığından bahsettik. **Şekil 10.17,** 3, 4 ve 5 sıralı kapasitör girişli düşük geçişli filtreleri göstermektedir. Sıranın enerji depolayan elemanların sayısına karşılık geldiğini unutmayın. Örneğin, Şekil 10,17 A'daki üçüncü dereceden filtre üç enerji depolama elemanına (iki kapasitör ve bir indüktör) sahipken, Şekil 10 ,17 Chas'taki beşinci dereceden tasarım toplam beş elemana (üç kapasitör, iki indüktör) sahiptir. - Karşılaştırma için, Şekil **10.18'de üçüncü dereceden bir filtre gösterilmiştir.** Şekil - 10.17'deki filtreler *kapasitör giriş filtreleridir, çünkü bir* kapasitör doğrudan giriş kaynağına bağlanır. Şekil 10 .18'deki filtre bir *indüktör giriş filtresidir* .

Daha önce de belirtildiği gibi, Cauer ailesi



Şekil 10.16 - Bir seri endüktör (A) veya bir şant kapasitörü (B) kullanılarak temel bir alçak geçiren filtre oluşturulabilir.



Şekil 10.18 - Üçüncü dereceden indüktörDüşük geçişli filtre.

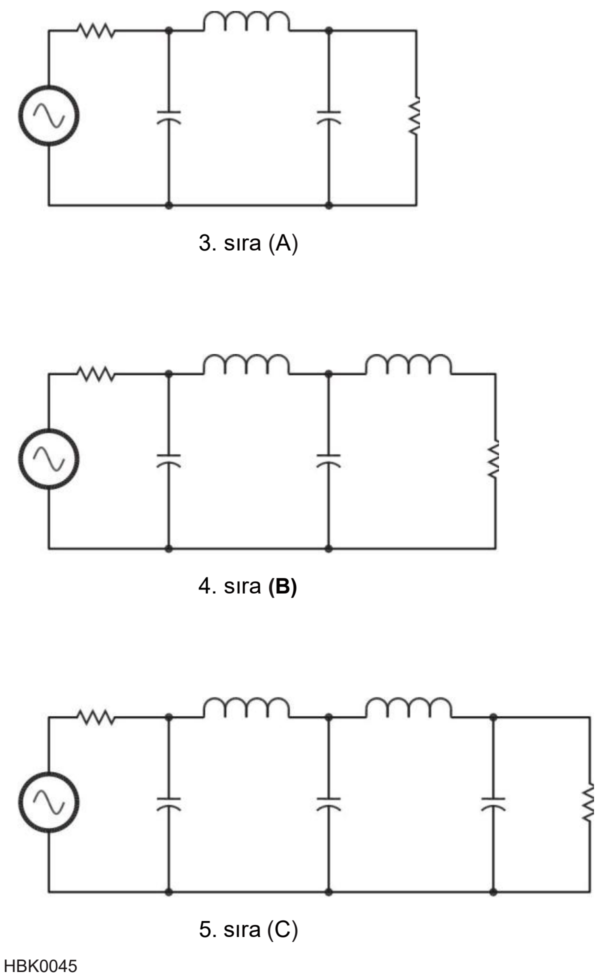
Durdurma bandında dips veya çentikler (uygun şekilde sıfır olarak adlandırılır) üretmek için dikkatlice eklenmiş tuzaklara (seri veya paralel ayarlı devreler) sahiptir. Kapasitör giriş lowpass filtrelerinin Cauer versiyonları için 3, 4 ve 5 sıralı şemalar Şekil **10.19'da gösterilmiştir.** Seri indüktörlere paralel olarak kapasitörler, Cauer filtresinin uygulanmasını sağlamak için hesaplanan frekanslarda çentikler oluşturur.

Kondansatör girişi ve indüktör girişi

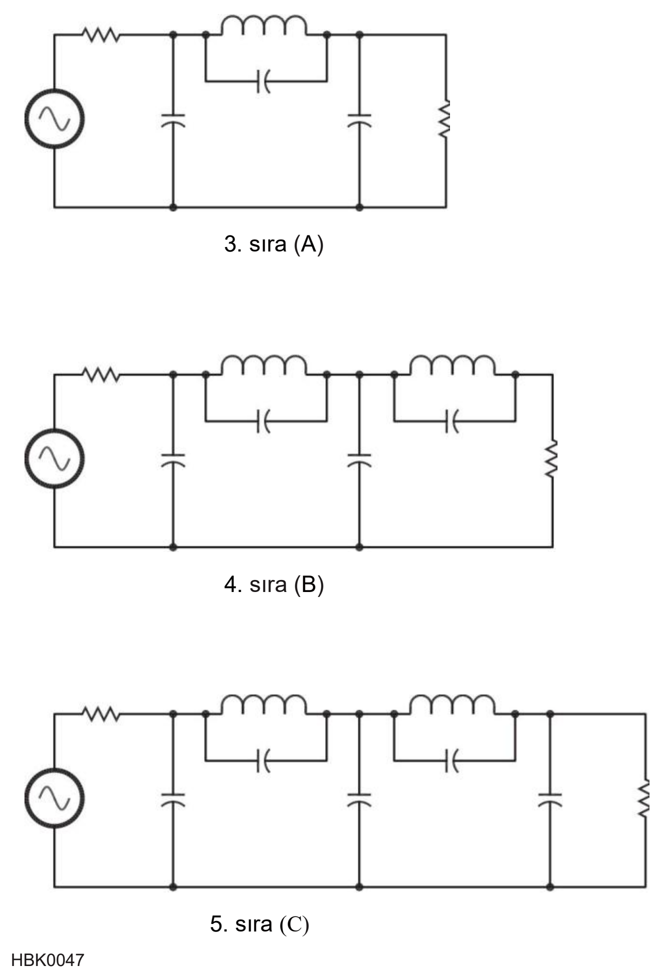
Belirli bir düşük geçişli tasarımın versiyonları - büyüklük, faz ve zaman tepkileri için aynı özelliklere sahiptir, ancak filtreye bakarken görülen empedansta farklılık gösterirler. Kondansatör giriş filtresi stop bandında düşük empedansa sahipken, indüktör giriş filtresi stop bandında yüksek empedansa sahiptir.

10.3.2 Düşük Geçişten Band Geçişine Dönüşüm

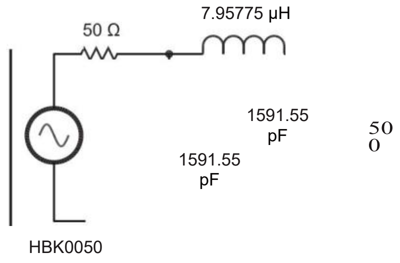
Bir bant geçişi filtresi kısmen bir *bant genişliği* ve bir *merkez frekansı ile tanımlanır.* (Alternatif bir yöntem, alt ve üst kesme frekansını belirtmektir.) Şekil 10 **.1** 7 A'da gösterilen gibi düşük geçişli bir tasarım, orta frekanstaki elemanların her birini rezonansa alarak bir bant geçiş filtresine dönüştürülebilir. **Şekil 10.20,** 50 © sisteminde kullanılmak üzere 2 MHz tasarım bant genişliğine sahip üçüncü dereceden bir alçak geçiren filtreyi göstermektedir. Eğer şant elemanları şimdi paralel bir bileşenle rezonansa girerse ve seri elemanları bir seri bileşeniyle rezonansa girerse, sonuç



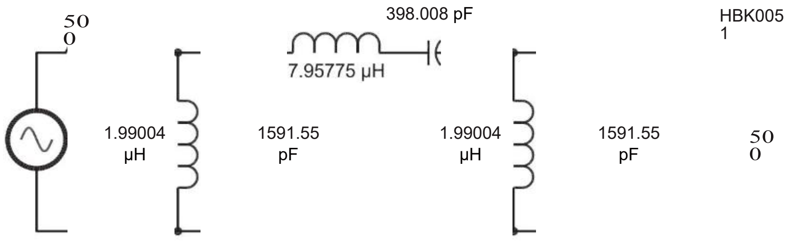
Şekil 10.17 - 3, 4 ve 5 numaralı siparişlerle Butterworth ve Chebyshev aileleri için düşük geçişli, kondansatör giriş filtreleri.



Şekil 10.19 - 3, 4 ve 5 numaralı emirlerle Cauer ailesi için düşük geçişli topolojiler.



Şekil 10.20 - 50 n'lik bir sistemde 2 MHz bant genişliğine sahip üçüncü dereceden düşük geçişli filtre.



Şekil 10.21 - Şekil 10.20'nin düşük geçişli filtresi, şant kapasitörlerini paralel bir indüktör ile rezonansa sokarak ve seri indüktörünü bir seri kapasitör ile rezonansa sokarak bir bant geçiş filtresine dönüştürülebilir. Bant genişliği 2 MHz ve merkez frekansı 2.828 MHz'dir.

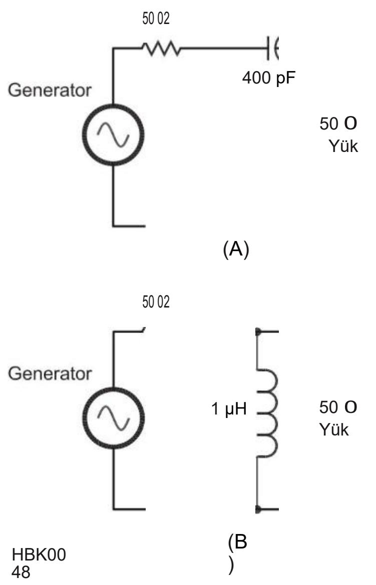
Şekil 10.21'de gösterildiği gibi bir bant geçirgen filtredir. Seri indüktör değeri ve şant kapasitör değerleri, orijinal düşük geçişli tasarım ile aynıdır.

10.3.3 Yüksek Geçişli Filtreler

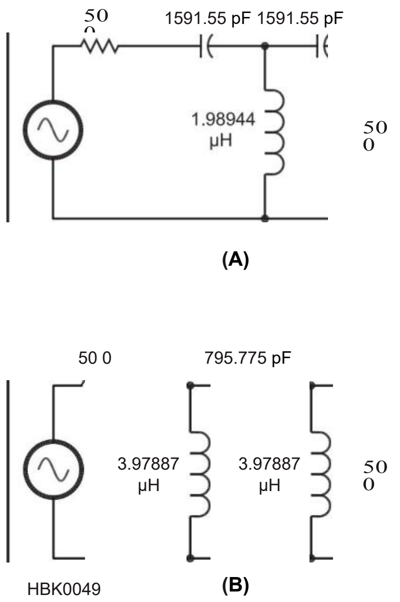
Yüksek geçişli bir filtre, kesme frekansının üzerindeki sinyalleri geçer ve aşağıdakileri zayıflatır. Şekil 10.16'daki filtrelerin basit yüksek geçiş eşdeğerleri **Şekil 10.22'de gösterilmiştir.**

Şekil 10.22A'deki seri kapasitörün reaktansı, test frekansı düşürüldükçe artar ve bu nedenle daha düşük frekanslarda yüke daha az güç verilir. Benzer şekilde, Şekil 10.22B'deki şant indüktörünün reaktansı, aynı etkiyle daha düşük frekansta azalır. Şekil 10.17'de sunulan düşük geçişli filtre tasarımlarına benzer şekilde, gerçek bir dünya tasarımında yüksek geçişli bir filtre tipik olarak hem seri hem de şant bileşenlerini kullanır, ancak indüktörlerin ve kapasitörlerin pozisyonları değiştirilir.

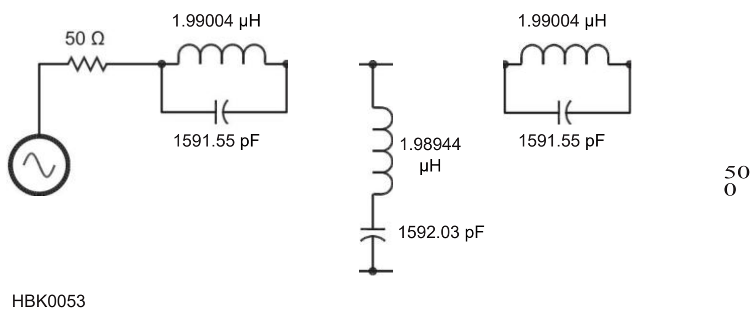
Yüksek geçişli filtre uygulamasının bir örneği, 1.7 MHz ve altındaki yayın sinyallerini reddederken, 3.5 MHz ve üstü aralığında amatör bant sinyallerini geçmek için tasarlanmış bir yayın reddetme filtresi olacaktır. 2 MHz'lik bir tasarım kesimine sahip yüksek geçişli bir filtre **Şekil 10.23'te gösterilmiştir. Bir** kapasitör girişi (Şekil 10.23A) veya indüktör girişi (Şekil 10.23B) tasarımı olarak uygulanabilir. Her durumda, kesimin üzerindeki sinyaller minimum zayıflama ile geçirilirken, kesimin altındaki sinyaller düşük geçişli bir filtrenin etkisine benzer şekilde zayıflatılır.



Şekil 10.22 - Bir seri kondansatör (A) veya bir şant indüktörü (B) kullanılarak bir temel yüksek geçirgen filtre oluşturulabilir.



Şekil 10.23 - Kapasitör girişi (A) ve indüktör girişi (B) yüksek geçişli filtreler. Her iki tasarım da 2 MHz'lik bir kesime sahiptir .



Şekil 10.24 - Şekil 10.23A'in yüksek geçişli filtresi, 2.828 MHz'de ortalanmış 2 MHz bant genişliğine sahip bir bant durdurma filtresine dönüştürülebilir.

10.3.4 BandStop Dönüşümüne Yüksek Geçiş

Düşük geçişli bir filtrenin bir bant geçiş tipine dönüştürülebilmesi gibi, yüksek geçişli bir filtre de bir bant durdurma (bant *reddetme)* filtresine dönüştürülebilir. Bunu yapma prosedürleri, düşük geçişten bant geçişine dönüşümle benzerdir. Bant geçişi filtresi örneğinde olduğu gibi, bir yüksek geçişi bir bant durağına dönüştürmek için bir merkez frekansı belirtmemiz gerekir. Bandın bant genişliği...

Durdurma filtresi, durdurma bandına geçiş bölgesinde büyüklük yanıtının 3 dB düştüğü frekanslar arasında ölçülür.

Şekil 10.24, Şekil 10.20A'in 2 MHz kapasitör girişli yüksek geçişli filtresinin, merkezlenmiş bir bant durdurma filtresine nasıl dönüştürüleceğini göstermektedir.

2.828 MHz. Orijinal yüksek geçişli bileşenler, bir bant durdurma filtresi oluşturmak için seçilen merkez frekansında rezonansa alınır. Kapasitör girişli bir yüksek geçiş veya indüktör girişli bir yüksek geçiş bu şekilde dönüştürülebilir. İn bu durumda seri kapasitör değerleri ve

Bant durdurma için şant indüktör değerleri, yüksek geçiş için olanlarla aynıdır. Seri elemanları, onlarla paralel olarak bir element ile rezonansa girer. Benzer şekilde, şant elemanları da onlarla seri olarak bir element ile rezonansa girer. Her durumda, çift bant durağının merkez frekansında rezonansa girer.

10.3.5 Bileşen Q'nun Etkisi

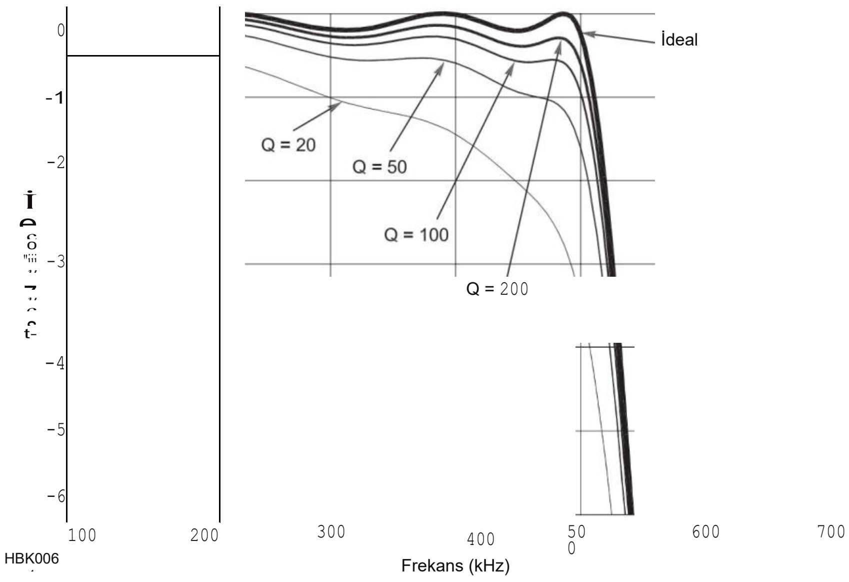
Bir filtreyi üretmek için idealden daha az özelliklere sahip bileşenler kullanıldığında, performans da idealden daha az olacaktır. Radyo **Temelleri** bölümünde açıklandığı gibi, Q, dirençli bileşeni tarafından belirlenen bir indüktör veya kapasitördeki kaybın bir ölçüsüdür. Q, bileşenin reaktansının kayıp direncine oranıdır ve belirli bir test frekansında belirtilir. Burada belirtilen kayıp direnci sadece bir ohmmetre ile ölçülen değeri değil, cilt etkisi, dielektrik ısıtma ve benzeri gibi tüm kayıp kaynaklarını içerir.

Kapasitörler için Q değerleri genellikle 500'den büyüktür ve birkaç bine ulaşabilir. İndüktörler için Q değerleri nadiren 500'e ulaşır ve minyatür parçalar için 20 kadar düşük veya daha da kötü olabilir. İyi bir toroidal indüktör, -250 ila 400 civarında bir Q değerine sahip olabilir.

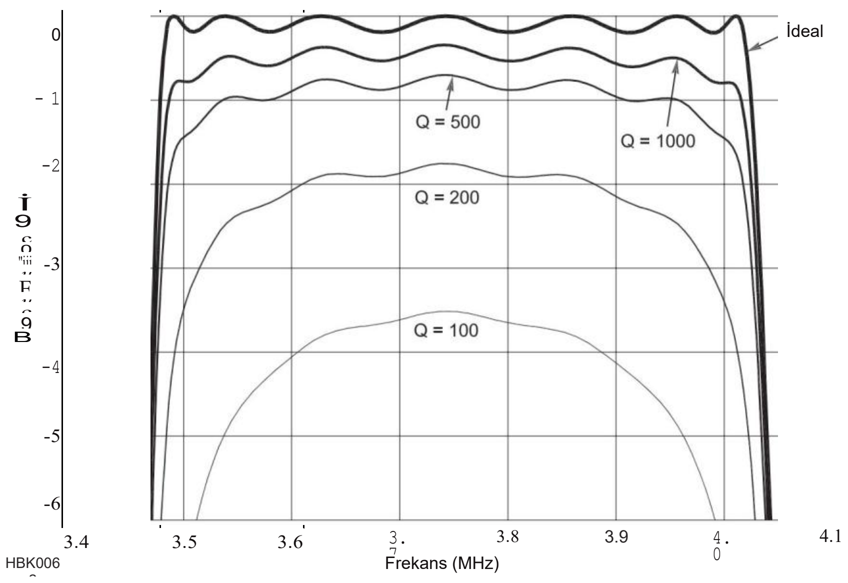
Q değerleri hem filtreden geçen sinyallerin ekleme kaybını hem de filtrenin yuvarlanmasının dikliğini etkileyebilir. Bant geçişli filtreler (ve özellikle dar bantlı bant geçişli filtreler) bu soruna karşı düşük geçişli ve yüksek geçişli filtrelerden daha savunmasızdır. Şekil **10.25,** indüktör Q değerlerinin sonlu değerlerinin bir düşük gaz filtresinin tepkisi üzerindeki etkisini göstermektedir. Her çizim için Q değerleri gösterildiği gibidir.

İnad-component Q değerleri kayba neden olur ve daha da önemlisi, özellikle dar bant bant geçişli filtreler durumunda sorunlu olan, kesme sırasında filtrenin yanıtını tehlikeye atarlar. **Şekil 10.26,** sonlu indüktör Q değerlerinin dar bantlı bir bant-geçiş filtresi üzerindeki etkisini göstermektedir. Bir bant geçiren filtre durumunda, belirli bir yanıt şeklini desteklemek için gereken Q değerleri, düşük geçişli veya yüksek geçişli filtre için gerekli olanlardan çok daha yüksektir (merkezin genişliğe oranına göre). Kondansatör Q değerleri genellikle indüktör Q değerlerinden çok daha yüksektir ve bu nedenle bu etkiye çok daha az katkıda bulunur.

Genel olarak, bileşen değeri ayarlaması, yetersiz bileşen Q değerlerini tam olarak telafi edemeyecektir. Bununla birlikte, filtre kasıtlı olarak eşleşmiyorsa (giriş ve/veya çıkış sonlandırmalarını değiştirerek), bazen ağ bileşeni değeri optimizasyonu ('ince ayar ") ile sınırlı miktarda yanıt şekli düzeltmesi elde edilebilir. Q problemlerinin neden olduğu kayıp (düşük geçişte veya merkez frekansta



Şekil 10.25 - İndüktör Q değerlerinin alçak geçiren bir filtre üzerindeki etkisi.



Şekil 10.26 - Endüktör Q değerlerinin dar bant geçiş filtresi üzerindeki etkisi.

Bant geçişi durumunda) böyle bir düzeltme girişiminde bulunulursa artabilir.

10.3.6 Passband Ripple'ın Yan Etkileri

Özellikle RF uygulamalarında, giriş tarafına bakıldığında görülen empedansın geçiş bandı üzerinde oldukça sabit kalacağı bir filtre tasarlanması arzu edilir. Geçiş bandı dalgalanmasının değerini azaltmak, geçiş bandından durma bandına iniş oranını artırır ve Daha keskin bir kesim. Fakat aynı zamanda, -filtrenin girişine bakarken görüldüğü gibi, geçiş bandı boyunca empedansın tekdüzeliğini de düşürür. Bu, VSWR veya iade kaybı açısından gösterilebilir; Bunlar aynı etkiyi belirtmenin farklı yollarıdır. *(İade kaybı* **RF Teknikleri bölümünde açıklanmıştır**.)

RF çalışmaları için düşük bir geçiş bandı dalgalanması değeri kullanan tasarımlar tercih edilir. Ses frekansı uygulamaları genellikle kritik değildir ve bu nedenle ses çalışmalarında daha yüksek dalgalanma değerleri (yaklaşık 0.2 dB'ye kadar) kullanılabilir.

Tablo 10.2
Passband Ripple, VSWR ve İade Kaybı

Passband Dalgalanma (dB)	*VSWR*	*Geri Dönüş Kaybı (dB)*
0.0005	1.02	39.38
0.001	2	36.37
0.002	1.03	33.36
0.005	1	29.39
0.01	1.04	26.38
0.02	4	23.37
0.05	1.07	19.41
0.1	1.10	16.42
0.2	1	13.46
0.5	1.14	9.636
1	5	[illegible]
	4	
	2.66	

Not: Geçiş bandı dalgalanma özelliği değiştikçe diğer öğeler de değişir. Tersine, VSWR'yi maksimum değer veya getiriyle sınırlamak için En azından bir minimum değer kaybı, filtreyi tasarlamak için kullanılması gereken geçiş bandı dalgalanmasını bulmak için bu tabloyu kullanın.

Tablo 10.2, VSWR'nin maksimum değerini ve çeşitli geçiş bandı dalgalanma değerleri için minimum dönüş kaybı değerini gösterir. Geçiş bandı dalgalanması için düşük değerlerin VSWR ve dönüş kaybı için daha iyi değerler verdiğini unutmayın. Bir filtrenin geçiş bandı dalgalanma değeri 0,01 dB olacak şekilde belirtilmesi, filtrenin VSWR rakamının - yaklaşık 1,1: 1 olmasına neden olur. Veya yeniden belirtildiğinde, iade kaybı yaklaşık 26 dB olacaktır. Bu değerler frekansın bir fonksiyonu olacaktır ve bazı test frekanslarında

10.3.7 VHF ve UHF'de Filtre Kullanımı

Filtreler uygun şekilde tasarlanıp oluşturulduğunda bile, tamamen etkisiz hale getirilebilirler. Düzgün takılmazsa arızalı. Bir filtrenin etrafındaki sızıntı, dalga boylarının kısa olduğu VHF ve UHF'de oldukça yüksek olabilir. Minimum sızıntı için koruma ve iyi topraklamaya dikkat edilmesi zorunludur. - Filtrenin içine ve dışına zayıf koaksiyel kablo kalkanı bağlantısı, filtre kaçağı ile ilgili en büyük suçlulardan biridir. Alıcı sistem boyunca uygun de-lead bypass, özellikle VHF ve yukarısında iyi bir uygulamadır. De lead'lerin üzerine yerleştirilen ferrit boncuklar sızıntıyı azaltmaya yardımcı olabilir. Kaybı en aza indirmek için uygun filtre sonlandırması gereklidir.

Gürültü figürü için optimize edilmiş çoğu VHF RF amplifikatörünün 50 Ω giriş empedansı yoktur. Sonuç olarak, gürültü figürü için optimize edilmiş bir RF amplifikatörünün girişine takılan herhangi bir filtre düzgün bir şekilde sonlandırılmaz ve filtre kaybı önemli ölçüde artabilir. Bu kayıp doğrudan RF amplifikatör gürültü figürüne eklendiğinden, dikkatlice seçin ve alıcıya filtreler yerleştirin .

10.3.8 LC Filtreler için Tasarım Yazılımı

Bu kitabın önceki baskıları, filtre bileşeni değerlerinin manuel olarak hesaplanması için kapsamlı bir tasarım tablosu ve formül seti içeriyordu. Bu yöntem kesinlikle öğretici olsa da, özellikle üst düzey tasarımlar için sıkıcı ve hataya eğilimliydi. Bu yöntemi önceki baskılarda açıklayan bölümler, bu kitap için indirilebilir ek bilgilerle sağlanan bir PDF belgesi olarak çıkarılmıştır.

Filtre tasarımı bugün neredeyse evrensel olarak yazılımla gerçekleştirilmektedir ve *ARRL El Kitabı* böyle bir paketi içerecek şekilde şanslıdır. W4ENE yaşındaki Jim Tonne, bir *filtre* tasarım programı olan ELSIE'nin bir versiyonunu amatörler ücretsiz. *ELSIE'nin en son sürümü ve* ilgili programlar indirilebilir ek içerikle indirilebilir. Yazılım listesi bu bölümün başında sunulmuştur ve program yetenekleri aşağıda listelenmiştir.

ELSIE'ye aşina olmayan kullanıcılar, programın HAKKıNDA menü sekmesinden erişilebilen "izlenecek yolu" takip etmekten yararlanacaktır. *ELSIE'yi W4ENE açıklayan bir sunum* - **www.tonnesoftware.com/downloads/FilterTutorial.pdf. adresinde mevcuttur** Çok sayıda tasarım örneği ve öğretici, YouTube.com'da barındırılan çevrimiçi videolar olarak mevcuttur - iyi bir başlangıç seti bulmak için "elsie filtre tasarım eğitimi'ni arayın. Hands-On Radio sütun serisinden ELSIE'yi kullanmak için iki bölümlü adım adım bir öğretici, bu kitap için indirilebilir ek materyalde mevcuttur.

• *ELSIE* - lumpedelement LC filtrelerinin tasarımı ve analizi. Çeşitli ailelerden çeşitli topolojilere sahip filtreler için parça değerleri sağlamanın yanı sıra, pratik yapıya yardımcı olmak için araçlar dahil edilmiştir.

• *SVC Filtre Tasarımcısı-tasarımı lumpedelement* yüksek geçişli ve düşük geçişli filtreler. Yazılım ideal değerleri ve ayrıca - kapasitörler ve indüktörler için en yakın %5 değerlerini gösterir. İt ayrıca bu filtreleri analiz eder ve bu %5 değerleri kullanıldığında anahtar yanıtların idealden sapmasını gösterir.

• *QuadNet* - SSB vericileri ve alıcılarında kullanılmak üzere aktif kuadratür ("90 derece") ağlarının tasarımı ve analizi. İt, ağları 2 ila 10, tek ve çift, ayar modları ve analizlerle işler.

• *Helisel* - *genellikle* VHF ve UHF frekans aralıklarında kullanılan helisalresonator bandpass filtrelerinin tasarımı ve analizi.

• *Diplexer* filtrelerinin tasarımı ve analizi.

10.4 Aktif Ses Filtreleri

RF'nin altında, genel olarak birkaç Hz ile birkaç yüz kHz arasındaki "ses" aralığı olarak adlandırılan tasarımcılar, çeşitli filtre teknolojisi seçeneklerine sahiptir.

- Pasif LC
- DSP Dijital Filtreler
- Anahtarlı Kondansatör Ses Filtresi (SCAF)
- Aktif RC

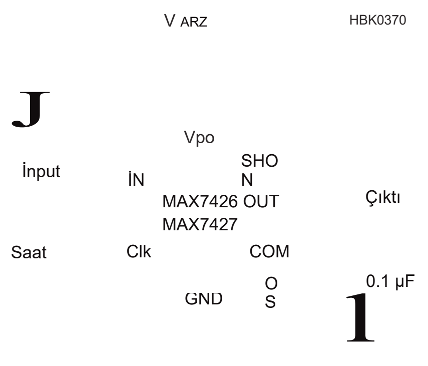
LC ses filtreleri, hoparlör çapraz ağları gibi yüksek güçlü ses uygulamaları dışında mevcut tasarımlarda çok fazla kullanılmaz ve burada ele alınmaz. LC filtreleri bir zamanlar CW alımı için harici ses filtreleri olarak popülerdi. Bu tasarımlar genellikle büyük fazlalık 44 veya 88 mH çekirdek indüktörleri kullanan büyük ve hantal olma eğilimindeydi. (Pasif bir LC oluşturmak için klasik bir ARRL El Kitabı projesi CW filtresi, bu kitap için indirilebilir ek materyalde bulunabilir.) Çok düşük seviyeli alıcı uygulamalarında kullanılan LC filtreleri - çok kompakt olabilir, ancak bunlar nispeten yüksek yerleştirme kaybından muzdarip olma eğilimindedir, bu da alıcı hassasiyetini azaltır (filtrenin önünde bir preamp kullanılmazsa) veya büyükİgnal dinamik aralığı (bir kayıp telafi edici preamp filtrenin önünde kullanılırsa). Ek olarak, düşük seviyeli alıcı uygulamalarında kullanılan LC filtreleri, ac güç transformatörlerinden gelen başıboş manyetik alanlardan 60/120 Hz uğultu alma eğilimindedir. "Kendinden korumalı" indüktörler bile 90 ila 120 dB ses kazancı ile takip edildiğinde dikkat çekici ac hum pick up üretebilir!

Dijital filtreleme (bu bölümün aşağıdaki bölümüne bakın) üst düzey filtreler verebilir Analog filtrelere rior. Popüler Timewave DSP-599 **(www.timewave.com)** ve MFJ Enterprises MFJ-784B **(www.mfjenterprises.com) gibi yüksek sinyal seviyesi DSP tabanlı harici ses filtreleri** bir süredir mevcuttur. Ek olarak, filtre yüksek performanslı bir ses *AID dönüştürücüsüne bağlanırsa,* dijital filtreleme çok düşük seviyeli ses sinyalleri için bile mükemmel filtreleme sağlayabilir.

Bağımsız dijital filtrelerin ana dezavantajı masraftır. Düşük kaliteli bir DSP harici ses filtresi en az 100 dolara mal olurken, yüksek kaliteli *bir AID dönüştürücüye sahip bir DSP* (bir PC'ye ön ses kartı gibi) 150 ila 400 $ + fiyat aralığında çalışabilir .

10.4.1 SCAF Filtreleri

Basit SCAF filtre tasarımları son derece etkili düşük güçlü ses filtreleri üretebilir. Bu filtrelerin pratik İC formunda uygulanması genellikle küçük değerli kapasitörler ve yüksek değerli dirençler içerir. Yüksek değerli - dirençlerin kullanımı, bu filtreleri bir alıcı ses zincirinin ön ucu gibi çok düşük seviyeli ses işleme için uygun olmayan hale getirmek için yeterli gürültü üretme eğilimindedir. Bu nedenle, SCAF filtreleri, ses zincirinin çıkış ucundaki filtreleme ile sınırlı olma eğilimindedir - kulaklık veya hoparlör düzeyinde ses uygulamaları, çok üstün oldukları bir alan. Bir SCAF filtresinin kesme frekansı harici bir saat sinyali tarafından ayarlanır. Böylece, bu filtre sınıfı doğal olarak değişken frekanslı filtrelerde kullanılmak üzere kendini ödünç verir. Basitlik için,



Şekil 10.27 - MAX7426 veri sayfasından alınan basit SCAF alçak geçiş filtresi.

Mükemmel frekans seçiciliği ve nispeten düşük maliyetli SCAF filtreleri, mevcut bir alıcının çıkışında ek ses filtrelemesi istendiğinde şiddetle tavsiye edilir.

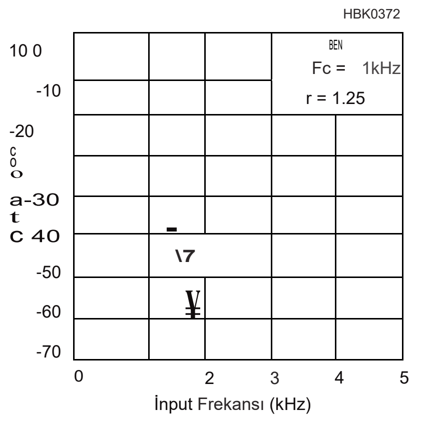
Çok basit, ancak oldukça etkili bir SCAF alçak geçiren filtre İC örneği, **Şekil 10.27'deki Maxim MAX7426 (5 V kaynağı) veya MAX7427 (3 V kaynağı). Filtrenin** kesme frekansı, saat osilatör girişleri boyunca uygun boyutta bir kapasitör yerleştirilerek ayarlanabilir, çünkü parça kendi iç saat sinyalini üretebilir. Örneğin, MAX7426'nın saat girişleri boyunca 180 pF'lik bir kapasitörün bağlanması, **1 kHz'lik** bir alçak geçiren filtre üretecektir. MAX7427 (3-V versiyonu), 300 Hz'den 1 kHz'e kadar ayarlanabilen düşük geçişli bir filtre oluşturmak için bir MVAMl 08 varaktör diyotu ile birlikte NC2030 QRP alıcı-vericisinde kullanıldı.

Bu şematiğin bir kısmı **Şekil 10.28'de gösterilmiştir.** SCAF düşük geçişli filtreyi, 3-V bir birlik kazanımlı kulaklık amplifikatörü (Ul 4C ve Ul 4D) izler, çünkü filtre İC'nin kendisi doğrudan kulaklıkları kullanamaz. Alçak geçiş kesme frekansı, MVAM 108 varaktör diyotu D 10 boyunca uygulanan voltajı değiştirmek için R83 kullanılarak ayarlanır, böylece çipin saat girişi (pin 8) boyunca kapasitans değiştirilir. Cl 16, varaktör diyot boyunca de voltajı saat giriş hattındaki önyargı voltajından izole etmek için kullanıldı. Böyle bir filtrenin frekans yanıtı **Şekil 10.29'da gösterilmiştir .**

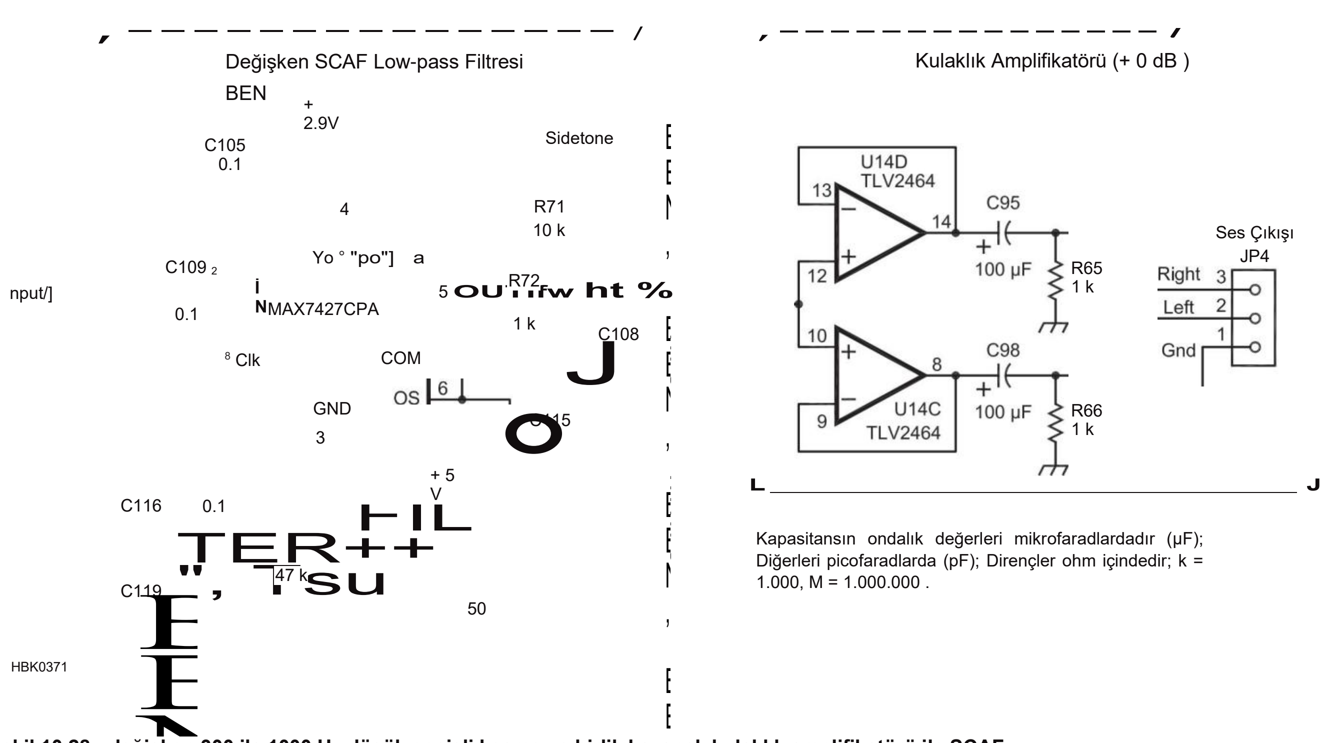
Görüldüğü gibi, bu son derece keskin bir filtredir, kesme frekansına çok yakın neredeyse 40 dB zayıflama üretir - ucuz bir parça için çok kötü değildir. biraz daha

Pahalı MAX7403 daha da dik bir 80 dB kesim verir. Her iki parça da varsayılan bir 4-V P-P sinyaline dayanan 80 dB sinyal-gürültü oranı için belirtilmiştir. Hassas modem inear tipi kulaklıklar, oldukça yüksek bir sinyal üretmek için sadece 20 m V P-P gerektirir. 20 m V sinyal, 4 Vp.p'nin 46 dB altındadır, bu nedenle bu tür kulaklık seviyelerinde, gürültü zemini aslında 4 V P-P sinyalinin sadece 34 dB altındadır - oldukça sessizdir, ancak 80 dB spesifikasyonu göz önüne alındığında düşünmeye meyillidir.

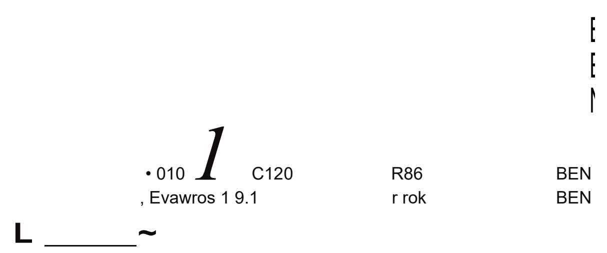
Yine, tipik kulaklık seviyelerinin sadece 34 dB altında bir gürültü zemini ile, bunlar gibi SCAF filtreleri alıcı zincirinin sonunda iyidir,



Şekil 10.29 - MAX7426 1 kHz kesme frekansına ayarlanmış bir alçak geçiş filtresinin frekans tepkisi.



Şekil 10.28 - değişken 300 ila 1000 Hz düşük geçişli kesme ve birlik kazançlı kulaklık amplifikatörü ile SCAF.



Ama bir alıcıda erken çok düşük sinyal seviyelerinde bir ses filtresi olarak yararlı değildir.

Şekil 10.30 biraz daha karmaşık bir SCAF bant geçiren filtre örneğidir. Bu filtre hem değişken merkez frekansına (450 Hz - 1000 Hz) hem de değişken bant genişliğine (90 Hz - 1500 Hz) sahiptir. Bu çok popüler filtre, NESCAF, - New England QRP Club (**www.newenglandqrp.org) tarafından tasarlanmıştır ve** şu anda toplu olarak kit formunda sunulmaktadır. Kiti satın almak istiyorsanız kulüple iletişime geçin. Tasarım burada yer almaktadır ve orta düzey inşaat becerilerine sahip bir ev üreticisi aralığındadır. Filtreyi ve nasıl oluşturulacağını tartışan çok sayıda çevrimiçi web sitesi var.

NESCAF filtresi, aynı bant geçiren filtreler olarak yapılandırılmış SCAFl0 İC'nin her iki bölümüne de sahiptir. Bant genişliği (Q) R7A ve R7B ile ayarlanabilirken, merkez frekansı - RlO ve düzeltici R9 tarafından ayarlanabilir, çünkü bu dirençler LM555 saat jeneratörünün frekansını ayarlar.

Önceki SCAF filtre örneğinde olduğu gibi, bu filtre aynı zamanda harici bir hoparlör veya kulaklık kullanmak için bir ses amplifikatörü (LM3 86) içerir, çünkü SCAF filtre İC'lerinin hiçbiri doğrudan kulaklık kullanamaz.

10.4.2 Aktif RC Filtreleri

Op amp devrelerine dayanan aktif RC filtreleri, yüksek seviyeli ses çıkışı veya çok düşük seviyeli doğrudan dönüşüm alıcısı ön uç filtreleme uygulamalarında kullanılabilir ve bu nedenle son derece esnektir. LC filtrelerinin aksine, aktif RC filtreleri aynı anda hem filtreleme hem de kazanç sağlayabilir ve fiziksel olarak küçük, keskin bir LC filtresinin nispeten yüksek ekleme kaybını ortadan kaldırır. Ek olarak, aktif bir RC filtresi, LC filtreleri gibi düşük sinyal seviyesi uygulamalarında aynı ac hum pikabına duyarlı değildir.

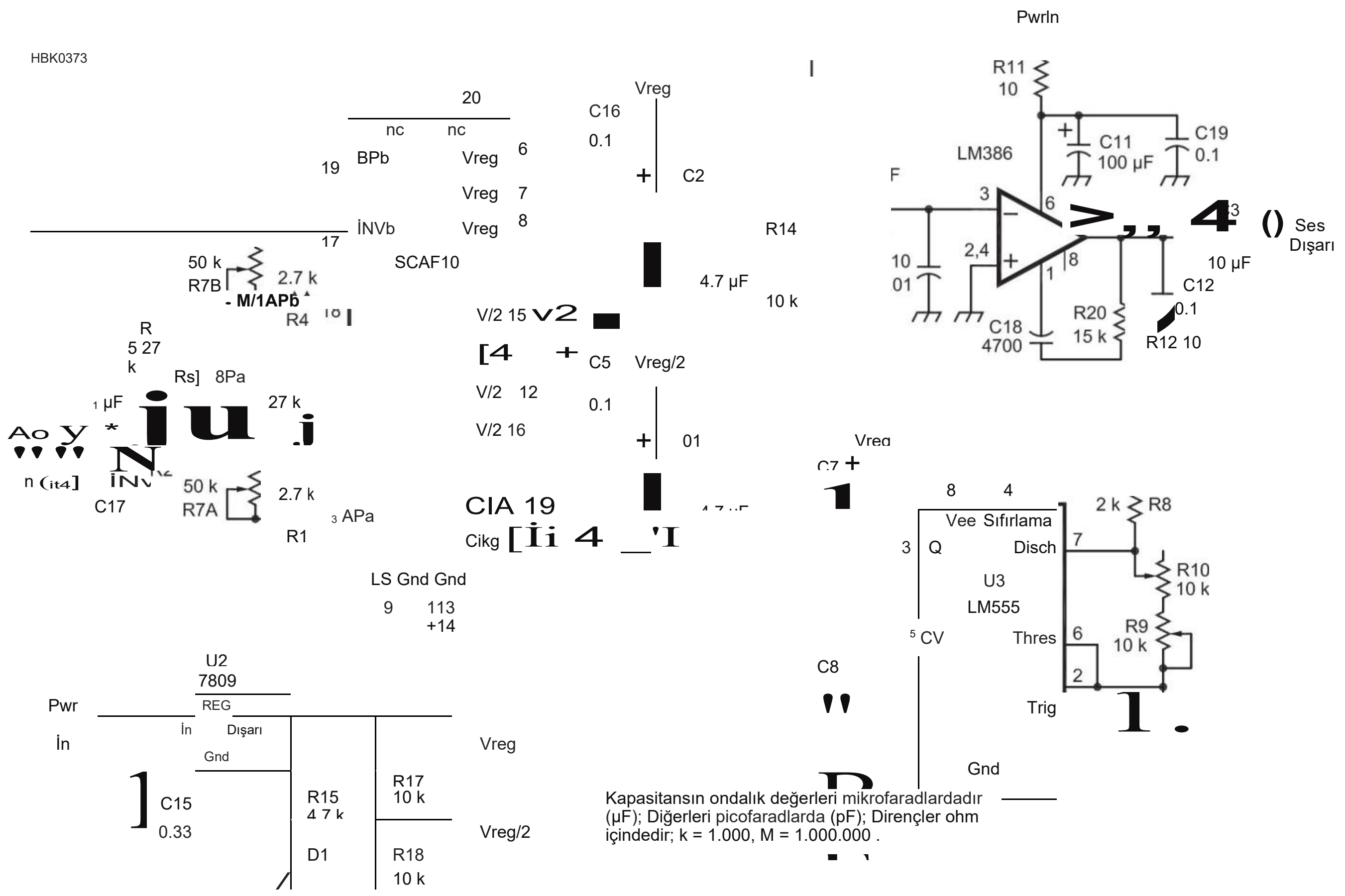
Aktif filtreler kazanç için tasarlanabilir ve mükemmel aşama aşama izolasyon sunarlar. Devreler sadece dirençler ve kapasitörler gerektirir, indüktörlerle ilgili sınırlamalardan kaçınır. Kazanç ve geri bildirim kullanarak, filtre Q pasif LC filtreleri için kullanılamayan bir dereceye kadar kontrol edilebilir. Avantajlara rağmen, bazı sınırlamalar da vardır. Güç gerektirirler ve performans, op amp'nin sonlu giriş ve çıkış seviyeleri, kazanç ve bant genişliği ile sınırlı olabilir. Hoparlörleri veya diğer ağır yükleri çalıştıran aktif filtreler, düşük güçlü bir filtre aşamasından sonra çıkış gücünü artırmak için genellikle bir ses çıkışı amplifikatör devresi kullanır.

Alıcılarda kullanım için aktif RC filtrelerinin özel bir avantajı, yetenekli olabilmeleridir. Son derece düşük gürültülü çalışma, son derece küçük sinyallerin filtrelenmesini sağlar. Aynı zamanda son derece büyük sinyalleri işleyebilirler. Op amfileri genellikle ± 18-V çift besleme voltajlarını veya 36-V tek besleme voltajlarını kullanabilir ve 33 V P-P'ye kadar sinyalleri işleyebilen çok yüksek performanslı bir ses filtresi/amplifikatör zincirinin oluşturulmasına olanak tanır. Filtreleme sağlarken aynı zamanda kazanç sağlama yeteneği, bir alıcı ses zincirinin hassasiyetini yönetmede çok fazla esneklik sağlar .

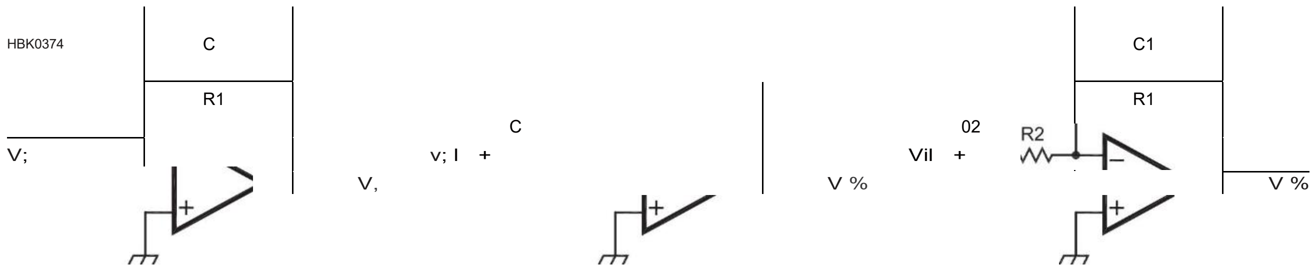
Aktif RC filtrelerinin ana dezavantajı, diğer filtre türlerine kıyasla nispeten yüksek parça sayılarıdır. Ek olarak, aktif RC filtreleri, SCAF İC'yi çalıştıran saat frekansını değiştirerek frekansı basitçe hareket ettirilebilen SCAF filtrelerinin aksine sabit frekanslı tasarımlar olma eğilimindedir.

10.4.3 Aktif Filtre Yanıtları

Aktif filtreler, önceki bölümde açıklanan pasif LC filtre yanıtlarından herhangi birini uygulayabilir: düşük geçiş, yüksek geçiş, bant geçişi, bant durdurma ve all-pass. Butterworth, Chebyshev, Bessel ve



Şekil 10.30 - New England QRP Club kitinden basit bir SCAF bant geçiren filtre örneği.



Geçiş bandı kazancı, Av = -R1/R2 Kesme Frekansı = 1/21R1C

(A)

Geçiş bandı kazancı, Av = -R1/R2 Kesme Frekansı = 1/21R2C

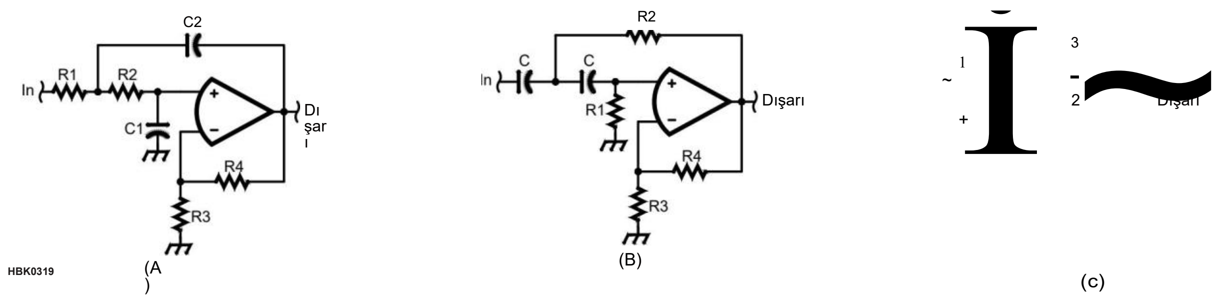
(B)

Geçiş bandı kazancı, Av = -R1/R2
Bant genişliği = 1/211R2C - 1/21R1C

(C)

Şekil 10.31 - Basit aktif filtreler. A'da düşük geçişli bir filtre gösterilir; Bis yüksek geçiş filtresi. C'deki devre, düşük ve yüksek geçişli filtreleri geniş bant geçişli bir filtrede birleştirir .

Aksi belirtilmedikçe, ohmlarda Nadir, C faradlarda, F hertz'de ve ro saniyede radyanlarda. Burada gösterilen hesaplamalar bilimsel bir hesap makinesinde yapılmıştır.



(c)

Düşük geçiş filtresi

$$C_1 \le \frac{\left[a^2 + 4(K-1)\right]C_2}{4}$$

$$R_1 = \frac{2}{\left[aC_2 + \sqrt{\left[a^2 + 4(K-1)\right]C_2^{\,2} - 4C_1C_2}\right]\omega_C}$$

$$R_2 = \frac{1}{C_1C_2R_1\omega_C^{\,2}}$$

R, 5IR, + f2) (> y)
3 - K-1

R, = K (R, + R,)

nerede
K = kazanç
fc = -3 dB kesme frekansı o,
= 2mf,
C, = 10/f'ye yakın bir standart değer, (µF cinsinden)

Not: Birlik kazancı için kısa R4 ve R3'ü atlayın
.

Örnek:
a = 1.414 (tabloya bakın, bir aşama) K = 2
f = 2700 Hz
©, = 16,964.6 rad/sn C,
= 0.0033 µF
C1 < 0.00495 µF (0.0050 µF kullanın) R1 < 25.265.2 9 (24 kn kullanın)
R2 = 8,420.1 n (8.2 kn kullanın)
R3 = 67,370.6 n (68 kn kullanın)

Yüksek geçişli

$$\left[a + \sqrt{a^2 + 8(K-1)}\right]\omega_C\ C$$

tr

$$\omega_C^{\,2}C^2R_1$$

e

4

R, AR (> 1) 3
K-1

R, = KR,

nerede
K = kazanç
fc = -3 dB kesme frekansı o,
= 2nf,
C = 10/f'ye yakın bir standart değer, (µF cinsinden)

Not: Birlik kazancı için kısa R4 ve R3'ü atlayın .

Örnek:
a = 0.765 (tabloya bakın, iki aşamadan birincisi) K = 4
f = 250 Hz
© = 1570.8 rad/sn
C = 0.04 µF (0,039 µF kullanın)
R1 = 11,123.2 n (11 kn kullanın) R2 = 22,722 n (22 kn kullanın) R3 = 14,830.9 © (15 kn kullanın) R4 = 44,492.8 © (47 kn kullanın)

Band-Pass Filtresi

K, Q, O = 2nf seçin,
burada fc = merkez serbesttir. c'yi seçin
Sonra

Ri- 9
K6 @
C

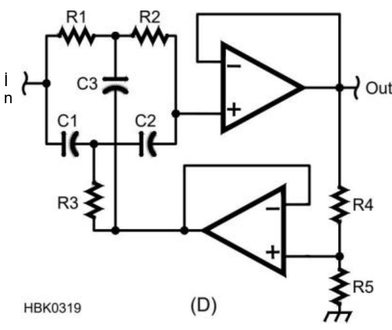
$$R2 = \frac{Q}{\left(2Q^2 - K_0\right)\omega_0 C}$$

Örnek:
K = 2, f, = 800 Hz, Q = 5 ve C = 0.022 µF R1 = 22.6 kn (22 kn kullanın)
R2 = 942 9 (910 £ kullanın)
R3 = 90.4 kn (91 kn kullan)

Şekil 10.32 - Düşük geçişli bir RC aktif ses filtresi tasarlamak için denklemler, sırasıyla A. B, C ve D, yüksek geçişli, bant geçişli ve bant reddetme filtreleri için tasarım bilgilerini gösterir. Tüm bu filtreler Butterworth yanıtı sergileyecek. Değerler K ve Q 10'dan küçük olmalıdır. 'a "değerleri için Tablo 10.3'e bakın.

Cauer (eliptik) gerçekleştirilebilir. Aynı aile özelliklerinin tümü pasif ve aktif filtreler için eşit derecede geçerlidir ve burada tekrarlanmayacaktır. (Op amfileri **Devreler ve Bileşenler** bölümünde tartışılmaktadır.)

Şekil 10.31, birinci dereceden düşük geçişli (Şekil 10.3 lA) ve yüksek geçişli (Şekil 10.3 İB) aktif filtreler için devreler sunar. Bu iki devrenin frekans tepkisi, sırasıyla paralel ve seri RC devresi ile aynıdır, ancak bu iki devrenin birlikten daha büyük bir geçiş bandı kazancı olabilir. Rolloff 6 dB/oktav sığdır. İki yanıt basit bir bant geçirgen filtre oluşturmak için birleştirilebilir (Şekil 10.31 C). Bu kombinasyon, sığ yuvarlanma nedeniyle keskin bant geçirgen filtreler üretemez .



Bant Reddetme Filtresi

F - 1
O2 # R101

K-1- 1
4Q

R > > (1-K) R1

nerede

C1 = C2 = C3 = 10 µF
2f

R1 = R2 = 2R3
R4 = (1 - K) R
R5 = K x R

Örnek:
f, = 500 Hz, Q = 10
K = 0.975
C1 = C2 = 0.02 **µF** (veya 0.022 **µF kullanın)** C3 = 0.04 **µF (veya** 0.044 **µF kullanın)**
R1 = R2 = 15.92 kO (15 k © kullanın)
R3 = 7.96 kO (8.2 ko kullanın)
R > > 1 kO
R4 = 25 ૭ (kullanım 24
() R5 = 975 © (kullanım
910 ()

Daha dik yuvarlanma ve daha dar bant genişlikleri ile yüksek orderresponses elde etmek için, kapasitör ve direnç kombinasyonlarının frekans yanıtında kutuplar ve sıfırlar oluşturduğu daha karmaşık devreler gereklidir. (Kutuplar ve sıfırlar **Radyo - Temelleri** bölümünde açıklanmıştır.) Çeşitli filtre tepki aileleri, eklemeli kutupların ve sıfırların farklı kombinasyonlarıyla oluşturulur. Filtre yanıtlarının çeşitli ailelerini tanımlayan denklemleri uygulamak için yapılandırılabilen çeşitli devreler vardır. En yaygın *devreler Sallen-Key ve çoklu geri beslemedir, ancak çok* sayıda başka seçenek vardır.

Birçok aktif filtre türü vardır - bu bölüm yaygın olarak kullanılan bazı devreleri örnek olarak sunar. Filtre tasarımı üzerine bir kitap (Referanslar bölümüne bakın) daha fazla seçenek ve farklı devre ve filtre ailesi türlerine göre tasarımların nasıl geliştirileceğini sunacaktır. Ek olarak, op amp üreticisi aktif filtre tasarımı hakkında çok sayıda uygulama notu ve öğretici yayınlar. Birçoğu bu bölümün Referanslar bölümünde listelenmiştir. Analog Devices tarafından yayınlanan öğreticiler seti özellikle iyidir.

İKİNCİ SIRADA ACTİVE FILTERS

Şekil 10.32, dört aşamalı filtreler için devreleri gösterir: düşük geçiş (Şekil 10.32A), yüksek geçiş (Şekil 10.32B), bant geçişi (Şekil 10.32C) ve bant reddetme veya çentik (Şekil 10.32D). Bu filtrelerin dizileri, seri olarak bağlanarak daha yüksek dereceli devreler oluşturmak için kullanılır. İkinci dereceden iki filtre aşaması dördüncü dereceden bir filtre oluşturur ve böyle devam eder.

Düşük geçişli ve yüksek geçişli filtreler Sallen-Key devresini kullanır. Yüksek geçiş devresinin, ofRl-R2 ve Cl-C2 pozisyonların değiştirildiği düşük geçiş devresi olduğunu unutmayın. R3 ve R4, düşük ve yüksek geçişli konfigürasyonlarda kazancı kontrol etmek için kullanılır. Band-pass filtresi çoklu geri besleme tasarımıdır. Çentik filtresi twin-T devresine dayanmaktadır. Tüm filtre tasarım denklemleri ve tabloları Butterworth ailesinin tepkisine neden olacaktır. (Chebyshev ve diğer filtre yanıtları için, bölümün sonunda listelenen referanslara bakın.)

Şekil 10.32'deki devreler, op amfisinin dengeli, iki kutuplu bir güç kaynağından çalıştığını varsayar, örneğin ± 12 V. Tek bir besleme kullanılırsa (+ 12 V ve zemin gibi), devrenin bir de ofset eklenmesi ve bloke De offset'in op amplifikatörün doymasına neden olmasını önlemek için filtre bölümleri arasındaki kapasitörler. Bölümün sonunda listelenen referanslar, tek beslemeli devre tasarımı hakkında daha ayrıntılı bilgi sağlar.

Aktif filtre tasarımında frekans belirleyici bileşenler olarak elektrolitik veya tantal kapasitörlerden kaçının. Bu kapasitörler en iyi şekilde bypass ve güç filtreleme için kullanılır, çünkü toleransları genellikle oldukça düşüktür, önemli parazitik etkileri vardır ve genellikle polarize olurlar. Çok küçük kapasitans değerleri (100 pF'den az), diğer devre bileşenlerine ve kablolara başıboş kapasitans tarafından etkilenebilir. Yüksek dereceli ve yüksek Q filtreler, bileşen toleransı ve sıcaklık katsayılarına da yakın dikkat gerektirir.

İKİNCİ SIRADA ACTİVE FILTER DESIGN PROSEDÜRLERİ

Aşağıdaki basit prosedürler Şekil 10.32'deki şemalara dayalı filtreler tasarlamak için kullanılır. Şekilde denklemler ve bir tasarım örneği verilmiştir.

Düşük ve Yüksek Geçişli Filtre Tasarımı

Şekil 10.32'deki devreleri kullanarak düşük veya yüksek geçişli bir filtre tasarlamak için, -filtre sırası (2, 4, 6 veya 8), kazanç (K) ve kesme sıklığı (fe) için performans gereksinimlerinizi belirleyerek başlayın. Gerektiği gibi O, = 2rfc ve C veya C hesaplayın.

Tablo 10.3, ardışık Sallen-Key düşük ve yüksek geçiş aşamalarından Butterworth yanıtını oluşturmak için tasarım katsayıları sağlar. Her aşama için farklı bir katsayı kullanılır. Tablo 10.3'ten'a "tasarım katsayısı elde edin. Verilen denklemlerden kalan bileşen değerlerini hesaplar.

Band-pass filtre tasarımı

Şekil 10.32C'de gösterildiği gibi bir bant geçiren filtre tasarlamak için, filtrenin gerekli Q, kazanç ve merkez frekansını belirleyerek başlayın, f. C için bir değer seçin ve direnç değerlerini çözün. Çok yüksek veya çok düşük direnç değerlerinden (İ MO'nun üstünde veya 10 9'un altında) kaçınılmalıdır. Uygun değerler elde edilene kadar C değerini değiştirin. Yüksek kazanç ve Q makul bileşen değerleri ile aynı aşamada elde etmek zor olabilir. Ek kazanç için ayrı bir aşama düşünün veya

Tablo 10.3
Şekil 10.32'de Düşük ve Yüksek Geçişli Filtreler için'a "Faktörü

Hayır.	Aşama 1	Aşama 2	Aşama *3*	Aşama *4*
Hayır.	1.414			
Aşama	0.765	1.848		
ların	0.518	1.414	1.932	
1	0.390	1.111	1.663	1.962

Bu değerler, eşit sipariş Butterworth filtreleri için Williams Ek C, Elektronik Filtre Tasarım El Kitabı'ndan kesilir.

3

4

Filtre bant genişliğini daraltın.

Bant Reddetme (Çentik) Filtre Tasarımı

Band-reject filtre tasarımı merkez frekans, f ve Q seçimiyle başlar. K değerini hesaplayın. Cl için yaklaşık 10 µF/f olan bir değer seçin. Bu, gösterildiği gibi ofC2 ve C3 değerlerini belirler. F için istenen değerle sonuçlanan Rl değerini hesaplayın. Bu, gösterildiği gibi R2 ve R3 değerlerini belirler. Çıkış amplifikatörünü yüklemeyen R4 + RS için uygun bir değer seçin. R4 ve RS'yi K değerinden hesaplayın.

Çentiğin derinliği, bileşenlerin değerlerinin tasarım değerleriyle ne kadar yakından eşleştiğine bağlıdır. L % -tolerans dirençlerinin kullanılması ve mümkünse kapasitans değerlerinin eşleştirilmesi önerilir. Tüm özdeş bileşenler kullanılırsa, iki kapasitör C3 oluşturmak için paralelleştirilebilir ve paralel olarak iki direnç R3 oluşturur. Bu, termal sürüklenmeyi en aza indirmeye yardımcı olur.

10.4.4 Aktif Filtre Tasarım Araçları

Yukarıda sunulan basit aktif filtre örnekleri manuel olarak tasarlanabilirken, daha

Karmaşık devreler filtre tasarım yazılımı kullanılarak daha kolay tasarlanır. Filtrenin performans gereksinimlerini ve daha sonra LC filtreleri bölümünde sunulan filtre ailesini belirlemek için aynı genel yaklaşımı izleyin. Daha sonra değerleri girebilir veya tasarım - yazılımı için gerekli seçimleri yapabilirsiniz. Temel bir tasarım hesaplandıktan sonra, tasarım performansını "düzeltebilir", standart değer bileşenlerini kullanabilir ve diğer ayarlamaları yapabilirsiniz. Aşağıda sunulan tasarım örneği, performans gereksinimlerini anlayarak ve daha sonra'en iyi "konfigürasyonu denemek için tasarım yazılımını kullanarak gerçek bir analog tasarımın nasıl birleştirildiğini göstermektedir.

Texas İnstruments ve National Semiconductor (başlangıçta ayrı şirketler ancak şimdi birleştirilmiş) gibi Op amfi üreticileri, sofistike "ücretsiz" filtre tasarım yazılımını kullanıma sunmuştur. Bu paketler aktif RC filtrelerinin tasarlanmasında son derece kullanışlıdır. Kullanıcıdan spesifikasyonları toplayarak ve ardından temel bir devre oluşturarak başlarlar. İlk devre tasarlandıktan sonra, kullanıcı son tasarımdan memnun kalana kadar özellikleri, bileşen değerlerini ve op amp türlerini ayarlayabilir.

Ücretsiz çevrimiçi filtre tasarım yazılımı aşağıdaki kaynaklardan edinilebilir:

• Analog Cihazlar - *Analog Filtre Sihirbazı* **2.***0* (**tools.analog.com/en/filterwizard/**)

• *Texas İnstruments - FilterPro 3.1* (**www. ti.com,** "FilterPro" için arama)

Manuel bir tasarım süreci izlense bile, sonuçları iki kez kontrol etmek için bir yazılım aracı kullanmak, devreyi oluşturmadan önce tasarımı doğrulamak için iyi bir yoldur. *LTSpice gibi bir devre simülatörü (Bilgisayar* **Destekli Devre Tasarımı** bölümüne bakınız), gerçek devreyi oluşturmadan önce bir tasarımı doğrulayabilir.

Texas İnstruments *FilterPro* yazılımını kullanan genişletilmiş bir tasarım örneği, bu kitabın indirilebilir ek bilgilerinde yer almaktadır. Örneğin, Dan Tayloe, N7VE yüksek performanslı 750 Hz alçak geçiren filtre tasarlama sürecini açıklıyor ve anında tasarım değişikliklerini sağlayan sofistike etkileşimli araçların kullanılmasının gücünü gösteriyor. Okuyucu, diğer filtre tasarım görevleri için kullanılabilmesi için yazılıma aşina olma aracı olarak FilterPro'yu takip etmeye ve denemeye teşvik edilir. Benzer süreçler diğer filtre tasarım yazılım araçları için de geçerlidir.

10.5 Dijital filtreler

Analog bir filtrenin zaman alanında sürekli bir sinyal üzerinde çalıştığı durumlarda, dijital filtreler dijital bir veri akışına dönüştürülen sinyaller üzerinde çalışır. (DSP **ve SDR Temelleri** bölümündeki dijital sinyallerin tartışmasına bakın.) Dijital filtreler oluşturmanın olağan yöntemi, *gecikme adı verilen bir dizi adımda içinden geçen örneklerin akışı ile bir dizi kayıt şeklindedir. Her kayıtta* (musluk denir) sinyalin genliği değiştirilir (katsayı olarak adlandırılan bir miktarla) ve sonuç diğer musluklardan elde edilen sonuçlara eklenir. Sinyal akışı bir sonraki kayda kaydırılır ve işlem tekrarlanır. Musluklardan elde edilen sonuçların toplamı filtrenin çıktısını oluşturur.

Her katsayının değeri ve filtrenin musluklarının birbirine nasıl eklendiğinin yapılandırılması, filtrenin giriş sinyaline tepkisini belirler. Bu bölümde iki temel filtre tipi tartışılacaktır, sonlu dürtü yanıtı veya FIR, sonsuz dürtü yanıtı veya İIR.

Bu bölümün amacı, her filtre türünün nasıl tasarlandığına dair bir öğretici vermek değil, her filtre türünün özelliklerini açıklamaktır. Analog filtrelerde olduğu gibi, dijital filtrenin tasarımı çoğunlukla performans gereksinimlerini girdi olarak kabul eden ve tasarım bilgisi üreten, çoğu durumda doğrudan bir DSP işlemcisine veya alt sistemine yüklenebilen bir veri dosyası olarak doğrulanmış algoritmalar kullanan yazılımlar tarafından yapılır. (GNU Radyosu **(gnuradio.org)**

Örneğin araç seti, dijital filtreleri birçok işlevsel bloktan biri olarak ele alır. Kullanıcı filtre parametrelerini yapılandırır ve yazılım DSP veya SDR sistemindeki gerçek bilgi işlem öğelerinin organizasyonunu yönetir.) Dijital filtre teorisi ve tasarımının daha derin bir tartışmasıyla ilgilenen okuyucu için, bölümün sonunda birkaç mükemmel referans listelenmiştir.

10.5.1 FIR Filtreleri

Geçici yanıtın daha önceki tartışması, dürtü, sonsuz dar bir darbe getirdi. Bir dürtünün spektrumu, tüm frekansları içeren sonsuz genişliktedir. Bir impulsu bir filtrenin girişine (analog veya dijital) beslerseniz, filtrenin çıkışı filtrenin impuls tepkisidir. Dürtü tüm frekanslardan oluştuğu için, filtreyi tüm frekanslarda heyecanlandırır. Sonuç olarak, impuls yanıtı filtrenin frekans yanıtına eşit bir frekans spektrumuna sahiptir.

Bir filtre tasarlamanın bir yolu, istenen frekans spektrumuna karşılık gelen impuls tepkisini belirlemek ve daha sonra bu impuls tepkisine sahip olacak şekilde filtreyi tasarlamaktır. Bu yöntem sonlu *impulse response* (FIR) filtrelerinin tasarlanmasında temel oluşturur. (Sonlu, genliği değil, zamanı ifade eder.)

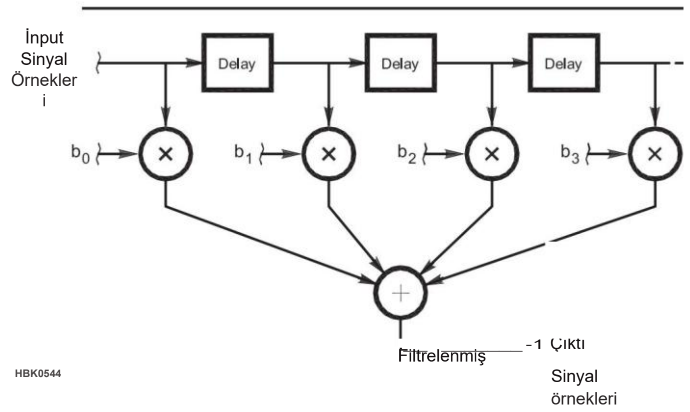
Bir FIR filtresi, dürtü tepkisi sonlu olan ve belirli bir zamanda biten bir filtredir.

Analog filtrelerin sonsuz bir dürtü tepkisi olduğunu unutmayın - çıkış teorik olarak - sonsuza kadar çalar. Basit bir R-C düşük geçiren filtrenin çıktısı bile katlanarak sıfıra doğru bozulur, ancak teorik olarak asla tam olarak ulaşmaz. Aksine, bir FIR filtresinin impuls tepkisi, impulsu aldıktan sonra bir süre tam olarak sıfır olur ve sonsuza kadar sıfır kalır (veya en azından başka bir impuls gelene kadar).

İstenilen dürtü tepkisini bir şekilde çözdüğünüz göz önüne alındığında, bu yanıtı elde etmek için dijital bir filtreyi nasıl tasarlarsınız? Açık yöntem, örnek hızında örneklenen bir impuls yanıt değerleri tablosunu önceden hesaplamak olacaktır. Bunlara *filtre katsayıları denir.* Belirli bir genlikte bir impuls alındığında, bu genliği katsayı tablosundaki ilk giriş ile çarpar ve sonucu çıktıya gönderirsiniz. Bir sonraki örnek zamanda, impulsu ikinci giriş ile çarpın ve tablodaki tüm girişleri kullanana kadar devam edin.

Bunu yapmak için bir devre **Şekil 10.33'te gösterilmiştir.**

Giriş sinyali bir vardiya kaydında saklanır. "Delay" etiketli her blok, bir örnek zamanın gecikmesini temsil eder. Her örnek zamanda, sinyal sağa bir kayıt kaydırılır. Her kayıt bir çarpanı besler ve çarpandaki diğer girdi katsayı tablosu girişlerinden birinden gelir. Tüm çarpan çıktıları birbirine eklenir. Girdinin tek bir dürtü olduğu varsayıldığından, herhangi bir zamanda tüm



Şekil 10.33 - 4 dokunuşlu bir FIR filtresi. Bn değerleri filtre katsayılarıdır.

vardiya kayıtları, uygun tablo girişi ile çarpılan ve çıktıya gönderilen biri hariç sıfır içerir.

Bir FIR filtresi tasarladık! Her musluk için ayrı bir çarpan ile bir vardiya kayıt kullanarak, filtre sürekli sinyaller yanı sıra darbeler için çalışır. Bu doğrusal bir sistem olduğundan, devam eden sinyal, bireysel bir impuls ile aynı filtreden etkilenir.

Yazılımda bir FIR filtresinin nasıl uygulanacağı diyagramdan belli olmalıdır. Bellekte iki arabellek kurarsınız, biri filtre katsayıları için, diğeri de veriler için. Her tamponun uzunluğu filtre musluklarının sayısıdır. *(Bir musluk,* bir filtre katsayısı, bir vardiya kaydı ve bir çarpan/akümülatörün birleşimidir.) Yeni bir veri değeri her alındığında, veri arabelleğinde bir sonraki kullanılabilir konumda saklanır ve akümülatör sıfıra ayarlanır. Daha sonra, bir yazılım döngüsü, musluk sayısına eşit olarak birkaç kez yürütülür. Her döngü sırasında, iki arabelleğe işaretçiler artırılır, bir sonraki katsayı bir sonraki veri değeri ile çarpılır ve sonuç geçerli akümülatör değerine eklenir. Son döngüden sonra, akümülatör içeriği çıktı değeridir. Normalde tamponlar *dairesel tamponlar olarak uygulanır* - adres işaretçisi sonuna geldiğinde başa geri döndürülür.

-

Nowyoucanseewhyahardwaremultiplieracculat or (MAC), bir DSP yongasının önemli bir özelliğidir. FIR filtresinin her dokunuşu bir çarpma ve bir ekleme içerir. 1000 dokunuşlu FIR filtresi ile, her örnek süresi boyunca 1000 çarpma ve 1000 ekleme yapılmalıdır. Her MAC işlemini tek bir saat döngüsünde yapma yeteneği, bir CPU tipi işlemciye kıyasla çok fazla işlem süresi kazandırır.

Bir FIR filtresi, *evrişim adı verilen matematiksel işlemin bir donanım veya yazılım uygulamasıdır.* Filtrenin, giriş sinyalini filtrenin impuls tepkisi ile birleştirdiğini söylüyoruz. Zaman alanındaki evrişim matematiksel olarak frekans alanındaki çarpmaya eşdeğerdir. Bu demektir ki frekans türü-

Çıkışın trum'u, girişin frekans spektrumuna, filtrenin frekans spektrumuna eşittir. Desibel cinsinden ifade edildiğinde, çıkış spektrumu giriş spektrumuna ve hepsi dB cinsinden filtre frekans yanıtına eşittir. Bazı frekanslarda giriş sinyali + 3 dB ve filtre bazı referanslara kıyasla -10 dB ise, çıkış sinyali bu frekansta 3 - 10 = - 7 dB olacaktır.

Bant genişliği örnek hızına kıyasla çok küçük olan bir FIR filtresi, çok sayıda dokunuşla uzun bir dürtü tepkisi gerektirir. Bu, frekans ve zaman alanları arasındaki "sıska've" yağ "ilişkisinin bir başka sonucudur. Eğer filtre frekans alanında dar ise, dürtü tepkisi geniştir. Aslında, frekans yanıtının durma bandı boyunca sıfıra (eksi sonsuzluk dB) gitmesini istiyorsanız, dürtü yanıtı teorik olarak sonsuz - genişlikte olur. *Sonlu bir* impuls tepki filtresi tasarladığımızdan, katsayı tablosuna uyması için bir noktada impuls yanıtını kesmek zorundayız. Ancak bunu yaptığınızda, artık durma bandında sonsuz bir zayıflama olmaz. Ne kadar ağır keserseniz (dürtü tepkisi ne kadar dar olursa), durma bandı zayıflaması o kadar kötü olur ve geçiş bandında daha fazla dalgalanma olur. Katsayıları seçmek için en uygun tasarım tekniklerini varsayarsak, aşağıdaki denklemden dürtü yanıtının minimum uzunluğunu L olarak tahmin edebilirsiniz:

$$L = 1 \quad \frac{10\log(\delta_1\delta_2) - 15}{14\left(\frac{f_T}{f_s}\right)} \quad \text{mu slu klar}$$

nerede

veya ve o5 = kesir olarak ifade edilen geçiş bandı ve durma bandı dalgalanması

f = geçiş bant genişliği (geçiş bandı ve durma bandı kenarları arasındaki frekans farkı)

f = örnek oranı.

Örneğin, 3 kHz'e kadar uzanan bir geçiş bandına sahip bir alçak geçiren filtre için, bir durma bandı

4 kHz (fi = 4 -3 = 1 kHz), f = 10 kHz örnekleme hızı, ± 0.1 dB geçiş bandı dalgalanması (d = 100.1/20 _ 1 = 0.0116) ve 60 dB durma bandı reddi 2(d5 = 10-60/0 = 0) .001) ile başlar.

10log (0.0116 x 0.001) - 15

18

4-1_-.4-1° 9_47 muslukları 1.4

Taşma, bir FIR filtresi için hesaplamalar yaparken potansiyel bir sorundur. İki N-bit sayının çarpılması, 2N bitli bir ürünle sonuçlanır, bu nedenle akümülatörde buna uygun alan sağlanmalıdır. Her ne kadar nihai sonuç normal olarak ölçeklenecek ve N bit'e kadar kesilecek olsa da, herhangi bir dinamik aralığı kaybetmemek için tüm ara sonuçları tam çözünürlükle taşımak en iyisidir. Ek olarak, tüm muslukların toplamı 2N bitten fazla bir sayı olabilir. Örneğin, filtre genişliği 256 musluk ise, tüm katsayılar ve veriler tam ölçekte ise, nihai sonuç teorik olarak 256 kat daha büyük olabilir ve akümülatörde fazladan 8 bit gerektirir. "Teorik olarak" diyoruz, çünkü normalde filtre katsayılarının çoğu tam ölçekten çok daha azdır ve tüm 256 veri değerinin aynı anda taşmaya neden olacak doğru polaritenin tam ölçekli değerleri olması pek olası değildir. DsPIC işlemciler, herhangi bir makul koşulu yerine getirmesi gereken 32 bit sonuçlu 16 bit çarpanlar ve 40 bit akümülatör kullanır.

Tüm musluklar hesaplandıktan sonra, nihai sonuç akümülatörden alınmalıdır. Akümülatör, işlemcinin veri sözcüklerinden çok daha fazla çözünürlüğe sahip olduğundan, normalde sonuç kesilir ve sığacak şekilde ölçeklenir. İt, taşmayı önlemek için doğru değere göre ölçeklendirmek için devre tasarımcısı veya programcıya bağlıdır. En kötü durum, vardiya kaydındaki her veri değerinin tam ölçekli olmasıdır - pozitif bir katsayıyı çarparken pozitif ve negatif katsayılar için negatif. Bu şekilde, tüm musluklar maksimum değere eklenir. Worstcase - akümülatör genliğini hesaplamak için, tüm katsayıların mutlak değerlerini ekleyin. Bununla birlikte, bu normalde gerçekçi olmayan bir kötümser değer verir, çünkü istatistiksel olarak bu kadar yüksek bir zirveye ulaşılması pek olası değildir. Düşük geçişli bir filtre için, daha iyi bir tahmin, bir de sinyali için kazancı hesaplamak ve birkaç yüzde güvenlik marjı eklemektir. De gain, tüm katsayıların toplamıdır (mutlak değerler değil). Fora band-pass filtresi, merkez frekansta sinüs dalgası ile çarpılan tüm katsayıların toplamını ekleyin.

FIR Filtre Katsayılarının Hesaplanması Şimdiye kadar filtre katsayılarının nasıl belirleneceği sorusunu göz ardı ettik. İdeal bir "tuğla duvar" alçak geçiren filtre için, cevap oldukça basit olduğu ortaya çıkıyor. Bir "tuğla duvar" düşük -

Geçiş filtresi, sıfır hertz'den kesme frekansına ve yukarıdaki sıfır tepkiye kadar sabit bir tepkiye sahip olan filtredir. İts impuls yanıtı sinüs fonksiyonu ile orantılıdır:

(n) = C, sinüs (2Bn) = - (2nBn) C / 2nBn

Burada C (n) filtre katsayılarıdır, n, dürtü yanıtının merkezinde n = 0 olan örnek sayıdır, C bir sabittir ve B, örnek hızına normalize edilen tek taraflı bant genişliğidir, B = bant genişliği/örnek hızı.

Bunun, showninFigure 10.33 olduğu gibi, bir darbenin frekans tepkisi ile aynı forma sahip olması ilginçtir. Frekans alanındaki Thatisbecauseabrickwall yanıtı, zaman alanındaki bir darbeyle aynı şekle sahiptir. Bir **alandaki darbe** diğerinde sinüs fonksiyonuna dönüşür. Bu, zaman ve frekans alanları arasındaki dönüşümün simetrik olduğu genel ilkesinin bir örneğidir. Bu, **DSP ve SDR Temelleri** bölümündeki Fourier dönüşümleri bölümünde daha ayrıntılı olarak tartışılmıştır.

Normalde, filtre katsayıları sinüs fonksiyonunun zirvesi olan sinc (O), katsayı tablosunun merkezi ile ayarlanır, böylece her iki tarafta da eşit miktarda "kuyruk" bulunur. Bu, filtre katsayılarını belirleme yöntemi ile ilgili temel problemi işaret eder. Teorik olarak, sinüs fonksiyonu eksi sonsuzdan artı sonsuza kadar uzanır. Kuyrukların aniden sonlandırılması, frekans tepkisinin ideal bir tuğla duvar filtresinden farklı olmasına neden olur. Geçiş bandında dalgalanma ve durma bandında sıfır olmayan tepki vardır, **Şekil 10.34'ün sağ üst tarafındaki grafikte gösterildiği gibi.** Bu esas olarak kesilmenin bozulmasından kaynaklanır. İn etkisi, katsayı tablosunun sınırları dışındaki tüm katsayılar sıfıra ayarlanmıştır. Geçiş bandı ve durma bandı tepkisi, aniden sıfıra geçmek yerine, dürtü yanıtının kenarlarını sivrilterek geliştirilebilir .

Dürtü yanıtının kenarlarını inceltme işlemine *pencereleme denir. Dürtü* yanıtı bir pencere ile çarpılır, kenarlarda sıfıra doğru yumuşayan bir dizi katsayı. Örneğin, dikdörtgen pencere hiç pencere olmamasına eşdeğerdir. Yıllar boyunca birçok farklı pencere şekli geliştirilmiştir - bir zamanlar sinyal işleme alanındaki her doktora adayının tezini yeni bir pencerede yaptığı görülmüştür. Her pencerenin avantajları ve dezavantajları vardır. Yavaş ve sorunsuz bir şekilde sıfıra geçiş yapan bir pencere, mükemmel geçiş bandı ve durma bandı tepkisine ancak geniş bir geçiş bandına sahiptir. Daha geniş bir orta kısma sahip olan ve daha sonra kenarlarda sıfıra daha hızlı geçiş yapan bir pencere, daha dar bir geçiş bandına sahiptir, ancak daha zayıf geçiş bandı ve stopband tepkisi vardır. Şekil 10.34'teki pencereler için denklemler bir kenar çubuğuna dahil edilmiştir. **Tablo 10.4'te gösterilen rutin yazılmıştır**

Bir dsPIC işlemci için, operatör bant genişliği kontrolünü ayarlarken filtre katsayılarını "anında" hesaplamak için kullanılabilir. Aynı kod, bir PC'de genel bir C derleyicisi kullanılarak da çalışmalıdır, böylece katsayılar donanımda uygulanan bir FIR filtresine indirilebilir.

Pencereli-sinüs yöntemi oldukça işe yarıyor Basit bir düşük geçişli filtre için iyi, ama ya daha karmaşık bir spektral şekil istenirse? Aynı genel tasarım yaklaşımı hala geçerlidir. İstenilen spektral şekli belirler, ters Fourier dönüşümü kullanarak zaman alanına dönüştürür ve bir pencere uygularsınız. Hızlı F ouriertransform'unu hesaplayabilen birçok (genellikle ücretsiz) yazılım mevcuttur.

Tablo 10.4

Filtre Katsayılarını Hesaplamak için dsPIC İşlemci için Rutin

```
//FIR filtre katsayılarını hesaplayın
//pencereli-sinüs yöntemini kullanarak
void set coef (
 Çifte sample_rate;
 Çift bant
 genişliği;)
{
extern int c [FIR LEN] ;//Katsayı dizisi int
i ;//Katsayı endeksi
Çift ph ;//Radyanlarda faz
çift coef ;//Filtre katsayısı
int coef int ;//Sayısallaştırılmış katsayı
çift bw oranı ;//Normalleştirilmiş bant
Bw oranı = 2 * bant genişliği/örnek hızı; (i
= 0 için; İ < (FIR LEN/2); i++)  {
 //Tuğla duvar filtresi :
 Ph = Pİ * (i + 0.5) * bw oranı; Coef
 = sin (ph )/ph;
 //Hann  penceresi:
 Ph = Pİ * (i + 0.5 )/( FIR LEN/2); Coef
 * = (1 + cos (ph) )/2 ;
 //Kayan noktadan int'e dönüştür: coef *
 = 1 < < (COEF WIDTH - 1);
 Coef int = (int)  coef;
 //simetrik dürtü yanıtı: c [i + FIR
 LEN/2] = coef int; C [FIR   LEN/2 -
 1 - i] = coef int;}
}
```

Pencere Fonksiyonları için Denklemler

Her pencere işlevi için, yanıtın merkezi şu şekilde kabul edilir: Zaman t = 0 ve darbenin genişliği L. Her pencere, t = 0 olduğunda 1.0 ve |t| > L/2 olduğunda 0.0'dır.

Dikdörtgen:

w (t) = 1.0

Üçgen (Bartlett):

—[')

Blackman:

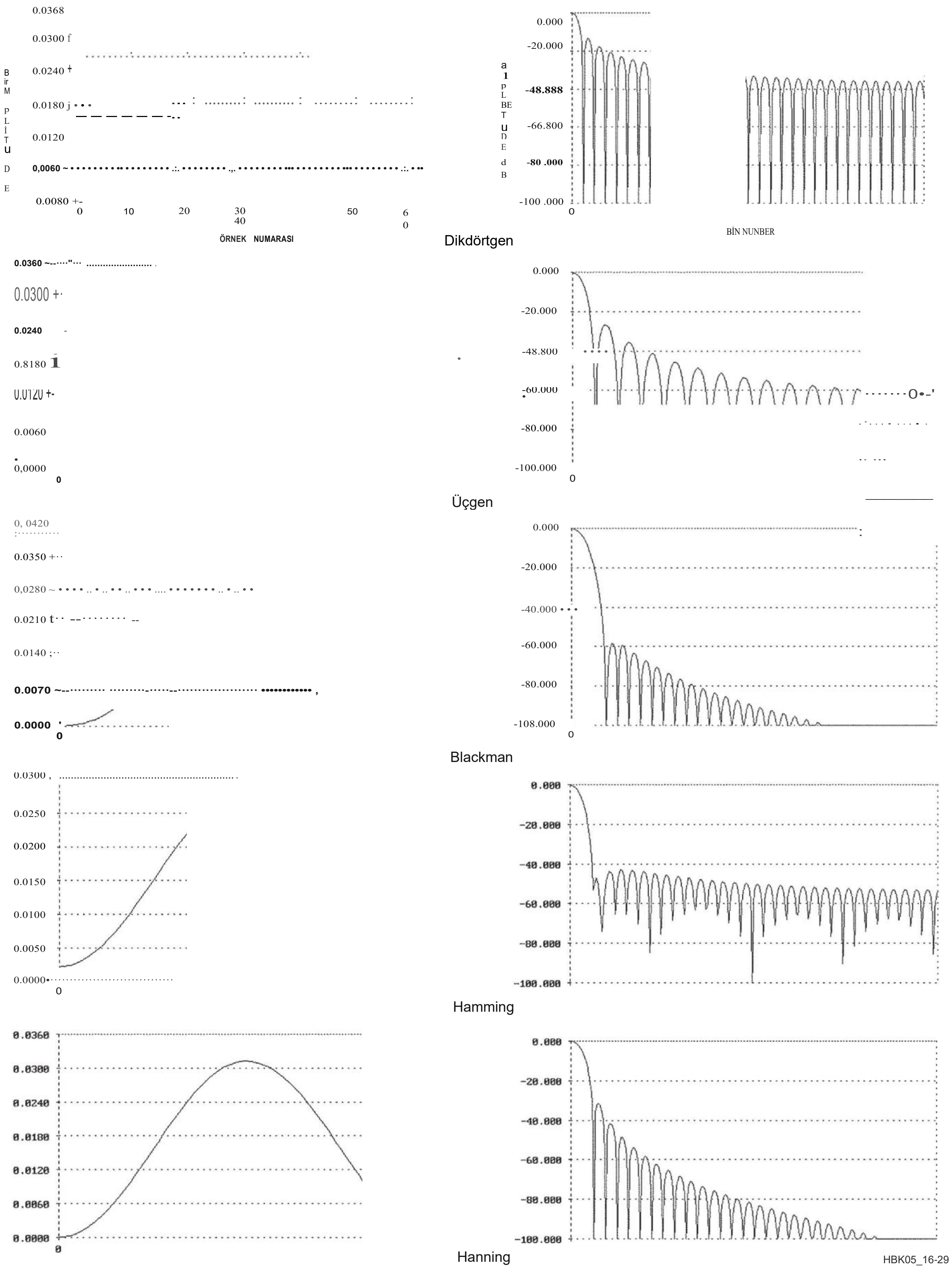
"o-os2 + o.sass [* ₇ '] -ooscs /"}'/

Hamming:

"(= o.s4 + 0.46cos [E ']

Hanning (Hann):

W (t) = 0.5 + 0.5 (27t) cos]



Şekil 10.34 - Çeşitli pencere fonksiyonları ve bunların Fourier dönüşümleri .

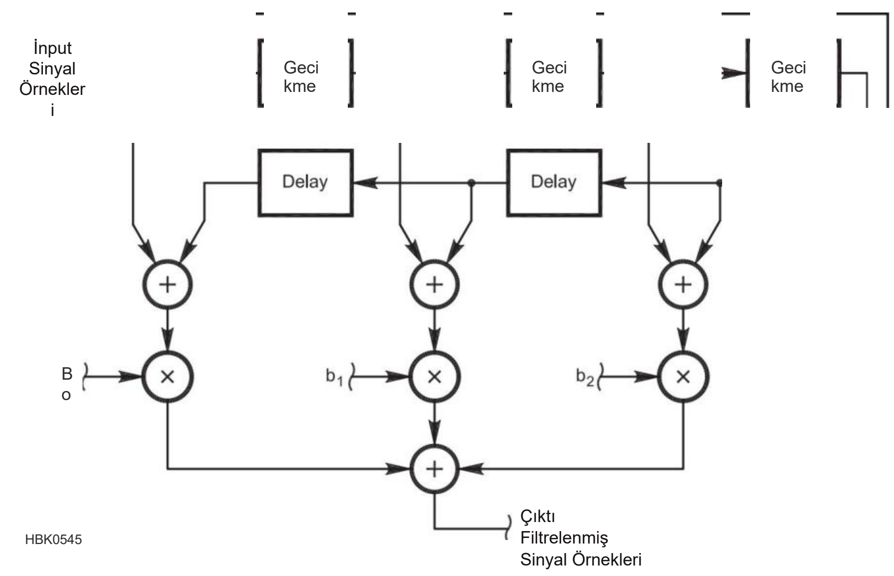
(FFT) ve ters hızlı Fourier dönüşümü (IFFT). Bu nedenle teknik, istenen spektral şekli oluşturmak, IFFT ile zaman alanına dönüştürmek ve elde edilen impuls yanıtını istenen pencereyle çarpmaktır. Ardından, pencerenin sonucu nasıl etkilediğini görmek için FFT ile frekans alanına geri dönebilirsiniz. Sonuç tatmin edici değilse, farklı bir pencere seçebilir veya orijinal spektral şekli değiştirebilir ve işlemi tekrar yapabilirsiniz.

Pencereleme yöntemleri kullanışlıdır çünkü programlanması kolaydır ve sonuçta ortaya çıkan yazılım rutinleri hızlı bir şekilde yürütülür. Örneğin, DSP filtrenize bir bant genişliği düğmesi ekleyebilir ve kullanıcı düğmeyi çevirirken filtre katsayılarını "anında" hesaplayabilirsiniz. Bununla birlikte, sonuç veren filtre performansı oldukça iyi olsa da, belirli bir sayı için minimum geçiş bandı dalgalanması ve maksimum durma bandı zayıflaması olmaması anlamında "optimum" değildir. Bunun için, *eşit dalgalanma* veya *Chebyshev filtresi olarak bilinen şeye ihtiyacınız* var. Chebyshev filtre katsayılarını belirlemek için yapılan hesaplamalar daha karmaşık ve zaman alıcıdır. Bu nedenle, katsayılar normalde bir PC'de önceden hesaplanır ve gerektiğinde geri almak için DSP program belleğinde saklanır.

Mühendisler, Chebyshev katsayılarını doğrudan hesaplamak için matematiksel bir algoritma geliştirmede pek başarılı olamadılar, ancak 1972'de Thomas Parks ve James McClellan, bunu yinelemeli olarak yapmak için bir yöntem buldular. *ParksMcClellan - algoritması,* Web'de ücretsiz olarak indirilebilen bir dizi program da dahil olmak üzere çoğu modem filtre tasarım yazılımında desteklenmektedir. Tipik olarak örnek hızını, geçiş bandı ve durma bandı frekans aralıklarını, geçiş bandı dalgalanmasını ve durma bandı zayıflamasını girersiniz. Yazılım daha sonra - gerekli filtre katsayısı sayısını belirler, bunları hesaplar ve elde edilen filtre frekansı yanıtının bir grafiğini görüntüler .

Filtre tasarım yazılımı tipik olarak filtre katsayılarını bilgisayarın tam doğruluğuna kayan nokta sayıları olarak sunar. Değerleri ölçeklendirmeniz ve çözünürlüğü filtre uygulamanızın sözcük boyutuna kadar kısaltmanız gerekir. Filtre katsayılarının kesilmesi, filtrenin frekans tepkisini etkiler, ancak sinyal verilerinin kesilmesi ile aynı şekilde gürültü eklemez.

Çeşitli yöntemlerle hesaplanan çeşitli FIR filtreleri için dürtü tepkilerine baktığınızda, yakında çoğunun simetrik olduğunu fark edersiniz. Eğer dürtü tepkisinin merkezi sıfır zamanında kabul edilirse, o zaman t zamanındaki değer herkes için -t zamanındaki değere eşittir. Filtre katsayılarının simetrik olduğunu önceden biliyorsanız, filtre tasarımında bundan yararlanabilirsiniz. Ekleri ve çarpanları yeniden düzenleyerek, çarpanların sayısı **Şekil 10.35'te gösterildiği gibi iki kat azaltılabilir.** Bu hile bir daha az yararlıdır



Şekil 10.35 - 6 dokunuşlu bir FIR filtresi. Katsayılar simetrik olduğundan, simetrik - musluklar çarpmadan önce birleştirilebilir.

Bir FIR filtresinin yazılım uygulaması, çünkü ekleme sayısı aynıdır ve birçok DSP, çarpma-biriktirme olarak bir ekleme yapmak için aynı süreyi alır.

Hesaplama faydasına ek olarak, simetrik bir impuls yanıtı da *doğrusal faz olma avantajına sahiptir.* Böyle bir filtreden geçen zaman gecikmesi, tüm frekanslar için filtrenin uzunluğunun yarısıdır. Örneğin, 10 kHz'de çalışan 1000 dokunuşlu bir filtre için gecikme 500/10.000 = 0.05 saniyedir. Zaman gecikmesi tüm frekanslar için sabit olduğundan, faz gecikmesi frekansla doğru orantılıdır. Örneğin, 20 Hz'deki faz gecikmesi bir çevrimse (0.05 saniye), 200 Hz'de (hala 0.05 saniye) on çevrimdir. Doğrusal faz gecikmesi, bozulmayı ve semboller arası paraziti önlemek için dijital modülasyon sinyallerinde önemlidir. Ayrıca, daha doğal ses veren ses ile sonuçlanabileceği analog modülasyon ile de arzu edilir. Tüm analog filtreler doğrusal olmayan fazdır; Faz bozulması, geçiş bandı ve durma bandı arasındaki geçiş ne kadar ani olursa o kadar kötü olma eğilimindedir. Bu nedenle, bir SSB sinyali, geçiş bandı dalgalanması küçük ve bozulma minimum olsa bile, küçük bir şekil faktörüne sahip bir kristal filtre tarafından filtrelendikten sonra doğal olmayan sesler çıkarır.

Bir bant geçiren filtre, düşük geçişli bir filtreden, dürtü yanıtını istenen merkez frekansta bir sinüs dalgası ile çarparak oluşturulabilir. Bu, pencerelemeden önce veya sonra yapılabilir. Doğrusal faz özelliği korunur, ancak filtrenin merkez frekansına referansla, yani faz kayması merkez frekanstan frekans farkıyla orantılıdır. Frekans yanıtı, alçak geçiren filtrenin sıfır-hertz noktası sinüs dalgasının frekansına kaydırılmış olan düşük geçişli yanıtın çift taraflı bir versiyonudur.

10.5.2 İIR Filtreleri

Sonsuz dürtü tepkisi (İIR) filtresi, dürtü yanıtı sonsuz olan bir filtredir. Girişe bir dürtü uygulandıktan sonra, teorik olarak çıkış asla sıfıra gitmez ve orada kalır. Pratik olarak, elbette, sinyal sonunda gürültü seviyesinin (analog filtre) altına veya bir LSB'den (dijital filtre) daha az olana kadar bozulur.

Simetrik bir FIR filtresinin aksine, bir İIR filtresi genellikle doğrusal faz değildir. Filtredeki gecikme tüm frekanslar için aynı değildir. Ayrıca, İIR filtrelerinin tasarımı FIR filtrelerinden daha zor olma eğilimindedir. Öte yandan, belirli bir filtrede aynı geçiş bandı ve durma bandı dalgalanmasını elde etmek için tipik olarak daha az sayıda adder ve çarpan gerekir, bu nedenle İIR filtreleri genellikle hesaplamaların en aza indirilmesi gereken yerlerde kullanılır .

Tüm analog filtreler sonsuz impuls tepkisine sahiptir. Bir dijital filtrenin İIR olması için geri bildirime sahip olması gerekir. Bu, bazı dahili hesaplamanın gecikmiş bir kopyasının, hesaplamada daha önceki bir aşamaya uygulandığı anlamına gelir. Bir İIR filtresinin basit ama kullanışlı bir örneği, **Şekil 10.36'daki üstel bozunma devresidir.** Girişte bir sinyal olmadığında, bir sonraki saat döngüsündeki çıkış her zaman (İ &) mevcut çıkışın katıdır. Zaman sabiti (çıktının başlangıç değerinin 1/e = %36.8'ine kadar ölme süresi) neredeyse

(1!
*\8 2

Burada f örnek oranıdır. Devre, **paralel bir direnče sahip bir kapasitörün dijital eşdeğeridir** ve örneğin bir **dijital** otomatik kazanç kontrol devresinde yararlı olabilir.

İIR filtreleriyle ilgili bir sorun çözünürlüktür
.
Geri bildirim nedeniyle, bit sayısı

Ara hesaplamalar için gerekli olan çözünürlüğün, giriş veya çıkıştan çok daha büyük olabilir. Önceki örnekte, o çok uzun zaman sabitleri için çok küçüktür. Kayıttaki değer belirli bir seviyenin altına düştüğünde, bit genişliği arttırılmadıkça (1-8) ile çarpma artık doğru olmayacaktır. Pratik olarak, İIR filtreleri ile elde edilen artan çözüm, genellikle devre elemanlarının sayısındaki tasarrufların bir kısmını iptal eder.

İIR filtreleriyle ilgili bir diğer sorun da stabilitedir.

Geri bildirim nedeniyle, tasarımda özen gösterilmezse filtrenin salınması mümkündür. Kararlılık, düşük sinyal seviyelerinde doğrusal olmayıştan da etkilenebilir. Büyük sinyallerle kararlı olan bir devre, bazı hesaplamalarda yuvarlama hatası nedeniyle küçük sinyallerle salınabilir, bu da güçlü sinyaller bulunmadığında soluk tonların görünmesine neden olur. Bu, kararsız bir *limit döngüsü olarak bilinir. Bu* sorunlar, İIR filtrelerinin tasarlanması zor olduğu için bir üne sahip olmasının bir parçasıdır.

İIR filtreleri için tasarım teknikleri çoğunlukla önce standart tekniklerden herhangi birini kullanarak bir analog filtre tasarlamayı ve ardından tasarımı analogdan dijital alana dönüştürmeyi içerir. *İmpuls-invariant yöntemi,* dijital impuls tepkisini eşdeğer analog filtrenin impuls tepkisine eşit hale getirerek doğrudan filterresponse'yi çoğaltmaya çalışır. İt, bant genişliği örneklem hızından çok daha düşük olan düşük geçişli filtreler için oldukça iyi çalışır. İts problemi, frekans tepkisini sonsuzluk hertzine kadar çoğaltmaya çalışmasıdır, ancak bu, yüksek frekanslı yanıtın düşük frekanslara katlanmasıyla sonuçlanan Nyquist kriterini ihlal eder. İt, örneklenecek giriş sinyali Nyquist frekansının altında bant sınırlı olmadığında bir DSP sisteminde meydana gelen takma adlara benzer.

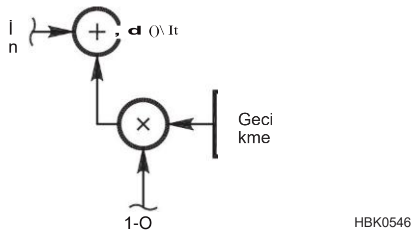
Bilineer dönüşüm yöntemi, frekans eksenini bozarak, analog alandaki sonsuzluk hertzinin dijital alanda örneklem hızı/2 olacağı şekilde bu problemin etrafından dolaşır. Düşük frekanslar oldukça doğrudur, ancak yüksek frekanslar Nyquist frekansına yaklaştıkça daha fazla sıkılır. İt, özellikle yüksek frekanslı uçta, spektrum şeklindeki bir değişiklik pahasına, aliasing problemini önler. İçin Örneğin, alçak geçişli bir filtre tasarlarken, -telafi etmek için kesme frekansını değiştirmek gerekebilir. Yine, yöntem, örnek hızından çok daha düşük geçiş bandı frekanslarına sahip filtreler için en iyi sonucu verir.

Genel olarak, bir İIR filtresinin çıktısı, mevcut ve önceki giriş değerlerinin (feed-forward) ve önceki çıkış değerlerinin -(feed-back) bir kombinasyonudur. **Şekil 10.37A,** bir İIR filtresinin doğrudan İ formunu göstermektedir. B; Katsayılar ileri beslemeyi temsil eder ve a; Katsayılar geri besleme. Örneğin, y çıktısının önceki değeri aµ ile çarpılır, önceki ikinci değer a2 ile çarpılır vb. Filtre doğrusal olduğundan, önce ileri besleme veya geri besleme aşamasının gerçekleştirilip gerçekleştirilmediği önemli değildir. Sırayı tersine çevirerek, Şekil 10.37B'de olduğu gibi vardiya kayıt sayısı azaltılır. Başka eşdeğer topolojiler de vardır. Gen- için matematik a'yı erleştirmek; ve b; Hem impuls-invariant hem de bilineer dönüşüm yöntemleri için katsayılar oldukça fazladır, ancak neyse ki bazı filtre tasarım programları, FIR filtrelerinin yanı sıra IIR'yi de işleyebilir.

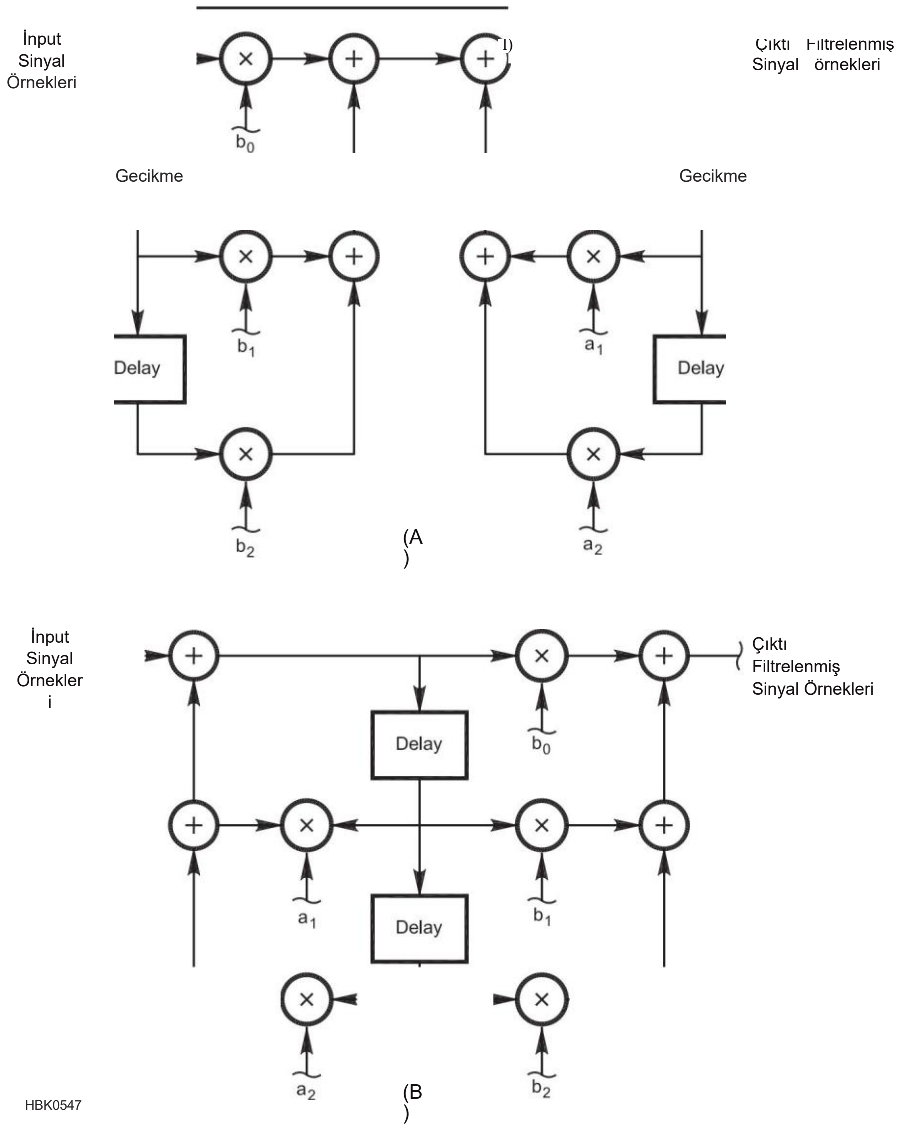
10.5.3 CİC Filtreleri

(CİC filtrelerine bu genel bakış, 2011 Eylül/Ekim *QEX* sütunundan alınmıştır SDR: -Ray Mack, W5IFS tarafından basitleştirilmiştir. CİC filtreleriyle ilgili ek arka plan, Donadio ve Lyons tarafından referans verilen makalelerde mevcuttur.)

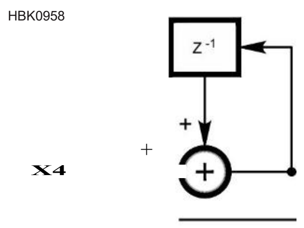
Hem FIR hem de İIR filtreleriyle ilgili sorun, çok sayıda DSP işlemci döngüsü tüketen çok sayıda çoğul işlem gerektirmeleridir. Eugene Hogenauer (referanslara bakınız), basamaklı entegratör tarağı (CİC) filtresi olarak adlandırılan örnek dönüştürme/filtre konfigürasyonunun çok kullanışlı bir basitleştirmesini geliştirdi. CİC filtrelerinin önemli yönü



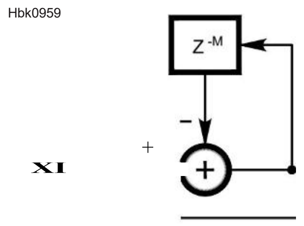
Şekil 10.36 - Bir üstel bozunma uygulaması.



Şekil 10.37 - Üç ileri beslemeli musluk ve iki geri beslemeli musluk içeren bir İIR filtresi. Doğrudan form İ (A) ve eşdeğer doğrudan form İİ (B).



Şekil 10.38 - Bir entegratörün Z dönüşüm diyagramı. Yeni çıktı, önceki çıktının (Z-!) ve yeni numunenin toplamıdır. (Z dönüşümü en.wikipedia.org/ wiki/Z-transform.'da açıklanmıştır)



Şekil 10.39 - Bir kombinasyonun Z dönüşüm diyagramı. Yeni çıktı, mevcut numunenin ve gecikmiş bir numunenin farkıdır. M sayısı, gecikme sırasında kaç adımın gerçekleştiğini belirtir.

Uygulama için sadece toplama, çıkarma ve gecikme işlemleri gereklidir.

Hayattaki çoğu şeyde olduğu gibi, bir sistemin bir yönünü geliştirmek, diğer yönlerde uzlaşma gerektirir. Bu, filtre yanıtını kısıtlamak için çarpanları ortadan kaldırmanın basitleştirilmesini takas ettiğimiz CİC filtreleri için de geçerlidir: Bir CİC filtresi sadece düşük geçişli bir yanıta sahip olabilir. Ek olarak, örnek hızı değişimi ve tarak ve entegratör aşamalarındaki aşama sayısı ile kısıtlanan olası düşük geçişli yanıtların sınırlı bir alt kümesi vardır. Bir CİC filtresinin en önemli özelliği, bir FPGA'da veya bir İC'nin özel mantığının bir parçası olarak donanımda çok kolay bir şekilde uygulanabilmesidir.

Entegratör sonsuz bir dürtü tepki filtresidir. **Şekil 10.38 nasıl** çalıştığını ve ne kadar basit olduğunu göstermektedir. Entegratör, önceki tüm örneklerin toplam değerini tutar. Entegratör, geçerli girdi değerine (x) son çıktı değerini (z-1) ekler. Normalde, bir entegratördeki taşma hakkında endişeleniriz, çünkü sinyaldeki bir de bileşeni entegratörün - taşmasına neden olur.

Bununla birlikte, tarak ve entegratörün kombinasyonu, taşma ile ilgili sorunları iptal eder. Entegratör, de'de sonsuz kazancı olan tek kutuplu alçak geçiş filtresidir. (Entegratörler - uygulandığı sürece taşma olasılığı önemli değildir.

İki tamamlayıcı ilaveyi kullanan adderler **(tr. wikipedia.org/wiki/Two's _ compleman)** taşma meydana geldiğinde etrafını sarmaya izin verir ve kelimedeki bit sayısının beklenen çıktı kelimesi kadar büyük olduğunu .)

Tarak, mevcut örnekten bir önceki örneği çıkaran sonlu bir impuls yanıt aşamasıdır. Mevcut örnek ile gecikmeli örnek arasındaki gecikme miktarına diferansiyel gecikme denir ve çoğu yazar tarafından M olarak gösterilir. **Şekil 10.39** tarağın çalışmasını göstermektedir.

Gerçek bir CİC filtresi, basamaklı çoklu entegratör-tarak bölümlerinden oluşur. Bir CİC filtresi, taraklarla aynı sayıda entegratöre sahiptir. İlişkilendirme özelliğine göre, bir dizideki eklemelerin sırasını yeniden düzenleyebilirsiniz ve dizinin sonucu değişmez (a + (-b) + c + d + (-e) + (-f), a + c + d- b-e -f ile aynıdır). Örnek hız değişimine sahip bir CİC filtresi, tüm entegratörleri bir araya getirmek ve tüm tarakları bir araya getirmek için bu özelliği kullanır. Taraklar ve entegratörler arasına bir altörnek veya altörnek oran değiştirici yerleştiririz. (Örnek oran değişikliği tartışması için DSP ve SDR Temelleri bölümüne bakın .)

Şekil 10.40, bir decimator'un bir integrator bölümü ve ardından bir aşağı oran değişikliği olduğunu ve ardından bir tarak bölümünün takip ettiğini göstermektedir. Enterpolatör sistemi döndürür

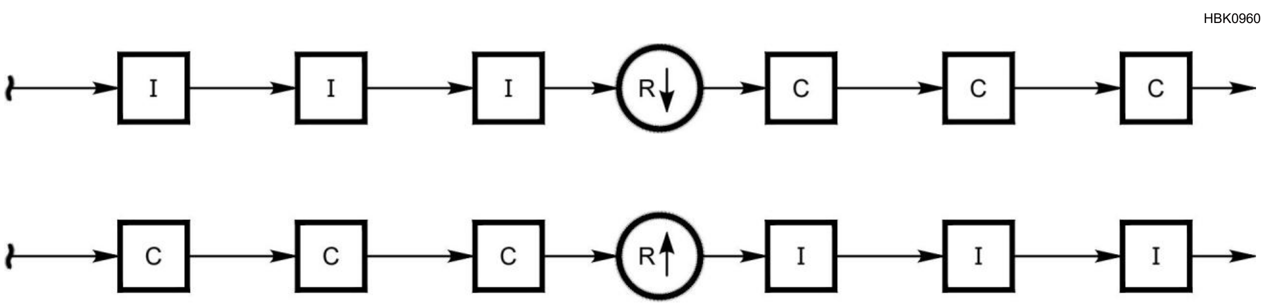
Etrafında ve tarak bölümünü ilk önce koyar, ardından bir yukarı oran değiştirici, ardından bir entegratör bölümü izler. İt, entegratörlerin ve tarakların sayısının oran değişikliğinden bağımsız (mantık dahilinde) olduğu ve genel olarak, aynı bloklarla bir decimator ve interpolator oluşturmak için girişleri, çıkışları ve oran değişikliğini yeniden düzenleyebileceğiniz bir donanım uygulaması için çok kullanışlıdır.

Bir CİC filtresinin uygulanmasını etkileyen üç parametre vardır. "R" yukarı örnek oranı veya aşağı örnek oranıdır. "M", tarak bölümündeki gecikmedir ve neredeyse her zaman bir veya ikidir. "N", tarak bölümündeki aşamaların sayısıdır (entegratör bölümlerinin sayısıyla aynı olması gerekir). Tarakların bir bölüme ve entegratörlerin ikinci bir bölüme ayrılmasının basitleştirilmesi, taraklar için depolama elemanlarının gerektirdiği hız için avantajlıdır. Taraklar her zaman sistemin düşük frekanslı ucunda çalışır ve entegratörler sistemin yüksek hızlı tarafında çalışır.

İlişkilendirme özelliğinin, önce tarakla ve aşağı dönüştürücüden sonra entegratörle bir decimator'a da izin vereceğine dikkat edin. Her iki konfigürasyon da aynı sonuçları verecektir. Tarağı her zaman sistemin düşük örnek oranı tarafına koymamızın nedeni pragmatiktir. Tarak, bir entegratör için gerekli olana göre bir ek depolama elemanı (normal M = 1 durumu için) gerektirir. Her depolama elemanı, saati doldurduğunda güç tüketir. Daha hızlı bir saat ve daha fazla depolama kaydı doğrudan ek güç dağılımına dönüşür. Ek güç, FPGA gibi bir donanımda bir CİC filtresi uygularken bir sorundur.

10.5.4 Uyarlanabilir Filtreler

Uyarlanabilir bir filtre, filtre katsayılarını bazı algoritmaların kontrolü altında otomatik olarak ayarlayan bir filtredir. Bu genellikle filtre özelliklerinin önceden bilinmediği durumlarda yapılır. Örneğin, bir adaptif kanal ekolayzır bir com- genlik ve faz spektrumunda olmayan düzlük için düzeltir.

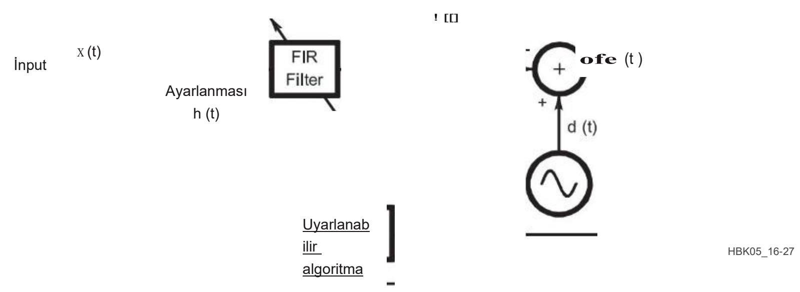


Şekil 10.40 - Üst CİC filtresi, örnek oranının "R" değeri ile azaltıldığı bir decimator gösterir. Alt CİC filtresi, örnek oranının "R" değeri ile arttırıldığı bir interpolator gösterir. İkisi arasındaki farkın, tarakların ve entegratörlerin sırası ve oran değişiminin yönü olduğunu unutmayın. Taraklar her iki sistemin de düşük örnek oranı tarafındadır .

munications kanal nedeniyle çok yollu yayılma. Tipik olarak, iletim istasyonu periyodik olarak, alıcı tarafından kanal özelliklerini belirlemek ve buna göre filtre katsayılarını ayarlamak için kullanılan bir eğitim dizisi olarak bilinen bilinen bilinen bir veri dizisi gönderir.

Başka bir örnek, otomatik bir çentik - filtresidir. Bir algoritma, araya giren bir tonun frekansını belirler ve tonu kaldırmak için çentik frekansını otomatik olarak ayarlar. Gürültü engelleme başka bir uygulamadır. Bir çentik filtresinin tersi olarak düşünülebilir. Bu durumda, giriş sinyalindeki tüm sinüs dalgası tonları istenir ve filtre katsayıları bunları geliştirmek için yapılandırılır. Bu yöntem sadece CW sinyalleri için değil, insan sesi büyük ölçüde ayrı frekanslardan oluştuğu için ses için de çalışır.

Uyarlanabilir filtrenin genel blok diyagramı **Şekil 10.41'de gösterilmiştir.** Değişken filtre tipik olarak, güncelleme algoritması tarafından hesaplanan katsayılara sahip bir FIR türüdür. Bazı yollarla, istenen, bozulmamış sinyal, d'nin bir tahmini üretilir ve filtre çıkışı y ile karşılaştırılır. Y ve d arasındaki fark, güncelleme tarafından kullanılan e hatasıdır.



Şekil 10.41 - Uyarlanabilir bir filtre konfigürasyonu .

Y'nin doğruluğunu artırmak için filtre katsayılarını değiştirmek için algoritma. Algoritma, aynı anda bir gürültü azaltma filtresi ve bir çentik filtresi olarak hareket edebilir. D'nin saf bir ton (sinüs dalgası) şeklinde olduğunu varsayarsak, ton aynı anda y çıkışında optimize edilir ve e çıkışında en aza indirilir.

Hata sinyalini en aza indirmek için ortak bir algoritma, *en az ortalama kareler* (LMS) olarak adlandırılır. LMS algoritması, ayarlanabilen bir performans parametresi olan µ içerir

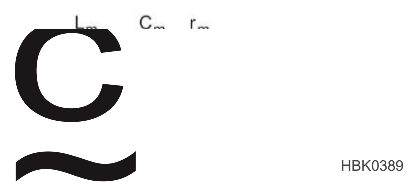
0 ile 1 arasında kontrol etmek içinAyar hızı ve doğruluk arasındaki denge. 1'e yakın bir değer hızlı yakınsamaya neden olur, ancak yakınsama çok doğru değildir. Daha yavaş ayarlama maliyetinde daha iyi doğruluk için, µ değerini düşürün. Bazı uygulamalar anında ayarlanır, hata büyük olduğunda daha hızlı kilitlenmek için önce büyük bir değer kullanır, ardından hatayı azaltmak için yakınsamadan sonra daha küçük bir değer kullanılır. Bu, sinyal özellikleri çok hızlı değişmediği sürece çalışır.

10.6 Kuvars kristal filtreleri

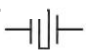
(Önceki baskılardan kristal filtreler tasarlama ve oluşturma bölümleri, bu kitabın indirilebilir ek materyalinde bir PDF belgesi olarak mevcuttur.)

İnductor Q değerleri, LC bant geçişli filtrelerle elde edilebilecek minimum bant genişliğini etkili bir şekilde sınırlar. Bu sınırları genişletmek için kuvars kristali, PLZT seramik ve sabit modüllü metal alaşımlı rezonatörler gibi yüksek Q devre elemanları gereklidir. Kuvars kristalleri, mevcut tüm rezonatörlerin zaman ve sıcaklığı ile en yüksek Q ve en iyi stabiliteyi sunar. Rezonatörün frekansına ve uygulamasına uygun kesimler (kristal yönelimler) kullanarak sesten VHF'ye kadar çok çeşitli frekanslar için üretilirler. AT kesimi, HF temel ve VHF aşırı ton kullanımı için tercih edilirken, diğer kesimler (DT, SL ve E) daha düşük frekanslarda kullanım için daha uygundur.

Her kristal plakanın çeşitli mekanik titreşim modları vardır. Bunlar heyecanlı olabilir



Şekil 10.42 - Bir **kuvars kristalinin eşdeğer devresi ve devre sembolü.**



Elektriksel olarak piezoelektrik etki ile, ancak genellikle rezonatörler, düşük kayıp ve uygun bir sıcaklık katsayısı sağlayan bir kristal kesim kullanarak belirli bir çalışma frekansında tepkilerini en üst düzeye çıkaracak şekilde tasarlanmıştır. Sonuç olarak, filtre tasarımı için, kuvars kristal rezonatörler **Şekil 10.42'de gösterilen basitleştirilmiş eşdeğer devre kullanılarak modellenmiştir.** Burada L ". C've r, ana çalışma frekansındaki rezonatörün hareket parametreleri1, *eşdeğer seri direnç veya* ESR olarak da bilinen kayıp direncidir. C ", iki metal elektrot arasında oluşan statik kapasitans ile kuvars dielektrik (e, = AT-kesme kristalleri için 4.54) ve metal kasa, taban ve montaj tarafından tanıtılan bazı ek kapasitans kombinasyonudur. C arasında fiziksel bir ilişki vardır, ve rezonatör elektrotlar tarafından oluşturulan statik kapasitans, ama, ne yazık ki, eklenen tutucu kapasitans C neden bu doğrudan ilişkiyi maskeler ,/C "" üzerinde 200 ila 500 arasında değişir. Bununla birlikte, 1 ila 30 MHz arasındaki modem temel AT-kesme kristalleri için, C "değerleri tipik olarak 0.003 ila 0.03 pF arasındadır. Teorik olarak, bir kuvars kristalinin hareket indüktansı, temel veya onun üst tonlarından biri üzerinde çalıştırılıp çalıştırılmadığı, n'inci üst tonda l/n'de hareket kapasitansını oluşturması aynı olmalıdır? - Temeldeki değerin. Bununla birlikte, bu ilişki, kristal plakanın her iki tarafında ve pratikte biriken metal elektrotların etkisiyle değiştirilir.

Hareketli indüktans, üst tonun frekansı ile artar. Bu, üst tondaki hareketli kapasitansı C "(n?

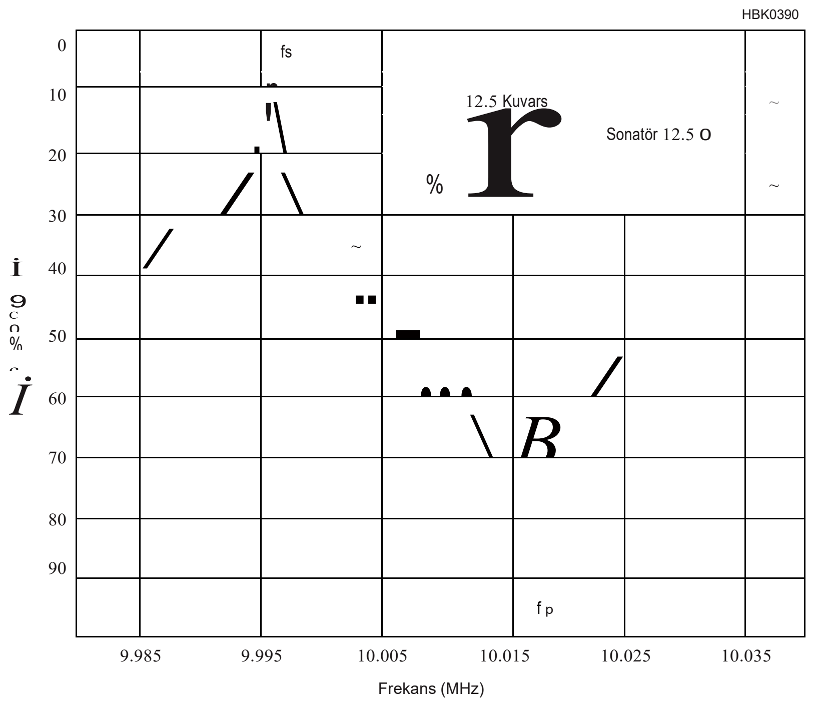
Kristal filtre tasarımı için önemli bir parametre, f'deki boşaltılmış Q, seri kolun rezonans frekansıdır. Bu genellikle Q ile gösterilir.

$$Q_u = 2 \pi f_s L_m / r_m$$

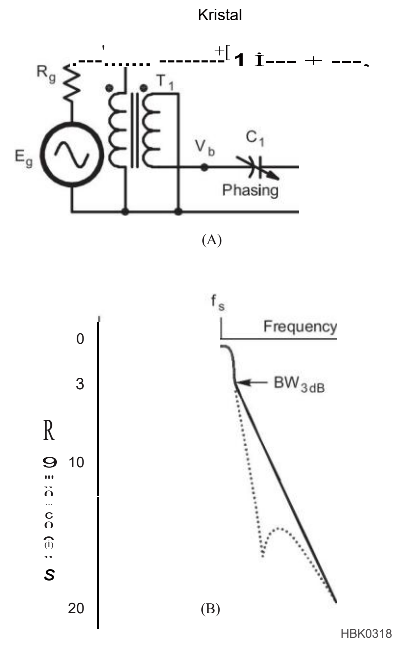
Qg çok yüksektir, genellikle düşük HF bölgesinde 100.000'i aşmaktadır. VHF overtone kristalleri bile 20.000'den fazla Qi değerine sahip olabilir, bu da muazzam derecede geniş bant genişliği ve merkez frekansları ile kuvars kristal bant geçiren filtreler tasarlamayı mümkün kılar.

Bir kristalin temel filtreleme eylemi, iç kısımda gösterilen test devresi için bir zayıflama grafiği ve frekans gösteren Şekil 10.43'ten görülebilir. Kristal eşdeğer devrenin seri kolu, rezonans frekansında f'de küçük bir zayıflama ile sinyalleri geçiren seri ayarlı bir devre oluşturur, ancak bu frekansın üzerinde endüktif görünür ve paralel, iletimde derin bir çentik üretmek için f'de C'ile rezonansa girer. F ve f arasındaki fark, kutup-sıfır ayrımı veya PZ aralığı olarak bilinir ve C "/C'nin yanı sıra f'ye de bağlıdır. Kuvars kristal teorisi ve çalışması hakkında daha fazla bilgi **Osilatörler ve Sentezleyiciler** bölümünde ve Alt referans bulunabilir .

1930'larda geliştirilen basit bir kristal filtre



Şekil 10.43 - Bir seri test devresinde 10 MHz kristalin (Cm = 0.0134 pF, Lm = 18.92 mH, ESR = 34 Q) yanıtı (bkz inset) seri rezonans frekansında iletim tepe (en düşük zayıflama) gösteren, f, ve C nedeniyle paralel rezonans neden boş (maksimum zayıflama), f,

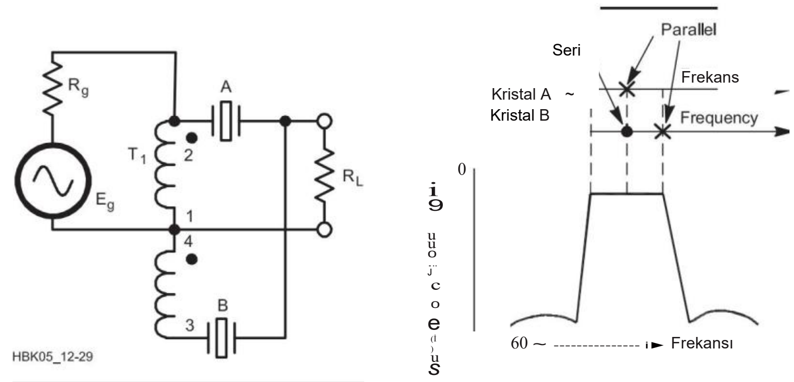


Şekil 10.44 - A'daki klasik tek kristalli filtre, B'de gösterilen yanıta sahiptir. Aşamalı kapasitör, C'yi (katı çizgi) dengelemek için ayarlanabilir veya bir tarafa hareketli bir null oluşturmak için daha az veya daha büyük bir değere ayarlanabilir veya Diğer, geçiş bandının (noktalı çizgi).

Şekil 10.44'te gösterilmiştir. Voltaj tersine çeviren transformatör Tl genellikle bir İF transformatörüydü, ancak günümüzde bir ferrit çekirdek üzerinde bir bifilar sargı olabilir. Voltajlar Va ve Vb eşit büyüklüğe ancak 180 ° faz farkına sahiptir. Ci = C,, C'nin etkisi ortadan kalkacak ve Şekil 10 .44 B'deki katı hat tarafından belirtildiği gibi iyi davranan tek bir rezonans oluşacaktır. Bunurla birlikte, eğer Cı - devrenin dengesini bozacak şekilde ayarlanırsa, bir iletim sıfır (çentik), geçiş bandından uzakta iyi üretilir ve dengesizlik miktarını arttırarak, CW sinyallerini engelleyerek yakınlığı azaltmak için geçiş bandının kenarına doğru geri getirilebilir. İf C} dengeli ayardan değeri azalır, çentik yüksek taraftan gelir ve C arttırılırsa düşük taraftan gelir. Şekil 10.44B'deki noktalı eğri, çentiğin, geçiş bandının hemen üzerindeki bitişik sinyalleri bastırmak için C}'dan daha az C ile nasıl ayarlanabileceğini göstermektedir. Pratik olarak 60 dB'ye kadar bir çentik derinliği elde edilebilir. 455 kHz'de çalışan bu "kristal kapı" filtresi formu, 1930'lardan 1960'lara kadar birçok yüksek kaliteli amatör iletişim alıcısında mevcuttu. Filtre alıcı İF amplifikatörüne geçirildiğinde, bant genişliği CW alımı için birkaç yüz Hz'e düşürüldü. Çentiğin yakın menzili bazen, İF transformatörünün yan tarafındaki Cİ veya C'ye ekstra kapasitans ekleyebilen bir diferansiyel kondansatörün Cİ parçasını yaparak geliştirildi. Bu tasarım da kullanılabilir Artan minimum bant genişliği ile 1.7 MHz'e kadar olan frekanslarda iyi etki. Bununla birlikte, herhangi bir kristal kapı, makul bir nihai zayıflama rakamı elde etmek için önemli ölçüde ek İF filtreleme gerektirir, bu nedenle bir İF amplifikatöründe kullanılan tek seçicilik şekli olmamalıdır.

Şekil 10.45'te gösterilen yarım kafes filtre, tek kristal filtreye göre performansta bir iyileşme sunar. Kuvars kristal statik kapasitörler, C,, birbirlerini iptal. Kalan seri rezonanslı kollar, frekans olarak dengelenirse ve düzgün bir şekilde sonlandırılırsa, yaklaşık 2 kutuplu Butterworth veya Chebyshev tepkisi üretecektir. Basit Chebyshev tasarımları için kristal aralığı genellikle yaklaşık üçte ikisidir. bant genişliği. Yarım kafes filtre bölümleri, birden fazla kutuplu kompozit filtreler üretmek için basamaklandırılabilir. Eski ticari filtrelerin çoğu, 4, 6 veya 8 kristalleri kullanılarak yarı kafes tipleri birleştirilir ve bu hala düşük frekanslarda bazı kristal filtreleri için tercih edilen teknolojidir. Çok sık ekstra kapasitans C "dengesizlik için her halflattice bir kristal boyunca eklendi ve daha da dışarı zayıflama pahasına yakın-in yanıtı keskinleştirmek için geçiş bandının her iki tarafında derin iletim sıfırlar sağlar. Steder ve Hardcastle için referans, yarı kafes filtrelerin bilgisayar tasarımını tartışıyor.

En ticari HF ve VHF kristal filtreler



Şekil 10.45 - Yarım kafes kristal filtre. Bir kristalin C'si, diğerinin C'sini dengelemek için yapılabilir veya yüksek kristal boyunca C ", geçiş bandının her iki tarafında boşluklar oluşturmak için kasıtlı olarak arttırılabilir.



Şekil 10.46 - Çift monolitik kristal filtre, tek bir kristal ünitede iki kutuplu bir yanıt sağlamak için akustik olarak bağlanmış iki elektrot setine sahiptir. Merkez kurşun kasaya bağlanır ve normal çalışmaya dayanır.

HBK05_12-31

Günümüzde üretilen çift monolitik yapıları rezonans elemanları olarak kullanmaktadır. Bunlar, iki set metal elektrotun biriktirildiği, aralarındaki akustik (mekanik) kuplajı kontrol etmek için fiziksel olarak ayrılmış tek bir kuvars plakadır. Çift monolitik filtre (2 kutuplu) örneği **Şekil 10.46'da gösterilmiştir.** Bunlar 9 MHz'den 120 MHz'e kadar merkez frekanslarda mevcuttur. İn etkisi, çift monolitik yapı, bir çift birleştirilmiş kristal rezonatör gibi davranır. Bununla birlikte, ince bir fark vardır, çünkü ikililerdeki statik kapasitans giriş ve çıkış sonlandırmaları boyunca görünür ve elektriksel olarak bağlanmış iki kristal rezonatör için olduğu gibi, geçiş bandının üzerinde bir boş üretmez. Çok kutuplu filtreler, harici kapasitörler, C, kuplaj kapasitörlerinde veya sonlandırmalarında emilen her bir çift giriş ve çıkıştan veya elektrot yapısında daha akustik olarak bağlanmış rezonatörleri tek bir kuvars plakaya dahil ederek, dualleri bir araya getirerek oluşturulabilir. Yaygın olmasa da, standart olarak bulunan 3 kutuplu ve 4 kutuplu monolitik filtreler, tek kristal tutucular bazı üreticilerden temin edilebilir.

10.6.1 Filtre parametreleri

İdeal bir bant geçiren filtre, istenen sinyali kayıpsız olarak geçirir ve diğer her şeyi tamamen zayıflatır. Pratik olarak, sonlu sayıda rezonatör ile böyle bir yanıt elde etmek mümkün değildir ve bu ideal için yaklaşımlar kabul edilmelidir. Daha fazla sayıda kristal kullanılırsa, daha fazla durma bandı zayıflaması ve daha dik kenarlar elde edilebilir ve yanıt ideal "tuğla duvar" olana yaklaşır. Filtrenin bu özelliği ifade edilir 60 dB'lik bir zayıflamadaki bant genişliğinin 6 dB'deki bant genişliğine oranını belirten bir şekil faktörü olarak - her iki seviye de hesaplamadan ekleme kaybını ortadan kaldırmak için gerçek geçiş bandı zirvesine göre alınır. İdeal bir tuğla duvar filtresi, İ şekil faktörüne sahip olacaktır ve pratik filtreler, tasarımda kullanılan kristal sayısına ve geçiş bandı için seçilen yanıt türüne bağlı şekil faktörlerine sahiptir. Örneğin, 1 **dB'lik bir** Chebyshev tasarımı, tipik olarak 4 kutuplu için yaklaşık 4.1'den 10 kutuplu için 1.5'e kadar değişen şekil faktörleri üretebilir, ancak pratikte elde edilen gerçek rakamlar Q'ya bağlıdır."Ve filtre Q'dan ne kadar daha büyük, f ,/BW, burada f, merkez frekans ve BW 3 dB bant genişliğidir. Q'nun f'ye oranı/BW genellikle Q veya q olarak aktarılır ve bu, yanıtın sırası ve türü ile birlikte, bir kristal filtrenin ekleme kaybını belirler. Q, ayrıca, geçiş bandının tasarım yanıtını ne kadar yakından takip ettiğini ve geçiş bandı dalgalanmasının ne kadar yumuşatıldığını ve yanıtın kenarlarının kristal kaybıyla yuvarlandığını belirler .

Ticari filtre üreticileri genellikle SSB, AM ve FM bant genişlikleri için Chebyshev equiripple tasarımını seçerler, çünkü geçiş bandı tepkisi ve kenarların dikliği arasında en iyi uzlaşmayı sağlar **ve 1 dB-ripple** Chebyshev tasarımları - konuşma bant genişlikleri için oldukça standarttır. Bileşen değerlerindeki ve kristal frekanslarındaki toleranslar, geçiş bandındaki dalgalanmanın **1 dB'yi aşmasına neden olabilir,** bu nedenle hedef dalgalanma daha düşük olsa bile çoğu zaman maksimum dalgalanma 2 dB olarak belirtilir. İnsertion kaybı, filtreden geçen sinyal kaybı, aynı zamanda yanıt türüne göre değişir ve filtrenin sırası arttıkça artar. Belirli bir düzen ve bant genişliği için ekleme kaybı, yüksek dalgalı Chebyshev tasarımları için düşük dalgalı olanlardan daha yüksektir ve Butterworth tasarımları, belirli bir bant genişliği için herhangi bir Chebyshev türünden daha düşük ekleme kaybına sahiptir. Geçiş bandı genlik yanıtı ve şekil faktörü, konuşma iletişimi için kullanılan filtrelerin performansını değerlendirmek için önemli parametrelerdir.

Bununla birlikte, grup gecikmesi veri ve dar bant genişliği CW alımı için de önemlidir. Diferansiyel grup gecikmesi, varyasyonlar otomatik ekolayzırın işleyebileceğinden daha büyükse, veri sinyallerinde sinyal bozulmasına neden olabilir. Çok dar CW filtreleri kullanıldığında çınlama can sıkıcı bir sorun olabilir ve bu etkiyi azaltmak için geçiş bandı boyunca grup gecikme farkı en aza indirilmelidir. Dar bant genişliği filtreleri düşünüldüğünde, diferansiyel grup gecikmesini ve ilişkisini azaltmak için şekil faktörü feda edilmelidir. ATED zil sorunları. Filtre kabul edilemez bir çınlama üretiyorsa ve pratikte kullanımı kabul edilemez ise, 2'lik bir şekil faktörüne sahip dar bir Chebyshev tasarımına sahip olmak iyi değildir.

Hem Bessel hem de doğrusal faz (equiripple 0.05 °) yanıtları, tüm geçiş bandı boyunca ve her iki tarafta da ötesinde, pratik olarak sabit, düşük grup gecikmesine sahiptir, bu da ya iyi bir seçim ya da özel veri kullanımı. Ayrıca, şu anda kullanımda olan tüm yanıt türlerinin mümkün olan en düşük ekleme kaybını sunma avantajına sahiptirler; bu, ○ "düşük olduğunda, genellikle çok dar bant genişliği filtreleri için olduğu gibi önemlidir. Bessel tasarımının ekleme kaybı, doğrusal fazdan marjinal olarak daha düşüktür, ancak ikincisi, düşük grup gecikmesi ve iyi seçiciliğin en iyi dengesini sağlayan üstün bir şekil faktörüne sahiptir. 6 kutuplu lineer faz (equiripple 0.05 °) tasarımı 3.39 şekil faktörüne sahipken, 6 kutuplu Bessel 3.96'ya sahiptir. Gaussian-to-12 dB yanıtı, doğrusal faz veya Bessel tasarımlarından daha iyi bir şekil faktörüne sahiptir, ancak geçiş bandı boyunca grup gecikmesi düz değildir ve 6 kutuplu bir tasarıma sahip bant kenarlarında belirgin zirveler (kulaklar) görünmeye başlar. Gaussian-to-6 dB grubu gecikmesi 3- ve 4 kutuplu filtreler için oldukça düzdür, ancak 5 kutuplu veya daha fazla olan tasarımlarda önemli kulaklar geçiş bandı kenarlarına doğru

10.6.2 Kristal filtre değerlendirmesi

Bir kristal filtrenin performansını değerlendirmenin en basit yolu, geçici olarak bitmiş bir alıcı-vericiye veya alıcıya monte etmek ve herhangi bir anormallik olup olmadığını görmek için filtre geçiş bandından ve her iki taraftan aşağı doğru çalıştırmak için güçlü bir hava sinyali veya yerel olarak üretilen taşıyıcı kullanmaktır. Filtre kristallerinin ilk etapta dikkatlice karakterize edilmesi ve bilgisayar modellemesinin tasarımın gerekli olana yakın olduğunu göstermesi koşuluyla, başarılı bir projeyi doğrulamak için gereken her şey bu olabilir. Bununla birlikte, bir DDS sinyal üreteci veya vektör ağ analizörü (VNA) mevcutsa, hem geçiş bandı hem de durdurma bandı üzerinde daha ayrıntılı kontroller yapılabilir. Bir DDS jeneratörü kullanarak bir filtrenin yanıtını değerlendirmek için bir test kurulumu, yanıtı görüntülemek için bir osiloskop gerektirir, oysa bir PC'nin USB portu üzerinden kontrol edilen bir VNA, yanıtı PC ekranında uygun yazılımla görüntüleyebilir - **bkz**. Ek olarak, fazı ölçebilir ve filtrenin grup gecikmesini hesaplayabilir. VNA'lar, filtreyi yapmadan önce kristalleri karakterize etmek ve tamamlandıktan sonra filtre performansını değerlendirmek için de kullanılabilir.

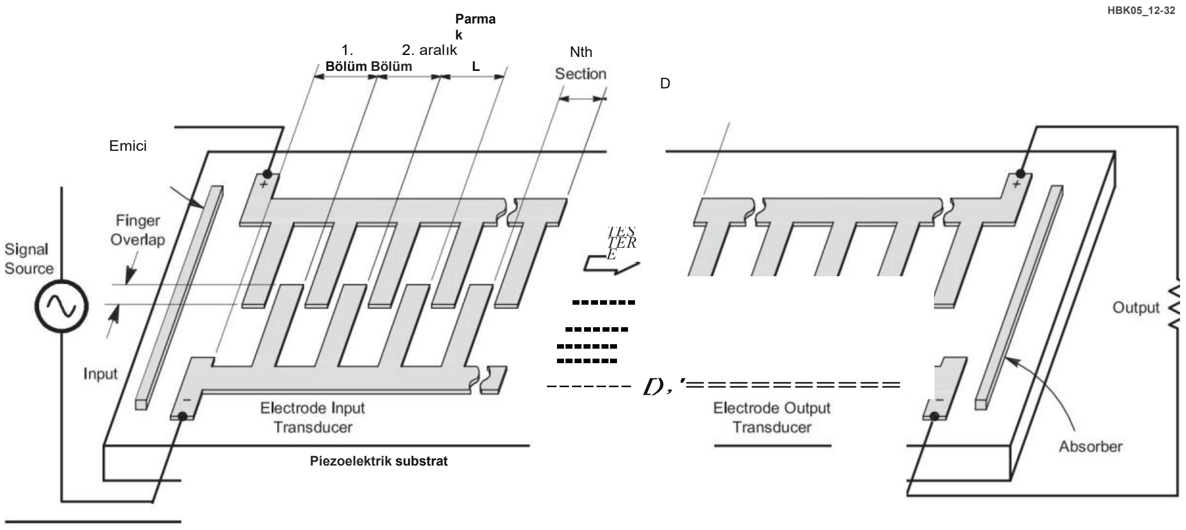
10.7 SAW Filtreleri

Monolitik kristal filtredeki rezonatörler toplu akustik dalgalar ile birleştirilir. Bu akustik dalgalar bir kuvars plakanın içinde üretilir ve yayılır. İt, uygun bir dönüştürücü ile, sadece kuvars plakanın yüzeyi boyunca yayılan akustik dalgaları başlatmak da mümkündür. Bunlara "yüzey-akustik dalgalar" denir, çünkü plakanın içine kayda değer bir şekilde nüfuz etmezler.

Bir *yüzey akustik dalga* (SAW) filtresi, **Şekil 10.47'de gösterildiği gibi bir piezoelektrik substratın yüzeyinde biriken ince alüminyum elektrotlardan veya parmaklardan oluşur.** Lityum Niobat (LiNbO,) genellikle kuvars üzerinde tercih edilir, çünkü daha az yerleştirme sağlar kayıp. Elektrotlar filtrenin dönüştürücülerini oluşturur. RF voltajı giriş dönüştürücüsüne uygulanır ve parmaklar arasında elektrik alanları oluşturur. Piezoelektrik malzeme tepki olarak titreşir ve yüzey boyunca akustik bir dalga başlatır. Dalga çıkış dönüştürücüsüne ulaştığında parmaklar arasında bir elektrik alanı üretir. Bu alan yük direnci boyunca bir voltaj üretir.

Hem giriş hem de çıkış dönüştürücüleri tamamen tek yönlü olmadığından, her dönüştürücünün arkasında bulunan akustik emicilerde bir miktar akustik güç kaybolur. Bu kayıp akustik güç, tipik olarak 10 dB'den daha büyük bir orta bant elektrik ekleme kaybı üretir. SAW filtre frekans yanıtı, alt tabaka malzemesi ve parmak deseni seçimi ile belirlenir. Parmak aralığı (genellikle dörtte bir dalga boyu) filtre merkezi frekansını belirler. Merkez frekansları 20 ila 1000 MHz arasında mevcuttur. Parmakların sayısı ve uzunluğu, filtre yüklü Q ve şekil faktörünü belirler.

Yüklü Qs, 2 ila 100 arasında, 1.5 (bir düzine kutba eşdeğer) şekil faktörü ile mevcuttur. Böylece SAW filtresi, yerini aldığı LC filtreleri gibi geniş bant haline getirilebilir. Avantajı büyük ölçüde azaltılmış hacim ve muhtemelen daha düşük maliyettir. SAW filtre araştırması, egzotik genlik yanıtı ve zaman gecikmesi gereksinimleri için askeri ihtiyaçlar tarafından yönlendirildi. Düşük maliyetli SAW filtreleri şu anda yüksek orta bant kaybının tolere edilebileceği televizyon İF amplifikatörlerinde bulunmaktadır.



Şekil 10.47 - ***Soldaki interdigitasyonlu dönüştürücü*****, SAW enerjisini sağdaki benzer bir dönüştürücüye başlatır (metne bakınız).**

10.8 İletim Hattı VHF/UHF/Mikrodalga Filtreleri

LC filtre hesaplamaları, reaktansların, - bileşenlerin fiziksel boyutlarının çalışma dalga boyundan önemli ölçüde daha az olduğu varsayımına dayanır. Bu gibi durumlarda indüktörlerle ilişkili kaçınılmaz intertum parazitik kapasitans ve kapasitörlerle ilişkili kaçınılmaz seri parazitik indüktans ikincil etkiler olarak ihmal edilir. Devre düzenine dikkat edilirse ve minyatür bileşenler - kullanılırsa, topaklı LC filtre teknolojisi belki de **1** GHz'e kadar kullanılabilir.

Toplu reaktansların *Transvers Elektromanyetik Mod* (TEM) iletim hatlarının seçilmiş kısa bölümleriyle değiştirilmesi, iletim hattı filtreleriyle sonuçlanır. (İn TEM, bir iletim hattı ile ilişkili elektrik ve manyetik alanlar, dalga yayılımının yönüne dik açıdadır (enine).) Koaksiyel kablo, şerit ve mikro şerit TEM bileşenlerine örnektir. Dalga kılavuzları ve dalga kılavuzu rezonatörleri TEM bileşenleri değildir.

Koaksiyel kablo iletim hattı filtreleri genellikle HF ve VHF frekanslarında kullanılır. Stripline ve microstrip iletim hattı filtreleri 500 MHz ila 10 GHz arasındadır. Ek olarak, dar bant ($Qi > 10$) bant geçirgen filtreleme - gerektiğinde genellikle 50 MHz'e kadar kullanılırlar. Bu uygulamada, LC - muadillerinden çok daha düşük kayıp sergilerler ve koaksiyel iletim hatlarının çok kayıplı olduğu frekanslarda kullanışlıdırlar. İletim hattı filtreleri oluşturmak için koaksiyel kablo kullanımının ayrıntılı bir şekilde işlenmesi **İletim Hatları** bölümünde sunulmuştur. Bu bölüm, VHF ve yukarısında kullanılan şerit ve mikro şerit filtrelere odaklanmaktadır.

10.8.1 Stripline ve Microstrip Filtreler

Şekil 10.48, iletim hattı filtrelerinde kullanılan üç popüler iletim hattını göstermektedir. Gösterilen dairesel koaksiyel iletim hattı *(koaksiyel)* Şekil 10.48A'de dielektrik (yalıtkan) malzeme ile ayrılmış iki eşmerkezli metal silindirden oluşmaktadır. İlk iletim hattı filtreleri, koaksiyel hattın bölümlerinden inşa edildi. Mekanik imalatları pahalıdır ve hat bölümleri arasında elektriksel bağlantı sağlamak zordur.

Üretim zorlukları, Şekil 10.48B'de gösterilen korumalı şerit iletim hattının (stripline) kullanılmasıyla azaltılır. Şerit çizgisinin dış iletkeni iki düz paralel metal plakadan (zemin düzlemleri) oluşur ve iç iletken ince bir metal şerittir. Bazen iç iletken yuvarlak bir metal çubuktur. Zemin düzlemleri ve şerit arasındaki dielektrik, hava veya polietilen gibi düşük kayıplı bir plastik olabilir. Dış iletkenler (yer düzlemleri veya kalkanlar) birbirinden b uzaklığı ile ayrılır.

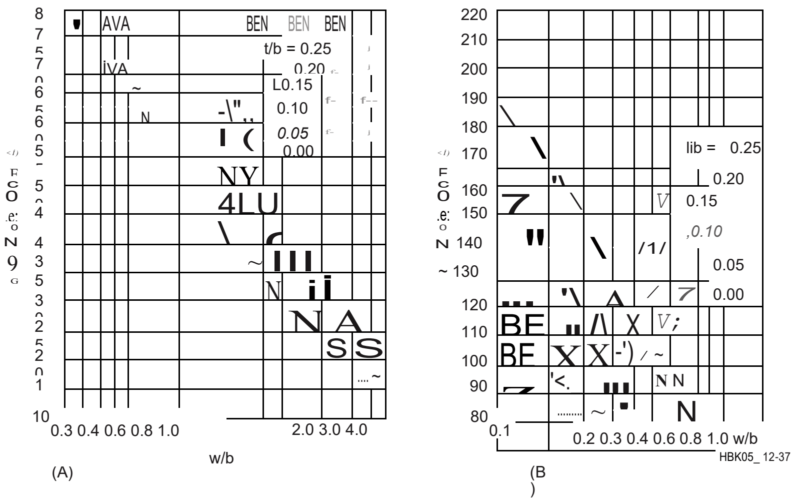
Şerit çizgileri, Şekil 10.48B'de gösterildiği gibi şeritleri birbirine yakın konumlandırarak kolayca birleştirilebilir. Stripline Zo vs width (w)

Şekil 10.49'da çizilmiştir. Hava dielektrik şerit hattı teknolojisi, düşük bant genişliği (QL > 20) bant geçişli filtreler için en iyisidir .

UHF ve mikrodalgadaki en popüler iletim hattı, Şekil 10.48C'de gösterilen micros trip (korumasız stripline)'dir. Standart baskılı devre işlemleriyle üretilebilir ve en ucuz konfigürasyondur. Dış iletken olan mikro şerit, tek bir yassı metal zemin düzlemidir. İç iletken, zemin planından katı bir dielektrik substrat ile ayrılmış ince bir metal şerittir. Tipik substratlar, 50 MHz ila 1 GHz frekans aralığı için 0.062 inç G-10 fiberglas (g = 4.5) ve 1 GHz'in üzerindeki frekanslar için 0.031 inç Teflon'dur (c = 2.3). Ne yazık ki, mikro şerit üç tip iletim hattının en fazla kaybına sahiptir; Bu nedenle dar, yüksek Q, bant geçişli filtreler için uygun değildir.

İletken ayrımı en aza indirilmelidir veya hattan gelen radyasyon ve bitişik devrelere istenmeyen bağlanma sorun olabilir. Microstrip karakteristik empedans ve etkili dielektrik sabiti (&) **Şekil 10.50'de gösterilmiştir. Koaksiyel** ve striplinden farklı olarak, etkili dielektrik sabiti substratınkinden daha azdır, çünkü mikro şerit boyunca yayılan elektromanyetik dalganın bir kısmı substratın üzerindeki havada ilerler.

Stripline için karakteristik empedans

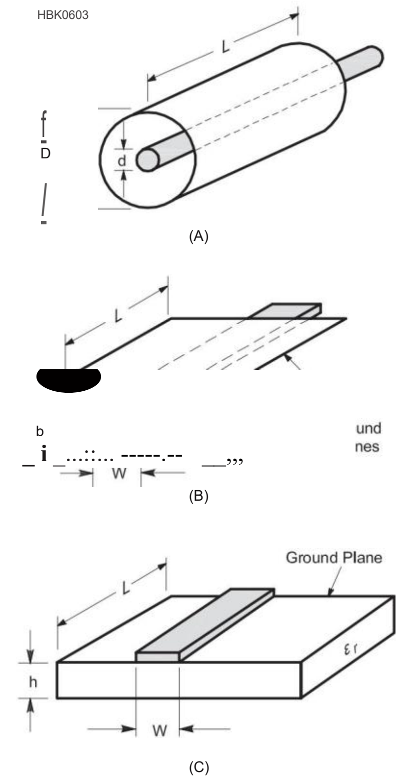


Şekil 10.49 - Striplin'in Z'si *w,* bant *t (iletken* kalınlığı) ile değişir. Bkz. Şekil 10.48B. İletken kalınlığı *t'dir* ve arsalar *tlb cinsinden normalleştirilir.*

Ve en düşük kayıpla sonuçlanan mikro şerit çizgileri, koaksiyel olduğu gibi 75.9 değildir. Çizgi genişliği arttıkça kayıp azalır, bu da sakar, büyük yapılara yol açar. Bu nedenle, alanı korumak için, filtre bölümleri genellikle bu karakteristik empedanstaki kayıp bu tip iletim hattı için minimum olmasa da 50 n stripline veya microstrip saplarından yapılır.

10.8.2 İletim Hattı Bant Geçiş Filtreleri

Bant geçiş filtreleri ayrıca iletim hattı saplarından da yapılabilir. (Saplama davranışı ve bunların HF ve VHF'de filtre olarak kullanımı hakkında bilgi için İletim Hatları bölümüne bakın.) VHF'de saplamalar çeyrek dalga boyundan (47) oldukça kısa olabilir, bu da LC muadilinden daha az orta bant kaybına sahip kompakt bir filtre yapısı sağlar. **Şekil 10.51'de gösterilen tek aşamalı 146 MHz şerit geçiş filtresi** buna bir örnektir.

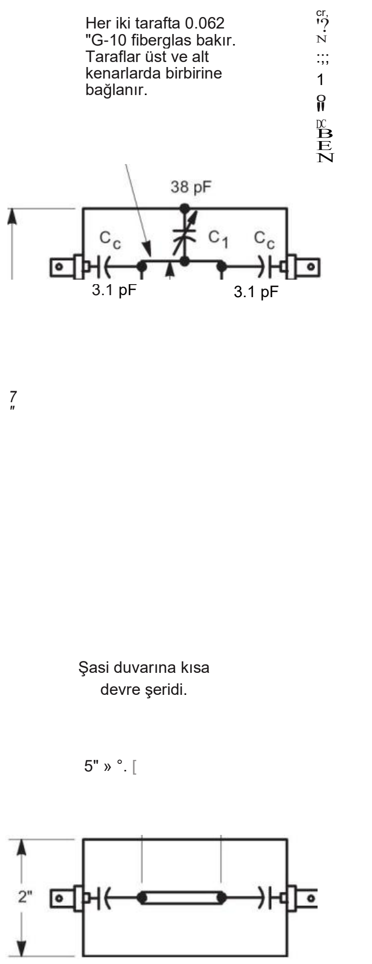


Çizgileri 10.48-Transmission. A: Koaksiyel çizgi. B: İki yer düzlemi olan birleştirilmiş stripline. C: Microstrip'in tek bir zemin düzlemi vardır.

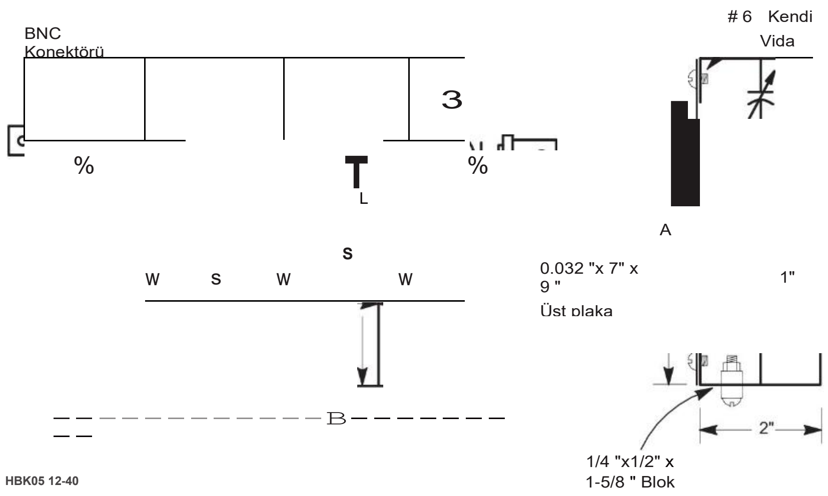
2% 0	c = 1 (AIR) W/h	c = 2.3 (RT/Duroid) W/h	IIIII	E = 4.5 (G-10) W/h	f,
25	12.5	7.6	1.4	4.9	2.0
50	5.0	3.1	1.36	1.8	1.85
75	2.7	1.6	1.35	0.78	1.8
100	1.7	0.84	1.35	0.39	1.75
	€=1				

HBK05_12-38

Şekil 10.50 - **Mikro şerit parametreleri (H. wheeler'dan sonra, *MTT'de IEEE İşlemleri,* Mart 1965, p 132).** e, **etkili olan** &.



Şekil 10.51 - Bu 146 MHz stripline bant-geçiş filtresinin Q 63 ve yaklaşık 1 dB'lik bir kayba sahip olduğu ölçülmüştür.



Şekil 10.52 - Bu Butterworth filtresi combline olarak üretilmiştir. Bu ilk olarak R. Fisher tarafından Aralık 1968 *QST'de tartışıldı.*

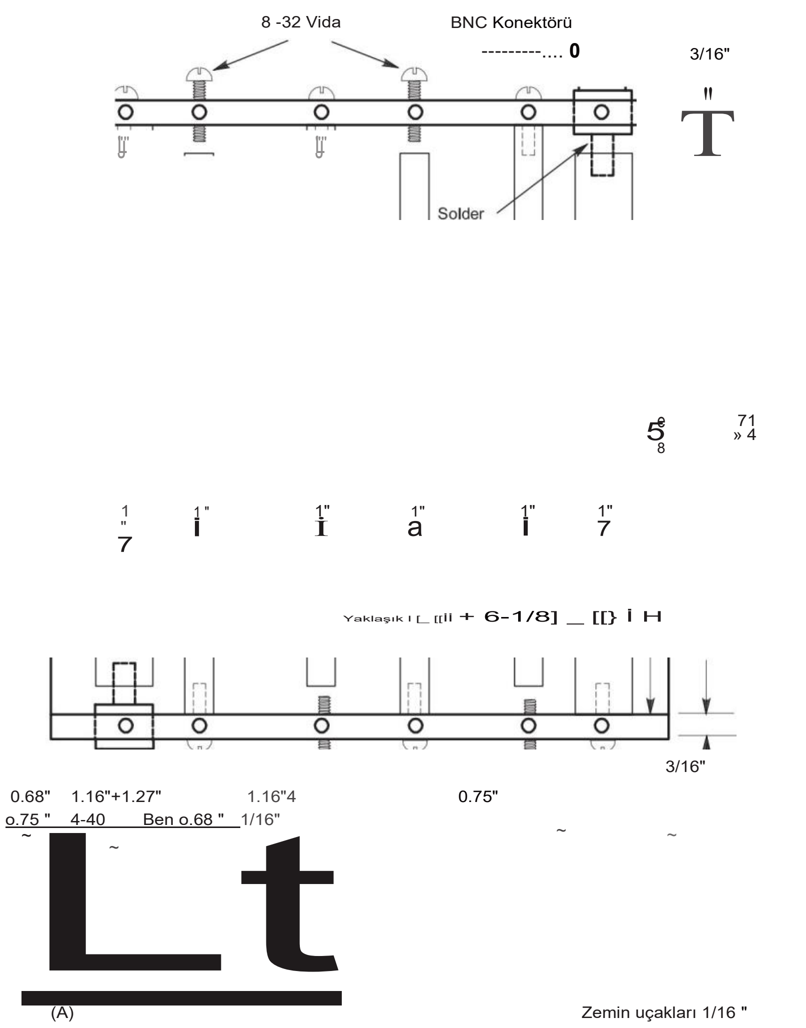
Bu filtre, 2 x 5 x 7 inç alüminyum kutuya monte edilmiş tek bir endüktif 50 9 şerit çizgi saplamasından oluşur. Saplama, 146 MHz'de "APC" değişken kapasitör, Cl ile rezonansa girer. 50 & 2 jeneratörüne bağlanma ve yük, bağlantı kapasitörleri tarafından sağlanır Cc· Bu filtrenin ölçülen performansı: f, = 146 MHz, BW = 2.3 MHz (Qi = 63) ve orta bant kaybı = l dB .

Tek aşamalı şerit çizgi filtreleri, çok aşamalı filtreler elde etmek için birbirine bağlanabilir. Bir yöntem, 3 kutuplu bir filtre tasarlamak için kondansatör eşleştirilmiş bant geçirgen filtre sentez tekniğini kullanır. Başka bir yöntem, yakın aralıklı endüktif saplamaların manyetik olarak birbirleriyle çiftleşmesine izin verir. Birleştirilmiş saplamalar filtre muhafazasının aynı tarafına topraklandığında, yapıya "birleşik hat filtresi" denir. Combline bant geçiren filtrelerin üç örneği **Şekil 10.52'de gösterilmiştir** ve WlGHZ tarafından bir dizi VHF/UHF filtre tasarımı bu bölümün projeler bölümünde yer almaktadır. Bu filtreler 2 x 7 x 9 inç alüminyum kutularda üretilmiştir. W2CQH, Reed Fisher tarafından bu filtreleri açıklayan makale, bu kitabın indirilebilir ek bilgilerinde mevcuttur ve referanslarda da listelenmiştir.

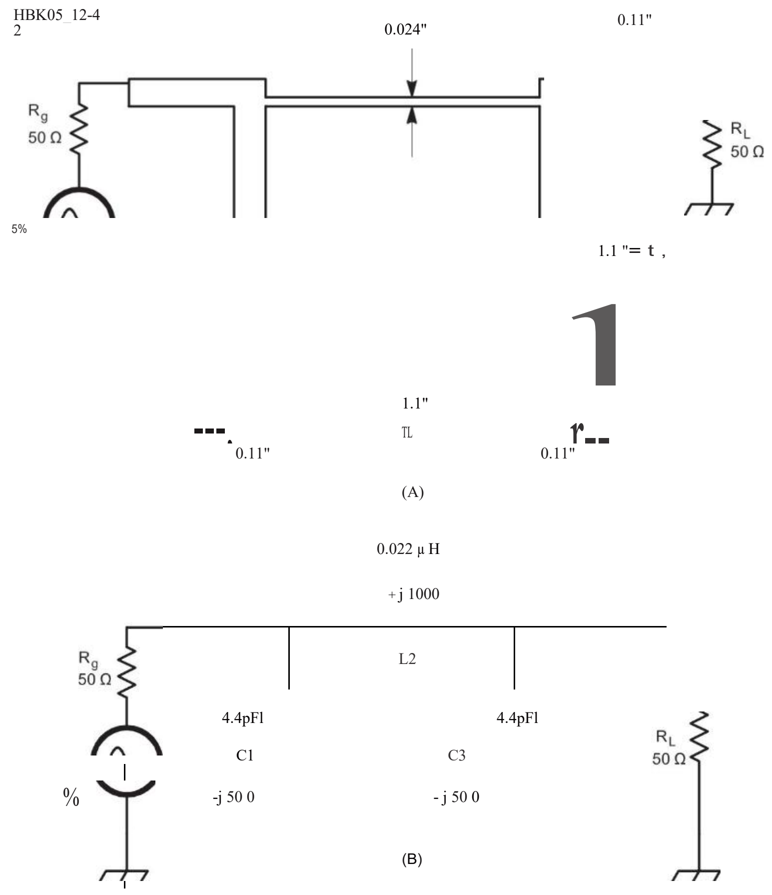
10.8.3 Çeyrek Dalga İletim Hattı Filtreleri

42 kısa saplamanın reaktansı, **İletim Hatları bölümünde tartışıldığı gibi sonsuzdur**. Böylece, bir '42 kısa saplama paralel rezonans LC devresi gibi davranır. Bir 4 2'ye uygun giriş ve çıkış bağlantısı. Rezonatör pratik bir bant geçirgen filtre verir. Yakın aralıklı 42 rezonatör, çok kademeli bir bant geçirgen filtre oluşturmak için bir araya gelecektir. Rezonatörler filtre muhafazasının zıt duvarlarına topraklandığında, yapıya *interdigital filtre denir, çünkü* rezonatörler parmaklar birbirine geçti. 3 kutuplu UHF interdigital filtrelerin iki örneği **Şekil 10.53'te gösterilmiştir.** Yuvarlak çubuk interdigital filtreler için tasarım grafikleri Metcalf referansında verilmiştir. 42 rezonatör, uzunluklarını fiziksel olarak değiştirerek veya her bir çubuğun karşısındaki vidayı ayarlayarak ayarlanabilir.

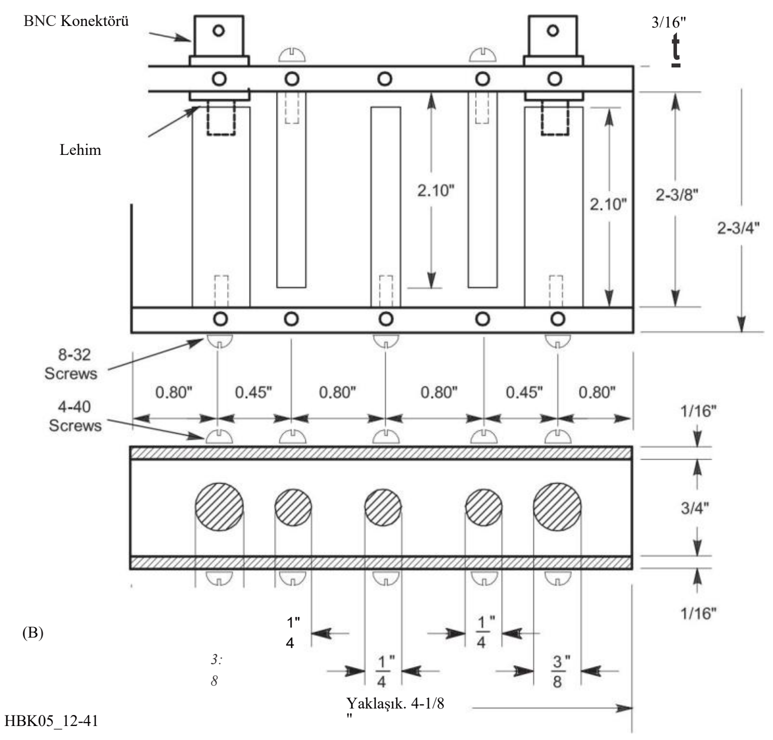
Eğer iki ¼ kısa devre yapan uçları 'A rezonatörleri birbirine bağlanırsa, ortaya çıkan ½' A saplaması, zemin düzlemine bağlantı kaldırıldığında bile rezonansta kalacaktır. Böyle bir yüzen ½ 'U şekline büküldüğünde bir mikro şerit çizgisi, bir *saç tokası* rezonatörü olarak adlandırılır. Yakından bağlanmış saç tokası rezonatörleri, çok kademeli bant geçiş filtreleri oluşturmak için düzenlenebilir. Microstrip saç tokası bant geçirgen filtreler, **l GHz'in üzerinde popülerdir, çünkü** fotoğraf aşındırma teknikleri kullanılarak kolayca üretilebilirler. Yer düzlemine bağlantı gerekmez .



Şekil 10.53 - 432 MHz (A, 8.6 MHz bant genişliği, 1.4 dB geçiş bandı kaybı) ve 1296 MHz (B, 110 MHz bant genişliği, 0.4 dB geçiş bandı kaybı) için bu 3 kutuplu Butterworth filtreleri, interdigitated filtreler olarak oluşturulmuştur. Malzeme R. E. Fisher, Mart 1968 *QST.*



Şekil 10.54 - 720 MHz kesme frekansına sahip bir mikro şerit 3 kutuplu taklit-Butterworth alçak geçirgen filtre. A: G-10 fiberglas levha ile inşa edilmiş mikroşerit versiyonu (• = 4.5, h = 0.062 inç). B: Aynı filtrenin topaklı LC versiyonu. Çok küçük topaklı elemanlarla bu filtreyi oluşturmak için L ve C değerleri kullanılmalı ve başıboş kapasitans ve indüktans bileşen değerlerinin küçük bir kısmına indirgenmelidir.



HBK05_12-41

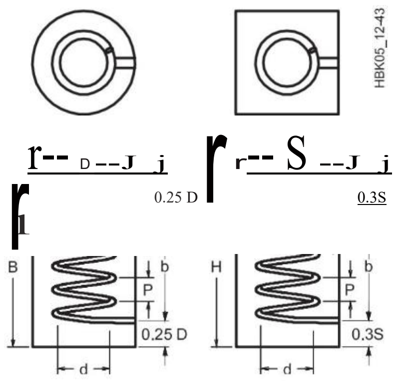
10.8.4 İletim Hattı Filtreleri ile Taklit LC Filtreleri

Düşük geçişli ve yüksek geçişli iletim hattı filtreleri genellikle topaklı LC reaktanslarını taklit eden iletim hatlarının kısa bölümlerinden (saplar) inşa edilir. Bazen düşük kayıplı topaklı kapasitörler, bir hibrid bileşen filtresi oluşturmak için iletim hattı indüktörleri ile karıştırılır. Örneğin, Şekil **10.54A'de gösterilen ve Şekil** 10.54B'de gösterilen LC filtresini taklit eden 720 MHz, 3 kutuplu mikro şerit alçak geçiş filtresini düşünün. Cl ve C3 50 92 açık devre şant *saplar le uzun ile değiştirilir*. L2, İ 00-n hattı *L* uzunluğunun kısa bir bölümüyle değiştirilir. LC filtresi, Şekil İ 0.54B, f = 720 MHz için tasarlanmıştır. Böyle bir filtre, harmonik ve sahte emisyonları azaltmak için 432 MHz verici ve anten arasında bağlanabilir. Bir reaktans grafiği, Xe'nin 50 © olduğunu ve indüktör reaktansının f'de İ 00 9 olduğunu gösterir. mikro şerit versiyonu, G-10 fiberglas 0.062 inç kalınlığında, c = 4.5 ile inşa edilmiştir. Daha sonra, Şekil 10.50'den itibaren, 50 O kapasitif saplamalar için w 0.11 inç ve Ce = 0.125 1'dir. Ayrıca, Şekil 10.50'den, *w* 0.024 inç ve (100- © endüktif hat için 0.125 1'dir ". Endüktif hat uzunluğu yaklaşıktır çünkü uzak uç kısa devre değildir. lg 300/(720 x 1.75) = 0.238 m, veya 9.37 inç Böylece le 1.1 inç *ve* (1.1 inç .

Bu mikro şerit filtre, 1296 MHz'de yaklaşık 20 dB zayıflama gösterir. Bununla birlikte, its tepkisi tekrar 3 GHz civarında yükselir. Bunun nedeni, sabit uzunluktaki iletim hattı saplamalarının frekans arttıkça dalga boyu açısından değişmesidir. Bu özel filtre, bir 432 MHz vericiden 1296 MHz yakınındaki üçüncü harmonik enerjiyi ortadan kaldırmak için tasarlanmıştır ve bu uygulamada 1296 MHz bandında sahte tepkilere sahip olan Şekil 10.53'teki Butterworth filtresinden daha iyi bir iş çıkarır.

10.9 Sarmal rezonatörler

Radyo spektrumunun sürekli artan doluluğu, beraberinde bir alıcı aşırı yükü ve sahte tepkiler geçit töreni getiriyor. Aşırı yük problemleri, yüksek dinamik aralıklı alma teknikleri kullanılarak en aza indirilebilir, ancak sahte yanıtlar (görüntü frekansı gibi) - karıştırılmadan önce filtrelenmelidir.



Şekil 10.55 - Yuvarlak ve kare sarmal rezonatörlerin boyutları. Çap, D (veya yan, S), istenen boş Q tarafından belirlenir. Diğer boyutlar D veya S cinsinden ifade edilir (metne bakınız).

gerçekleşir. Geleneksel ayarlı devreler, çoğu kentsel ve birçok banliyö ortamında bulunan sinyallerin bolluğunu ortadan kaldırmak için gerekli seçiciliği sağlayamaz. Diğer - filtreleme teknikleri kullanılmalıdır.

Sarmal rezonatörler genellikle ¼ ll'den daha iyi bir seçimdir, bu istenmeyen girdileri ortadan kaldırmak için 50, 144 ve 222 MHz'deki boşluklar, koaksiyel boşluk rezonatörlerinden daha küçük ve daha kolay olmalarına rağmen, Q'ları boşluklarınki kadar yüksek değildir. Frekans aralığı 30 ila 100 MHz arasında olduğunda, yüksek Q indüktörleri oluşturmak zordur ve koaksiyel boşluklar çok büyüktür. Bu frekans aralığında sarmal rezonatör mükemmel bir seçimdir. Örneğin, 50 MHz'de, kapasitif olarak ayarlanmış, ¼ ll, boşaltılmış Q of3000 ile koaksiyel boşluk yaklaşık 4 inç çapında ve yaklaşık 5 ft uzunluğunda olacaktır. Öte yandan, aynı yüksüz Q'ya sahip bir sarmal rezonatör yaklaşık 8.5 inç çapında ve 11.3 inç uzunluğundadır. Koaksiyel boşlukların yaygın olduğu 432 MHz'de bile, sarmal rezonatörlerin kullanımı önemli boyut azalmalarına neden olur .

Sarmal rezonatör Jim Fisk, WIHR tarafından Haziran 1976 QST makalesinde tanımlanmıştır. (bkz. **Referans** bölümü) Rezonatör, bir

Kalkan, ama aslında sarmal sargılı iletim hattının, sarmalın ekseni boyunca nispeten yüksek karakteristik empedansı ve düşük yayılma hızı olan korumalı, rezonant bir bölümüdür. Elektriksel uzunluk, eksenel bir ¼ ll'in yaklaşık %94'üdür veya 84.6 °'dir. Sarmal sargının bir ucu doğrudan kalkana bağlanır ve diğer ucu **Şekil 10.55'te gösterildiği gibi açıktır**. Kalkan herhangi bir şekilde olsa da, burada sadece yuvarlak ve kare kalkanlar dikkate alınacaktır .

10.9.1 Helisel Rezonatör Tasarımı

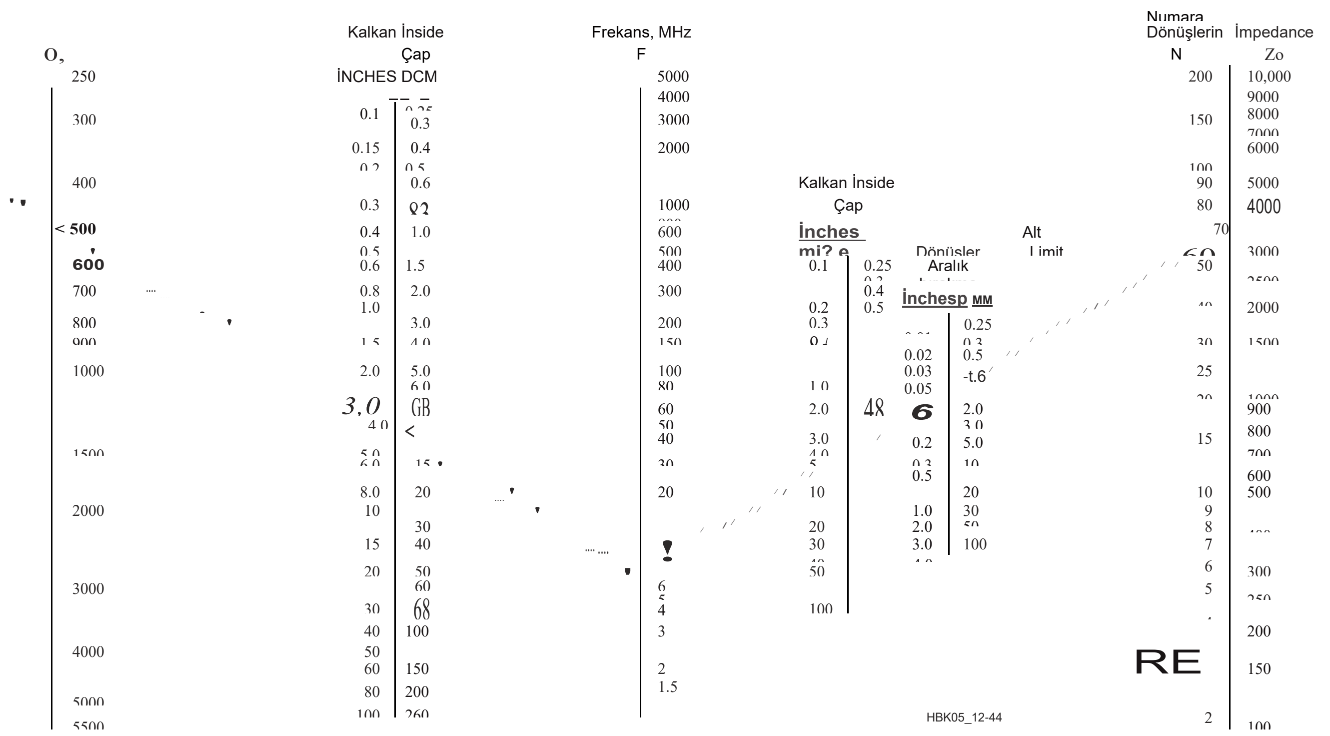
Bir sarmal rezonatörün yüksüz Q değeri öncelikle kalkanın boyutuna göre belirlenir. Bir bakır kalkana monte edilmiş, düşük kayıplı bir formda bir bakır bobin ile yuvarlak bir rezonatör için, yüksüz Q şu şekilde verilir:

Q6 = *50D,/f,*

nerede

D = kalkanın iç çapı, inç olarak f0 = frekans, MHz.

D'nin genişliğinin 1.2 katı olduğu varsayılır.



Şekil 10.56 - Yuvarlak sarmal rezonatörler için tasarım nomografı Ou ve gerekli kalkan çapını seçerek başlar. Bu iki değeri birbirine bağlayan bir çizgi çizilir ve frekans ölçeğine genişletilir (burada örnek, 7 MHz'de yaklaşık 3.8 inç ve 500 Ou'luk bir kalkan içindir). Son olarak, dönüş sayısı, N, sarım perdesi, P ve karakteristik empedans, Z, frekans ölçeğinden seçilen kalkan çapına (ancak bu sefer sağ taraftaki ölçeğe) bir çizgi çizerek belirlenir. Gösterilen örnek için kesikli çizgi P - 0.047 inç, N = 70 dönüş ve Zn = 3600 n) gösterir.

Kare kalkan kutuları için bir taraf. Bu formül, pratik malzemelerdeki lossların ve kusurların etkilerini içerir. İt, pratikte kolayca elde edilebilen boş Q değerlerini verir. Kalkanın ve bobinin gümüş kaplanması, yüksüz Q'yu denklem tarafından tahmin edilenden yaklaşık %3 daha fazla arttırır. Bununla birlikte, VHF ve UHF'de, kalkan boyutunu biraz artırmak daha pratiktir (yani, hesaplamayı yapmadan önce seçilen QU'yu yaklaşık %3 artırın). Sarmalın açık devre ucundaki sürtünme kapasitesi yaklaşık 0.15D pF'dir (yani, yaklaşık 0.3 pF fora kalkanı 2 inç çapında). Gerekli kalkan boyutu belirlendikten sonra, sarmal ve kalkan arasında hava dielektriği olan yuvarlak ve kare sarmal rezonatörler için toplam dönüş sayısı, N, sarım perdesi, P ve karakteristik empedans, Z0 verilir:

$$N = \frac{1908}{f_0 D}$$

$$P = \frac{f \sim^2}{2312}$$

$$Z_0 = \frac{99{,}000 f}{D}$$

$$N = \frac{1590}{f_0 S}$$

$$P = \frac{f S^2}{1606}$$

$$Z_0 = \frac{82{,}500}{f_0 S}$$

Bu denklemlerde, D ve S boyutları inç ve f megahertz cinsinden. **Şekil 10.56'daki yuvarlak sarmal rezonatörler için tasarım nomografı** bu formüllere dayanmaktadır.

Sarmal rezonatörler tasarlanırken dikkate alınması gereken birçok değişken olmasına rağmen, kalkan boyutunun uzunluğa ve bobin çapının uzunluğa olan belirli oranları optimum sonuçlar sağlar. Sarmal çapı için d = 0.55 Dor d = 0.66 S. Sarmal uzunluğu için b = 0.825D küre = 0.99S. Kalkan uzunluğu için, B = 1.325 D ve H = 1.60 S.

Filtre boyutlarının tasarımı bu bölümdeki nomograflar kullanılarak veya bilgisayar yazılımı ile yapılabilir. Helisel filtreleri tasarlamak ve analiz etmek için Helical programı indirilebilir ek içerikle kullanılabilir. Nomografların kullanımı aşağıdaki paragraflarda açıklanmıştır.

Şekil 10.57 bu boyutların hesaplanmasını basitleştirir. Bu oranların bir

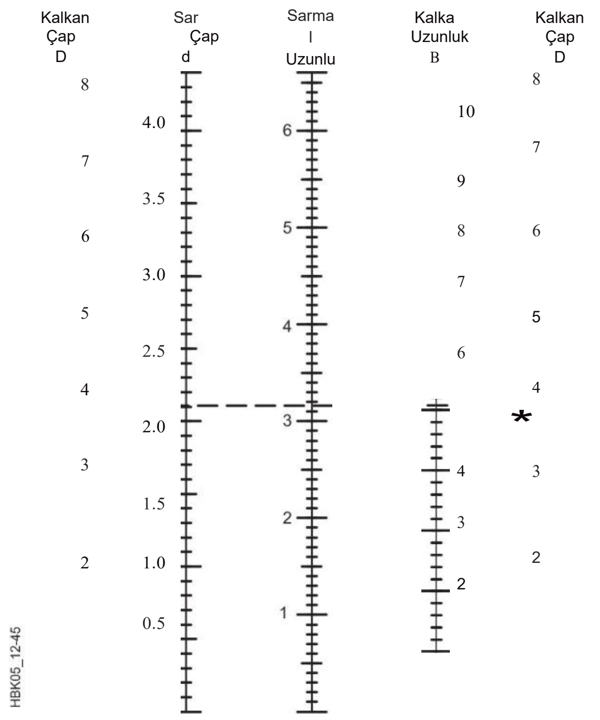
Çapının 1,5 katı uzunluğa sahip sarmal, maksimum Q için şarttır. Kalkan, sarmaldan yaklaşık %60 daha uzundur - daha uzun yapılabilmesine rağmen - sarmalın üstündeki elektrik alanını ve altındaki manyetik alanı tamamen içermek için.

Sarma perdesi, P, öncelikle gerekli iletken boyutunu belirlemek için kullanılır. Bobinin uzunluğunu, inşaat sırasında denklemlerin verdiği uzunluğa ayarlayın. İletken boyutu hem yuvarlak hem de kare rezonatörler için 0.4 P ila 0.6 P arasında değişir ve **Şekil 10.58'de grafiksel olarak çizilir.**

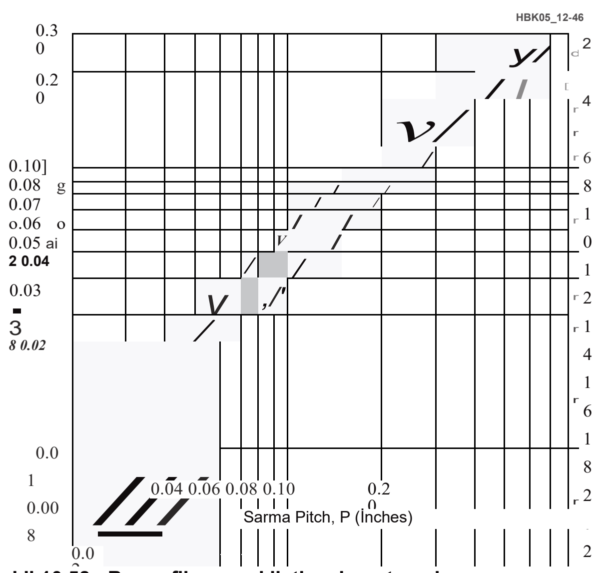
Açıkçası, tasarımcının geleneksel bir boşluk (veya topaklı LC devresi) ve bir sarmal rezonatör arasında bir seçim yapması gereken bir alan (frekans ve yüksüz Q açısından) vardır. Seçim, daha yüksek frekanslarda fiziksel şekilden etkilenir. Boşluklar uzun ve nispeten küçük çaptayken, sarmal bir rezonatörün uzunluğu çapından çok daha büyük değildir. İkinci bir husus, sarım perdesi P'nin sarmalın yarıçapından daha az olduğu noktadır (aksi takdirde yapı sarmal olma eğilimindedir). Bu durum, sarmalın üçten az dönüşü olduğunda ortaya çıkar (Şekil 10.56'nın tasarım nomografındaki "üst sınır").

10.9.2 Helisel Filtre Konstrüksiyonu

Kalkanın, mümkün olduğunca yüksek bir yüksüz Q elde etmek için sarmal eksenine paralel herhangi bir dikişi olmamalıdır. Bu genellikle yuvarlak rezonatörlerle ilgili bir sorun değildir, çünkü kalkan için largediameter bakır boru kullanılır, ancak kare rezonatörler en az bir dikiş gerektirir.



Şekil 10.57 - Sarmal rezonatör bu tasarım nomografından ölçeklenmiştir. Kalkan çapından başlayarak, sarmal Çap, d, sarmal uzunluğu, b ve kalkan uzunluğu, B, bu grafik ile belirlenebilir. Gösterilen örnek 3.8 inç kalkan çapına sahiptir. Bu, 2,1 inç sarmal ortalama çapı, 3,1 inç sarmal uzunluğu ve 5 inç kalkan uzunluğu gerektirir.



Şekil 10.58 - Bu grafik sarmal iletken boyutuna karşı sargı perdesinin tasarım bilgilerini sağlar, P. Örneğin, 0.047 inçlik bir sarım perdesi, 0.019 ila 0.028 inç (# 22 veya # 24 AWG) arasında bir iletken çapına neden olur.

Ve genellikle daha fazla. Boşaltılmış Q üzerindeki etki, dikişin bir uçtan diğerine dikkatlice lehimlenmesi durumunda en aza indirilir.

Sonuçlar, kalkan içinde çok az veya hiç dielektrik kullanılmadığında en iyisidir. Bu genellikle VHF ve UHF'de sorun değildir, çünkü iletkenler destekleyici bir bobin formunun gerekli olmadığı kadar büyüktür. Sarmalın alt ucu, kalkanın içindeki en yakın noktaya lehimlenmelidir.

Her ne kadar üst ve alt kalkan kapakları kullanılarak dış alan en aza indirilse de, kalkanın üst ve alt kısmı, frekans veya yüksüz Q üzerinde ihmal edilebilir bir etkiyle açık bırakılabilir. Kapaklar, sağlanmışsa, kalkanla elektrik teması kurmalıdır. Sarmalın alt kapağa bağlandığı rezonatörlerde, bu kapağın kayıpları en aza indirmek için kalkana sağlam bir şekilde lehimlenmesi gerekir.

10.9.3 Sarmal Rezonatör Ayarlama

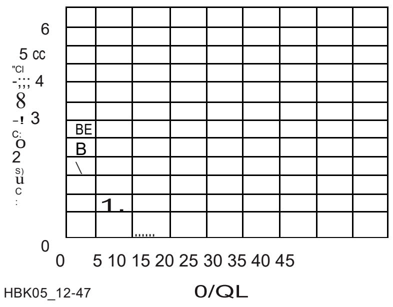
Şekil 10.56'nın nomografından tasarlanan dikkatlice inşa edilmiş bir sarmal rezonatör, tasarım frekansına çok yakın rezonans edecektir. Küçük bir aralıkta rezonansı ayarlamak için sarmalı hafifçe sıkıştırın veya genişletin. Eğer sarmal Şekil 10.57'de istenenden biraz daha uzun yapılırsa, rezonatör bobinin açık ucunu budayarak ayarlanabilir. Bununla birlikte, bu yöntemlerin hiçbiri geniş frekanslı gezintiler için önerilmemektedir, çünkü sarmal uzunluğundaki herhangi bir büyük sapma rezonatörün boş Q'sunu bozacaktır.

Çoğu sarmal rezonatör, bir pirinç ayar vidası veya sarmalın açık ucu boyunca yüksek kaliteli hava değiştirilebilen kapasitör vasıtasıyla ayarlanır. Piston kondansatörleri de iyi çalışır, ancak ayar kondansatörünün Q'su ideal olarak rezonatörün boşaltılmış Q'sunun birkaç katı olmalıdır. Varaktör diyotlar bazen uzaktan ayarlamanın gerekli olduğu yerlerde kullanılmıştır, ancak varaktörler güçlü, yakın sinyaller tarafından uyarılırlarsa istenmeyen harmonikler ve diğer sahte sinyaller üretebilirler.

Bir sarmal rezonatör değişken bir kapasitör tarafından ayarlandığında, kalkan boyutu çalışma frekansında seçilen yüksüz Q'ya dayanır. Daha sonra dönüş sayısı, N ve sarım perdesi, P, 1.5 f0'daki rezonansa dayanır. Rezonatörü istenen çalışma frekansına ayarlayın, fg.

10.9.4 Sarmal Rezonatör İnsertion Kaybı

Ekleme kaybı (dağılma kaybı), IL, içinde



Şekil 10.59 - Yüklenen (Q;) ile boşaltılan (Q,) Q'nun oranı, ayarlanmış bir rezonans devresinin ekleme kaybını belirler.

desibel, tüm tek rezonatörlü devreler tarafından verilir

TL • 201og{ g ~:

nerede

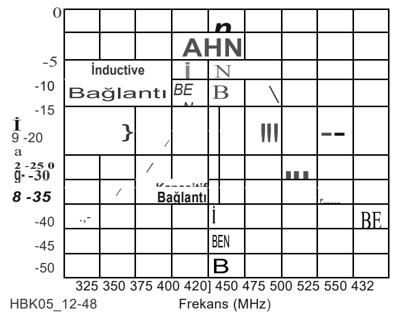
Qi = yüklü Q Qu = boş Q

Bu, **Şekil 10.59'da çizilmiştir.** En pratik durumlarda (QL > 5), bu İi = 9.0 (Qi/Qe) dB ile yakından yaklaşılabilir. Ayarlanmış bir devre için QL seçimi öncelikle devrenin gerekli seçiciliği tarafından belirlenir. Bununla birlikte, dağılma kaybını 0,5 dB veya daha az tutmak için (düşük gürültülü VHF alıcıları için olduğu gibi), yüksüz Q, Qμ'nin en az 18 katı olmalıdır.

10.9.5 Bağlantı Helisel Rezonatörler

Sinyaller, sarmalın altındaki endüktif döngüler, bobin üzerindeki doğrudan musluklar veya iki bileşenli bir kombinasyon ile sarmal rezonatörlerin içine ve dışına bağlanır. Doğru musluk noktası kolayca hesaplanabilmesine rağmen, döngüler ve problar ile bağlantı deneysel olarak belirlenmelidir .

Giriş ve çıkış kuplajı genellikle sadece bir rezonatör kullanıldığında problar tarafından sağlanır. Problar, maksimum izolasyon için rezonatörün karşı taraflarına yerleştirilir. Kuplaj döngüleri kullanıldığında, döngünün düzlemi sarmalın eksenine dik olmalı ve bobinin altından küçük bir mesafe ayırmalıdır. Rezonatörler için



Şekil 10.60 - Tek rezonatörlü 432 MHz filtre için bu yanıt eğrisi, kapasitif ve endüktif giriş/çıkış kuplajının etkilerini gösterir. Yanıt eğrisi, iki yöntemi birleştirerek rezonansın her iki tarafında simetrik hale getirilebilir (endüktif giriş ve kapasitif çıkış veya tam tersi).

Sadece birkaç dönüşle, döngünün düzlemi hafifçe eğilebilir, böylece bitişik iletkenin eğimine paraleldir.

Endüktif kuplajlı sarmal rezonatörler (döngüler) rezonans frekansının üzerindeki sinyallere daha fazla zayıflama gösterirken (rezonansın altındaki zayıflamaya kıyasla), kapasitif kuplajlı rezonatörler (problar), **Şekil 10.60'da tipik bir 432 MHz rezonatöründe gösterildiği gibi, geçiş bandının altında daha fazla zayıflama sergiler.** Bir birleştirme yöntemi seçerken bu özelliği göz önünde bulundurun. Geçiş bandı, birleştirme yöntemlerinin (örneğin endüktif giriş ve kapasitif çıkış) bir kombinasyonu kullanılarak daha simetrik hale getirilebilir.

İstenilen bir bant geçişi karakteristiği elde etmek için birden fazla sarmal rezonatör gerekiyorsa, bitişik rezonatörler iki rezonatör arasındaki kalkan duvarındaki açıklıklardan birleştirilebilir. Ne yazık ki, diyafram açıklığının büyüklüğü ve yeri ampirik olarak bulunmalıdır, bu nedenle çok sayıda özdeş birim oluşturmadığınız sürece bu birleştirme yöntemi çok pratik değildir.

Bir rezonatörün yüklenen Q'su harici yükleme tarafından belirlendiğinden, bir musluk (veya bir döngü veya probun konumu) seçerken bu dikkate alınmalıdır. Bu harici yükleme, R6, karakteristik empedans, Zg, %7 rezonatör için oranı hesaplanır:

K =6 R = 10.785 (1 --- J ZoQL
Q6

10.10 Filtre projeleri

Takip edilecek filtre projeleri kesinlikle bu kitaptaki tek filtre projeleri değildir. Belirli uygulamalar için filtreler, indirilebilir ek materyalde buHandbookand'ın diğer bölümlerinde bulunabilir. Alıcı giriş filtreleri, verici filtreleri, aşamalar arası filtreler ve diğerleri çeşitli projelerden çıkarılabilir ve diğer uygulamalar için inşa edilebilir. Filtreler *elektromanyetik girişim* (EMİ) problemlerine karşı ilk savunma hattı olduğundan, **RF İnterference** bölümünde ek filtre yöntemleri görünür.

10.10.1 CW Alımı için Ses Dalga Şekli Filtresi

Bu proje, Jim Tonne, W4ENE tarafından Mar/Apr 2017 QEX makalesi, "Mors Kodu Alımı için Bir İmproved Ses Frekansı Bandpass Filtresi'nden özetlenmiştir. Bu makale, bu kitap için indirilebilir ek bilgilere dahil edilmiştir.

Tipik bir CW operatörü tarafından kullanılan süperheterodin alıcısının İF tepkisi, tipik olarak 400 Hz genişliğinde düz bir tepeye sahiptir. Merkez frekans 500 Hz'e ayarlanırsa, filtre bant genişliği yaklaşık 300 ila 700 Hz arasında uzanır ve aniden bu sınırların ötesine düşer. Bu alıcıların çoğunda, filtre özellikleri CW sesinin ön ve arka kenarının bozulmasına neden olur. Bozulma (öncelikle çınlama), 20 WPM'nin üzerinde başlayan hızlarda sakıncalı olacak kadar güçlüdür. Sebep grup gecikme karı-Acteristics keskin bandpass kenarları veya "etek'ile tipik offilters. (Orijinal makale, neden ve sonuç ilişkisini gösteren birkaç ölçülü ve simüle edilmiş dalga formu içerir.)

Alıcıdaki filtre devresini değiştirmenin kısa olması, durumu iyileştirmenin bir yolu, bir dalga boyu filtresi ekleyerek alıcının tüm sistem tepkisini değiştirmektir. (SDR alıcı filtreleri, donanım devresi değişiklikleri olmadan bu etkileri ortadan kaldırmak için yeniden tasarlanabilir veya değiştirilebilir.) Yazar, bu eklenti filtresini İF filtresinden biraz daha dar bir bant genişliğine sahip olacak şekilde tasarladı ve bant kenarlarında hem büyüklük hem de faz olarak daha yumuşak ('daha yumuşak ") bir yanıta sahip. Sonuç olarak, orijinal filtrenin aşımı ve çınlaması son ses çıkışında büyük ölçüde azalır. Saha testçileri, filtrenin'daha iyi ses çıkardığını "bildirir; bu, CW alımının kulaktan nihai hedefidir.

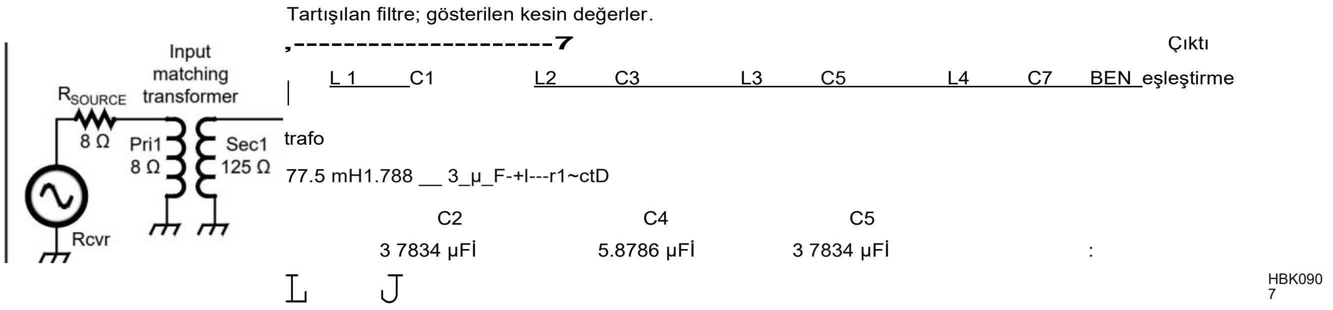
Filtre, pasif bileşenlerden **(Şekil 10.61)** veya eşdeğer bir aktif tasarımdan **(Şekil 10.62) oluşturulabilir. Pasif** filtre yaklaşık 500 Hz'lik bir merkez frekansa sahiptir ve filtrenin giriş ve çıkış **1259** empedansına 8 Q için isteğe bağlı giriş ve çıkış eşleştirme transformatörlerini gösterir. (Bu değer, Ed Wetherhold, W3NQN, **w3nqn@comcast.net ve** diğer kaynaklardan fazla olarak mevcut olan 77.5 mH indüktörlerini kullanmak için seçildi.) İnşaatı kolaylaştırmak için tüm indüktör değerleri aynıdır. %5 toleransa sahip bileşenler bir miktar performans kaybı ile kullanılabilir veya bileşenler bir -partiden seçilebilir.

Bir L-C metre. Transformatörler isteğe bağlıdır (doğrudan 8 Q girişlerine veya yüklerine bağlanırsa performans biraz düşer), ancak yüksek kaliteli ve beklenen sinyal seviyelerini idare edebilmelidir. Doygunluğa sürüklenirse, sinyal bozulacak ve filtre tarafından sağlanan herhangi bir yararı ortadan kaldıracaktır. Aktif versiyon transformatör gerektirmez, ancak yüksek empedanslı giriş RF alıcısından korunmalıdır. Çıkış op-amp büyük kulaklık sürücü mümkün olmayabilir, bu nedenle bir ses çıkış amplifikatör İC eklenmesi gerekebilir.

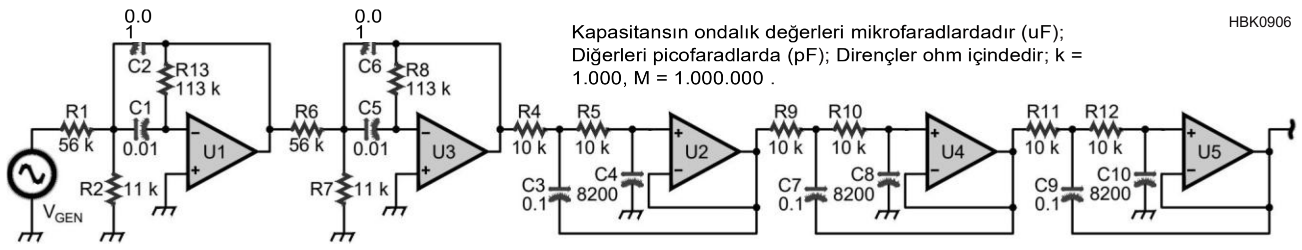
10.10.2 50 - 432 MHz için Combline Filtreler

(Bu proje açıklaması, 2015 yılında 41. Doğu VHF Konferansı'nda Paul Wade, WIGHZ tarafından hazırlanan "VHF ve UHF için Kombi Hattı Filtreleri" makalesinden özetlenmiştir. Tam makale, bu kitap için indirilebilir ek bilgilerde mevcuttur.)

RF kirliliği, dağların tepelerinde ve diğer yüksek yerlerde iyi taşınabilir yerlerde yaygındır - erişilebilir her yerde cep telefonu kuleleri, TV ve FM yayın istasyonları, iki yönlü radyo ve çağrı cihazı vericileri ve hatta amatör tekrarlayıcılar ile doldurulur. Bunların çoğu, -yarışma operasyonu veya mikrodalga bağlantısı için kullandığımız VHF ve UHF alıcı vericilerini ciddi şekilde aşırı yükleyecek kadar güçlü sinyaller üreten yüksek güçtür. Geniş bant MMİC preamps gelişi sorunu giderir. Sorun genellikle çok yüksek bir gürültü seviyesi olarak kendini gösterir .



Şekil 10.61 - Pasif dalga aralıklı eklenti filtresinin şeması.

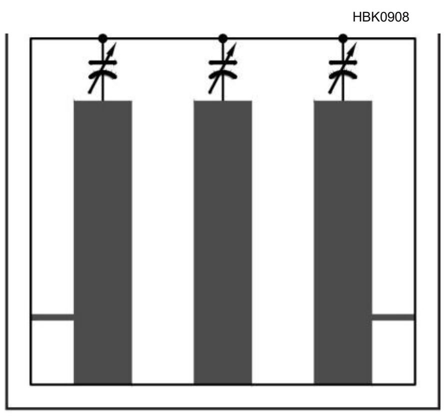


Şekil 10.62 - Aktif dalga aralıklı eklenti filtresinin şeması.

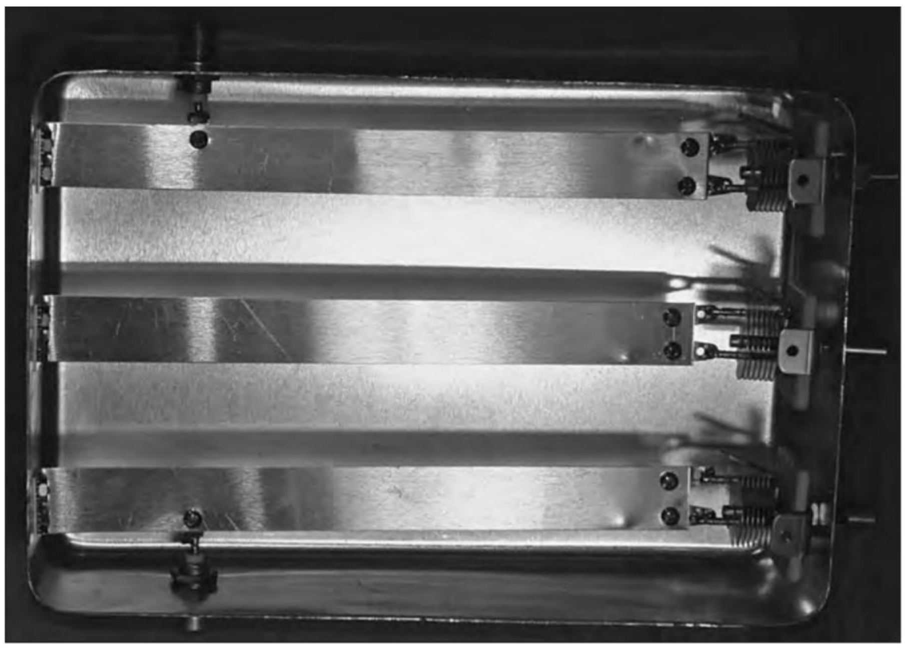
Bir tarak hattı filtresi, açık uçta kapasitans ile yüklenen çeyrek dalga uzunluğundan daha az paralel iletim hattı rezonatörleri kullanır. Bu, kapasitansı değiştirerek bir dizi frekans üzerinde ayarlama yapılmasına izin verir. Rezonatörlerin tipik elektriksel uzunluğu 30 ila 60 elektrik derecesi arasındadır; Çeyrek dalga boyu 90 derece. Bu filtreler, **Şekil 10.63'te çizildiği gibi, dokunulmuş giriş ve çıkış kuplajı ile şerit çizgisi yapısını kullanır** ve tasarım prosedürü tam kağıtta verilir.

İyi, keskin bir filtre, özellikle rover çalışması için, frekansta kalmak için mekanik olarak sağlam olmalıdır. Düşük kayıp için, yüksek Q önemlidir, altta, yüksek akım noktasında toprağa iyi temas eden geniş şerit çizgileri gerektirir. Filtre, farklı metal korozyonunu önlemek için tamamen alüminyum yapı kullanır. Tüm bağlantılar # 4 kalaylı lehim lugaları ve lekesiz çelik donanım, alüminyumla etkileşime girme olasılığı en düşük olan metallerle yapılır. **Şekil 10.64'te 144 MHz filtre için 220 x 145 x 60 mm'lik ucuz bir alüminyum muhafaza kullanılmıştır.** Tüm filtrelerin boyutları **Tablo 10.5'te yer almaktadır.** Kutu model numaraları, kutuların kaynaklarını bulmak için çevrimiçi olarak aranabilir. Yakın bir maç yeterlidir .

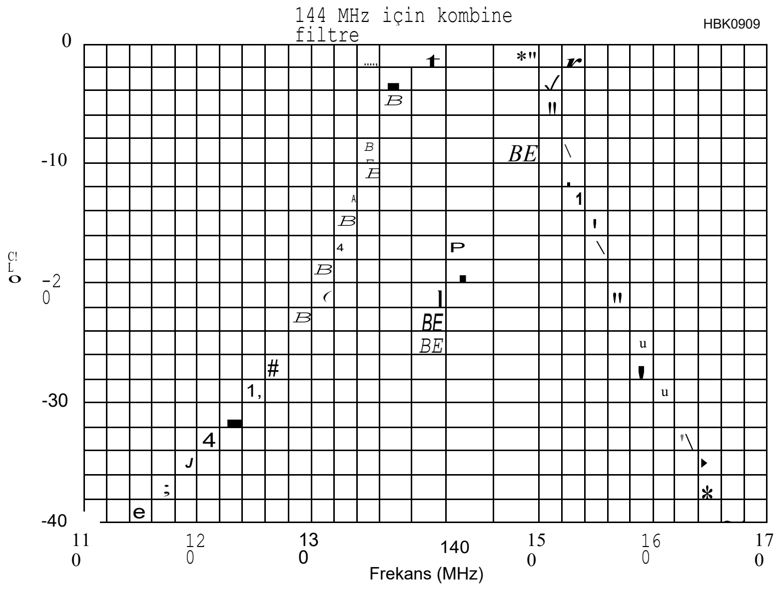
Tam kağıt, parça seçimi, metal işleme ve montaj ayrıntıları dahil olmak üzere inşaat yönergelerini içerir. Ayarlama talimatları verilir ve bir süpürme jeneratörünün kullanılmasını gerektirir veya bir vektör ağ analizörü kullanılabilir. **Şekil 10.65'teki performans eğrileri** belirtilmiştir .



Şekil 10.63 - Şeritli çizgi filtresinin taslağı.



Şekil 10.64 - 144 MHz için Combline filtresi



Şekil 10.65 - 144 MHz combline filtre performansı. Katı çizgi Return Loss ve kesikli çizgi İnsertion Loss'dur.

Tablo 10.5 - Stripline'da Combline Filtresinin Boyutları

Bant (MHz)	*Bant genişliği (MHz)*	*BoxModel*	*Uzunluk (mm)*		*Genişlik (mm)*		*Derinlik (mm)*		*Şerit*	
genişlik (mm)	*Şerit aralığı (mm)*	*C'den c'ye şerit (mm)*	*Dokunma noktası*		*Kondansatör (pF)*					
144	2.5	AC-406	9	7 in	2 in	33	44	77	22	24
222	8	U3879 orta	202	129	54	34	40	74	30	15
432	11	1590-BB	115	90	30	16	25	41	16	5
432	13	U3879 sm	176	99	43	29	35	64	15	5
50	3	AC-1418	8 in	10in	2.5 in	30	40	70	90	150

Tamamlanmış filtre performansı ative. Ekipman mevcut değilse, filtreler bir frekansta optimize edilebilir ve dar bant filtreler olarak kullanılabilir.

10.10.3 Yayın Bandı Reddetme Filtreleri

Ön uç seçicilik veya kötü performans gösteren RF amplifikatör ve karıştırıcı aşamaları genellikle istenmeyen çapraz konuşma ve bitişik ticari veya amatör istasyonlardan aşırı yükleme ile sonuçlanır. İki pasif sadece alma filtresi burada açıklanmıştır - yüksek geçişli, çok kesitli bir filtre ve basit bir seri dalga tuzağı

YAYIN BANDİ REJECTİON HIGH-PASS FILTER

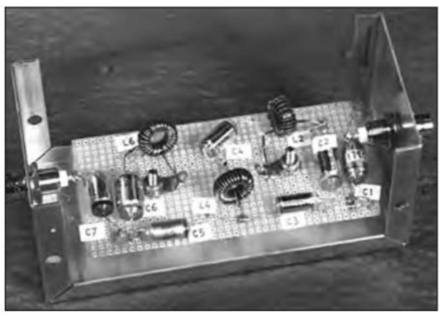
Gösterilen filtre anten ve alıcı arasına yerleştirilir. İt, yayın istasyonlarından gelen bant dışı sinyalleri zayıflatır, ancak çok az veya hiç zayıflama olmadan ilgi sinyallerini (1.8 ila 30 MHz) geçirir.

Yerel yayın istasyonlarının yüksek sinyal gücü, yüksek geçişli filtrenin durma bandı zayıflamasının da yüksek olmasını gerektirir. Bu filtre, 1.8 MHz'in üzerinde 1 dB'den daha az zayıflama ile yaklaşık 60 dB stop-band zayıflama sağlar. Filtre giriş ve çıkış portları maksimum 1.353: 1 SWR ile 50 9 ile eşleşir (yansıma katsayısı = 0.15). 10 elemanlı bir filtre yeterli durma bandı zayıflaması ve makul bir zayıflama artışı sağlar. Tasarım sadece standart değerli kapasitörler kullanır .

Filtre parçaları düzeni, şematik diyagram, yanıt eğrisi ve bileşen değerleri **Şekil 10.66'da gösterilmiştir.** Listelenen standart kapasitör değerleri tasarım değerlerinin %2,8'i içindedir. Eğer zayıflama zirveleri (f2, 14 ve f6) 0.677, 1.293 ve 1.111 MHz'e düşmezse, indüktör sargılarını hafifçe sıkarak veya ayırarak seri rezonans devrelerini ayarlayın.

Filtrenin yapısı **Şekil 10.67'de gösterilmiştir. Polipropilen** film tipi kapasitörler kullanın. Bu kapasitörler Digi-Key ve diğer tedarikçiler aracılığıyla temin edilebilir. Powderediron T50-2 toroidal çekirdekler Amidon, Palomar Mühendisleri ve diğerleri aracılığıyla temin edilebilir.

3.4 MHz kesme frekansı için, Land C değerlerini 2'ye bölün. (Bu, Şekil 10.66'daki frekans etiketi değerlerini etkili bir şekilde ikiye katlar.)



Şekil 10.67 - Filtre 2 x 2x 5 inç muhafazaya kolayca sığar. Fotoğraftaki versiyon bir perfboard parçası üzerine inşa edilmiştir.

80 metrelik versiyon için, L2'den L6'ya kadar her biri 20 ila 25 tur olmalı ve T50-6 çekirdeğe sarılmalıdır. Gerekli gerçek dönüşler hesaplanan değerlerden bir veya iki farklı olabilir. Bu filtre için gerekli standart olmayan kondansatör değerlerini elde etmek için gerektiğinde Parallelconnect kapasitörler.

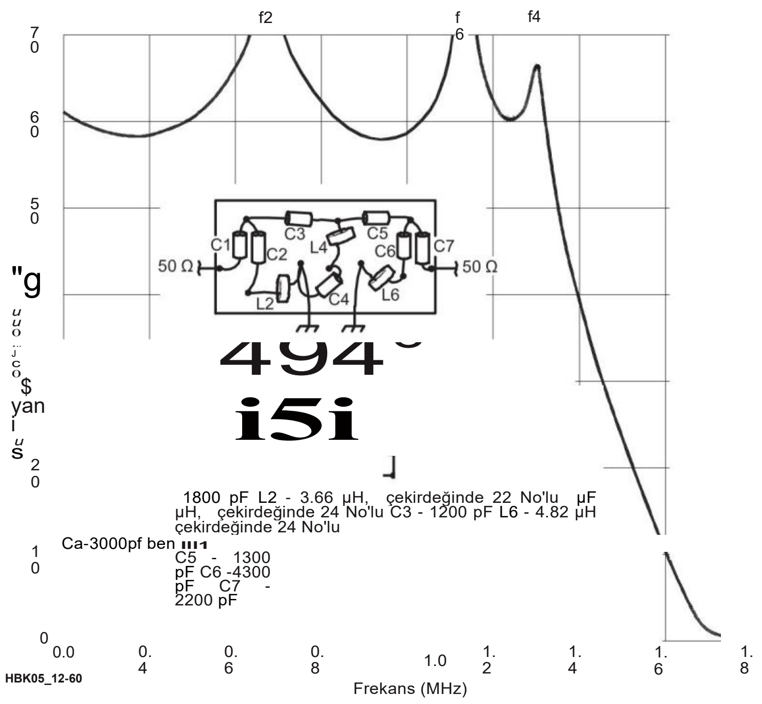
Ölçülen filtre performansı Şekil 10.66'da gösterilmiştir. Stop-band zayıflaması 58 dB'den fazladır. Ölçülen kesme frekansı (1 dB'den az zayıflama) 1.8 MHz altındadır. Ölçülen geçiş bandı kaybı, 1.8 ila 10 MHz arasında 0.8 dB'den azdır. 10 ila 100 MHz arasında, filtrenin ekleme kaybı yavaş yavaş 2 dB'ye yükselir. İnput empedansı 1,7 ile 4,2 MHz arasında ölçülmüştür. Test edilen aralık boyunca, filtrenin giriş empedansı 37- ila 67.7-92 inputimpedance penceresinde kaldı (maksimum 1.353: 1 SWR'ye eşdeğer).

YAYIN STATIONLARI İÇİN DALGA TUZAĞİ

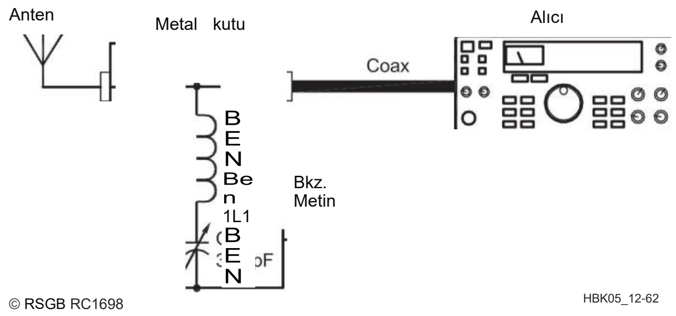
Yakındaki orta dalga yayın istasyonları bazen geniş bir frekans aralığında HF alıcılarına parazite neden olabilir. Bir dalga tuzağı istenmeyen frekansları yakalayabilir ve alıcınızdan uzak tutabilir.

Devrenin çalışma şekli oldukça basittir. **Şekil 10.68'e atıfta bulunarak,** esasen sadece iki bileşenden oluştuğunu görebilirsiniz, bir bobin Ll ve değişken bir kapasitör Cl. Bu seri ayarlı devre, alıcının anten devresine paralel olarak bağlanır. Seri ayarlı bir devrenin özelliği, bobinin ve kapasitörün, devrenin ayarlandığı frekansa çok yakın frekanslara çok düşük bir empedansa (direnç) sahip olmasıdır. Diğer tüm frekanslar neredeyse etkilenmez. Devre 1530 kHz'e ayarlanırsa, örneğin, bu frekanstaki bir yayın istasyonundan gelen sinyaller alıcıya gitmek yerine filtreden toprağa akacaktır. Diğer tüm frekanslar doğrudan alıcıya geçecektir. Bu şekilde, 1530 kHz'de istasyon tarafından alıcıya neden olan herhangi bir girişim önemli ölçüde azalır.

Bu, yaklaşık 540 kHz ila 1600 kHz arasında ayarlanabilen seri ayarlı bir devredir. İt, diğer istenmeyen sinyallerden korunmak için metal bir kutu olan Şekil 10.69'a yerleştirilmiştir ve - Şekil 10.68'de gösterildiği gibi bağlanmıştır. İndüktörü yapmak için, önce ferrit çubuk üzerine iki kat kağıt sararak bir eski yapın. Bunu siyah elektrik bandı ile yerine sabitleyin. Daha sonra, bobin için telin bir ucunu eskisinin üzerine koyun, ferrit çubuğun ucunun ötesine çıkıntı yapan yaklaşık bir inç tel bırakın. Kabloyu eskisine sabitlemek için birkaç tur elektrik bandı kullanın. Şimdi, bobini eski boyunca sarın, dönüşlerin tek bir katmanda olduğundan ve birbirine yakın olduğundan emin olun. Bobinin sonunda bir inç kadar tel serbest bırakın. Bir kez daha, birkaç tur elektrik bandı kullanın



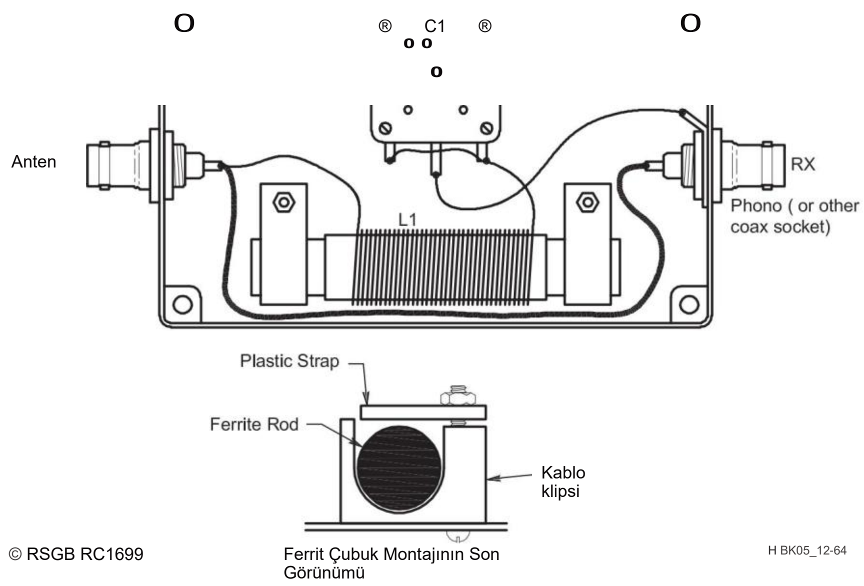
Şekil 10.66 - Yayın bandı reddetme filtresinin şeması, düzeni ve yanıt eğrisi.



Şekil 10.68 - Dalga tuzağı, istenmeyen bir frekanstaki sinyalleri yere "gönderen'bir dizi ayarlı devreden oluşur.



Şekil 10.69 - Dalga tuzağı, ayarlandığı frekansı belirtmek için kabaca kalibre edilebilir.



Şekil 10. 70 - Dalga tuzağının bağlanması. Ferrit çubuk kablo klipsleri ile yerinde tutulur.

C1- 300 pF polivarikon değişkeni.
L 1 - 30 SWG emaye telin 80 dönüşü, bir ferrit çubuk üzerine sarılmış.

İlişkili öğeler: Kasa (kalıp döküm kutusu), uygun düğmeler, uygun konektörler, somunlar ve cıvatalar, plastik kablo klipsleri.

Kabloyu birincisine sabitlemek için. Son olarak , Her uctan varım inc emave cıkarın telin.

Alternatif olarak, eski bir AM trans-Tor radyo, uygun bir bobin genellikle recov-Zaten bir ferrit çubuk üzerinde yara. İgnore Küçük bağlantı bobinleri. Almak için kutuyu Bileşenleri, sonra onları sığdırın ve lehim **Şekil 10.70'te gösterildiği gibi birlikte**. Emin Kutunun kapağı yerine güvenli bir şekilde Dalga tuzağının performansı olumsuz yönde Bileşenlerin toplanmasından etkilenir.

Anten arasındaki dalga tuzağını bağlayın

ve alıcı, sonra Cl'yi ayarla...
Rahatsız edici geniş döküm istasyonundan gelen minimumdur. Eleyemeyebilirsiniz-

Paraziti tamamen azaltın, ancak bu kullanışlı küçük cihaz amatör grupları dinleyecek kadar azaltmalıdır. Diyelim ki 1530 kHz'de bir AM vericisinin yakınında yaşıyorsunuz ve sinyaller 1.8 MHz alıcınızda kırılıyor. Tuzağı 1530 kHz'e ayarlayarak, sorun büyük ölçüde azalır. Birden fazla yayın istasyonundan sorun yaşıyorsanız, sorunun daha karmaşık bir çözüme ihtiyacı vardır.

10.10.4 Optimize Edilmiş Harmonik Verici Filtreler

Düşük geçişli filtreler, harmonik baskılama için çeşitli düzenleyici kurum gereksinimlerini karşıladıklarından emin olmak için vericilerin çıkışına yerleştirilmelidir. Bunlar genellikle tek bir amatör bandı geçmek ve bu bandın harmoniklerinde gereksinimleri karşılayacak kadar zayıflama sağlamak için tasarlanmıştır. Burada Jim Tonne, W 4ENE tarafından sunulan materyal, orijinal olarak *QEX'in Eylül/Ekim 1998 sayısında yayınlanan materyale dayanmaktadır.* Temel yaklaşım, aynı bandın ikinci ve üçüncü harmoniğindeki zayıflamayı en üst düzeye çıkarırken, geçiş bandındaki (tek bir amatör bant) performansı optimize etmek için bir bilgisayar kullanmaktır. Bu yapıldığında, daha yüksek harmonikler de spec içinde iyi olacaktır.

3.5 ila 4.0 MHz amatör bant için parça değerleriyle birlikte bu filtrenin şeması

Tablo 10.6

Optimize Edilmiş Harmonik Filtreler için

Band (metre)	*01 (pF)*	*L2, %5 (µH)*	*L2, tam (µH)*	*C2 (pF)*	*C3 (pF)*	*L4, %5 (µH)*	*L4, tam (µH)*	*C4 (pF)*	*C5 (pF)*
160	2400	3.0	2.88	360	4700	2.4	2.46	820	2200
80	1300	1.5	1.437	180	2400	1.3	1.29	390	1100
60	910	1.0	1.029	120	1600	0.91	0.8897	270	750
40	680	0.75	0.7834	91	1300	0.62	0.6305	220	560
30	470	0.56	0.5626	68	910	0.47	0.4652	160	430
20	330	0.39	0.3805	47	620	0.33	0.3163	110	300
17	270	0.30	0.3063	36	510	0.27	0.2617	82	240
15	220	0.27	0.2615	30	430	0.22	0.2245	68	200
12	200	0.24	0.241	27	390	0.20	0.2042	62	180
10	180	0.20	0.2063	24	330	0.18	0.1721	56	150
6	91	0.11	0.108	13	180	0.091	0.0911	30	82

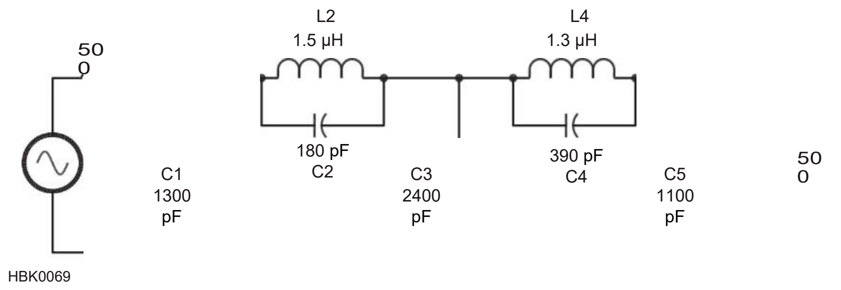
Şekil 10.71'de gösterilmiştir. Bu filtrenin yanıtları **Şekil 10.72'de gösterilmiştir.**

160 metre ile 6 metre amatör bantlar arasındaki bileşen değerleri **Tablo 10.6'da gösterilmiştir.** Kondansatörler pF ve indüktörler µH cinsinden gösterilir. Kapasitörler en yakın %5 değerleridir; Hem en yakın %5 hem de tam indüktör değerleri gösterilmiştir.

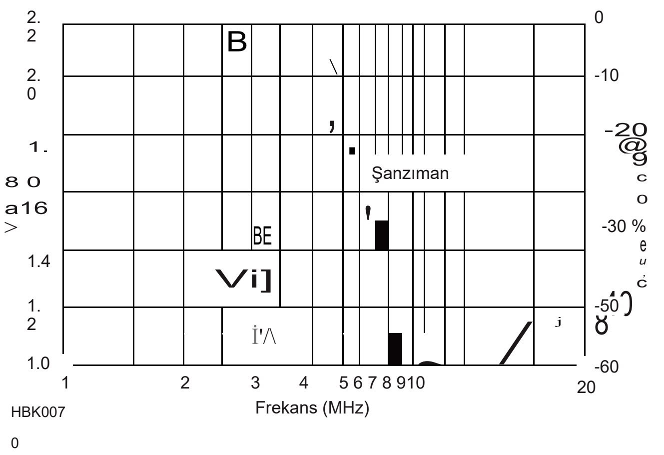
En yakın %5 indüktör değerlerinin kullanılması tatmin edici bir işlemle sonuçlanacaktır. Eğer con- Yapısallaştırma yöntemi, tam değerli (ayarlanabilir) indüktörlerin kullanılabileceği şekilde yapılır, daha sonra "Exact" değerleri tercih edilir. Bu değerler, indirilebilir ek içerikle birlikte sunulan SVC Filter Designer programından alınmıştır.

Basit PC teknikleri kullanılarak 100-W sınıfı iletim filtrelerinin nasıl oluşturulacağına dair bir örnek, indirilebilir ek bilgilerde verilmiştir. Makaleye bakın

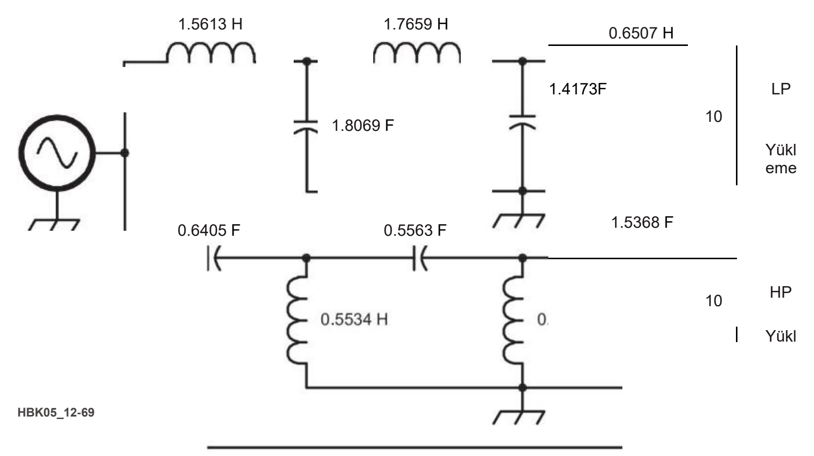
Lew Gordon tarafından "HF Transceivers için Band-Pass Filtreleri", K4VX 1.8.3.5, 7, 14, 21 ve 28 MHz bantları için bir dizi alternatedesignsor içerir. Yüksek güçlü filtrelerin yapımı, indirilebilir ek bilgilere dahil olan K ~ ZR'nin "HighPower HF Band-Pass Filter Design" makalesinde tartışıldığı gibi daha yüksek voltajları ve akımları içerir .



Şekil 10. 71 - Optimize düşük geçişli filtre. Bu tasarım 80 metre amatör grup içindir. İt, bir Cauer tasarımına benzer, ancak parça değerleri metinde ve *QEX'in Eylül/Ekim 1998 sayısında açıklandığı gibi optimize edilmiştir.*



Şekil 10.72 - Şekil 10.71'de gösterilen filtrenin yanıtları. 3,5'ten 4 MHz.Aynı zamanda harmonikler zayıflatılır Yönetmeliklere uyun. Yanıtlar Diğer amatör gruplar frekans ölçekleme dışında çok benzer.



Şekil 10. 73 - Düşük geçişli ve yüksek geçişli prototip diplexer filtre tasarımı. Düşük geçiş kısmı üstte ve çizimin altındaki yüksek geçiş. Metne bakın.

10.10.5 Diplexer Filtresi

Diplexer filtreleri kapsayan bu bölüm William E. Sabin, W0IYH tarafından yazılmıştır. Diploexer, frekans karıştırıcı sonlandırmaları gibi belirli uygulamalarda yardımcı olur.

"Diplexer've" dupleksleyici "terimleri genellikle karıştırılır. Dupleksleyici, vericilerin ve alıcıların tek bir bantta ortak bir anteni paylaşmasına izin veren bir cihazdır. Bir dupleksleyici, bir sirkülatör veya izolatör (gücün yalnızca bir yönde akmasına izin veren dalga kılavuzu bileşenleri türleri) veya filtreler (boşluk veya topaklı devre) gibi bir cihaz olabilir. Diplexerler, farklı bantlardaki antenlerin ortak bir besleme hattı aracılığıyla bir alıcı-verici tarafından kullanılmasını sağlayan filtrelerdir. Diplexers, farklı bantlardaki alıcı vericilerin çok bantlı bir anteni paylaşmasına izin vermek için de kullanılabilir. Bir triplekser diplexeri üç banda uzatır.

Bir diplexer veya tripleksérin, durdurma bandına ve geçiş bandına uzanan sabit bir filtre giriş direncine sahip olması önemlidir. Son derece reaktif hale gelen veya geçiş bandının dışında açık veya kısa devre giriş empedansına sahip sıradan filtreler, bağlı oldukları cihazların performansını düşürebilir. Örneğin, çalışma frekansı aralığının dışındaki 50 n'den uzak empedanslar, bir amplifikatörün kararsız hale gelmesine ve sahte emisyonlar üretmesine veya salınmasına neden olabilir.

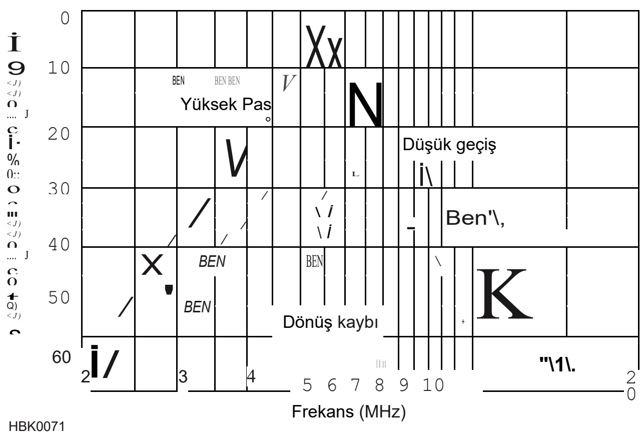
Şekil 10.73, Chebyshev low-pass/high-pass (LP/HP) filtresi 0.1-dB normalleştirilmiş bir prototip 5 elemanını göstermektedir. Bu idealleştirilmiş filtre, sıfır iç dirence sahip bir voltaj jeneratörü tarafından çalıştırılır, 1.0 9'luk yük dirençlerine ve saniyede 1.0 radyan (0.1592 Hz) kesme frekansına sahiptir. LP prototip değerleri standart filtre tablolarından alınır.[1] İlk element bir seri indüktördür. HP prototipi şu şekilde bulunur:

a) L (LP) serisinin değeri 1/L olan bir C (HP) serisi ile değiştirilmesi ve

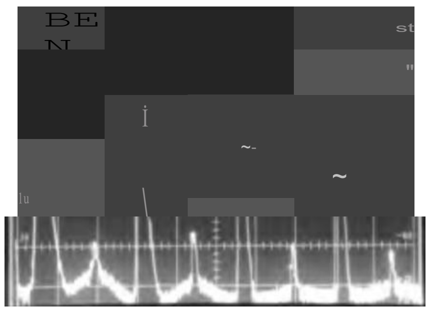
b) şant C (LP)'nin değeri 1/C olan bir şant L (HP) ile değiştirilmesi.

Chebyshev filtresi için, geri dönüş kaybı, -prototip LP değerlerini deneysel olarak türetilmiş bir sayı olan K ile çarparak ve HP değerlerini aynı K'ye bölerek birkaç dB geliştirilir. 50 Q RF uygulaması için henrys ve faradlardaki LP değerlerini aşağıdaki formüllerle hesaplayabilirsiniz:

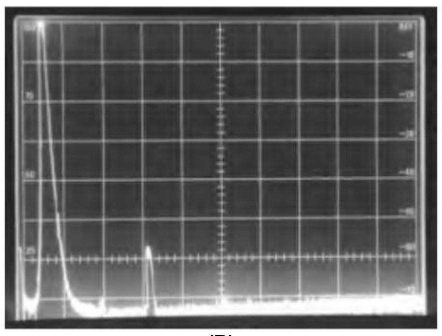
Nnr'c, .KSnn
lyp 'v +' -pp.'v+
2nfco 2rfoR



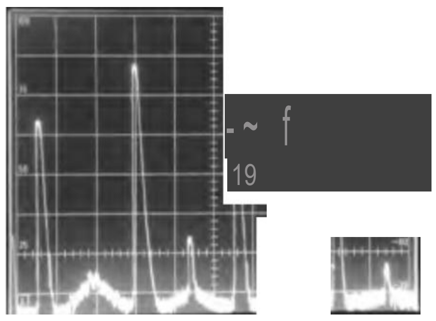
Şekil 1O.74 - 80 metre diplexer filtresinin düşük geçişli ve yüksek geçişli kısımları için yanıt. Ayrıca filtrenin geri dönüş kaybı da gösterilmiştir.



(A)



(B)



(C)

Şekil 1 0. 75 - A'da, bir push-pull 80 metre amplifikatörün çıkış spektrumu. B'de, lowpass filtresinden geçtikten sonra spektrum. C'de, yüksek geçişli filtreden geçtikten sonra spektrum.

nerede

LpPy ve Cp @ Py LP prototip val -
Ues

K = 1.005 (bu özel örnekte) R = 50Q
Hz'deki kesme (-3 dB yanıtı) frekansını fco .

HP segmenti için:

bwmEe21 Cp (Py
fK "HP 2f @

Lp (Py ve Cpapy HP prototip değerleridir .

Şekil 10.74, 80 metre bandı için bir diplexer filtresinin LP ve HP yanıtlarını göstermektedir. Aşağıdaki maddelere dikkat edilmelidir:

- LP ve HP'nin 3 dB yanıtları 5,45 MHz'de buluşuyor.
- Giriş empedansı, yüksek değer ofretum kaybı (SWR < 1.07: 1) ile gösterildiği gibi, tüm frekanslarda 50 n'ye yakındır.
- 5,45 MHz ve civarında, LP giriş reaktansı ve HP giriş reaktansı eşleniktir; Bu nedenle, o bölgede neredeyse mükemmel bir 50 © 2 giriş direnci iptal eder ve üretirler .
- Diploexer filtresinin sentez prosedürlerinden türetilme şekli nedeniyle, filtrenin transfer özelliği çoğunlukla - amplifikatör dinamik çıkış empedansının gerçek değerinden bağımsızdır. RF güç amplifikatörü çıkış empedansı genellikle bilinmediğinden veya belirtilmediğinden bu kullanışlı bir özelliktir.
- 80 metre bandı LP yanıtı içinde iyi.
- HP yanıtı 4 MHz'de 20 dB'den daha düşük.
- İkinci harmonik of3.5 MHz sadece 18 dB 7.0 MHz'de. LP'nin ikinci harmonik zayıflaması büyük olmadığından, amplifikatörün kendisinin ikinci harmoniği büyük ölçüde reddeden iyi dengelenmiş bir itme-çekme tasarımı olması gerekir. İn uygulama bu bir değil

Zor bir görev.

- 3.5 MHz'lik üçüncü harmonik, 10.5 MHz'de neredeyse 40 dB'dir.

Şekil 10.75A, 80 metre bandı için bir katı hal itme-çekme güç amplifikatörünün filtrelenmemiş çıkışını göstermektedir. Şekil İ bunu görebilirsiniz :

- İkinci harmonik uygun bir itme-çekme tasarımı ile bastırılmıştır.
- Üçüncü harmonik tipik olarak sadece 15 dB veya temelin altındadır.

Amplifikatör çıkışı diplexer filtremizden geçer. İstenen çıktı LP tarafından gelir ve Şekil 10.75B'de gösterilir. Şunu görüyoruz:

- Temel sadece yaklaşık 0.2 dB zayıflatılır.
- LP bazı harmonik içeriğe sahiptir; Bununla birlikte, zayıflama 100 W amplifikatör için FCC gereksinimlerini aşıyor.

Şekil 10.75C, HP yük veya *damper* direncinde sona eren diplexerin HP çıkışını göstermektedir. Bu dirençte temel frekansın küçük bir miktarı (yaklaşık %1) da kaybolur. 3.5 ila 4.0 MHz bandında, filtre giriş direnci neredeyse tam olarak doğru 50 © 2 yük direnci değeridir. Bunun nedeni, aksi takdirde amplifikatöre geri yansıyacak olan gücün, damper direncinde emilmesidir.

Katı hal güç amplifikatörleri, hata ayıklaması zor olabilecek stabilite problemlerine sahip olma eğilimindedir. Bu problemler seviye değişiklikleri ile kanıtlanabilir: yük empedansı, sürücü, kapı veya taban önyargısı, besleme voltajı vb. Sorunlar şunlardan kaynaklanabilir :

- Düşük geçişli filtrenin reaktansı, istenen geçiş bandının yanındadır. Bu, özellikle yüksek frekanslı çalışma için tasarlanmış transistörler için geçerlidir.
- Yüksek frekansta bir seri indüktörün kendi kendine rezonansı.
- Voltaj, akım ve empedans yansımalarının amplifikatöre geri dönmesine neden olan ve içinde dengesizlikler yaratan bir durdurma bandı empedansı

Çıkış transistörleri.

İntermodülasyon performansı da bu yansımalar tarafından bozulabilir. Güçlü üçüncü harmonik özellikle bu problemler için rahatsız edicidir.

Diplexer filtresi, özellikle sınırlı PA tasarım deneyimine ve sınırlı ev-laboratuvar olanaklarına sahip amatörler için tasarım sürecini büyük ölçüde basitleştirebilen bir yaklaşımdır. Bu nedenlerden dolayı, amatör homebrew meraklısıBiraz daha büyük parça sayısı ve masrafına rağmen, bu çözümü düşünmek istiyor.

Diplexer, HF amatör bantları gibi dar bant uygulamaları için iyi bir tekniktir. * Şekil 10.74'ten, sinyal frekansı 4.0 MHz'in ötesine taşınırsa, boşaltma direncinde kaybedilen istenen sinyal miktarının büyük olduğunu görüyoruz. Sinyal frekansları için

3,5 MHz'in altında harmonik azalma yetersiz olabilir. Tek bir filtre tüm HF amatör gruplar için yeterli olmayacaktır.

Bu işlem size kendi filtrelerinizi hesaplamak için bilgi sağlar. Bir *QEX* makalesi, 120 W amplifikatör için altı filtre seti oluşturmak ve test etmek için ayrıntılı talimatlara sahiptir. Bu filtreler MF/HF amatör bantlarının dokuzunu da kapsar.

Bu tekniği Bessel, Butterworth, lineer faz, Chebyshev 0.5, 1.0, vb. Gibi diğer filtreler için kullanabilirsiniz. © Ancak, diploexer fikri eliptik fonksiyon tipleri için geçerli değildir .

Diplexer yaklaşımı, çok çeşitli geçiş bandı ve durdurma bandı frekansları üzerinde filtre giriş direncinin sabit bir değerinin bir nedenden dolayı arzu edildiği herhangi bir uygulamada kullanılabilecek bir kaynaktır. Bilgisayar modellemesi, gerçek yapıdan önce tasarımı sonuçlandırmak için ideal bir yoldur. Bobin boyutları ve damper direnç gücü, ilgili güç seviyeleri dikkate alınarak belirlenmelidir.

Diplexerin bir diğer önemli uygulaması EMİ, RFI ve TVI enerjisinin ortadan kaldırılmasıdır. Yansıyan ve çok büyük olasılıkla başka bir yoldan kaçan İnstead, istenmeyen enerji dökümü direnç dağılır.[7]

Bu bölümün Pasif LC Filtreleri bölümünün sonundaki "LC Filtreleri için Tasarım Yazılımı" tartışmasına bakın. Tonne Software'in (W4ENE) Jim Tonne, **www.tonnesoftware.com tarafından sağlanan yazılım paketi,** *diplexer* filtrelerini tasarlama sürecini büyük ölçüde basitleştiren Diplexer'ı içerir. Yazılım, bu kitap için indirilebilir ek bilgilerin bir parçasıdır.

Notlar

1Williams, A. ve Taylor, F., *Elektronik Filtre Tasarım El Kitabı,* herhangi bir baskı, McGraw-Hill .

2Storer, J.E., *Pasif Ağ Sentezi, McGraw-Hill* - 1957, pp 168-170.This kitap, giriş direncinin geçiş bandında ve durma bandında ideal olarak sabit olduğunu ve filtre transfer karakteristiğinin ideal olarak jeneratör empedansından bağımsız olduğunu göstermektedir.

3Sabin, W. Ve Schoenike, E., *HF Radyo Sistemleri ve Devreleri,* Bölüm 12, Asil - Yayıncılık, 1998. Ayrıca bu *kitabın önceki baskısı, Tek Taraflı Sistemler ve Devreler, McGraw-Hill*, 1987 veya 1995.

+ Dye, N. and Granberg, **H.,** *Radio Frequency Transistors, Principles and Applications,* Butterworth-Heinemann, 1993, p 151 .

5Sabin, W.E. W ~ IYH, "HF MOSFET Güç Amplifikatörü için Diplexer Filtreleri", *QEX,* Temmuz/Ağustos, 1999. Ayrıca **www adresindeki ARRL web sitesini kontrol edin. arrl.org/qex .**

6See notu 1. *Elektronik Filtre Tasarım El Kitabı,* çeşitli filtre türleri için ve 2 ila 10 bileşen arasındaki karmaşıklıklar için LP prototip değerlerine sahiptir.

7Weinrich, R. ve Carroll, R.W., "TV Harmonikleri için Emici Filtreler", QST, Kasım 1968, pp 10-25 .

Tablo 10.7
Low-Pass Filtre Parçaları Listesi

Qty	*Açıklama*
1	Minyatür pirinç şerit, 1 x 12 inç, 0.032 inç. Kalın (C3)
1	Minyatür pirinç şerit, 2x12 inç, 0.064 inç. Kalın (C1, C2)
5 ft	% inç çapında yumuşak bakır boru
4	% x20 1x/z giriş. uzun altıgen kafa cıvata
4	Plastik aralayıcı veya yıkayıcı, 0.5 inç. Aşırı doz, 0.25 in. İD, 0.0625 in. Kalın
6	İntegral diş kilidi yıkayıcılı % x20 altıgen somun
1	4x20 x 4 in. uzun cıvata
	4 a 20 dişli somun eki, PEM somunu veya "Nutsert"
	1 x 0.375 in. çaplı naylon ayırıcı. İD 0.25 in altında. (C3 pistonu için kullanılır).
4	Naylon ara makinesi, 0.875 inç. OD, 0.25 ila 0.34 inç. İD, yaklaşık 0.065 in. veya daha büyük kalınlık (pirinç kapasitör plakalarını takmak için kullanılır).

Alüminyum diecast muhafaza Jameco Electronics (www.jameco.com) parça no. 11973'ten temin edilebilir. Kutu boyutları 7.5 x 4.3 x 2.4 in. 0.03125 içinde. Kalın teflon levha McMaster-Carr Supply Co'dan (www.mcmaster.com) temin edilebilir, madde # 8545K21 12 x 12 inç olarak mevcuttur. çarşaf.

10.10.6 Yüksek Performanslı, Düşük Maliyetli 1.8 ila 54 MHz Düşük Geçişli Filtre

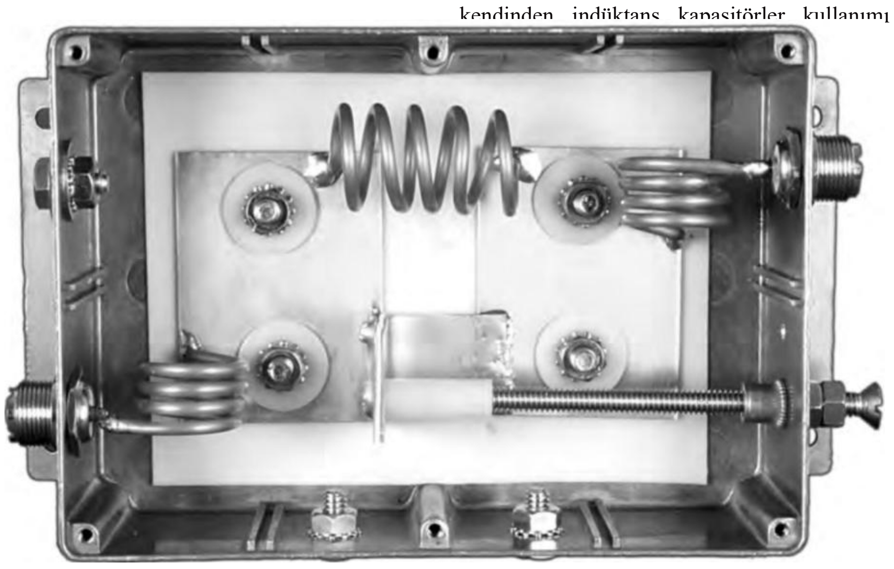
Şekil 10.76'da gösterilen alçak geçiş filtresi, 160 ila 6 metre arasındaki tüm amatör bantlarda düşük ekleme kaybı, mekanik basitlik, kolay yapı ve çalışma sunar. Aslen 1500 W 6 metre amplifikatör için aksesuar filtresi olarak üretilen filtre, yasal sınır gücünü kolayca idare eder. Hizalama için karmaşık test ekipmanı gerekmez. İlk olarak Kasım 2002'de QST'de Bill Jones, K8CU tarafından tanımlanmıştır. Bu proje için tam orijinal QSTarticle indirilebilir ek içeriğe dahildir. Makale komple montaj ve hizalama çizimleri sağlar.

Öncelikle 6 metre bandının kapsama alanı için tasarlanmış olmasına rağmen, bu filtre düşük ekleme kaybına sahiptir ve mükemmel SWR özellikleri sunar. Tüm HF bantları için. Her ne kadar 2, 3 ve 4 TV kanallarının yakınındaki düşük VHF frekanslarında harmonik zayıflama, yalnızca HF işlemi için tasarlanmış filtrelerle karşılaştırılmasa da, bu filtrenin HF'de kullanılması, HF bantlarını da kullanan 6 metre operatörleri için bir avantajdır. Altı metre operatörleri, bu filtreyi, bandın daha yüksek frekanslı FM kısmı da dahil olmak üzere, herhangi bir favori bant segmentinde düşük ekleme kaybı ve SWR için kolayca ayarlayabilir.

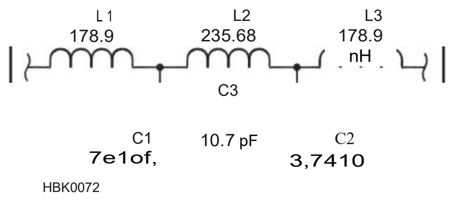
ELECTRICAL DESIGN

Bu lowpass filtresini tasarlamak için kullanılan yazılım aracı, indirilebilir ek içerikle birlikte sunulan Jim Tonne, W4ENE tarafından Elsie'dir. Bu filtre için Elsie formatı veri dosyası, DC54.lct, yazarın web sitesinden kendi değerlendirmeniz için indirilebilir **www.realhamradio.com.**

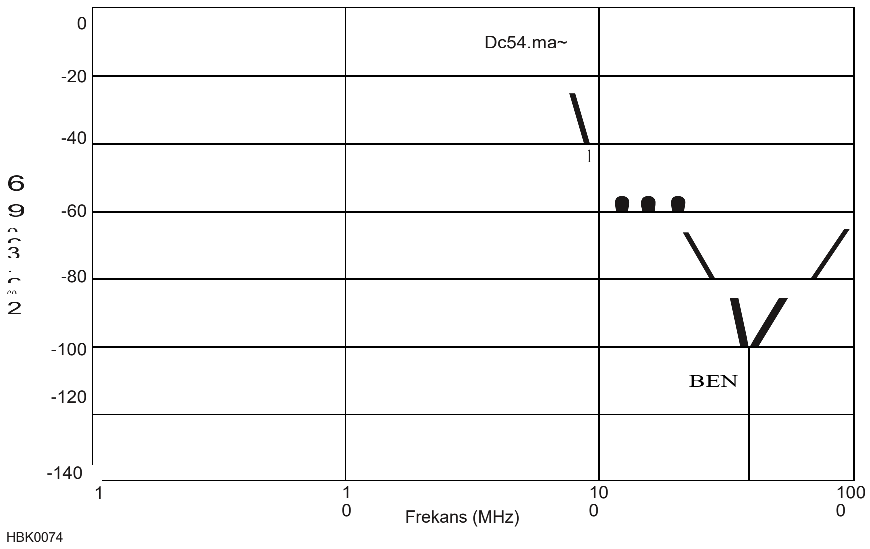
Şekil 10.77, filtrenin şematik bir diyagramıdır. Teflon dielektrik ile düşük kendinden indüktans kapasitörler kullanımı



Şekil 1 0. 76 - 1.8 ila 54 MHz alçak geçiren filtre, döküm kutusunda bulunur.



Şekil 10.77 - Düşük geçişli filtre şeması. - İndirilebilir ek içeriğe sahip makaledeki inşaat ayrıntılarına bakın.
C1, C2 - 7 4.1 pF. 0.03125 inç kalınlığında Teflon levha ile sandviçlenmiş 2 x 2.65 inç pirinç plaka. Metal muhafaza, bu kapasitörün kalan topraklanmış terminalidir.
C3- Pirinç ve Teflon kullanarak ev yapımı değişken.
L 1, L3 - 178.9 nH. % inç OD yumuşak bakır boru ile rüzgar, 3.5 dönüş, 0.75 inç çap formu, 0.625 inç uzunluğunda, pirinç plakaya lehimleme için ¼ inç kurşun uzunluğu. Diğer kurşunun RF konektörüne olan uzunluğu gerektiği gibi .
L2 - 235.68 nH. % inç OD yumuşak bakır boru ile rüzgar, 5 dönüş, 0.75 inç çap formu, 1. 75 inç uzunluğunda. Lehimleme için ¼ inç kurşun uzunluğu bırakın.



Şekil 10.78 - 1 ila 1000 MHz arasında modellenmiş filtre yanıtı.

Yüksek güç çalışması ve bu filtrenin nihai durdurma bandı zayıflamasına yardımcı olur. Esasen sıfır kurşun uzunluğuna sahip kapasitörler, filtre çalışmasını bozan önemli seri indüktans getirmeyecektir. Bu filtre ayrıca 6 metre bandının ikinci harmonik frekanslarını büyük ölçüde azaltan bir tuzak kullanır. Filtrenin parça listesi **Tablo 10.7'de verilmiştir.**

PERFORMANS DISCUSSION

6 metrelik SWR'nin bandın favori bir kısmı için düşük bir değere ayarlandığını varsayarsak, hesaplanan en kötü durum ileri filtre kaybı yaklaşık 0.18 dB'dir. İleri kayıp HF bantlarında daha iyidir, hesaplanan kayıp 1,8'den 30 MHz'e kadar sadece 0,05 dB'dir. Filtre kesme frekansı yaklaşık 56 MHz'dir ve filtre yanıtı bunun üzerinde keskin bir şekilde düşer.

Şekil 10.78, 1 ila 1000 MHz arasında hesaplanan filtre yanıtını göstermektedir. 365 MHz yakınındaki etkileyici çentik, her bir bobin boyunca bu doğal başıboş kapasitelerden kaynaklanmaktadır. Her bobindeki hafif değişiklikler biraz farklı ayarlı tuzaklar yapacaktır. Bu, daha geniş bir çentik ile sonuçlanan stagger ayarlı bir etki yaratacaktır.

145 MHz için 10.10.7 Bant Geçiş Filtresi

Aşağıdaki proje RSGB *Radyo İletişim El Kitabı, 11. baskıdan bir tasarıma dayanmaktadır. Bu filtre,* iletirken harmonikleri ve diğer bant dışı sahte emisyonları azaltmak ve alıcıya aşırı yüklenebilecek güçlü bant dışı gelen sinyalleri bastırmak için tasarlanmıştır. Filtrenin şeması ve yanıt eğrisi **Şekil 10.79'da gösterilmiştir.** Bu filtre tasarımı, ortak bir anteni paylaşan bant içi sinyaller için tekrarlayıcı dupleksleyici olarak kullanım için uygun değildir - yüksek Q kavite rezonatörü gereklidir.

Bobinlerin yakınlığından doğrudan endüktif kuplaj, ilk iki ve son iki rezonant devre arasında kullanılır. Ce, bir kalkanın başıboş eşleşmeyi önlediği orta iki bölüm arasında "üst bağlantı" gerçekleştirir. Giriş ve çıkış bağlantıları, 50 n kaynağını dönüştürmek ve filtreyi sonlandırmak için uygun empedanslara yüklemek için ilgili bobinlerine dokunur.

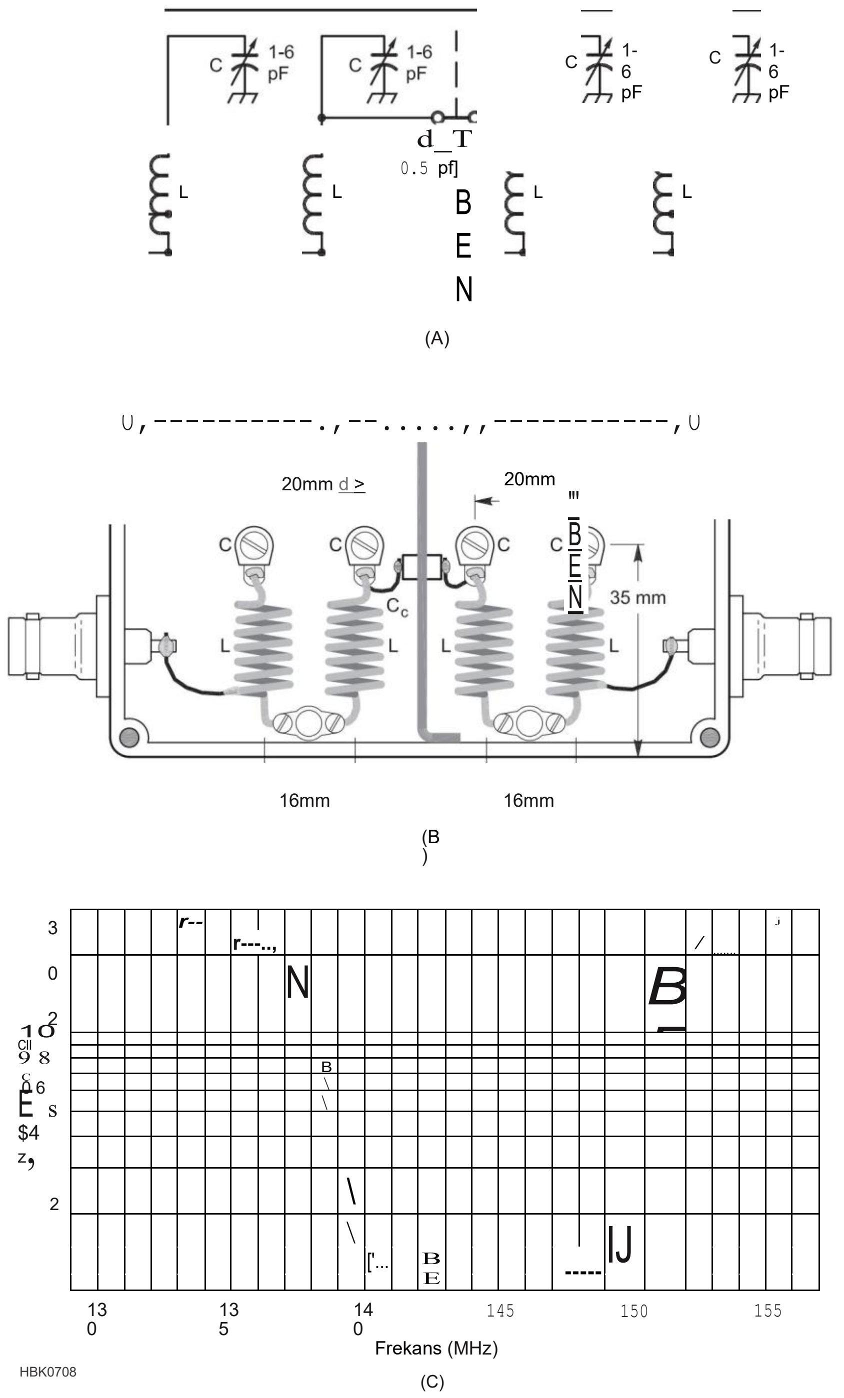
VHF'de, kendinden destekli bobinler ve mika, seramik veya hava dielektrik düzeltici kapasitörler çoğu uygulama için yeterli sonuçlar verir. Pistonlu seramik trimmerler, birkaç watt'lık düşük güç sinyallerini almak veya almak için kullanılabilir. Daha yüksek güçte, bir hava değişken kapasitör kullanın. Filtre 4 x 2 ½ x 1 ½ inç kalıp döküm alüminyum kutuya monte edilir, böylece

Piston veya hava değişkenli kapasitörler.

Bant geçiş filtresi, RF **Teknikleri -** bölümünde açıklanan bobinlerin indüktansı ve bunlarla ilişkili parazitik intertum kapasitansı tarafından oluşturulan dört paralel rezonans devresinden yapılır. Toprağa bağlı bir 1-6 pE serisi kapasitör (Şekil 10.79'da C), her bobinin rezonans frekansını ayarlar. Cc için 0.5 pF değerine sahip bir seramik kondansatör kullanılmalıdır.

Bobinlerin boyutları, kendi kendine rezonans frekansını kontrol etmek için önemlidir. Her bobin, # 17 AWG katı, çıplak tel (1.15 mm dia), % inç (9.5 mm) çapında %6'lık dönüşlerden oluşturulmuştur. Her bir tum birbirinden 1 tel çapındadır. Orijinal tasarım biraz daha kalın (l.22mm) socoilsmadewith # 1 7 AWG tel İngiliz # 18 SWG tel kullanılan biraz daha yüksek rezonans frekansı olacaktır. Bobinler için musluklar, şekilde gösterildiği gibi bobinin topraklanmış ucundan 1 tum yapılır .

Montajdan sonra başıboş kapasitansları ve indüktansları ayarlamak için ayarlama gerekecektir. Bir süpürme jeneratörü ve osiloskop (seethe **Test Ekipmanları ve Ölçümler bölümü**) en pratik ayarlama yöntemini sağlar. Frekans sayacına sahip değişken bir osilatör ve RF problu bir voltmetre, artı iyi bir sabır da işi yapabilir.



Şekil 10.79 - Güçlü bant dışı sinyalleri azaltmak ve harmonikleri veya diğer bant dışı sahte emisyonları azaltmak için 145 MHz için dört bölümlü bir bant geçirgen filtre.

10.11 Filtre Sözlüğü

Aktif filtre - İşlevini uygulamak için aktif (güçlendirilmiş) cihazlar kullanan bir filtre.
Uyarlanabilir filtre - Katsayıları otomatik olarak değiştirilebilen bir filtre.
All-pass - Büyüklük yanıtının frekansla değişmediği, ancak faz yanıtının değiştiği filtre yanıtı
Frekansla değişir.
***Genlik yanıtı - bakınız* büyüklük yanıtı**
Band-pass - Sinyallerin bir dizi frekansta iletildiği ve bu aralığın dışında reddedildiği filtre yanıtı.
Band-stop - Sinyallerin bir dizi frekansta reddedildiği ve bu aralığın dışına çıktığı filtre tepkisi (ayrıca *bandreject veya çentik* filtresi olarak da adlandırılır).
Bant genişliği - Sinyallerin geçtiği (düşük geçiş, yüksek geçiş, bant geçişi) veya reddedildiği (bant durdurma) frekans aralığı.
Tuğla duvar tepkisi - Sinyallerin zayıflatılmadan geçirildiği veya tamamen zayıflatıldığı ideal bir filtre tepkisi.
Chebyshev filtresi - Geçiş bandında, durma bandında veya her ikisinde de eşit dalgalanma olan bir filtre.
Kesme frekansı - Bir filtrenin çıkışının, geçiş bandı çıkışının 3 dB altında olduğu frekans (köşe *frekansı veya 3 dB frekansı olarak da adlandırılır).*
On yıl - Frekansta 10 oranı***. Decimation*** - Örneklem hızının bir tam sayı faktörü ile azaltılması.
Diplexer - İki farklı bant için antenlerin veya alıcı-vericilerin tek bir besleme hattını paylaşmasına izin veren bir cihaz, tipik olarak bir çift filtre.
Dupleksleyici - Tek bir bant içinde farklı frekanslarda çalışan alıcı-vericilerin, vericilerin veya alıcıların ortak bir anteni paylaşmasına izin veren bir cihaz. Dupleksleyici filtreler veya sirkülatör veya izolatör gibi diğer besleme hattı bileşenleri ile uygulanabilir.
Equiripple - Bir filtrenin geçiş bandı, durma bandı veya her ikisi arasındaki büyüklük tepkisinde eşitlenmiş dalgalanma.
Filter-ent: Bir filtrenin transfer fonksiyonunu tanımlayan sayı serilerinden biridir.
Sonlu dürtü yanıtı (FIR) - Dürtü zamanından itibaren bazı sonlu miktardan daha büyük olan tüm zamanlar için sıfır olan bir dürtü tepkisi.
Düz - Bir filtrenin bir dizi frekans boyunca sabit olan büyüklük tepkisini ifade eder.
Grup gecikmesi - Bir filtreden sinyallerin geçiş süresi.
Yüksek geçiş - Kesme frekansının üzerindeki sinyallerin daha düşük frekanslarda iletildiği ve reddedildiği filtre yanıtı.
İdea/filtre - Sinyalleri kayıpsız geçiren veya tamamen zayıflatan filtre. İdeal bir filtrenin geçiş bölgeleri yoktur. (Ayrıca bkz. **tuğla duvar yanıtı).**
İmpulse - Sıfıra yaklaşan bir genişliğe sahip sonlu enerji darbesi.
İmpulse-invariant: İIR filtreleri için, impuls tepkisinin belirli bir analog filtrenin impuls tepkisi ile aynı olduğu bir tasarım tekniği.
İmpulse yanıtı - Bir filtrenin bir impulsa verdiği zamana karşı yanıtı.
İnfinite impulse response (İIR): Teorik olarak hiç gitmeyen ve sıfırda kalan bir impuls tepkisi.
İnsertion loss - Bir filtrenin geçiş bandındaki sinyallerin neden olduğu kayıp.
İnterpolasyon - Bir tamsayı faktörü ile örnek hızını İncreasing.
Low-pass - Kesme frekansının altındaki sinyallerin daha yüksek frekanslarda iletildiği ve reddedildiği filtre yanıtı.
Topaklı elemanlar - Ayrık indüktörler ve kapasitörler; Ayrı indüktörlerden ve kapasitörlerden yapılmış bir topaklı eleman filtresi.
Büyüklük yanıtı - Bir filtrenin çıkış genliğinin frekansa karşı grafiği.
Microstrip-Bir zemin düzleminden, bir baskı devresi gibi bir yalıtım malzemesi tabakası ile ayrılmış bir metal şeritten yapılmış bir iletim hattı tipi
Tahta..
Normalleştirme - Sayısal değerleri bazı referans değerlere göre oranlarına dönüştürme tekniği. (Denormalize etmek için
Normalleştirmeyi tersine çevirmek için, oranları orijinal değerlere geri dönüştürün.)
Çentik filtresi - bkz. **Bant durdurma filtresi.**
Oktav-A oranı frekansta iki (ayrıca **on yıla bakınız).**
Aşma - Bir devrenin çıkışının, bir değişikliğe yanıt verirken girdisinde, girdinin neden olması gereken steadystate değerini geçici olarak aşar.
Overtone - Temel moddan daha yüksek bir frekansta titreşim modu, genellikle - harmonik olarak ilişkilidir.
Passband - Bir filtre tarafından geçirilen frekans aralığı.
Pasif filtre - İşlevini yerine getirmek için güç gerektirmeyen bir filtre (ayrıca **bkz.**
Faz yanıtı - Bir filtrenin giriş ve çıkış ile frekans arasındaki açısal birimlerdeki (derece veya radyan) farkın grafiği.
Radyan - Bir dairenin 1/2r eşit açısal ölçüm birimi, 360/2n *dereceye eşit*
Çınlama - Bir devrenin çıkışının, girişindeki bir değişikliğe yanıt verirken, girişin sabit durum değerine yerleşmeden önce neden olması gereken sabit durum değerinin altına düşen ve aşan sönümlü bir alternatif dizi sergilediği durum.
Ripple - Bir filtrenin büyüklük yanıtında frekanslı düzenli bir varyasyon.
Rollojf - Geçiş bölgesinde ve durma bandında bir filtrenin büyüklük yanıtındaki değişim oranı.
Ölçekleme - Bir sabit ile çarpma veya bölme yoluyla bir filtrenin empedansını veya frekans özelliklerini değiştirme.
Şekil faktörü - Bir filtrenin bant genişliğinin, - büyüklük yanıtının, filtrenin geçiş bandındaki yanıtın 6 dB ve 60 dB altında olduğu noktalar arasındaki oranı.
Stopband - Bir filtre tarafından reddedilen frekans aralığı.
Stripline - İki yer düzlemi arasında asılı bir metal şeritten oluşan bir iletim hattı.
Dokunun - Bir FIR filtresinin katsayı belleği, sinyal kaydı, çarpan ve ekleyiciden oluşan bir işlem bloğu.
TEM - Elektromanyetik enerjinin elektrik ve manyetik alanlarının hareket yönüne dik olarak hizalandığı enine elektromanyetik mod.
Topoloji - Filtredeki bileşenlerin bağlantılarının düzenlenmesi. Örneğin, kondansatör girişi've "indüktör girişi" iki farklı topolojidir.
Geçiş bölgesi - Bir filtrenin geçiş bandı ve durma bandı arasındaki frekans aralığı.
Triplexer - **Diplexer bakın.** Triplexer üç farklı bantta çalışır.

10.12 Kaynaklar ve Bibliyografya

REFERANSLAR

Analog cihazlar. "Analog Cihazlar Aktif Filtre Tasarım Aracının Kullanılması"
Uygulamalı Radyo Laboratuvarları, Tasarım Notu DN004, "Grup Gecikmesi Açıklamaları ve Uygulamaları", **www.radio-labs.com/wp/ index.php/design-file/**
Virgil E. Bottom, "Kuvars Kristal Ünite Tasarımına Giriş", Van Nostrand Reinhold Company, 1982, ISBN 0-442-26201-9.
S. Butterworth, "Filtre Amplifikatörleri Teorisi Üzerine", *Deneysel Kablosuz ve Kablosuz Mühendisi,* Ekim 1930, pp 536-541 .
Laplace Dönüşümleri: P. Chirlian, *Temel Ağ Teorisi, McGraw* Hill, 1969.
S. Darlington, "Öngörülen İnsertion Kaybı Özelliklerini Üreten Reaktans 4-Poles Sentezi", *Matematik Dergisi*

Fizik, Eylül 1939, sayfa 257-353.

M. Dishal, "Top Coupled Band-pass Filters", *İT&T Handbook, 4.* baskı, American Book, İnc, 1956, s 216.

M.Donadio, "CİC Filtre Üretimi", 18 Temmuz 2000, **dspguru.com/dsp/tutorials/ cic-filter-introduction .**

J. Fisk WIDTY, "Helical-Resonator Tasarım Teknikleri", *QST,* Haziran 1976, s. 11-14 .

Fourier Dönüşümleri: *Mühendisler için Referans Verileri,* Bölüm 7, 7. baskı, Howard Sams, 1985 .

Phillip R. Geffe, *Basitleştirilmiş Modern Filtre Tasarımı (New York*: John F. Rider, 1963, OCLC: 2470870).

D. Gordon-Smith, G3UUR, "Neredeyse Simetrik Yanıtlarla Genişletilmiş Bant Genişliği Kristal Merdiven Filtreleri", *QEX,* Juli Aug 2011, pp 36-44.

W. Hayward, R. Campbell, R. Larkin, *RF Tasarımında Deneysel Yöntemler,* Bölüm 3, ARRL, 2003.

E. B. Hogenauer, "Ekonomik Sınıf Decimation ve Polation için Dijital Filtreler ", Akustik, *Konuşma ve Sinyal İşleme Üzerine EEE İşlemleri, Cilt* 29, Nisan 1981 s. 155-162 .

R. Lyons, "Understanding Cascaded İntegrator-Comb Filters", *EE Times,* 31 Mart 2005.

S. Lyons, Dijital Sinyal İşlemeyi Anlama, Pearson, 2011.

T. Mack, "SDR: *Basitleştirilmiş" 2009* QEX sütunları.

Maxim İntegrated, Öğretici 733, "Bir Filtre Astarı", 2008 .

W. S. Metcalf, "Grafikler Hız İnterdigitated Filtre Tasarımı", *Mikrodalga, Şubat* 1967.

Randall W. Rhea, *HF Filtre Tasarımı ve Bilgisayar Simülasyonu (New* York: McGrawHill, ISBN 0070520550, OCLC 32013486).

Cauer Eliptik Filtreler: R. Saal, *Normalize Düşük Geçişli Filtreler Kataloğu Kullanılarak Filtrelerin Tasarımı, (Almanca; (*AEH Telefunken, 1968, OCLC 13988270). Ayrıca *Radyo Mühendisleri için Referans Verileri,* pp 9-5 ila 9-11 .

W.Gümüş, "Uygulamalı Radyo", Deneyler 50, 51, 87, 88**, www.arrl.org/hands-on-radio.**

X. Steder, DJ6EV ve J. Hardcastle, G3JIR, "Herkes için Kristal Merdiven Filtreleri", *QEX,* NovDec 2009, pp 14-18.

Y. Weinberg, "Modem Sentez Teknikleri ve Tabloları Kullanılarak Ağ Tasarımı", *Ulusal Elektronik Konferansı Bildirileri, cilt* 12, 1956.

Donald R.J. White, *Elektrik Filtreleri Üzerine Bir El Kitabı (Sentez, Tasarım ve Uygulamalar) (Beyaz* Elektromanyetik, 1980, ISBN 0932263070).

A. B. Williams, *Elektronik Filtre Tasarımı El Kitabı (New* York: McGraw-Hill, 1981).

0. Zobel, "Elektrik Dalga Filtrelerinin Teorisi ve Tasarımı", *Bell System Technical Günlük, Ocak* 1923.

H. Zumbahlen, AN-281 "Pasif ve Aktif Filtreleme", Analog Cihazlar.

İ. Zumbahlen, Mini-öğretici MT-202, "Allpass Filtreleri", Analog Cihazlar, 2012 .

J. Zumbahlen, Mini-öğretici MT-204, "Bessel Yanıtı", Analog Cihazlar, 2012.

K. Zumbahlen, Mini-öğretici MT-205, "Biquadratic (Biquad) Filtreleri", Analog Cihazlar, 2012 .

L. Zumbahlen, Mini-öğretici MT-206, "The Chebyshev Response", Analog Devices, 2012.

M.Zumbahlen, Mini-öğretici MT-210, "Filtrelerde Fg ve Q", Analog Cihazlar, 2012.

N. Zumbahlen, Mini-öğretici MT-215 "Bant Geçiren Filtre Dönüşümüne LowPass", Analog Devices, 2012.

O. Zumbahlen, Mini-öğretici MT-216 "Bant Durdurma (Çentik) Filtre Dönüşümüne Düşük Geçiş", Analog Cihazlar, 2012 .

P. Zumbahlen, Mini-öğretici MT-217 "-LowPass to High-Pass Filter Transformation", Analog Cihazlar, 2012.

Q. Zumbahlen, Mini-öğretici MT-220, "Çoklu Geri Bildirim Filtreleri", Analog Cihazlar, 2012.

R. Zumbahlen, Mini-öğretici MT-222, "-SallenKey Filtreleri", Analog Cihazlar, 2012 .

S. Zumbahlen, Mini-öğretici MT-223, "Durum Değişken Filtreleri", Analog Cihazlar, 2012 .

T. Zumbahlen, Mini-öğretici MT-224, "The Butterworth Response", Analog Devices, 2012.

U. Zumbahlen, Mini-öğretici MT-225, "İkiz T Çentik Filtresi", Analog Cihazlar, 2012 .

A.İ. Zverev, *Filtre Sentezi El Kitabı* (New York: John Wiley ve Oğulları, 1967, ISBN 0471986801, OCLC 972252).

Pratik filtre tasarımları

P. Antoniazzi, IW2ACD ve M. Arecco, IK2WAQ, "Dalga Kılavuzları ve Boşlukları Kullanarak Kolay Mikrodalga Filtreleri", *QEX,* Eylül/Ekim 2006, pp 37-42.

Q. Bartlett, VK4UW ve J. Loftus, VK4EMM, "Yarışma için Band-Pass Filtreleri", *Ulusal Yarışma Dergisi, Jan* 2000, pp 11-15.

R. Cefalo Jr, WAlSPİ, "Diplexers, Some Practical Applications", *Communications Quarterly,* Fall 1997, pp 19-24.

P.R. Cope, W2GOM/7, "The Twin-T Filter", *QEX,* Temmuz/Ağustos 1998, pp 45-49.

R. Fisher, W2CQH, "Combline V.H.F. Bandpass Filters ", QST, Aralık 1968, s. 44-45.

R. Fisher, W2CQH, "Amatör VHF/UHF Uygulamaları için İnterdigital Bandpass Filtreleri", *QST, Mar* 1968, s 32.

S. Gordon-Smith, G3UUR, "Yedinci Dereceden Eşitsiz Dalgalanma Düşük Geçişli Filtre Tasarımı ", *QEX,* Kasım/Aralık 2006, sayfa 31-34 .

D. Gordon-Smith, G3UUR, "Fifth-Order Unequal-Ripple Low-pass Filter Design", *QEX,* Kasım/Aralık 2010, pp 42-47 .

E. Hayward, W7ZOI, " Genişletme Üç Rezonatöre Çift Ayarlı Devre *", QEX, Mar/Nisan* 1998, pp 41-46.

F. Heemstra, KT3J, "A Double-Tuned Active Filter with", *QEX, Mar/Apr* 1999, pp 25-29.

G. Jansson, WD4FAB ve E. Wetherhold, W3NQN, "TVI ile Mücadele için Yüksek Geçişli Filtreler" *QEX,* Şubat 1987, pp 7-8 ve 13.

H. Lau, W 1 VT, "A Narrow 80-Meter - BandPass Filter", *QEX,* Eylül/Ekim 1998, p 57 .

İ. Lumachi, WB2CQM. "Silverplate RF Tank Devreleri Nasıl Yapılır*", 73 Amatör Radyo Bugün,* Aralık 1997, s 18-23.

J. Moliere, DL7AV, "Band-Reject Filters for Multi-Multi Contest Operations", *CQ Contest,* Şubat 1996, pp 14-22 .

K. Rahe, DC8NR, "SVL Tasarımında Yüksek Performanslı Ses Konuşması Düşük Geçiş ve CW Bant Geçiş Filtreleri", *QEX,* Temmuz/Ağustos 2007 , pp31-39.

W. Sabin, W ~ İYH, "HF MOSFET Güç Amplifikatörü için Diplexer Filtreleri", *QEX,* Temmuz/Ağustos 1999, s 20-26 .

W. Sabin, W0IYH, "HF için Dar Bant Geçiş Filtreleri", *QEX,* Eylül/Ekim 2000, ppl3-17 .

J. Sutcliffe, VK3TCT, "Bir BPSK bandpass filtresi*", Amatör Radyo, Mayıs* 2012, s. 44-46 .

K. Ton, WB6BLD, "Harmonik Filtreler, İmproved", *QEX,* Eylül/Ekim 1998 , pp 50-53.

E. Wetherhold, W3NQN, "88 ve 44-mH Fazlalıkları Kullanarak CW Filtresinin Modem Tasarımı", *QST,* Aralık 1980, s 14-19. Ayrıca bakınız Jan 1981 *QST, p* 43.

F. Wetherhold, W3NQN, "Yüksek Seviyeli BroadcastBand Sinyallerini Zayıflatmak için Bant Durdurma Filtreleri", *QEX,* Kasım 1995, pp 3-12.

G. Wetherhold, W3NQN, "88-mH İnduktörleri Kullanarak CW ve SSB Ses Filtreleri", QEX, *Aralık* 1988, pp 3-10; Radio *Handbook, 23.* baskı, W. Orr, editör, p 13-4, Howard W. Sams and Co., 1987; Ve, "A CW Filter for the Radio Amateur Newcomer*", Radyo İletişim (*RSGB) Ocak 1985, pp 26-31 .

H. Wetherhold, W3NQN, "Band-Pass Filtreleri ile Sinyallerinizi Temizleyin", Bölüm 1 ve 2, *QST,* Mayıs ve Haziran 1998, pp 44-48 ve 39-42 .

İ. Wetherhold, W3NQN, "İkinci Harmonik Optimize Düşük Geçiş Filtreleri*", QST,* Şubat 1999, pp 44-46 .

J. Wetherhold, W3NQN, "Bitişik Bantlarda Maksimum Zayıflamaya Sahip Alıcı BandPass Filtreleri", *QEX,* Temmuz/Ağustos 1999, pp 27-33.

İçerik

Bölüm 11 - İndirilebilir Ek İçerik Makaleleri

- FM by Ward Silver, N0AX hakkında önemli bilgiler
- Ward Silver, N0AX tarafından SSB hakkında
- Emisyon belirteci tablosu
- Modülasyon Sözlüğü
- SOR Basitleştirilmiş - Ray Mack, W51FS tarafından İ ve Q'ya üretim

Bölüm 11

Modülasyon

Radyo amatörleri bilgi iletmek için çok çeşitli modülasyonlar kullanır. Alan Bloom, N1AL orijinal materyali Doug Grant, K1 DG tarafından güncellenen bu bölüm, çeşitli özellikleri araştırıyor Modülasyon yaygın amatörler tarafından kullanılan. Analog sinyaller için kullanılan geleneksel modülasyon tipleri ve dijital yayınlar için uygun teknikler tartışılmaktadır. Nabız ve görüntü modülasyonları da dahildir. Bu sinyalleri modüle etme ve demodüle etme yöntemleri, **Alma** ve **İletme bölümlerinde sunulmuştur. Bölüm,** modülasyon bozukluklarının tartışılması ve ek okuma için terimler ve öneriler sözlüğü ile sona ermektedir.

11.1 Üretim

Amatör Telsiz yayınlarının amacı telsiz yoluyla bilgi göndermektir. Bunun olası bir istisnası, yayılma testi için modüle edilmemiş bir taşıyıcıyı ileten bir işaret istasyonudur. Bu durumda gönderilen tek bilgi, "Bu konumdan iletiyorum (ya da değil)'dir. Açık *veya kapalı, iki durumu olan tek bir veri biti olarak düşünülebilir Ancak*, gerçekte bir işaret istasyonu veya test iletimi bile periyodik olarak istasyon çağrı işareti ile tanımlanmalıdır! Modülasyon, ne kadar çok veya az olursa olsun, sinyalin bilgiyi taşımasına izin veren şeydir.

Gönderilen bilgiyi temsil etmek için, radyo sinyali periyodik olarak alıcı tarafından tespit edilebilecek bir şekilde özelliklerini (veya durumunu) değiştirmelidir. Radyonun ilk günlerinde, bunu yapmanın tek yolu Mors kodunu kullanarak açma-kapama anahtarlamasıydı. Açık ve kapalı durumları uygun sıra ve ritimle değiştirerek, bir çift yüksek vasıflı operatör, metinsel verileri belki de 60 WPM'ye kadar olan oranlarda değiştirebilir.

Daha sonra mühendisler, bir mikrofondan gelen sinyali nasıl yükseltebileceklerini ve radyo sinyalinin gücünü sürekli olarak değiştirmek için nasıl kullanacaklarını anladılar. Böylece, seslerin tam konuşma hızlarında, yani yaklaşık 200 WPM'ye kadar iletilmesine izin veren genlik modülasyonu doğdu. Bu, daha hızlı bilgi oranlarına sahip televizyon gibi analog modlara yol açtı. Günümüzün dijital radyo sistemleri, dakikada on milyonlarca kelimeye eşdeğer, saniyede onlarca megabit bilgi aktarabilir.

Modülasyon, herhangi bir iletim modunun sadece bir bileşenidir. Örneğin AM ses ve NTSC televizyon (eski analog TV sistemi) her ikisi de genlik modülasyonu kullanır, ancak iletim protokolü ve gönderilen bilgi türü çok farklıdır. Dijital modlar genellikle sadece modülasyonla değil, aynı zamanda birden fazla protokol ve veri kodlaması katmanıyla da tanımlanır. Bir modun üç bileşeninden (modülasyon, protokol ve bilgi), bu bölüm birincisine odaklanacaktır. **Dijital Protokoller ve Modlar bölümü,** dijital iletim protokollerini kapsar ve indirilebilir ek içeriğe sahip Dijital İletişim işletim bölümü, çeşitli dijital modları kullanarak çalışmanın pratik yönlerini kapsar.

Modülasyon türleri genellikle "analog" veya "dijital'olarak adlandırılır. Aslında ikisi arasında bir ayrım yoktur. Genellikle kastedilen, modüle edici sinyalin kendisinin bir analog (sürekli değişen) veya dijital (bazı sabit durumlar) sinyal olup olmadığıdır.

Modülasyon türü, radyo sistemi tasarımcısının seçimidir. Modülasyon ve protokol kombinasyonu bir mod oluşturur. Modlar analog veya dijital olabilir, yine sürekli değişen bir sinyal taşıyıp taşımadıklarını belirtir.

Mod ve modülasyon arasındaki farka bir örnek olarak, HF ve VHF paket radyosunu düşünün. Her iki mod da veri paketlerinin nasıl oluşturulduğunu ve istasyonların teması nasıl kurduğunu, yürüttüğünü ve sonlandırdığını kontrol etmek için aynı AX.25 protokolünü kullanır. Her iki mod da verileri bir çift ses tonu olarak kodlar. Bununla birlikte, HF'de, ses tonları bir AFSK sinyali oluşturmak için bir SSB alıcı-vericisini modüle eder. VHF'de, tonlar bir FM alıcı-vericisini modüle eder ve çok farklı bir sinyal türü oluşturur. Her iki alıcı-verici (SSB ve FM) ses tonlarının konuşmayı mı yoksa veriyi mi temsil ettiğini "bilmiyor". Ses konuşma ise, sonuç bir "analog" moddur. Ses tonları verileri temsil ediyorsa, sonuç "dijital'bir moddur .

11.1.1 Emisyon belirteçleri

Bir radyo sinyalini belirli bir frekansta "açık'olarak düşünme eğilimindeyiz. Gerçeklikte, herhangi bir modüle edilmiş sinyal bir frekans bandını kaplar. Bant genişliği modülasyon türüne ve veri hızına bağlıdır. Bir Mors kodu sinyali, 60 WPM'de birkaç yüz Hz'lik bir bant genişliği içinde veya daha düşük hızlarda gönderilebilir. Bir AM ses sinyali yaklaşık 6 kHz gerektirir. Yüksek kaliteli müzik için, daha fazla bant genişliği gereklidir; Amerika Birleşik Devletleri'nde bir FM yayın sinyali 200-kHz bir kanalı kaplar. Televizyon sinyalleri yaklaşık 6 MHz'e ihtiyaç duyarken, en yeni nesil "WiFi" kablosuz LAN olan 802.11 reklam, maksimum aktarım hızında veri iletimi için 2 GHz'e kadar kullanır.

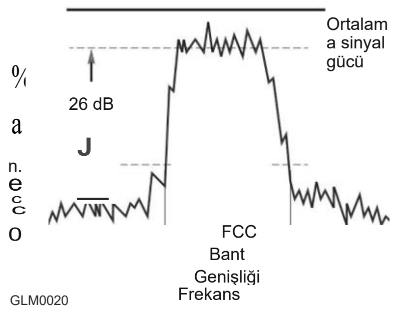
İnternational Telecommunication Union (ITU), radyo emisyonlarını bant genişliği, modülasyon türü ve iletilecek bilgilere göre belirlemek için bir sistem belirlemiştir. Emisyon belirteci, maksimum beş rakam ve bir harf olarak ifade edilen bant genişliği ile başlar. Harf ondalık noktanın konumunu işgal eder ve bant genişliği birimini şu şekilde temsil eder: H = hertz, K = kilohertz, M = megahertz ve G = gigahertz. Bant genişliğini, downloadable ek içeriğiyle mevcut emisyon belirteçleri tablosunda tanımlandığı gibi üç ila beş emisyon sınıflandırma sembolü izler. İlk üç sembol zorunludur; Dördüncü ve beşinci semboller tamamlayıcıdır. Bu belirteçler, ITU Radyo Yönetmeliği, ITU-R Öneri SM.1138 Ek 1'de ve FCC kuralları § 2.201'de bulunur. Hakkında daha fazla bilgi Emisyon belirteçleri online olarak da mevcuttur **fecid.io/Emissions-Designator.**

Örneğin, bir CW sinyalinin belirteci 150H0A1A olabilir, bu da 150 Hz bant genişliği, alt taşıyıcı olmadan çift taraflı dijital bilgi ve işitsel alım için telgraf anlamına gelir. SSB 2K5J3E veya 2.5 kHz bant genişliği, bastırılmış taşıyıcıya sahip tek yan bant, analog bilgi ve telefon olacaktır. PSK3 **1** dijital sinyal için belirteç 60H0J2B, yani 60 Hz bant genişliği, bastırılmış taşıyıcıya sahip tek yan bant, modüle edici bir alt taşıyıcı kullanan dijital bilgi ve otomatik alım için telgraf anlamına gelir.

Amatör Telsiz operatörleri için yetkili modülasyon modları, FCC yönetmeliklerinde § 97.305'te belirtildiği gibi frekans, lisans sınıfı ve coğrafi konuma bağlıdır. Amatör emisyonlar için teknik standartlar $97 .307 olarak belirtilmiştir. Diğer şeylerin yanı sıra, hiçbir amatör istasyon iletiminin, iyi amatör uygulamaya uygun olarak, iletilen bilgi oranı ve emisyon türü için gerekenden daha fazla bant genişliği işgal etmesini gerektirmez. Aşağıdaki bölümlerde ele alındığı gibi her bir modülasyon türü için gerekli bant genişliğini tartışacağız .

11.1.2 Bant Genişliği Tanımı

Ayarlanmış bir devre veya filtre için bant genişliğinin genel tanımı, sinyal bant genişliğinin yasal tanımı için kullanılmaz. FCC düzenlemeleri, bir sinyalin tükettiği spektrum miktarı ile daha fazla ilgilidir. Bu, *işgal edilen bant genişliği kavramına yol açar.*



Şekil 11.1 - Bant genişliğinin FCC tanımı (metne bakınız).

Bu, toplam gücün belirli bir yüzdesinin gerçekleştiği frekans aralığıdır. Kullanılan ortak bir yüzde %99'dur. Bu, işgal edilen bant genişliği dışındaki toplam sinyal gücünün, toplam sinyal gücünden 20 dB'den daha az olması gerektiği anlamına gelir. Düzgün ayarlanmış, düşük distorsiyonlu bir iletim sistemi için, işgal edilen bant genişliği esas olarak modülasyon tipi ve filtreleme ve dijital modülasyon durumunda sembol oranı ile belirlenir.

FCC Kuralı § 97.3 (a) (8), bir sinyalin bant genişliğinin yasal tanımını "İletilen sinyalin ortalama gücünün, iletilen sinyalin ortalama gücünün en az 26 dB altında zayıflatıldığı bir frekans bandının genişliği'olarak sağlar. 26 dB sınırı, sinyalin gücünün 11400'üne eşittir. **Şekil 11.1** bu ilişkiyi göstermektedir .

11.2 Genlik Modülasyonu {AM)

Ses bilgisini iletmek için modüle edilebilen bir sinyalin çeşitli özelliklerinden, ilk kullanılan genlikti. AM sinyallerinin modülasyonu ve demodülasyonu sadece konsept olarak basit değildir, aynı zamanda uygulanması da kolaydır.

11.2.1 Çift Taraflı, Tam Taşıyıcı AM

Bir AM sinyali iki sinyalden oluşturulur; İletilebilecek RF sinyali ve RF sinyali ile birleştirilecek modüle edici sinyal. RF sinyali, fe frekansında tek frekanslı bir sinüzoid olan taşıyıcı, c (t) olarak adlandırılır .

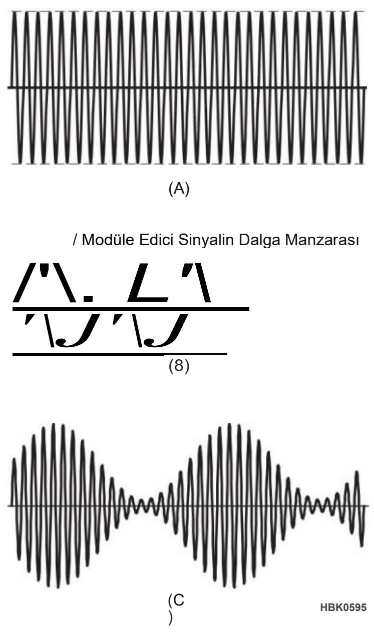
e (t) = C sin (2nf t)

Modüle edici sinyal m (t) ile temsil edilir ve sinüs dalgası veya konuşma gibi karmaşık bir sinyal olabilir. Modüle edici sinyal aynı zamanda *baseband modülasyonu olarak da adlandırılır* .

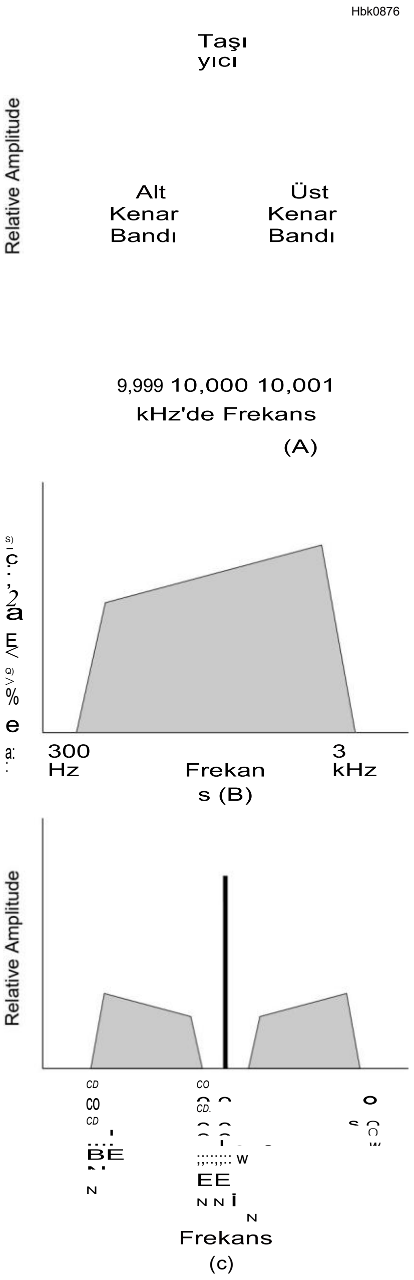
m (t) = M cos (2rf **t**)

(Sinüs ve kosinüs kullanımı, hangi sinyalin ne olduğunu belirlemeye yardımcı olmaktır - taşıyıcı ve modüle edici sinyalin belirli bir faz ilişkisine sahip olması gerekmez.)

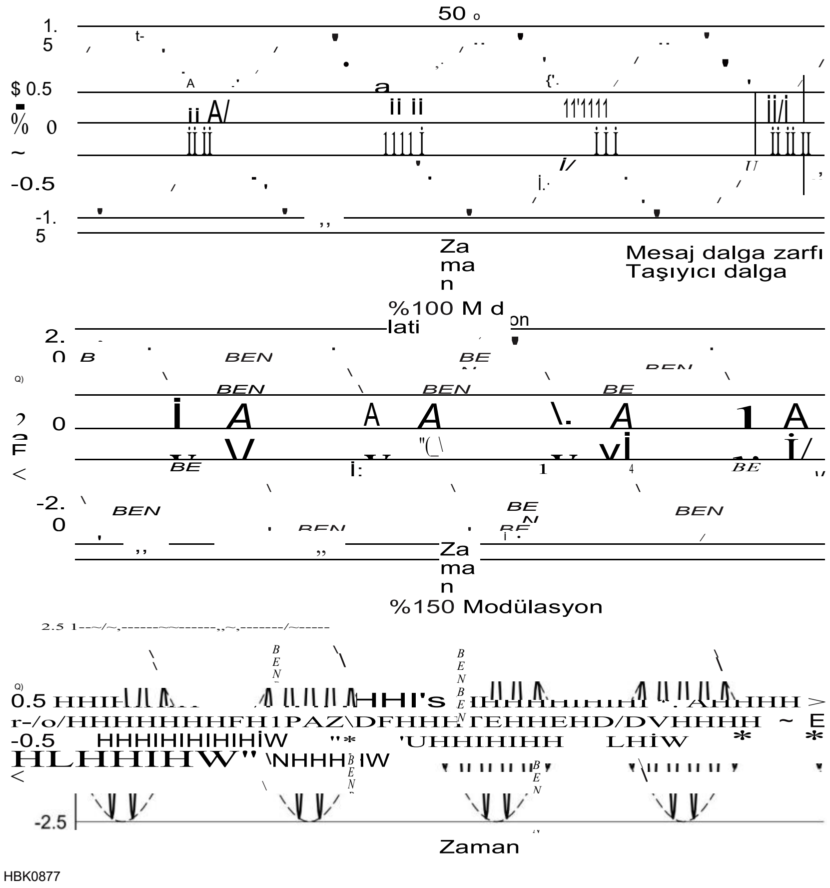
Genlik modülasyonu, c (t) m (t) ile çarpıldığında gerçekleştirilir. Matematiksel olarak, modüle edici sinyal, m (t) ise, genlik modülasyonu işleminin tasavvur edilmesi en kolaydır.



Şekil 11.2 - Genlik modülasyonunun grafiksel gösterimi. Modüle edilmemiş taşıyıcı (A) ile her RF döngüsü aynı genliğe sahiptir. Modüle edici sinyal
(B) uygulanır, RF genliği modüle edici sinyalin (C) genliğine göre artar veya azalır. Yaklaşık %75'lik bir modülasyon indeksi gösterilmiştir. %100 modülasyon ile RF gücü modüle edici sinyalin negatif zirvelerinde sıfıra ulaşacaktır.



Şekil 11.3 - 10 **MHz taşıyıcıyı (A) modüle eden tek bir 1 kHz ton ve aynı taşıyıcıyı (C) modüle eden bir konuşma dalga formu (B) ile AM.**



Şekil 11.4 - %50 modülasyon **(A) ve %100 modülasyon (B) gösteren AM dalga formları. Aşırı modülasyon (C), zarfın bozulmasına ve RF taşıyıcısının fazının tersine dönmesine neden olur ve bitişik kanallarda sahte emisyonlar ve parazitler oluşturur.**

fM frekansında tek bir ses tonu.

C (t) x [l + m (t)] = [l + M cos (2nfM t)] x C sin (27fc t)

Sabit 1, AM sinyalinin zarfının **Şekil 11.2'de olduğu gibi hem artmasına hem de azalmasına izin vermek için gerekli olan bir de bileşenini temsil eder.** Modüle edici sinyal sıfırsa (konuşma veya ton olmadığında olduğu gibi), sonucun sadece orijinal taşıyıcı, c (t) olduğunu unutmayın. İf M = l, l + m (t) değeri

Sıfırdan 2'ye kadar değişebilir ve sinyal sadece modüle edici sinyalin zirvelerinde sıfıra gider. Şekil l l.2C, sinyalin zarfının neredeyse sıfıra gittiği ancak tam olarak olmadığı buna çok benzer bir durum göstermektedir.

Matematiksel olarak, ortaya çıkan AM sinyali ıs:

Csin (2nf, 0) S * N'n (2n (f, + f ,,) 0) 2

CxM f f
+ -sin (2n (f, - 1,) t)
2

Bu ifade, üç terimle temsil edilen üç bileşenli bir sinyali tanımlar: Birincisi, taşıyıcı; İkincisi, frekansı offc + fM olan bir üst yan bant; Ve üçüncüsü, daha *düşük bir yan bant,* frekans **olarak fe- f.** Bu *çift taraflı, tam taşıyıcı* (DSB-FC) AM.

İfm = l, her yan bandın genliği (C/2) taşıyıcının (C) genliğinin yarısına sahiptir. Bu, her bir yan bandın taşıyıcının güç seviyesinin dörtte birine sahip olduğu veya taşıyıcıdan 6 dB daha zayıf olduğu anlamına gelir. İki kenar bandını birbirine eklemek, toplam sinyal gücünün ½

Yan bantlar ve kazananda 2/3. Örneğin, taşıyıcı gücü 100 watt ise, her yan bant 100 x ¼ = 25 watt olacaktır. Toplam sinyal gücü 100 + 2 x 25 = 150 watt.

AM SPECTRUM

Şekil 11.3A, İ-kHz sinüs dalgası ile modüle edilmiş bir 10-MHz sinyalinin spektrumunu göstermektedir. Üst yan bant 10 MHz + 1 kHz = 10.001 MHz'de tek bir frekanstır. Alt kenar bandının spektrumu ters çevrilmiştir, bu nedenle 10 MHz - 1 kHz = 9.999 MHz'dir .

Modüle edici sinyal konuşma olduğunda, tek bir ton yerine, sonuç Şekil 11.3B ve l l.3C'de gösterilir. Konuşma sinyali, Şekil 11.3B'de 300 Hz'den 3 kHz'e kadar uzanan gölgeli bölge ile temsil edilir ve daha yüksek frekanslı konuşma bileşenleri biraz daha yüksek bir genliğe sahiptir. 10 MHz taşıyıcı konuşma sinyali ile modüle edildiğinde, ortaya çıkan yan bantlar Şekil l l.3C'de gösterilir. Her konuşma bileşeni ayrı bir ton gibi davranır ve

kendi yan bandı. Konuşmadaki bileşenler kümesi, gölgeli bölgeler tarafından gösterilen kenar bantları kümesini oluşturur. Üst ve alt yan bant spektrumlarının, taşıyıcıya en yakın alt bileşenlerle birbirlerinin "ayna görüntüleri" olduğunu unutmayın.

Hem yan bantlar hem de taşıyıcı ile, AM sinyalinin toplam bant genişliği, temel bant modülasyon sinyalinin bant genişliğinin iki katıdır. (Tek bir tonun bant genişliği, tonun frekansı olarak kabul edilir.) 300 Hz ila 3 kHz frekans aralığına sahip iletişim kalitesinde konuşma ile modüle edilmiş bir AM sinyalinin bant genişliği 2 x 3 kHz = 6 kHz'dir. AM sinyalinin bant genişliğinin temel bant modülasyon sinyalinin alt sınırına bağlı olmadığını unutmayın .

AM MODULATION İNDEX

Eğer AM sinyalinin zarfı modüle edici sinyalin negatif tepe noktalarında sıfırsa, bu %100 modülasyona karşılık gelir. Modülasyon sinyalinin sıfır olduğu durumda, sadece sabit taşıyıcı sinyali bırakarak, bu %0 modülasyondur. 0'dan 1'e bir değer olarak ifade edildiğinde, bu *modülasyon indeksidir:*

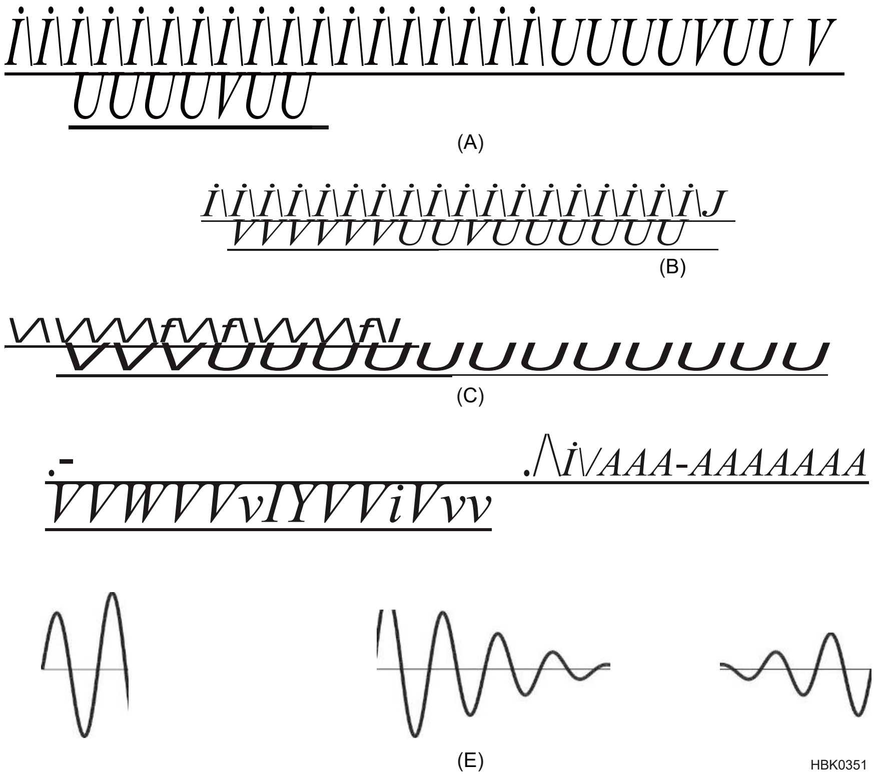
Modülasyon indeksi = M/C

Modülasyon yüzdesi = (M/C) x %100

Figurell.4Aand l .4BshowtheAMsignal dalga M = C/2 (%50 modülasyon veya bir modülasyon indeksi of0.5) ve M = C (%100 modülasyon veya 1.0 modülasyon indeksi) olduğunda oluşur. İfM C'den büyüktür, AM sinyalinin zarfı .4C Şekil 11'de gösterildiği gibi "sıfırın altına" gidebilir ve bu da sinyalin zarfının negatif zirvelerde (ve muhtemelen modülatör devresinin tasarımına bağlı olarak pozitif zirvelerde) bozulmasına neden olur. Bu, *aşırı modülasyonun koşuludur ve* bozulma, aşırı modülasyon sırasında genellikle zirvelerin düzleşmesini sergileyen zarfın şekli nedeniyle "düz tepesi'olarak bilinir. Bu aynı zamanda, üst ve alt yan bantların ötesine geçen ve bitişik kanallarda parazite neden olan sahte emisyonlarla sonuçlanır.

11.2.2 Çift Taraflı, Bastırılmış Taşıyıcı (DSB-SC) AM

Bir AM sinyalinin nasıl oluşturulduğunu görmenin başka bir yolu **Şekil 11.5'te gösterilmiştir.** Şekil 11.5A taşıyıcı ve yan bantları gösterir



Şekil 11.5 - A'da **modüle edilmemiş bir taşıyıcıdır. Üst (B) ve alt (C) kenar bantları, bir çift kenar bantlı bastırılmış taşıyıcı (DSB-SC) sinyal sonuçları (D) eklenir. Her bir yan bant taşıyıcının genliğinin yarısına sahipse, taşıyıcının** iki yan bantla kombinasyonu %100 modüle edilmiş bir AM sinyali (E) ile sonuçlanır. **İki kenar bandı taşıyıcıyla faz dışı olduğunda, üç sinyalin toplamı sıfırdır. İki kenar bandı taşıyıcı ile fazda olduğunda, ortaya çıkan sinyal, modüle edilmemiş taşıyıcının iki katı genliğe sahiptir .**

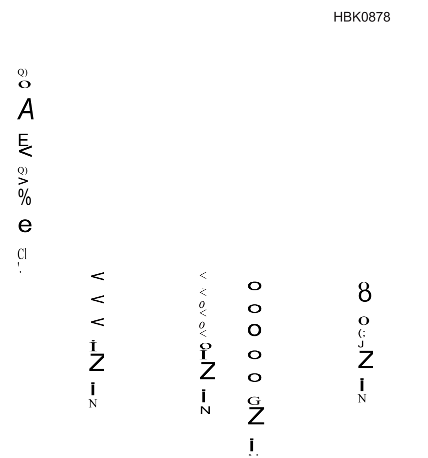
Modüle edici bir tondan 11.5B ve l1 .5C olarak gösterilir. Yakından bakarsanız, Şekil l1.5Band l'deki dalga formlarının taşıyıcıdan biraz farklı frekanslara l.5Chave olduğunu görebilirsiniz. İki kenar bandı birbirine eklenirse, Şekil İ 1.5D sinyali üretilir. Bu, *çift taraflı, bastırılmış bir taşıyıcı (DSBSC)* sinyalidir ve spektrumu, aynı 10 MHz taşıyıcı ve 300-3000 Hz kenar bantları varsayılarak Şekil 11.6'da gösterilmiştir.

Taşıyıcı sinyal eklendiğinde, tam AM işareti Şekil 11.5D'de üretilir. Tüm sinyaller fazda olduğunda, ortaya çıkan sinyal maksimum genliğe sahiptir. Tüm sinyaller faz dışı olduğunda, elde edilen sinyal sıfıra gider. Eğer taşıyıcının fazı referans olarak kullanılırsa, her bir yan bandın fazı taşıyıcının arkasına kayma (alt yan bant) veya ileriye doğru hareket etme (üst yan bant) olarak görülebilir. Kenar bantları, tonun frekansında birbirleriyle faz dışıdır, böylece ortaya çıkan zarf, modüle edici tonun sinüs dalgasını yeniden üretir.

11.2.3 Tek Taraflı Bant (SSB-SC)

Gördüğümüz gibi, taşıyıcının kendisi modülasyon içermediğinden, iletilmesi gerekmez, bu da iletilen gücün en az %67'sini korur. İki kenar bandı aynı bilgileri taşıdığından, bunlardan biri de ortadan kaldırılabilir ve bant genişliğinin yarısı tasarruf edilir. Sonuç, genellikle "SSB'olarak adlandırılan tek yan bant, bastırılmış taşıyıcıdır (SSB-SC). Alt kenar bandı ortadan kaldırılırsa, sonuç *üst yan bant (USB) olarak adlandırılır. Üst* kenar bandı ortadan kaldırılırsa, *alt kenar bandı* **(LSB) ile kalırsınız. Şekil 11.** 7, Şekil 11.6'daki kenar bantlarından birinin çıkarılmasının sonucunu göstermektedir .

SSB modülasyonunun etkisi şudur:



Şekil 11.6 - **Şekil 11.3'te gösterilen sinyalden oluşturulan çift yönlü, bastırılmış taşıyıcı (DSB-SC) sinyalin spektrumu.**

Temel bant modülasyon sinyali basitçe frekans-RF taşıyıcı frekansına kaydırılır (taşıyıcının ornot olup olmadığı). Modülasyonun spektrumu, vites değiştirme işlemi sırasında ters çevrilebilir, bu da demodülasyon işleminin, sinyali tekrar baseband frekans aralığına çevrilirken yeniden ters çevirmesini gerektirir. Bu teknik değerlendirmenin yanı sıra, LSB ve USB sinyallerindeki bilgiler arasında hiçbir fark yoktur.

Bir SSB sinyalinin bant genişliği, eşdeğer bir AM sinyalinin yarısından biraz daha azdır. Aynı 300 Hz ila 3 kHz konuşma bant genişliğini kullanarak, SSB sinyali 3000 - 300 = 2700 Hz = 2.7 kHz bant genişliğine sahiptir. Pratik olarak, SSB vericileri 300 Hz'den 2.8 kHz'e kadar genel bir ses tepkisine sahiptir ve bu da 2.5 kHz bant genişliği ile sonuçlanır.

Diğer analog modülasyon modlarının çoğuyla karşılaştırıldığında, SSB mükemmel güç verimliliğine sahiptir, çünkü iletilen güç modüle edici sinyalle orantılıdır ve konuşmada duraklamalar sırasında hiç güç iletilmez. Diğer bir avantaj, bir taşıyıcının olmamasının diğer istasyonlara daha az müdahale ile sonuçlanmasıdır.

SSB alıcı vericileri ayrıca dar bantlı dijital modlar için çok uygundur. Bir SSB alıcı-verici, temel bant ses sinyalini vericide RF'ye ve alıcıda tekrar sese çevirdiği için, dijital modülasyon, ses kartını kullanarak ses frekanslarında üretilebilir ve algılanabilir.

11.2.4 Genlik Modülasyonlu Açık-Kapalı Anahtarlama (OOK)

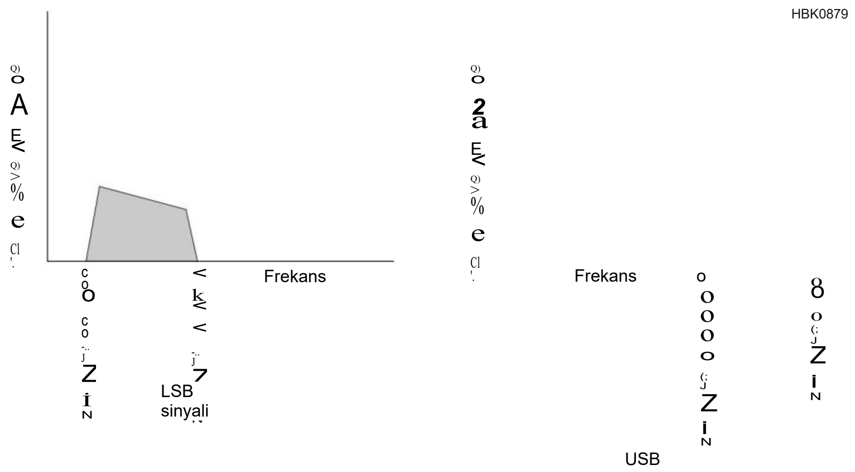
*Açma-kapama anahtarlaması (OOK), genlik kaydırmalı anahtarlamanın (*ASK) özel bir durumudur ve normalde Mors kodu göndermek için kullanılır. Kıvılcım vericilerinin günlerinden kalma tarihsel nedenlerden dolayı, amatörler, sinyal aslında açılıp kapatılmış olsa bile, bunu sürekli dalga (CW) olarak adlandırırlar.

OOK'yi, tam güç ve sıfır güç arasında geçiş yapan iki evreli bir sinyalle modüle edilen analog AM ile aynı olduğunu düşünebilirsiniz. Örneğin, modülasyonun 10 Hz kare dalga olduğunu, 24 WPM'de < lit serisi göndermeye eşdeğer olduğunu düşünün. Bir kare dalga, aynı frekanstaki bir sinüs dalgasına ve teorik olarak sonsuz sayıda tek harmoniklere ayrılabilir. Bir AM sinyalinin alt ve üst kenar bantlarının, temel bant modülasyonunun basitçe ters çevrilmiş ve ters çevrilmemiş spektrumları olduğunu hatırlayın. RF spektrumu bu nedenle taşıyıcı frekansında yan bantlar içerir ± 10 Hz, ± 3 0 Hz, ± 50 Hz, artı ve eksi sonsuza kadar. Bu fenomene *anahtar tıklamaları denir*. Yakındaki frekansları dinleyen istasyonlar, her tuş kapanışında ve açılışında bir tıklama duyarlar .

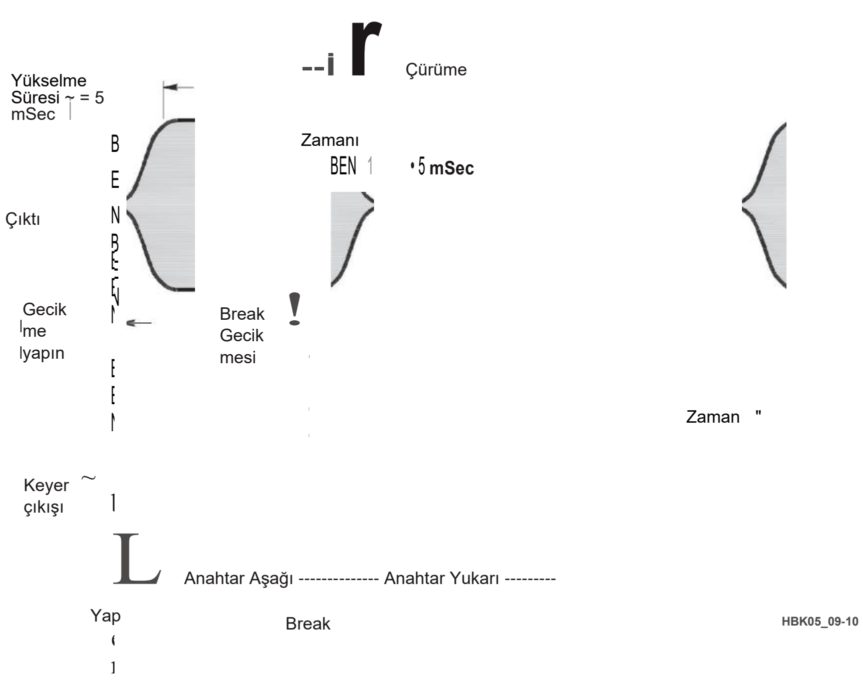
Diğer istasyonlara girişimi önlemek için, modülasyon düşük geçişli filtrelenmiş olmalıdır. Açık ve kapalı durumlar arasındaki geçiş sürelerini yavaşlatır. **Şekil 11.8'e bakınız.** Geçişler çok hızlı olursa, aşırı tuş tıklamaları oluşur. Eğer geçişler çok yavaşsa, o zaman yüksek hızlarda bir önceki geçiş, bir sonraki başlamadan önce bitmemiş olabilir, bu da sinyalin okunmasını zorlaştırır. Geleneksel olarak, filtreleme, anahtarlama hattında basit bir direnç-kapasitör lowpass filtresi ile yapıldı, ancak yükseltilmiş bir kosinüs şekli ile bir geçiş kullanmak, aşırı anahtar olmadan daha hızlı geçiş süreleri sağlar.

tıklar. Bazı modem alıcı vericileri, kontrollü bir geçiş şekli oluşturmak için DSP tekniklerini kullanır.

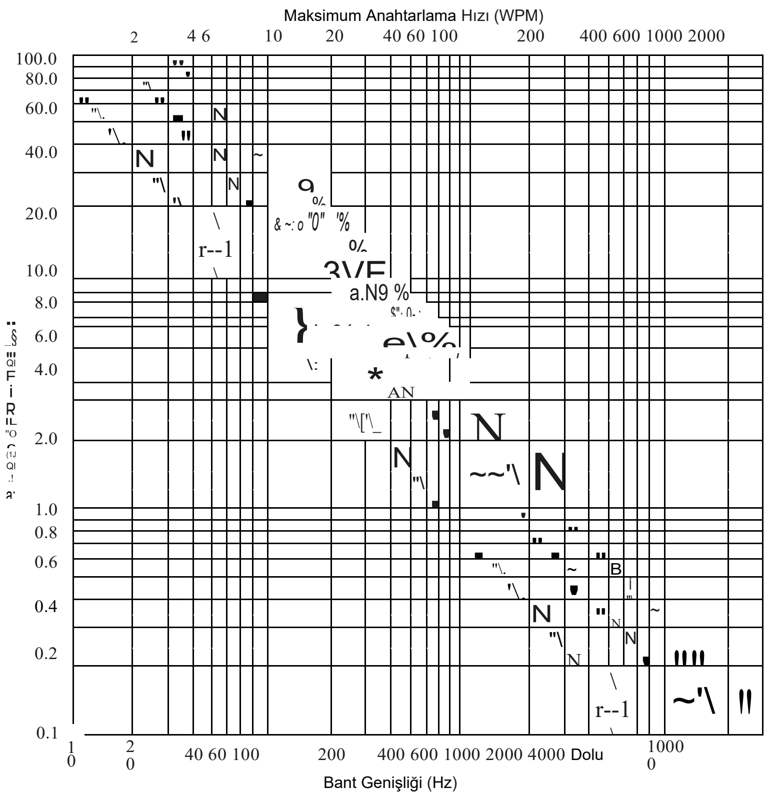
Optimum geçiş süresi ve dolayısıyla bant genişliği, anahtarlama hızına bağlıdır. Ayrıca yayılma koşullarına bağlıdır. Sinyal solduğunda, iyi kopyaya izin vermek için geçişler daha keskin olmalıdır. **şekil 11.9,** gönderme hızına ve yayılımına dayalı önerilen anahtarlama özelliklerini verir. Bir uzlaşma olarak, birçok verici 5 ms yükselme ve düşme süresi kullanır. Bant genişliğini sınırlayan



Şekil 11.7 - Şekil 11.6'da gösterilen sinyalden oluşturulabilecek iki tek yan bant (SSB) sinyalinin spektrumu.



Şekil 11.8 - Filtrelenmiş bir CW anahtarlama dalga formu. RF zarfının açma-kapama geçişleri mümkün olduğunca çabuk geçiş yaparken mümkün olduğunca pürüzsüz olmalıdır. RF Çıkış dalga formunun şekli bu açıdan neredeyse optimumdur.



Şekil 11.9 - Solma ve **solmayan iletişim devreleri için hız vs yükseliş ve düşüş süreleri vs bant genişliği. Örneğin, solmayan bir devrede 20 WPM için verici zamanlamasını optimize etmek için, WPM ekseninden K = 3 hattına dikey bir çizgi çizin. Oradan yükseliş/düşüş eksenine yatay bir çizgi çizin (yaklaşık 15 ms). Yatay çizginin bant genişliği çizgisini geçtiği yerden dikey bir çizgi çizin ve bant genişliğinin yaklaşık 50 Hz olduğunu görün. Solma varlığında kopyalama yeteneğini korumak için daha sert (daha ani) anahtarlama gerekir.**

Solmayan kanallarda 150 WPM'ye ve solmayan kanallarda 60 WPM'ye kadar iyi bir kopyalama sağlarken, çoğu gereksinimi karşılayan yaklaşık 35 Hz'e.

Herhangi bir dijital sistemde, saniyedeki durum değişikliklerinin sayısına *baud hızı veya sembol hızı denir ve saniyede baud veya sembollerle ölçülür.* Tek bir Mors kodu < lit göndermek, iki eşit uzunlukta durum veya sembol gerektirir: < lit'in uzunluğu için açık ve < lits arasındaki boşluk için kapalı. Böylece, saniyede 10 dit hızında gönderilen bir dit dizisi 20 baud sembol oranına sahiptir .

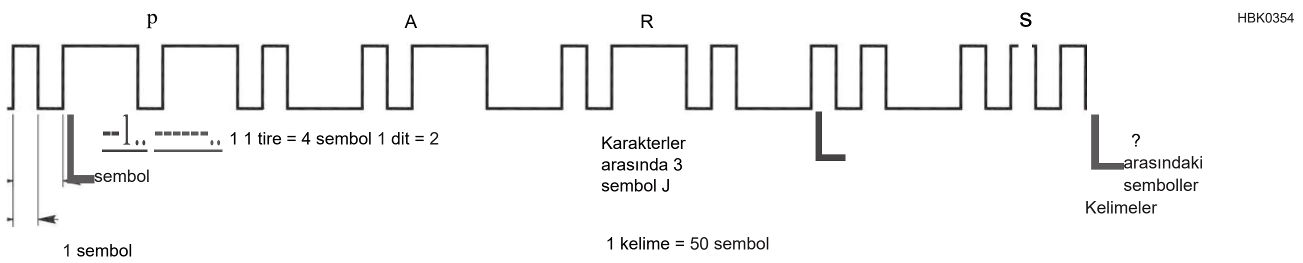
Şekil 11.10'a bakınız. Bir Mors kodu tire, < litre uzunluğunun üç katı boyunca açıktır. Kapalı zaman için bir sembol içeren, bir tire göndermek için toplam süre dört semboldür, < litre göndermek için iki katıdır. Örneğin, 20 baud baud hızında, saniyede 10 dit veya saniyede 5 tire vardır. Bir sözcük içindeki karakterler arasındaki boşluk, < lits ve tireler arasındaki normal boşluktan iki fazla olan üç semboldür. Kelimeler arasındaki boşluk yedi semboldür .

Gönderme hızını hesaplamak amacıyla, standart bir kelimenin beş karaktere ve kelimeler arası boşluğa sahip olduğu kabul edilir. Ortalama olarak, bu kelime başına 50 sembol ile sonuçlanır. Bundan, dakika başına kelimelerdeki hız baud hızından hesaplanabilir:

W M 60 (saniye / dk) b d

= -- ~ --- ~ -x au s
50 (semboller ben kelime)

Mors alfabesindeki karakterlerin hepsi aynı uzunlukta değildir. Daha uzun kodlar daha az sıklıkta kullanılan karakterler için kullanılırken, en kısa kodlar en yaygın karakterler için ayrılmıştır. Örneğin, İngilizce dilindeki en yaygın harf olan E, tek bir < litre olarak gönderilir.Bu şekilde, ortalama karakter uzunluğu azaltılır ve belirli bir baud hızı için daha hızlı bir gönderme hızı elde edilir. Böyle bir değişken uzunluklu kod, bazı modem dijital modlarında (Dijital **Protokoller ve Modlar** bölümü) kopyalanan bir teknik olan varicode olarak bilinir.



Şekil 11.10 - **PARIS kelimesinin CW zamanlaması, kelime başına standart 50 sembole eşit bir uzunluğa sahiptir. Bir bellek anahtarlayıcısına birden çok kez programlanarak, hız, kelimenin bir dakika içinde tamamlanma sayısını sayarak kalibre edilebilir.**

11.3 Açı modülasyonu

Açı modülasyonu, modüle edici sinyale yanıt olarak bir RF sinyalinin faz açısını değiştirir. Bu bağlamda, "faz", modüle edilmemiş RF sinüs dalgasının modüle edilmemiş taşıyıcıya göre fazı anlamına gelir. Açı modülasyonu hem frekans modülasyonunu hem de faz modülasyonunu içerir, çünkü frekanstaki herhangi bir değişiklik fazda bir değişikliğe neden olur. Örneğin, fazı bir değerden diğerine düzgün bir şekilde rampa etmenin yolu frekansı değiştirmek ve beklemektir. Frekans + 1 Hz değiştirilirse, 1 saniye sonra faz + 360 ° değişmiş olacaktır. 2 saniye sonra, faz + 720 ° değişmiş olacak, vb. Frekansı diğer yönde değiştirin ve faz da ters yönde hareket eder. Sinüs dalgası modülasyonu ile, frekans ve faz her ikisi de sinüzoidal bir şekilde değişir. **Şekil 11.11'e bakınız .**

Açı modülasyonu için, modülasyon sinyali, m (t), genliğine değil, taşıyıcının frekansına veya fazına uygulanır :

sin (2nfc t + kp m (t)) veya sin (2nfe t x fy m

(t))

Matematiksel olarak, bunlar eşdeğerdir ve çoğu metin ikinci formla çalışır. Kp ve f sabitleri aşağıda modülasyon indeksi tartışmasında açıklanmıştır.

Frekanstaki herhangi bir değişiklik fazda bir değişikliğe neden olduğundan, *frekans modülasyonu* (FM) ve *faz modülasyonu* (PM) temelde aynıdır. *Frekans sapması terimi,* RF frekansının belirli bir modüle edici sinyal ile merkez (taşıyıcı) frekansından saptığı miktar anlamına gelir. Bir FM sinyalinin anlık sapması, modüle edici sinyalin anlık genliği ile orantılıdır. Bir PM sinyalinin anlık sapması, modüle edici sinyalin anlık değişim oranı ile orantılıdır. Bir sinüs dalgasının değişim hızı, frekansı ve genliği ile orantılı olduğundan, bir PM sinyalinin sapması, modüle edici sinyalin hem genliği hem de frekansı ile orantılıdır .

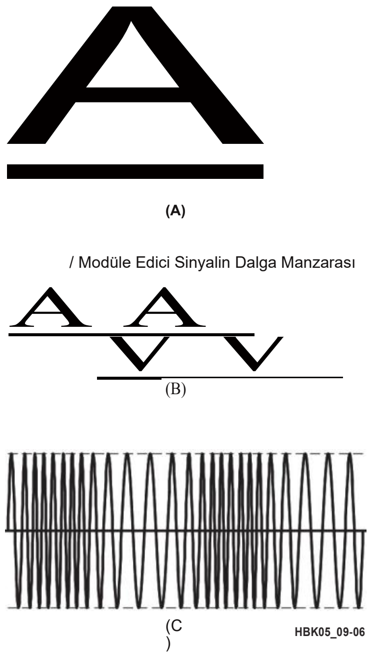
11.3.1 Açı Modülasyonlu Modülasyon İndex

Modülasyon indeksi, tepe sapmasının en yüksek ses frekansına oranıdır. *Sapma oranı,* izin verilen maksimum tepe sapmasının izin verilen maksimum modüle edici frekansa oranıdır. Modülasyon indeksi, modülasyon sinyalinin neden olabileceği maksimum faz değişimi miktarının (¢ MAx) bir ölçüsüdür. Bir singletone modüle edici sinyal için :

Modülasyon indeksi = A x f/f (FM için)

Modülasyon indeksi = (¢ MAx) = kp x A

(PM için)



Şekil 11.11 - Frekans modülasyonunun grafiksel gösterimi. Modüle edilmemiş taşıyıcı (A) her RF döngüsü aynı miktarda zaman alır. Modüle edici sinyal (B) uygulandığında, modüle edici sinyalin (C) genliğine ve polaritesine göre radyo frekansı artar veya azalır.

Modülasyon indeksi radyan cinsinden hesaplanır ve bir tam sinüs dalga döngüsünün 360 °'sinde 180/w radyan vardır (1 radyan = 57.3 °). İn ekleme ,

A, volt cinsinden modülasyon sinyalinin genliğidir

f, hertz'deki mesaj sinyalinin frekansıdır.

f, modüle edici sinyalin volt başına sapma hertzindeki modülatörün hassasiyetini temsil eden frekans sapma sabitidir.

Ax f tepe *sapmasıdır*

9MAx, modülasyon sinyalinin neden olduğu faz değişiminin maksimum değeridir.

Kp, *faz sapma sabitidir ve modüle* edici sinyalin volt başına faz değişimi radyanlarında faz modülatörünün hassasiyetini belirtmesi bakımından f'ye benzer.

PM için, modülasyon indeksi mesaj frekansına bağlı değildir. Bir FM sinyali için, tepe sapması büyürse veya fy küçülürse m daha büyük olacaktır. Örneğin, yüksek sesli düşük frekanslı sinyaller, verici sapmayı sınırlamadığı sürece modülasyon indeksinin oldukça büyük olmasına neden olabilir.

ve mikrofon kazancı veya frekans tepkisi.

FCC düzenlemeleri, modülasyon indeksini en yüksek modülasyon frekansında 29 MHz'in altındaki frekanslar için maksimum 1.0 ile sınırlar. Ses 3 kHz'e filtrelenmiş düşük geçişli ise, sapma 3 kHz'den fazla olmayabilir. Bu nedenle, 29 MHz'in altındaki frekanslar için FM vericileri genellikle 3 kHz sapma için ayarlanırken, yüksek frekanslardaki FM vericileri tipik olarak yaklaşık 5 kHz sapma için ayarlanır. *Dar bant FM terimi genellikle* 3 kHz'den fazla olmayan sapmayı ifade eder *ve geniş bantlı FM* 3 kHz'den büyük sapmayı ifade eder.

11.3.2 Açı Modülasyonu Ses Frekansı Yanıtı

FM ve PM arasındaki tek fark ses frekansı yanıtıdır. Modüle edici sinyalin 6 dB/oktav ön vurgusuna sahip bir FM vericisi, bir PM vericisinden ayırt edilemez. 6 dB/oktav de-vurgulu APM vericisi, bir FM vericisinden ayırt edilemez. Bunun tersi alıcıda gerçekleşir. 6 dB/oktav de-vurgu ağı tarafından takip edilen bir frekans dedektörü, bir faz dedektörü gibi davranır. Çoğu VHF ve UHF amatör "FM" alıcı vericisinin, - sırasıyla vericilerde ve alıcılarda kullanılan ön vurgu ve deemfaz ağları nedeniyle gerçekten "PM" alıcı vericileri olarak adlandırılması gerektiğini belirtmek ilginçtir.

Çoğu FM ve PM vericisi, maksimum sapmayı sınırlamak için modülatörden önce bir çeşit ses kompresörü içerir. *Sapma teriminin yaygın kullanımı,* ses kompresörü tarafından izin verilen maksimum tepe sapmasını ifade etmesidir. Frekans, merkez frekansın en fazla 5 kHz üzerinde ve merkez frekansın 5 kHz altında sallanırsa, sapmanın 5 kHz olduğunu söylüyoruz.

11.3.3 Açı Modülasyonu Bant Genişliği

Açı modülasyonlu bir sinyalin spektrumu isfairlycomplex. Withsine-wavemodülasyon, bir anglemodulated vericiden RF frekans spektrumu taşıyıcı ve her biri modülasyon frekansı ile aralıklı bir dizi yan bant çiftinden oluşur. Örneğin, 3 kHz sinüs dalga modülasyonu ile, spektrum, taşıyıcıya göre ± 3 kHz, ± 6 kHz, ± 9 kHz ve benzeri tonları içerir. Modülasyon indeksi 1.0'dan çok daha az olduğunda, sadece ilk yan bant çifti önemlidir ve spektrum bir AM sinyaline benzer görünür (yan bantların fazları farklı olsa da).

Modülasyon indeksi arttıkça, daha

ve daha fazla kenar bantları görünür. AM'den farklı olarak, taşıyıcı genliği de sapma ile değişir ve aslında belirli modülasyon endeksleri için tamamen kaybolur. Açı modülasyonlu bir sinyalin genliği modülasyonla değişmediğinden, taşıyıcının ve tüm yan bantların toplam gücü sabittir**.** **Şekil 11.12,** farklı modülasyon indekslerinde 1 kHz modülasyon sinyaline sahip bir FM sinyalinin birkaç grafiğini göstermektedir. Modülasyon indeksi değiştikçe kenar bantlarının nasıl arttığına ve azaldığına dikkat edin. Tüm bu spektrumlar aynı toplam güce sahiptir .

Taşıyıcının genlikleri ve çeşitli kenar bantları bir seri ile tanımlanır **Şekil 11.13'te grafiksel olarak gösterilen Bessel fonksiyonları adı verilen matematiksel denklemlerin.** Modülasyon indeksi 2,405 ve 5 ,52'ye eşit olduğunda taşıyıcının kaybolduğunu unutmayın. Bu gerçek, bir FM vericisinin sapmasını ayarlamak için kullanılabilir. Örneğin, 5 kHz sapmayı ayarlamak için, mikrofon girişini 5/2.405 = 2.079 kHz frekans için bir sinüs dalga jeneratörü setine bağlayın, tothecarrierona dar bant alıcısını dinleyin ve taşıyıcı kaybolana kadar sapmayı ayarlayın.

11.3.4 Carson Kuralı

Genlik modülasyonunun aksine, açı Modülasyon doğrusal değildir. Genlik modülasyonu ile, RF spektrumunun şeklinin modülasyon spektrumununkiyle aynı olduğunu, SSB ile tek taraflı ve DSB ile çift taraflı olduğunu hatırlayın. Açı modülasyonunda bu doğru değildir. 3 kHz ile sınırlı ses bandına sahip çift taraflı AM sinyali 6 kHz RF bant genişliğine sahiptir. Aynı ses özelliklerine sahip bir FM vericisinin, ancak 5 kHz sapma ile en az 10 kHz bant genişliğine sahip olması gerektiğini görmek kolaydır. Bant genişliğinin sapmanın iki katına eşit olduğunu düşünebilirsiniz, ancak gerçekte iletilen spektrum teorik olarak sonsuza kadar uzanır, ancak belirli bir noktanın ötesinde kaybolur. Genel bir kural olarak, spektral enerjinin yaklaşık %98'i *Carson kuralı tarafından tanımlanan bant genişliğinde bulunur:*

$$BW = 2(f_d + f_m)$$

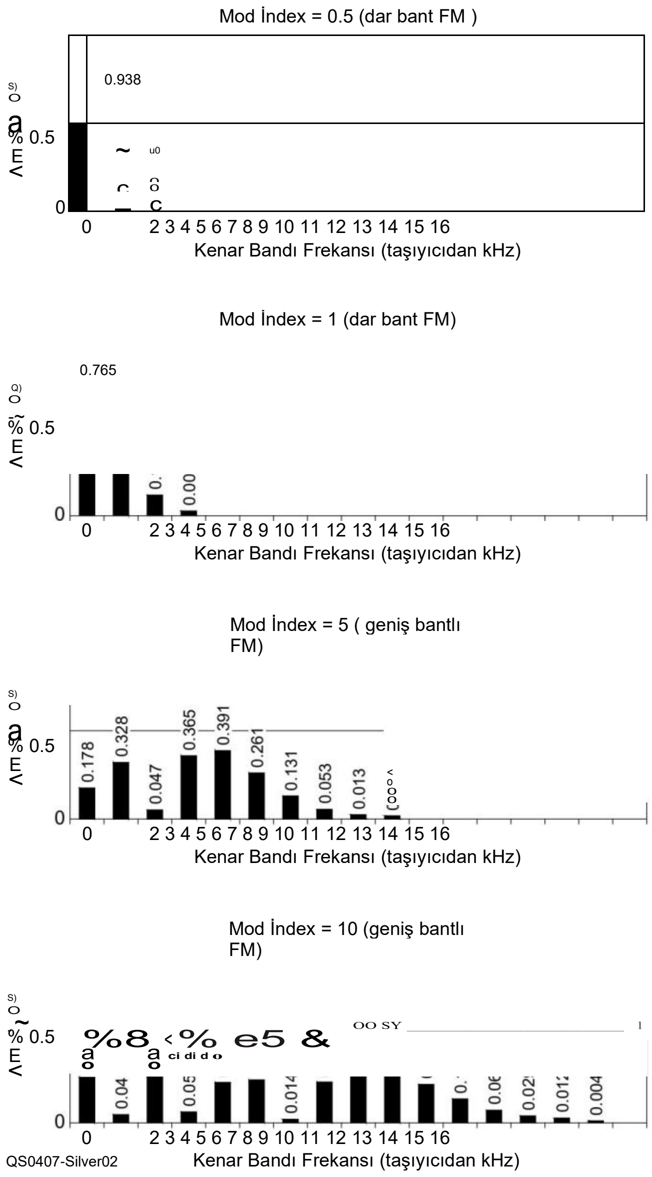
nerede
f = tepe sapması ve
f "" = en yüksek modülasyon frekansı .

Örneğin, sapma 5 kHz ise ve ses 3 kHz ile sınırlıysa, bant genişliği yaklaşık 2 (5 + 3) = 16 kHz'dir.

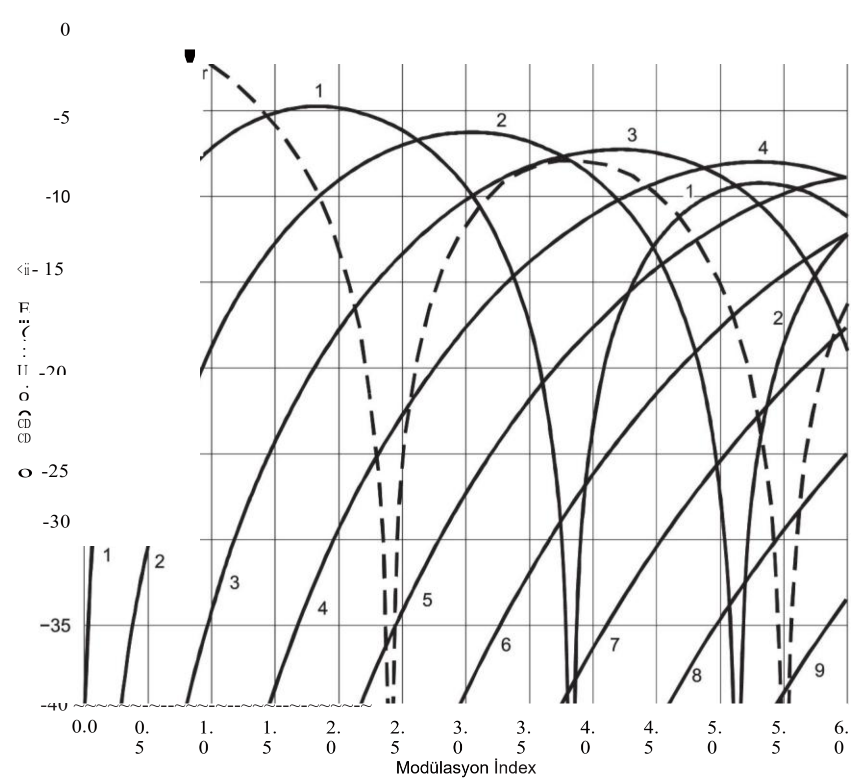
Carson Kuralını "fazla uygulamamaya" dikkat edin. İt, sinyal gücünün belirli bir miktarının (%98) içerdiği bant genişliğini tahmin etmenin bir yöntemidir. Bu, bu bölümde daha önce belirtilen FCC tanımı kadar katı bir tanım değildir. Modülasyon indeksini sınırlamak ve bant genişliğini kurallarda belirtmek, tek bir FM veya PM "kanalı've bu kanalın dışında ne kadar enerji olmasına izin verildiğini tanımlar**. Şekil 11.14** tipik 2 metre FM tekrarlayıcı çıkışını gösterir ve Carson Kuralı ile FCC bant genişliği sınırlarını karşılaştırır. İki kuraldan türetilen bant genişlikleri "yakın" ancak eşdeğer değildir. FCC, sinyali Carson Kuralının öngördüğünden daha geniş olarak değerlendirir. Carson Kuralına güvenmek, minimum aralıkta bitişik kanallara müdahale edilmeyeceğini garanti etmek için yeterli değildir.

11.3.5: Gürültü ve FM Sinyalleri

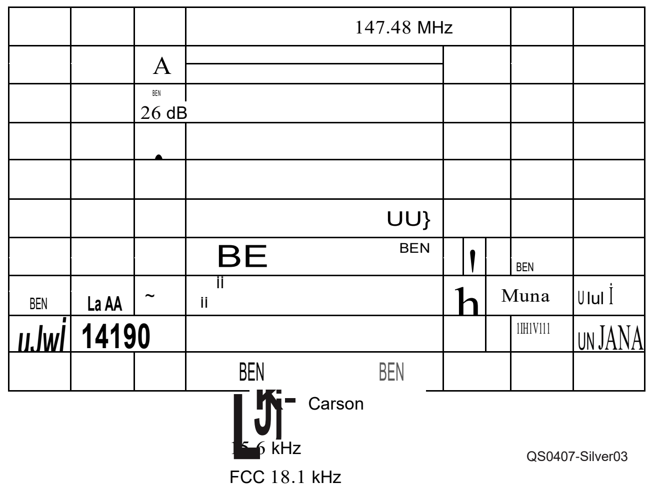
Genlik hiçbir bilgi taşımadığından, FM alıcıları genlik varyasyonlarına mümkün olduğunca duyarsız olacak şekilde tasarlanmıştır. Gürültü çoğunlukla doğada AM olma eğiliminde olduğundan, bu daha sessiz bir demodüle edilmiş sinyal ile sonuçlanır. Tipik olarak alıcı, dedektöre uygulanmadan önce, herhangi bir genlik varyasyonunu kaldırarak sinyalin kırpılmasına neden olan çok yüksek kazançlı bir amplifikatör olan bir sınırlayıcı içerir. AM'den farklı olarak, bir FM sinyali güçlendikçe, demodüle edilmiş sesin hacmi aynı kalır, ancak gürültü azalır.



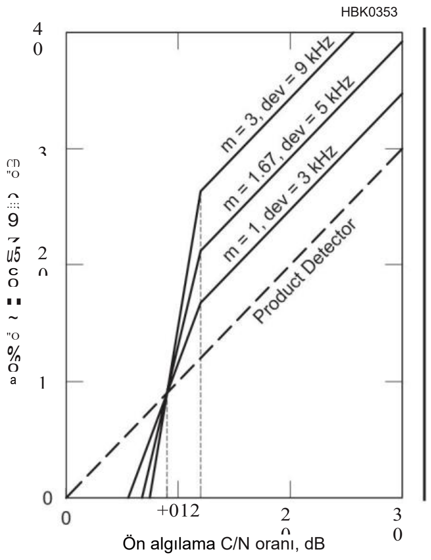
Şekil 11.12 - Farklı modülasyon indekslerinde 1 kHz'lik modüle edici bir sinyal frekansı için bir FM sinyalinin yan bantlarının yarısını gösteren grafikler.



Şekil 11.13 - FM taşıyıcısının genliği ve modülasyon indeksine karşı ilk dokuz yan bant. Bu, F. W. Bessel tarafından geliştirilen matematiksel fonksiyonların grafiksel bir temsilidir. Taşıyıcının 2.405 ve 5.52 modülasyon endekslerinde tamamen kaybolduğunu unutmayın.



Şekil 11.14 - Tipik bir 2 metre FM tekrarlayıcı için spektrum analizörü ekranı. Carson Kuralı ve FCC'nin bant genişliği tanımı için bant genişlikleri ve genlikleri spektrum üzerine yerleştirilmiştir.



Şekil 11.15 - Çeşitli modülasyon endekslerinde bir FM dedektörü için giriş taşıyıcı-gürültü oranına (C/N) karşı algılama sonrası sinyal-gürültü oranının (SIN) bir grafiği, m. her modülasyon indeksi için sapma
Ayrıca maksimum modülasyon frekansının 3 kHz olduğu varsayılır. Karşılaştırma için, bir SSB ürün dedektörünün performansı da gösterilmiştir.

Alıcı hassasiyeti genellikle belirli bir giriş sinyali seviyesi için gürültünün ne kadar bastırıldığı ile belirlenir. Örneğin, 0.25 µV'luk bir sinyal gürültünün 20 dB azalmasına neden olursa, 20 dB'lik sessizlik için alıcı duyarlılığının 0.25 µV olduğunu söyleriz .

Sınırlayıcı ayrıca *yakalama etkisi olarak bilinen bir fenomene neden olur.* Aynı anda birden fazla sinyal varsa, sınırlayıcı zayıf sinyali daha güçlü olana göre azaltma eğilimindedir. Daha güçlü sinyalin alıcıyı "yakaladığını" söylüyoruz. Etki, kanal içi paraziti azaltmada çok yararlıdır.

Hem gürültünün hem de parazitin bastırılması, sapma ne kadar geniş olursa o kadar büyüktür. Daha geniş sapmaya sahip FM sinyalleri daha fazla bant genişliği alır ve aslında zayıf sinyaller için dedektör çıkışında daha düşük bir sinyal-gürültü (SİN) oranına sahiptir, ancak belirli bir eşiğin üzerindeki sinyal seviyeleri için daha iyi SİN oranına ve girişim reddine sahiptir. Şekil **11.15'e bakınız.**

Gürültü ve interferansa ek olarakEğitim avantajı, açı-modülatedsignals tam taşıyıcı AM ile kritik olmayan frekans doğruluğunun avantajlarını ve alıcıdaki otomatik kazanç kontrol sisteminin görevini kolaylaştıran bir sinyalin sürekli varlığını paylaşır. Ek olarak, sinyal sabit genlik olduğundan, vericinin doğrusal bir amplifikatöre ihtiyacı yoktur. Daha yüksek güç verimliliğine sahip C sınıfı amplifikatörler kullanılabilir .

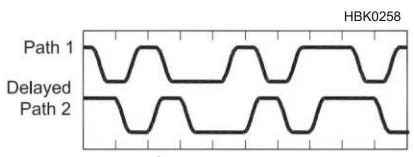
11.4 FSK ve PSK

Teknik olarak açı modülasyonu türleri, - frekans kaydırmalı anahtarlama (FSK) ve aşamalı anahtarlama kendi terimleriyle daha kolay tartışılmaktadır. Dijital verilerin O ve 1 bit değerlerini belirtmek için bir sinyalin frekansını veya fazını değiştirme tekniği, Amatör Radyo dışındaki baskın iletişim şeklidir. Amatörler, özellikle sembol oranı ve bant genişliği sınırlarının VHF ve altına göre çok daha elverişli olduğu UHF tahsislerinde ve üzerinde daha dijital teknikler benimsedikçe bu teknikleri daha geniş bir şekilde kullanıyorlar.

Frekans kaydırmalı anahtarlama (FSK), ortak kullanıma giren ilk dijital açı modülasyonlu formattı. FSK, RF sinyalinin iki frekans arasında geçiş yapmasına neden olan ikili (iki seviyeli) bir sinyalle modüle edilen analog FM ile aynı olduğu düşünülebilir. İt ayrıca, biri diğerinde olduğunda kapalı olacak şekilde anahtarlanan iki yakın frekansta iki on-off-keyed (OOK) sinyaline eşdeğer olarak düşünülebilir. OOK'ta olduğu gibi, durumlar arasındaki geçişler anlık ise, aşırı bant genişliği oluşur - bu da tuş tıklamalarına benzer yakın kanallarda parazite neden olur. Bu nedenle, modüle edici sinyal, RF sinyalinin bir frekanstan diğerine hareket ettiği hızı yavaşlatmak için filtrelenmiş düşük geçişli olmalıdır.

FSK normalde sadece semboller arasında değişen frekans ile gerçek bir sabit genlik sinyali olarak iletilse de, bu şekilde alınması gerekmez. Alıcı, sinyali iki OOK sinyali olarak ele alabilir ve her birini ayrı ayrı demodüle edebilir. Bu, HF yayılma koşulları seçici solma sergilediğinde bir avantajdır - bir frekans tamamen kaybolsa bile, alıcı diğerini kopyalamaya devam edebilir, bir *frekans çeşitliliği biçimi.* Bundan yararlanmak için normalde geniş vites (850 Hz) kullanılmalıdır. Dar vardiyalı FSK (170 Hz) ile, iki ton genellikle seçici solma sergilemek için çok yakındır.

Daha önce tartışıldığı gibi, seçici solma, alıcı antene aynı anda iki veya daha fazla yolla gelen sinyalden kaynaklanır. Aynı fenomen olabilir



Şekil 11.16 - Çok yollu yayılma Semboller arası girişime (İSi) neden olabilir. Alıcı kod çözücünün sinyali örneklediği sembol karar noktalarında, yol 2 verileri genellikle yol 1'deki verilere karşıdır.

Semboller arası girişim olarak bilinen başka bir sinyal bozulmasına neden olur. **Şekil 11.16'ya bakınız.** Eğer iki yol uzunluğundaki fark yeterince büyükse, o zaman bir yoldan gelen sinyal diğerine göre bir bütün sembol zamanı gecikmeli olarak gelebilir. Alıcı, bir sembol tarafından zaman kaydırılan sinyalin iki kopyasını görür. İn etkisi, sinyal kendine müdahale eder. Bir çözüm, baud hızını yavaşlatmaktır, böylece semboller üst üste gelmez. Bu nedenle, HF'de kullanılan sembol oranları genellikle 50 ila 100 baud'dan fazla değildir.

Çok seviyeli FSK (MFSK), sembol oranını azaltmak için bir yöntemdir. Geleneksel ikili FSK'dan farklı olarak, ikiden fazla vardiya frekansına izin verilir. Örneğin, sekiz frekansla, her sembolün sekiz olası durumu olabilir. Sekiz durumu temsil etmek için üç bit gerektiğinden, sembol başına üç bit iletilir. Bu, baud hızını artırmadan veri hızının üç katını elde ettiğiniz anlamına gelir. Dezavantajı, gürültüye azaltılmış bir sinyal ve parazit oranına sinyaldir. Eğer maksimum sapma aynı ise, o zaman frekanslar 8FSK ile ikili FSK'den yedi kat daha yakındır ve alıcı teorik olarak yedi kez (16.9 dB) gürültüye ve parazite daha duyarlıdır. Bununla birlikte, İF sınırlayıcı aşaması, sinyal FSK dedektörüne ulaşmadan önce çoğu genlik varyasyonunu ortadan kaldırır, bu nedenle duyarlılıktaki gerçek artış, belirli bir eşiğin üzerindeki sinyal seviyeleri için daha azdır.

Her türlü FSK ile, teorik olarak değişimi istediğiniz kadar dar yapabilirsiniz. Ana dezavantaj, alıcının yukarıda açıklandığı gibi gürültüye ve parazite daha duyarlı hale gelmesidir. Ek olarak, bant genişliği beklediğiniz kadar azaltılmaz. Analog FM'de olduğu gibi, sapma ne kadar küçük olursa olsun, kapsamı sembol oranına bağlı olan yan bantlar elde edersiniz.

Minimum vardiya anahtarlama ***(MSK), minimum*** pratik düzeyde, bant genişliği ve sinyal-gürültü oranını dikkate alan bir sapma ile FSK'dir. Bu, baud hızının 0.25 katının merkez frekansından bir frekans kayması veya frekans kaymasının ortak tanımını kullanarak, baud hızının 0.5 katının iki tonu arasındaki bir fark olduğu ortaya çıkıyor. Eğer, belirli bir sembolde, frekans üst tona kaydırılır, daha sonra RF sinyalinin fazı, sembol periyodu boyunca 0.25 döngü veya 90 ° değişecektir. Düşük ton seçilirse, faz kayması -90 ° olur. Bu nedenle, MSK, sembol oranının 0.5 katı frekans kayması olan FSK veya ± 90 ° faz kayması olan diferansiyel faz kayması anahtarlaması (DPSK) olarak kabul edilebilir. İkili veriler, fazın bir sembolden diğerine + 90 veya -90 ° değişmesine neden olur.

Gaussian minimum-shift anahtarlama (GMSK), modüle edici sinyalin Gauss frekans tepkisine sahip düşük geçişli bir filtre ile filtrelenmiştir. Daha önce de belirtildiği gibi, herhangi bir açı modülasyonu ile modülasyonun spektrumu RF'de çoğaltılmaz, ancak artan bir bant genişliğine yayılır. Bu nedenle, RF spektrumu zaten daha geniş olacağından, keskin bir kesime sahip bir modülasyon filtresi kullanmanın bir anlamı yoktur. Bir Gauss filtresinin, geçiş bandından durma bandına kademeli geçişiyle, açı modülasyonlu bir dijital sistem için optimum şekle sahip olduğu ortaya çıktı. Bununla birlikte, bir Gauss filtresi de zaman alanında sembolden sembole kademeli bir geçişe sahiptir. Geçiş, bir sonraki sembolün zamanına kadar tamamen tamamlanmaz, bu, yayılma bozukluklarının yokluğunda bile, iletilen sinyalde semboller arası bir girişim olduğu anlamına gelir. Bununla birlikte, uygun filtre bant genişliği seçimi ile, İSi performansı ciddi şekilde etkilemeyecek kadar küçüktür.

İkili faz kaydırmalı anahtarlama (BPSK), genellikle basitçe faz kaydırmalı anahtarlama (PSK) olarak adlandırılır, bu bölümde yer alır, çünkü isim gerçek sabit açı modülasyonu olduğunu gösterir. Bu şekilde uygulamak mümkündür. Bir örnek, yukarıda açıklandığı gibi, ± 90 ° faz kayması ile diferansiyel BPSK olarak düşünülebilen MSK'dır. Bununla birlikte, BPSK terimi normalde semboller arasında 180 °'lik bir faz farkı ile faz kaydırma anahtarlamasını ifade eder. Bir durumdan diğerine geçmek için, modülasyon filtresi, tekrar tam genliğe sorunsuz bir şekilde yükselmeden önce, polaritenin tersine döndüğü (faz 180 ° değiştiği) genliği sorunsuz bir şekilde sıfıra indirir. Bu nedenle, genellikle uygulanan BPSK, PSK olarak değil, + 1 ve -1 olmak üzere iki modülasyon genliğine sahip bir genlik kaydırma anahtarlama (ASK) biçimi olarak düşünülmelidir. Gerçek açı modülasyonundan farklı olarak, doğrusaldır, böylece modülasyon filtresinin spektrumu RF'de çoğaltılır. Verici, aşırı tahrikli bir SSB vericisinden kaynaklanan sıçramaya benzer bozulmayı ve aşırı bant genişliğini önlemek için doğrusal bir amplifikatör kullanmalıdır .

11.4.1 Çoklu taşıyıcı Modülasyonu

Her sembole daha fazla veri biti sığdırmak için etkili bir yöntem, her biri kendi taşıyıcı frekansında, diğer taşıyıcıların frekanslarından uygun bir mesafede aralıklı olarak ayrı ayrı modüle edilmiş birden fazla sinyal kullanmaktır. Bir örnek çok taşıyıcı FSK. Bu, aynı zamanda birden fazla frekans kullanan MFSK ile karıştırılmamalıdır, ancak her seferinde sadece bir tane. Çok taşıyıcılı FSK ile, her taşıyıcı sürekli olarak bulunur ve ayrı bir veri akışına yanıt olarak frekans kaydırılır. Toplam veri hızı eşittir

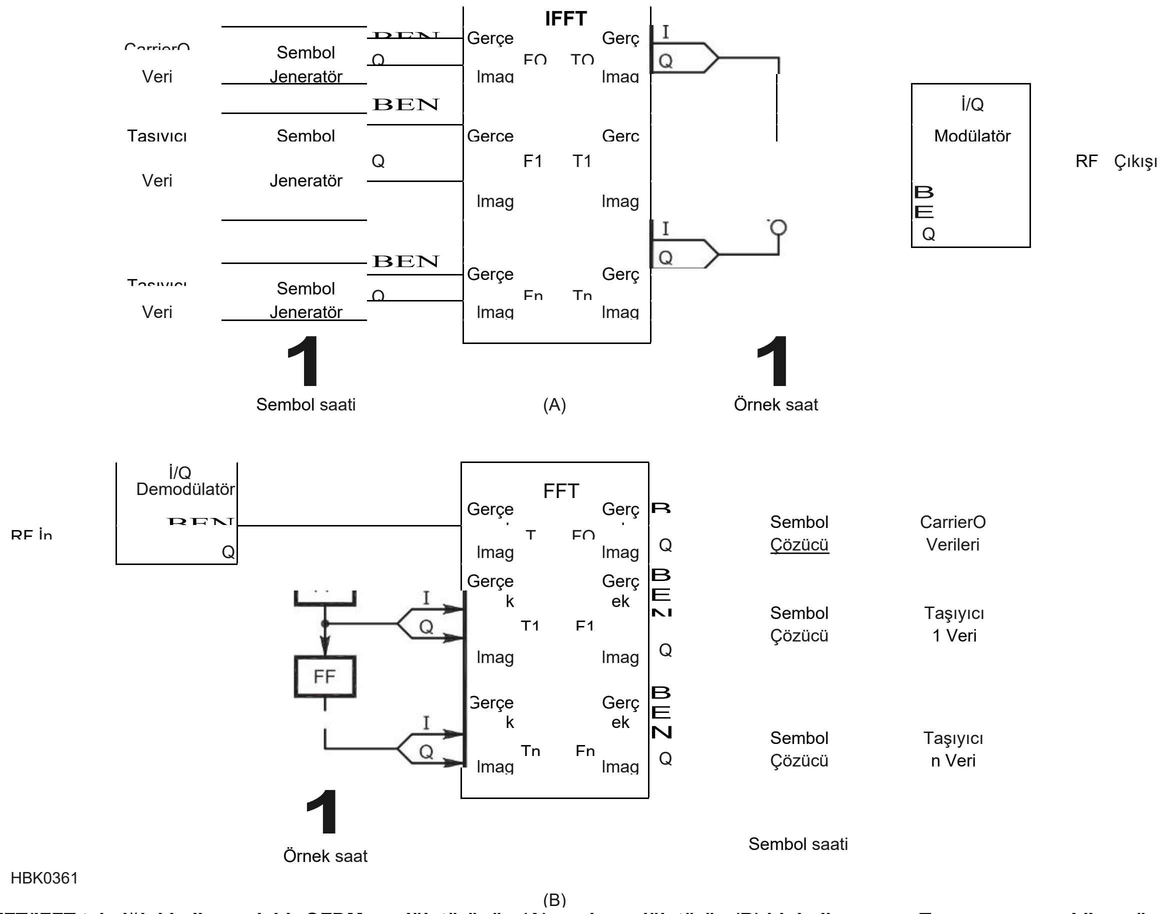
Bir taşıyıcının veri hızı, taşıyıcıların sayısının katıdır. Çok taşıyıcılı FSK'nın bir dezavantajı, ortaya çıkan sinyalin artık sabit genlik olmaması - doğrusal bir amplifikatörün kullanılması gerektiğidir. Genel olarak, her taşıyıcıda herhangi bir modülasyon tipi kullanan çok taşıyıcı sinyaller, yüksek tepe-ortalama güç oranlarına sahip olma eğilimindedir .

Seçici solma varlığında, diğerleri hala mevcutken taşıyıcılardan bir veya daha fazlası kaybolabilir. Çoklu taşıyıcı modülasyonunun bir avantajı, hatalı kodlamanın, eksik verileri yeniden oluşturmak için etkilenmemiş taşıyıcıları kullanabilmesidir. Ayrıca, her taşıyıcı sinyal nispeten dar bant olduğundan, yayılma koşulları esasen bu bant genişliği içinde sabittir. Bu, alıcının faz bozulması gibi diğer frekans seçici yayılma bozukluklarını düzeltmesini kolaylaştırır. Bunun yerine aynı toplam bant genişliğine sahip tek bir taşıyıcı sinyal kullanılmış olsaydı, alıcı iletim kanalı boyunca genlik ve faz değişimlerini düzeltmek için uyarlanabilir bir ekolayzıra ihtiyaç duyardı.

Her biri birden fazla taşıyıcı kullanarak Sembol başına çoklu bit modülasyonu, çok yollu yayılımın HF bantları üzerindeki etkileriyle mücadele etmek için gereken düşük sembol oranlarını korurken oldukça yüksek veri hızları elde etmek mümkündür. Örneğin, PACTO R-İ, DQPSK'nın 600 taşıyıcılarını kullanarak 100 baud sembol hızı ile saniyede 3 18 bit ham veri hızı elde eder. (100 bauds x 2 bit/sembol x 18 taşıyıcı = saniyede 3600 bit.) Benzer şekilde, Clover-2000 modülasyon, 4 seviyeli DASK ile birlikte sekiz 16-DPSK taşıyıcısı kullanarak 62.5 baud sembol hızı ile saniyede 3000 bit alır. (62.5 bauds x (4 + 2) bit/sembol x 8 taşıyıcı = saniyede 3000 bit.) Bu karmaşık modülasyon teknikleri kullanılarak kod çözme oldukça kırılgandır, bu nedenle PACTOR ve Clover, yayılma koşulları bozulduğunda otomatik olarak daha basit, daha sağlam modülasyon türlerine geçmek için araçlar içerir .

Bitişik frekanslarda sinyaller arasında aşırı müdahale olmadan kullanılabilecek minimum taşıyıcı aralığı nedir? Cevap sembol oranına ve filtrelemeye bağlıdır. Bunun kolay olduğu ortaya çıkıyor Filtrelemeyi, sembol hızının tam sayı katlarında yerleştirilmiş frekanslardaki parazitlere karşı duyarsız olacak şekilde tasarlamak. (Filtreleme ve bant genişliği ile ilgili aşağıdaki bölüme bakın.) Bu nedenle, sembol oranına eşit bir taşıyıcı aralığı kullanmak yaygındır. Taşıyıcıların birbirlerine dik olduğu söylenir, çünkü her biri teorik olarak diğerleriyle sıfır korelasyona sahiptir.

Ortogonal frekans bölmeli çoğullama - (OFDM), bazen *kodlanmış OFDM (COFDM) olarak adlandırılır,* bu tür ortogonal taşıyıcıların bir dizi üzerine birden fazla veri akışının çoğullanmasını ifade eder. Terim genellikle çok sayıda taşıyıcıya sahip bir sistemi ifade eder. Bu durumda, etkili bir kod çözme yöntemi, hızlı Fourier dönüşümü (FFT) adı verilen bir DSP algoritması kullanmaktır. (DSP **ve SDR Temelleri** bölümüne bakın) FFT, bir donanım spektrum analizörünün yazılım eşdeğeridir. İt, düzenli zaman aralıklarında alınan bir dizi sinyal örneği toplar ve sinyalin frekans spektrumunu temsil eden başka bir dizi örnek çıkarır. **Şekil 11.17'ye bakınız. İf** serisinin uzunluğu



Şekil 11.17 - FFT/IFFT tekniğini kullanarak bir OFDM modülatörünün (A) ve demodülatörün (B) blok diyagramı. Taşıyıcı sayısı n'dir ve örnek oranı sembol oranının n katıdır. Sembol başına bir kez, modülatördeki tüm sembol üreteçleri yüklenir
Yeni verilerle ve ters hızlı Fourier dönüşümü (IFFT), anahtar tarafından art arda seçilen n çıkış örneği üretir. Demodülatörde, n örnek her sembol için bir kaydırma kaydında (parmak arası terlik dizisi) saklanır, daha sonra FFT her taşıyıcı frekans için bir "frekans" çıkışı üretir. Her frekansın genliği ve fazından, sembol kod çözücüler sembol konumlarını ve dolayısıyla verileri belirleyebilir.

Giriş örnekleri bir sembol süresine eşittir ve örnek hızı uygun şekilde seçilirse, FFT çıkışının her bir frekans örneği bir taşıyıcıya karşılık gelir. Her frekans örneği, bu sembol döneminde taşıyıcılardan birinin genliğini ve fazını temsil eden karmaşık bir sayıdır ("gerçek've" hayali'bir parça içerir). Bir taşıyıcının genliğini ve fazını bilmek, İ/Q diyagramındaki sembol yerini belirlemek ve böylece verileri çözmek için elde edilen tüm bilgilerdir. Devrenin verici ucunda, verileri kodlamak, yani taşıyıcıların her birinin genliklerini ve fazlarını İ/Q modülatörüne göndermek için bir dizi İ ve Q zaman örneğine dönüştürmek için ters bir FFT (IFFT) kullanılabilir. Şekil 11.1 7 A'ya bakınız.

OFDM'nin bir avantajı yüksek spektral verimliliktir. Taşıyıcılar teorik olarak mümkün olduğunca yakın aralıklarla yerleştirilmiştir ve her taşıyıcının dar bant genişliği nedeniyle, genel spektrum, geçiş bandı kenarlarında keskin bir düşüş ile çok kare şeklindedir. Bir dezavantaj, taşıyıcılar arasında çapraz konuşmaya neden olan ortogonalite kaybını önlemek için alıcının vericinin frekansına çok doğru bir şekilde ayarlanması gerektiğidir.

11.4.2 Ses Frekansı-Shift Anahtarlama (AFSK)

Ses frekansı kaydırma anahtarlaması (AFSK), bir SSB vericisinin mikrofon girişine beslenen bir ses frekansı FSK sinyali kullanan radyo frekansı FSK'nın üretilmesidir. AssumetheSSB transmitteristunedto 14.000 MHz, USB. Ses sinyali 2125 Hz ile 2295 Hz (170-Hz frekans kayması) arasında değişen bir sinüs dalgasından oluşuyorsa, RF sinyali 14.002125 ile 14.002295 MHz arasında değişen bir sinüs dalgasıdır. Frekans kayması ve spektral özellikler, 14 MHz yukarı doğru çevrilmekten başka, teorik olarak değişmez. RF sinyali, bir RF osilatörünün frekansını doğrudan değiştirerek üretilen sinyalden ayırt edilemez olmalıdır.

Bu teknik sadece FSK için değil, aynı zamanda bir SSB vericisinin ve alıcısının geçiş bandına sığacak kadar dar bir bant genişliği olan hemen hemen her modülasyon tipi için de çalışır. Bu tekniği amatör bantlarda kullanmak için en yaygın ses olmayan analog modülasyon tipi, video sinyali için frekans modülasyonu kullanan yavaş taramalı televizyondur (SSTV). Ek olarak, günümüzde neredeyse tüm dar bant dijital sinyaller üretilmektedir.

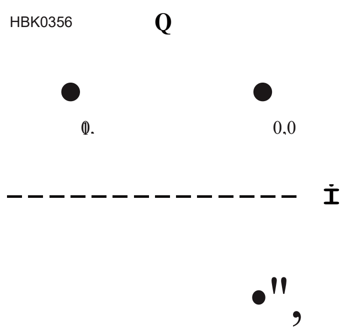
bu şekilde. Ses, özel bir donanım modülatörü/demodülatöründen (modem) veya hemen hemen tüm kişisel bilgisayarlarda bulunan ses kartını kullanarak oluşturulur ve alınır.

Yöntem ne olursa olsun, istenmeyen parazitin ses bozulmasından veya taşıyıcının yetersiz bastırılmasından ve istenmeyen yan banttan kaynaklanmadığından emin olmak önemlidir. Örneğin, yukarıda belirtilen AFSK ton frekansları, 2125 ve 2295 Hz ile, ton harmonikleri vericinin geçiş bandının dışında kaldıklarından sorun çıkarmazlar. Bununla birlikte, bazı AFSK modemleri 1275 ve 1445 Hz kullanır (850-Hz işareti frekansını değiştirmeden 1275-Hz kaymasını sağlamak için). Bu durumda, 2550 ve 2890 Hz'deki ikinci harmonikler, bu frekanslar verici tarafından iyi zayıflatılmadığından bastırılmalıdır. QPSK veya çeşitli çoklu taşıyıcı modları gibi sürekli olmayan zarf modülasyon tipleri ile, ses girişinin genliğini, vericinin otomatik seviye kontrolünü (ALC) etkinleştiren seviyenin altındaki SSB vericisine ayarlamak önemlidir. Bunun nedeni, ALC devresinin kendisinin, geri besleme döngüsünün bant genişliği içinde sinyallerin bozulmasını üretmesidir.

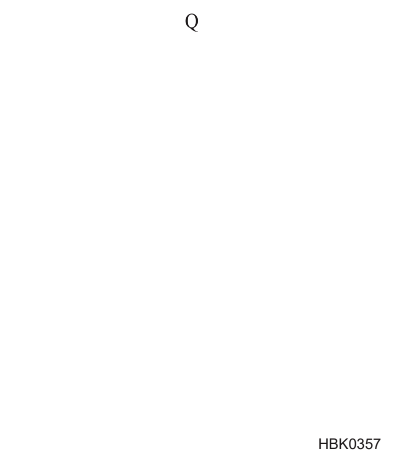
11.5 Kuadratür modülasyonu

Quadrature modülasyonu, genlik ve faz modülasyonunun bir kombinasyonunu kullanarak dijital sinyalleri kodlar. Çalışmak için iki tür modülasyon ile, her bir modülasyon sembolüne daha fazla veri biti sıkıştırmak mümkündür, bu da belirli bir bant genişliği için daha fazla verim sağlar. Günümüzde kullanılan modülasyon formatları, sembol başına 8 veya daha fazla bite sahiptir; bu, yalnızca ASK, FSK veya PSK için pratik değildir.

Kuadratür modüle edilmiş semboller hem genlik hem de faz ile tanımlandığından, sembol durumlarını temsil etmenin en yaygın yolu, *takımyıldız diyagramı olarak adlandırılan kutupsal bir çizimdir.* Bakınız **Şekil 11.18**, *dört seviyeli bir kuadrature genlik modülasyonu (4-QAM) sinyali gösterir,* genellikle basitçe QAM olarak adlandırılır. Her durumun orijinden uzaklığı genliği temsil eder. + İ eksenine göre faz açısı fazı temsil eder. Gösterilen dört durum + 45 °, + 135 °, -45 ° ve -135 ° faz açılarına sahiptir. Normalde, alıcının mutlak faz bilgisi yoktur ve yalnızca durumlar arasındaki faz farklılıklarını tespit edebilir. Bu nedenle, kolayca çizebilirdik



Şekil 11.18 - Takımyıldız diyagramı
QPSK olarak da bilinen bir 4-QAM sinyali. Dört sembol konumunun hepsi aynı genliğe sahiptir ve 45 °, 135 °, -135 ° ve -45 ° faz açılarına sahiptir. 4-QAM, iki bitsper sembollü bir formattır. Dört sembol dört olası durum tarafından seçilir
Herhangi bir sırayla atanabilen iki veri biti. Gösterilen atama ile Q değeri yalnızca ilkine bağlıdır
Bit ve İ değeri sadece ikincisine, sembol kodlamasını basitleştirebilen bir düzenlemeye bağlıdır.



Şekil 11.19 - Bir 256-QAM sinyalinin takımyıldız diyagramı. 8 bitlik bir sayının 256 olası durumu olduğundan, her sembol 8 bit veriyi temsil eder.

Dört durum doğrudan İ ve Q eksenlerinde, 0 °, + 90 °, 180 ° ve-90 °'de. Dört durumun her birinin aynı genliğe sahip olduğunu, yalnızca fazda farklı olduğunu unutmayın. Bu nedenle, 4-QAM genellikle iki seviyeli ASK'nin normalde BPSK olarak adlandırıldığı şekilde, kuadrature faz kaydırma anahtarlaması (QPSK) olarak adlandırılır.

4-QAM dört olası durumu olduğundan, sembol başına iki veri biti vardır. Ancak QAM dört devletle sınırlı değildir**. Şekil 11.19 bir** 256-QAM sinyali göstermektedir. İt 256 durumu temsil etmek için 8 bit alır, bu nedenle 256-QAM her sembole 8 veri biti paketler. Çok sayıda devlet kullanmanın dezavantajı, gürültü ve parazit etkisinin alıcıda daha kötü olmasıdır. Aynı tepe gücü için, bir 256-QAM sinyalinin durumları 4-QAM 15 kat daha yakın olduğundan, alıcının kod çözücüsü her sembolün konumunu 15 kat daha fazla doğrulukla belirlemek zorundadır. Bu, tepe gücünün gürültüye ve parazite oranının, doğru kod çözme için 20 log (15) = 23.5 dB daha büyük olması gerektiği anlamına gelir. Bu nedenle, çok sayıda duruma sahip QAM normalde solma, gürültü ve parazitin yaygın olduğu HF bantlarında kullanılmaz. Daha yaygın bir uygulama, coaxialcable iletim kanalının daha temiz olduğu dijital kablo televizyonudur. Örneğin, Avrupa DVB-C standardı bant genişliği ve veri hızına bağlı olarak 16-QAM üzerinden 256-QAM sağlar .

QAM sinyali oluşturmanın en az iki yolu vardır. Birincisi, bir faz modülatörü ve bir genlik modülatörünü birleştirmektir. Faz modülatörü sembol konumunu doğru faz açısına yerleştirir ve genlik modülatörü genliği ayarlar, böylece sembol orijinden doğru mesafedir. Bu yöntem nadiren kullanılır, çünkü hem devre karmaşıklığı hem de doğrusal olmayan faz modülatörü, bant genişliğini sınırlamak için sinyali filtrelemeyi zorlaştırır.

QAM üretmenin çok daha yaygın bir yöntemi bir *I/Q modülatörüdür*. **Şekil 11.20'ye bakınız.** Kuadratür içinde RF sinüs dalgaları ile beslenen iki modülatör (mikser) kullanarak (birbirleri ile faz dışında 90 °), herhangi bir genlik ve faz iki modülasyon girdilerinin genlikleri değişen elde edilebilir. İ (faz içi) etiketli girdi, sembol konumunu takımyıldızı diyagramında yatay olarak hareket ettirir ve Q (dörtgen için) etiketli olanı dikey olarak hareket ettirir. Örneğin, 1 genlik ve -45 °'lik bir faz açısı elde etmek için, İ'yi + 0.707'ye ve Q'yu 0.707'ye ayarlayın .

İt, bir İ/Q modülatörü kullanarak hemen hemen her tür modülasyonu üretmek mümkündür. Örneğin, BPSK veya açma-kapama anahtarlaması oluşturmak için, sadece Q girişini ayırın ve modülasyonu İ'ye uygulayın. FM veya PM gibi açı modülasyonu için, bir dalga formu üreteci, sembolün döndürülmesine neden olacak şekilde İ ve Q'ya değişen bir sinyal uygular.

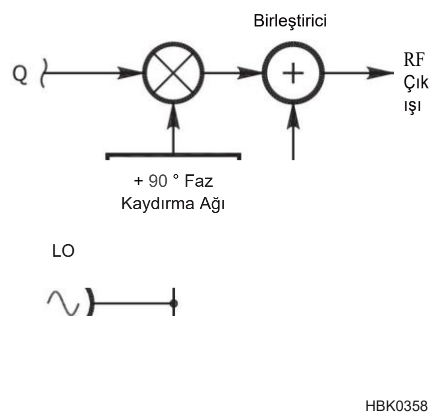
Doğru faz ve frekans ile sabit genlik (dönüş hızı). Çok taşıyıcılı bir sinyal bile, her biri bir taşıyıcıyı temsil eden bir dizi sinyalin toplamını İ ve Q girişlerine uygulayarak tek bir İ/Q modülatörü ile üretilebilir. Her sinyalin fazı, taşıyıcısının merkezden frekans kaymasına eşit bir hızda döner.

QAM ile ilgili bir problem, iki sembol durumu arasındaki sinyal yörüngesi orijinden geçtiğinde, sinyal genliğinin anlık olarak sıfıra gitmesidir. Bu, RF güç amplifikatörüne sıkı doğrusallık gereksinimleri getirir, çünkü birçok amplifikatör en kötü doğrusallığını sıfıra yakın güçte gösterir. Bir çözüm, *ofset QPSK (OQPSK*) modülasyonudur. Bu durumda, İ ve Q kanallarının sembol geçişleri yarım sembolle dengelenir. Yani, her sembol için, İ kanalı önce durumu değiştirir, ardından Q kanalı daha sonra bir sembolün yarısını değiştirir. Bu, sembol yörüngesinin orijin etrafında dolaşmasına izin vererek, daha düşük doğrusallığa sahip daha yüksek verimli veya daha düşük maliyetli bir güç amplifikatörünün kullanılmasına izin verir.

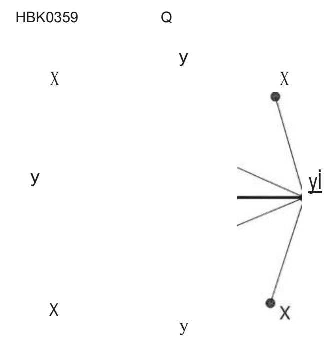
Sıfır geçiş problemine başka bir çözüm, *4 diferansiyel QPSK (/4* DQPSK) üzerinden Pİ olarak adlandırılır. **Şekil 11.21'e bakın. Bu** aslında sekiz sembol konumunun her 45 °'de sabit genlikli bir daire etrafında bulunduğu bir 8-PSK şeklidir. Bununla birlikte, herhangi bir sembolde, sembol konumlarından sadece dördü kullanılır. Sembol konumu her zaman 45 ° *(n/4* radyan) tek bir katıyla değişir. Geçerli sembol İ veya Q ekseninde bulunuyorsa, bir sonraki sembolde yalnızca eksen olmayan dört konum kullanılabilir ve bunun tersi de geçerlidir. OQPSK'da olduğu gibi, ongm'den geçen geçişleri önler .

Diğer diferansiyel modülasyon türleriyle paylaşılan n/4 DQPSK'nın bir başka avantajı, mutlak fazın önemli olmamasıdır. Bilgi sadece ardışık sembollerin fazındaki farklılıkta kodlanır. Bu, alıcının demodülatörünün işini büyük ölçüde basitleştirir.

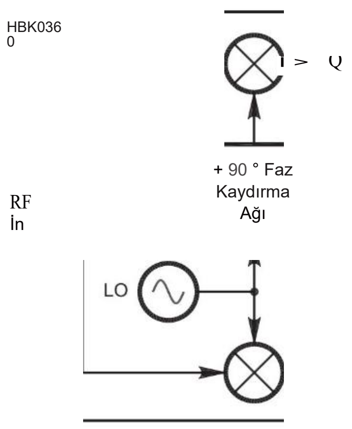
Bir İ/Q demodülatörünün blok diyagramı geriye doğru çizilmiş bir İ/Q modülatörüne benzer. **Şekil 11.22'ye bakınız. Yerel** osilatör, vericideki ile tam olarak aynı frekansa ayarlanmamışsa (bir süperhet alıcısı varsayılarak, İF'ye dönüşmeden sonra), demodüle edilmiş sinyal, İ/Q düzleminde frekans hatasına eşit bir hızda dönecektir. Çoğu alıcı, sabit demodülasyon elde etmek için yerel osilatörü gelen sinyalin ortalama frekansına kilitleyen bir taşıyıcı kurtarma devresi içerir. Bu, frekans hatasını düzeltirken, diferansiyel modülasyon veya bir tür sembol kurtarma mekanizması kullanmak gibi başka bir şekilde hesaba katılması gereken fazı düzeltmez.



Şekil 11.20 - Bir İ/Q modülatörünün blok diyagramı. Bir ses 90 ° faz kaydırma ağını İ ve Q girişlerine bağlayarak, bir İ/Q modülatörü aşamalı yöntemle bir analog SSB sinyali üretebilir .



Şekil 11.21 - Takımyıldız diyagramı
Bir rc/4 *DQPSK* sinyalinin. Sekiz olası sembol yeri vardır. Geçerli sembol konumu "X" etiketli dört konumdan birinde ise, bir sonraki sembol ey "etiketli dört konumdan birinde olacaktır ve bunun tersi de geçerlidir. Bu garanti eder ki
Hiçbir olası sembol yörüngesi (sembol konumları arasındaki çizgiler) orijinden geçemez.



Şekil 11.22 - Bir İ/Q demodülatörünün blok diyagramı.

11.6 Analitik Sinyaller ve Modülasyon

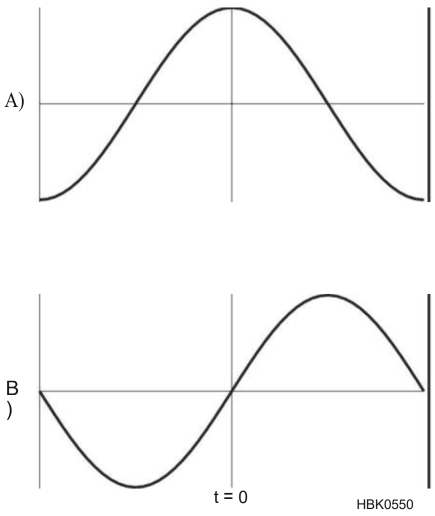
Modülasyon alanında, insanlara en çok sıkıntı veren konu negatif frekans kavramıdır. Bununla ne kastediliyor? - Saniyede co radyan salınan bir tekli frekans sinyali düşünün. (F'nin Hz'de frekans olduğu @ = 2rf'yi hatırlayın.) Sinyali tepe genliği 1.0 olan bir kosinüs dalga ile gösterelim, x (t) = cos (@ t), burada tis zamanı. Frekans işaretini değiştirmek, geriye doğru çalışma süresine eşdeğerdir çünkü (-co) t = co (-t). **Şekil 11.23A'yi inceleyerek,** bir kosinüs dalgasının t = 0 noktasında simetrik olduğu için, negatif bir frekansın tam olarak aynı sinyalle sonuçlandığını görebilirsiniz. Yani, lise trigonometrisinden hatırlayabileceğiniz gibi, cos (-t) = cos (@ t). Örneğin, negatif frekanslı ikizine pozitif frekanslı bir kosinüs dalgası eklerseniz, aynı sinyali iki kat genlikle alırsınız.

Bu, sinyalin fazının t = 0'da bir zirveye ulaşacak şekilde olduğunu varsayar. Bunun yerine t = 0'da sıfır olan bir sinüs dalgası olsaydı ne olurdu? Şekil 11.23B'den geriye doğru çalışma süresinin kutupluluğun tersine çevrilmesiyle sonuçlandığını görebilirsiniz, sin (-ot) = -sin (@ t). Aynı frekans ve genlikte pozitif ve negatif frekanslı sinüs dalgaları eklerseniz, iptal ederler ve sıfır net sinyal elde edersiniz .

Herhangi bir keyfi genlik ve fazın bir sinüzoidal dalgası, bir sinüs ve kosinüs dalgasının ağırlıklı toplamı ile temsil edilebilir:

X (t) = İ cos (@ t) + Q sin (karyola)

Hesaplama amacıyla, *faz içi (İ)* ve *kuadratür (Q)* bileşenlerini ayrı ayrı düşünmek uygundur. İ ve Q bileşenleri 90) ° faz dışı olduğundan

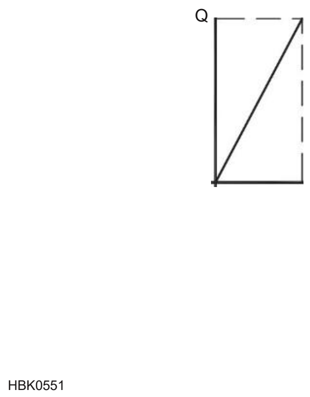


Şekil 11.23 - Kosinüs dalgası (A) ve sinüs dalgası (B).

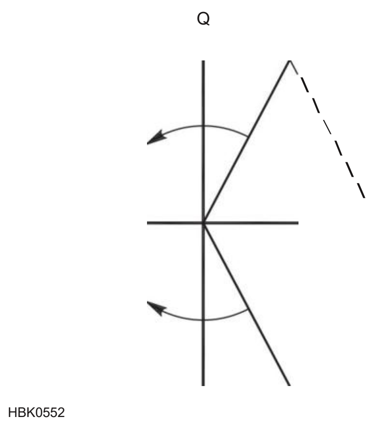
Zaman alanı, genellikle birbirlerinden 90 ° açıyla kutupsal bir grafik üzerinde çizilir. **Şekil 11.24'e bakın.** Örneğin, Q = 0 ise, zaman arttıkça sinyal İ (yatay) ekseni boyunca salınır ve İ = + **1** ile İ = -1 arasındaki yolu sinüzoidal bir şekilde ileri geri izler. Tersine, ifl = 0, daha sonra sinyal Q ekseni boyunca salınır .

Hem İ hem de Q sıfır değilse, örneğin İ = Q = 1? Kosinüs ve sinüsün faz dışında 90 ° olduğunu hatırlayın. T = 0 olduğunda, cos (@ t) **=** 1 ve sin (cot) = 0 olur. Çeyrek döngü sonra, cos (@ t) = () ve sin (ot) = 1. Şekil 11.24 ile Şekil 11.23'ü karşılaştırarak, sinyalin saat yönünün tersine bir daire çizdiğine kendinizi ikna etmek zor olmamalıdır .

Peki ya negatif frekans? Yine, kendinizi co-co'ya değiştirmenin bir sinyalle sonuçlandığına ikna etmek zor olmamalıdır.



Şekil 11.24 - Bir sinyalin İn-faz (İ) ve quadrature (Q) kısımları.



Şekil 11.25 - Gerçek bir frekans, pozitif ve negatif analitik frekansın toplamıdır.

Kaynağı saat yönünde çevreler. Eğer karşıt frekansın eşit genlik sinyallerini birleştirirseniz, sinüs kısımları iptal edilir ve genliğin iki katı kadar basit bir kosinüs dalgası kalır:

x (t) = [cos (@ t) + sin (@ t)] + [cos (-t) + sin (-t)] = 2cos (@ t)

Bunu grafiksel olarak **Şekil 11.25'te görebilirsiniz.** İki vektörün zıt yönlerde döndüğünü göster. Eğer bir vektörün kuyruğunu diğerinin başına yerleştirerek zihinsel olarak eklerseniz, noktalı çizgi ile gösterildiği gibi, sonuç her zaman İ ekseninde bulunur ve + 2 ile -2 arasında salınır .

Bu nedenle, tek bir skaler sinüzoidal sinyalin, cos (@ t), aslında + o ve -o olmak üzere iki frekans içerdiğini söylüyoruz. İt ayrıca, bir mikser veya modülatörün neden - iki girdinin frekanslarının toplamını ve farkını ürettiğine dair mantıklı bir açıklama sunar. Örneğin, bir AM modülatörü taşıyıcı frekansta artı ve eksi modüle edici frekansta yan bantlar üretir, çünkü bu pozitif ve negatif frekanslar modüle edici sinyalde zaten mevcuttur .

Birçok amaç için, genliği ve fazı (İ ve Q) belirten sinyalin kısmını salınan kısımdan (sin (@ t) ve cos (@ t)) ayırmak yararlıdır. Matematiksel kolaylık için, İ/Q kısmı karmaşık bir sayı ile temsil edilir, x = *İ* **+** JQ. Salınımlı kısım da karmaşık bir sayı e/ot = cos (@ t) - jsin (@ t). (Bu denklemin nereden geldiğini bilmiyorsanız endişelenmeyin - eşttir işaretinin sağındaki kısma konsantre olun. *) Denklemleri, j = vof -1. **Tabii ki**, -1'in gerçek bir karekökü yoktur (kendisiyle çarpılan herhangi bir gerçek sayı pozitiftir), bu nedenle j veya j ile çarpılan herhangi bir gerçek sayıya *hayali sayı denir*. Hem gerçek hem de hayali kısımları olan bir sayıya *karmaşık* sayı denir. Toplam *analitik* sinyal,

x (t) = xeiot = (İ + jQ) (cos (@ t) - jsin (@ t)))

Yukarıdaki denklemde, cos (@ t) - sin (@ t) kısmı genellikle bir RF taşıyıcısını temsil eder, co ise taşıyıcı frekansıdır (pozitif veya negatif bir değer). İ + jQ kısmı *modülasyondur.* Modüle edilmiş bir sinyalin skaler değeri (bir osiloskop ile ölçeceğiniz - şey), analitik sinyalin sadece gerçek (Re) kısmıdır. Gerçeği kullanarak **j? = -1,**

Re [x (t)] = Re [(İ + jQ) (cos (@ t) - j sin (@ t))]

Re [x (t)] = Re [(İ cos (@ t) + Q sin (@ t)) + j (Q cos (@ t) - Günah işliyorum (@ t))]

Re [x (t)] = İ cos (@ t) + Q sin (@ t)

Modülasyon (İ ve Q) varsa

Zamanla, yukarıdaki denklem modüle edilmiş sinyalin sıfır Hz ile çakışmadığını varsayar. Yani, İ ve Q'nun co'dan daha büyük frekans bileşenleri yoktur.

Normalde İ/Q diyagramı salınım kısmını değil sadece İ ve Q'yu (modülasyon) gösterir. Böyle bir gösterime *fazor diyagramı diyoruz.* İ/Q vektörleri, modüle edilmemiş taşıyıcıya kıyasla RF sinyalinin faz ve genlik farkını temsil eder. Örneğin, eğer İ/Q vektörü 90 °'de ise, bu, taşıyıcının, aksi takdirde olacağından 90 ° faz kaydırıldığı anlamına gelir. Eğer İ/Q vektörü saat yönünün tersine saniyede 10 kez dönüyorsa, taşıyıcı frekansı 10 Hz artırılmıştır .

Modülasyonun, gösterildiği gibi faz içi ve kuadratür (İ ve Q) değerleri ile veya alternatif olarak genlik ve faz ile belirtilebileceğini belirtmek gerekir. Genlik fazor diyagramındaki İ/Q vektörünün uzunluğudur,

A = r'o

Faz, vektörün + İ eksenine göre açısıdır,

•» [°]

Genlik ve faz kullanılarak modüle edilmiş analitik sinyal için alternatif bir ifade

X (t) = Ae J (+ @ t)

= A [cos (¢ + @ t) + jsin (@ + ct)]

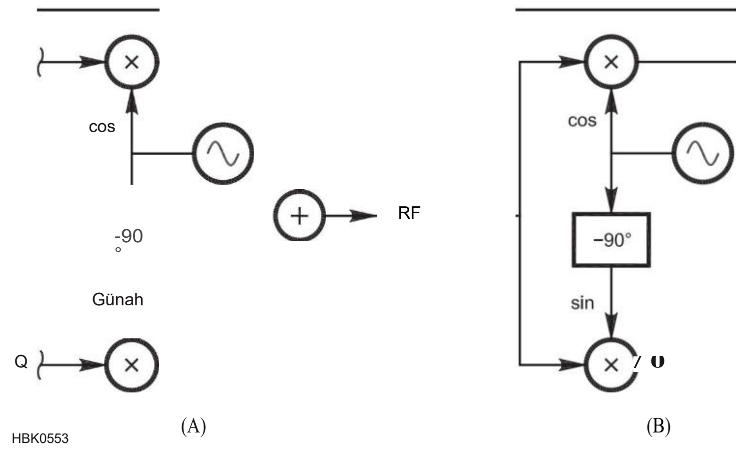
ve skaler sinyal için

Re [x (t)] = A cos (¢ + @ t)

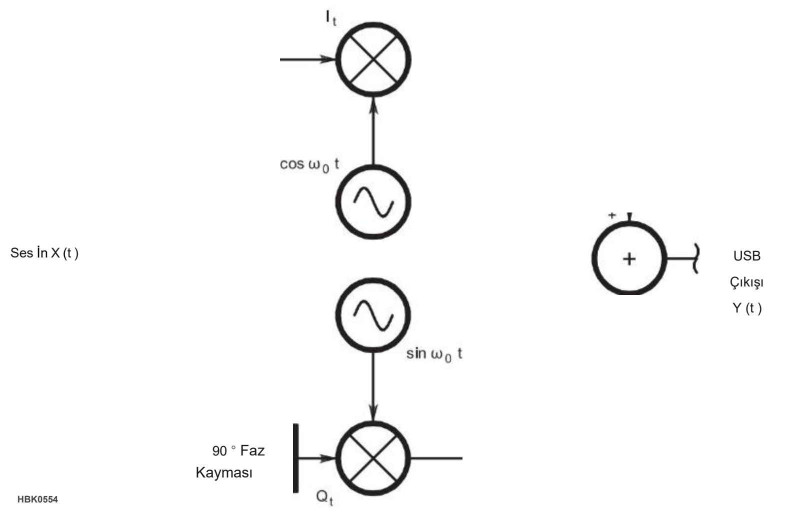
Son bir yorum. Şimdiye kadar tek bir sinüzoidal frekanstan oluşan sinyallere bakıyorduk. Herhangi bir doğrusal sistemde, tek bir frekans için doğru olan her şey, birçok frekansın kombinasyonu için de doğrudur. Her frekans, diğerleri yokmuş gibi sistemden etkilenir. Herhangi bir karmaşık sinyal, tek frekanslı sinüzoidlerin (belki de büyük) bir numarasına bölünebildiğinden, önceki tüm sonuçlarımız çok frekanslı sinyaller için de geçerlidir.

11.6.1 İ/Q Modülasyonu ve Demodülasyon

Bir *1/Q modülatörü,* bir RF sinyalinin genliğini ve fazını doğrudan faz içi (İ) ve kuadrature (Q) bileşenlerinden kontrol eden bir cihazdır. Bkz. **Şekil 11.26A. Bir 1/Q demodülatörü** temelde tersine aynı devredir. İt, gelen RF sinyalinin faz içi ve dörtlü bileşenlerini temsil eden İ ve Q sinyallerini ortaya çıkarır. Bkz. Şekil 11.26B. Demodülatörün



Şekil 11.26 - I/Q modülatörü (A) ve demodülatör (B).



Şekil 11.27 - Bir I/Q modülatörü ile bir USB sinyali oluşturma.

Yerel osilatör aynı frekansta ve alınan sinyalin taşıyıcısı ile fazdadır, daha sonra alıcının demodülatörünün İ/Q çıkışı teorik olarak verici ucundaki İ/Q girişi ile aynıdır.

İ/Q modülatörleri ve demodülatörleri analog bileşenlerle oluşturulabilir. LO bir transistör osilatörü olabilir ve 90 ° faz kaydırma ağı bobinler ve kapasitörler ile uygulanabilir. Çarpma sembolüne sahip daireler çift dengeli karıştırıcılar olacaktır. Diyagramda gösterilmeyen, İ ve Q kanalları arasındaki genliği dengelemek ve faz kaymasını mümkün olduğunca 90 °'ye yakın ayarlamak için trim ayarlarıdır .

Ancak hiçbir analog devre mükemmel değildir. Eğer 90 ° faz kaydırma ağı tam olarak 90 ° değilse veya İ ve Q kanallarının genlikleri mükemmel bir şekilde dengelenmemişse, mükemmel bir karşı-yan-bant reddi elde edemezsiniz. Modülatör çıkışı, istenmeyen yan bant ve İ/Q sinyali üzerinde biraz sinyal içerir

Demodülatörden yanlış yönde dönen küçük bir sinyal içerir. Eğer amplifikatörlerde, modülatörün İ/Q girişlerini besleyen, taşıyıcı besleme olarak ortaya çıkan küçük bir ofset varsa. Alımda, bir de ofset demodülatörün, gerçek bir sinyal alınmadığında bile her zaman orada olan sabit bir genlik ve faz açısında küçük bir sinyal olduğunu düşünmesini sağlar. Analog devre bozulmasız değildir, özellikle de karıştırıcılar. İntermodülasyon bozulması, - iletimde kanal dışı "sıçrama've alımda istenmeyen kanal dışı yanıtlar olarak görünür.

Tüm bu sorunlar dijitalleşerek önlenebilir. Eğer analog İ/Q girişleri modülatöre bir çift ADC ile dijital sayı akışlarına dönüştürülürse, karıştırıcılar, osilatör, faz kaydırma ağı ve yaz hepsi dijital olabilir. Birçok sistemde, İ ve Q sinyalleri de dijital olarak üretilir, böylece dijital çıkış sinyali mükemmel istenmeyen yan bant reddine sahiptir, taşıyıcı besleme yoktur.

ve veri kelimelerindeki bit sayısının sağladığı dinamik aralıkta bozulma yok. Benzer bir argüman dijital demodülatör için de geçerlidir. Eğer gelen RF sinyali önce bir ADC ile sayısallaştırılırsa, demodülasyon - analog devredeki kusurlardan kaynaklanan herhangi bir eser olmadan dijital olarak yapılabilir.

Bir İ/Q modülatörünü, analitik sinyal İ + *JQ'yu* bazı RF frekanslarında skaler bir sinyale dönüştüren bir cihaz olarak düşünebilirsiniz. Hem pozitif hem de negatif frekanslardaki İ/Q sinyalinin spektrumu, frekans olarak yukarı doğru çevrilir, böylece taşıyıcı frekansta ortalanır. Fazor diyagramı açısından düşünüldüğünde, saat yönünün tersine dönen İ/Q sinyalinin herhangi bir bileşeni, taşıyıcı frekansın üzerinde görünür ve saat yönünde bileşenler aşağıda görünür .

11.6.2 SSB 1/Q Modülatörleri ve Demodülatörleri Kullanma

Bunun nasıl çalıştığına bir örnek olarak, bir İ/Q modülatörü kullanarak bir üst kenar bandı sinyali oluşturma sürecinden geçelim. **Şekil 11.27'ye bakınız.** İlk önce matematiği aşağıdaki paragrafta açıklayacağız ve daha sonra fazor diyagramını kullanarak eşdeğer açıklamayı vereceğiz.

Modüle edici sinyal, saniyede 0, radyan (saniyede 0 ,/21t döngüsü) frekansında bir sinüs dalgasıdır. 0,,,, pozitif bir frekans olduğundan, İ/Q girişlerine uygulanan sinyaller İ (t) = cos (©'t) ve Q (t) = sin (© "!). Modüle edici frekansın 0, RF frekansından çok daha az olduğunu varsayalım. Analitik sinyal

x (o) = [cos (©'t) + jsin (©, t)] x [cos (@ t) - jsin (@ t)]

Böylece modülatör çıkışında görünen gerçek, skaler sinyal

Re [x (t)] = cos (©, t) cos (@ t) + sin (©, t) sin (@ t)

T = 0 olduğunda, o zaman cos (©, t) = 1 ve sin (©, t) = 0, yani gerçek sinyal sadece cos (@ t), sıfır fazlı RF sinyalidir. Bir modülasyon döngüsünün dörtte biri daha sonra O't = 7t/2, yani cos (0, t) = 0 ve sin (©, t) = 1 ve gerçek sinyal şimdi sin (@ t), + 7t/2 veya + 90 ° fazlı RF sinyali. Modüle edici sinyalin her çeyrek döngüsü, RF fazı, 90 ° artar. Bu, RF fazının, modülasyonun her döngüsü için bir tam döngü ile arttığı anlamına gelir; bu, frekansın 0 tarafından değiştiğini söylemenin başka bir yoludur. " Bir üst kenar bandımız var.

o + 0,

Fazör diyagramında, İ/Q sinyali saat yönünün tersine saniyede 0, radyan frekansında dönüyor. Dönerken, RF sinyalinin fazını aynı oranda arttırır, bu da frekansın saniyede 0, radyan artmasına neden olur. Fazörün ters yönde dönmesine neden olmak için, İ veya Q'nun polaritesini değiştirebilir veya İ ve Q girişlerini değiştirebilirsiniz. Bu durumda daha düşük bir yan bandın olur.

Bunun çalışması için, İ ve Q girişlerine uygulanan temel bant sinyalleri faz dışında 90 ° olmalıdır. Tek bir sinüs dalgası için bunu yapmak zor değildir, ancak bir ses SSB sinyali oluşturmak için, ses aralığındaki tüm frekanslar, genliklerini değiştirmeden aynı anda 90 ° faz kaydırılmalıdır. Bunu analog bileşenlerle yapmak için, bir dizi hassas direnç ve kapasitör ve bir dizi operasyonel amplifikatörden oluşan geniş bantlı bir faz kaydırma ağı gerekir .

HÜLBERTTRANSFORMER

Bunu DSP ile yapmak için bir *Hilbert transformatörü,* tüm frekanslarda sabit 90 ° faz kaymasına sahip bir FIR filtresi gerekir. Simetrik bir FIR filtresinin tüm frekanslarda sabit bir gecikmeye sahip olduğunu unutmayın. Bu, faz kaymasının sabit olmadığı anlamına gelir - frekansla doğrusal olarak artar. Katsayıların üst yarısının alt yarının ayna görüntüsünün negatif olduğu antisimetrik bir filtreyle, faz kaymasının tüm frekanslarda 90 ° olduğu ortaya çıkıyor, bu da tam olarak bir SSB sinyali üretmek için ihtiyacımız olan şey .

Hilbert transformatörü, USB veya LSB'nin istenip istenmediğine bağlı olarak İ veya Q girişi ile seri olarak bağlanır. Herhangi bir FIR filtresinde olduğu gibi, bir Hilbert transformatörü uzunluğunun yarısına eşit bir gecikmeye sahiptir, bu nedenle diğer İ/Q chan-

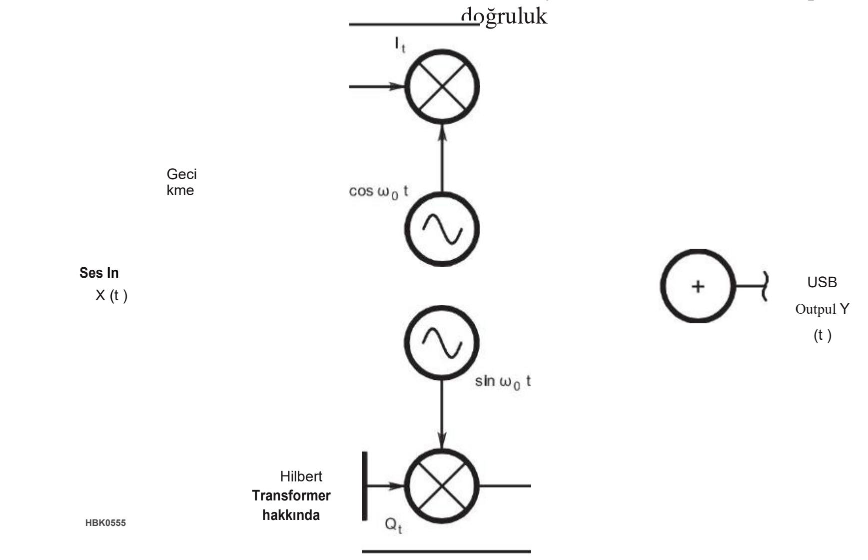
Şekil 11.28'de gösterildiği gibi nel. Hilbert transformatörünü, temel bant sinyalini filtrelemek için yine de gerekli olabilecek normal FIR filtresi ile birleştirmek mümkündür. Diğer İ/Q kanalı daha sonra aynı gecikmeyle ancak 90 ° faz kayması olmadan benzer bir filtre kullanır .

Modülatörün RF çıkışı normalde ses sinyalinden çok daha yüksek bir frekansta olduğundan, çıkış sinyali için girişten daha yüksek bir örnek hızı kullanmak gelenekseldir. FIR filtreleri, işlem süresinden tasarruf etmek için daha düşük hızda çalışabilir ve çıktıları daha sonra bir interpolatör ile daha yüksek bir orana yükseltilir. İt, taşıyıcı frekansın tam olarak dört katı olan bir çıkış örnek hızı kullanmak için uygundur, çünkü her örnek RF fazını tam olarak 90 ° ilerletir. Sinüs dalgası için değer dizisi 0, 1, 0 ve -1'dir. Kosinüs dalgası için 90 ° faz kaymasını oluşturmak için, diziyi ikinci **örnekte başlatın: 1, 0, -1, 0.** Blok diyagramının tamamı **Şekil 11.29'da gösterilmiştir .**

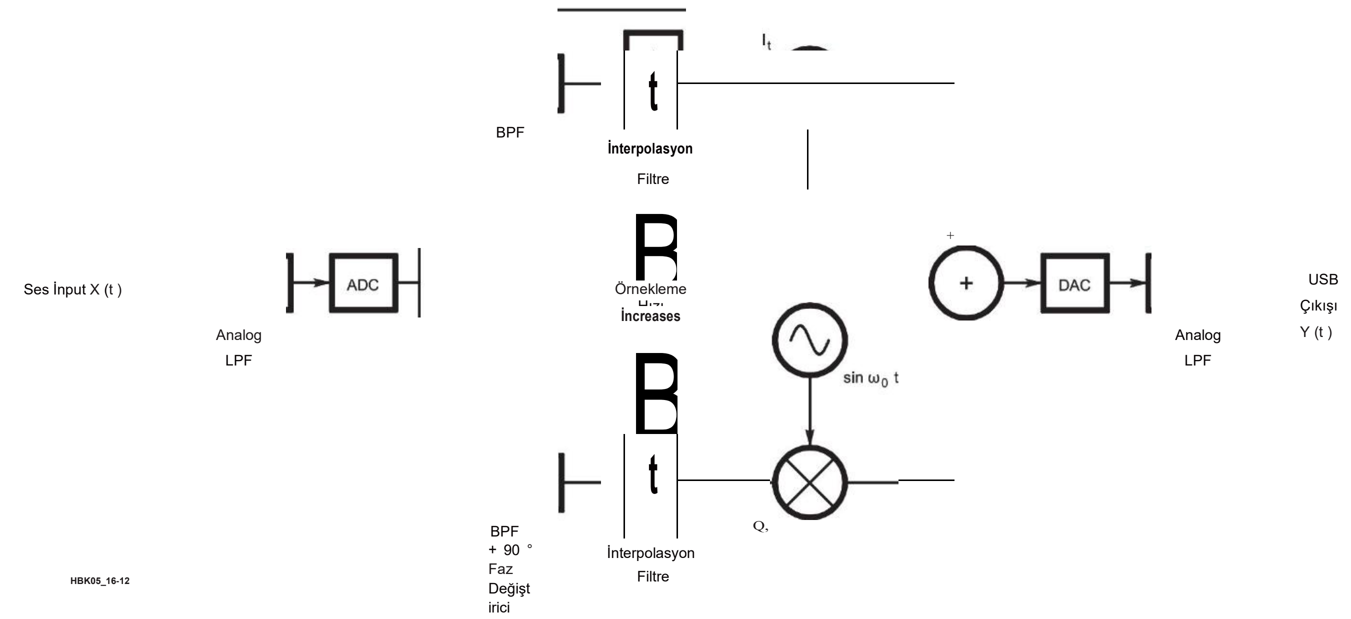
Uzun yıllardır hobide olan amatörler bunu SSB neslinin "aşamalı yöntemi'olarak tanıyabilir[7]. SSB ilk kez 1950'lerde amatör gruplarda yaygınlaştığında, uygun kristal filtrelerin elde edilmesi pahalı veya zor olduğu için popülerdi. Aşamalı yöntem, mükemmel kalitede ses ile sinyal üretme ününe sahipti, şüphesiz kristal filtrelerin neden olduğu faz bozulmasının olmaması nedeniyle.

Bir Hilbert transformatörü, iletişim sisteminin alıcı ucundaki bir SSB demodülatöründe de kullanılabilir. İt temel olarak **Şekil 11.30'da gösterildiği gibi geriye doğru çizilen aynı blok diyagramdır.**

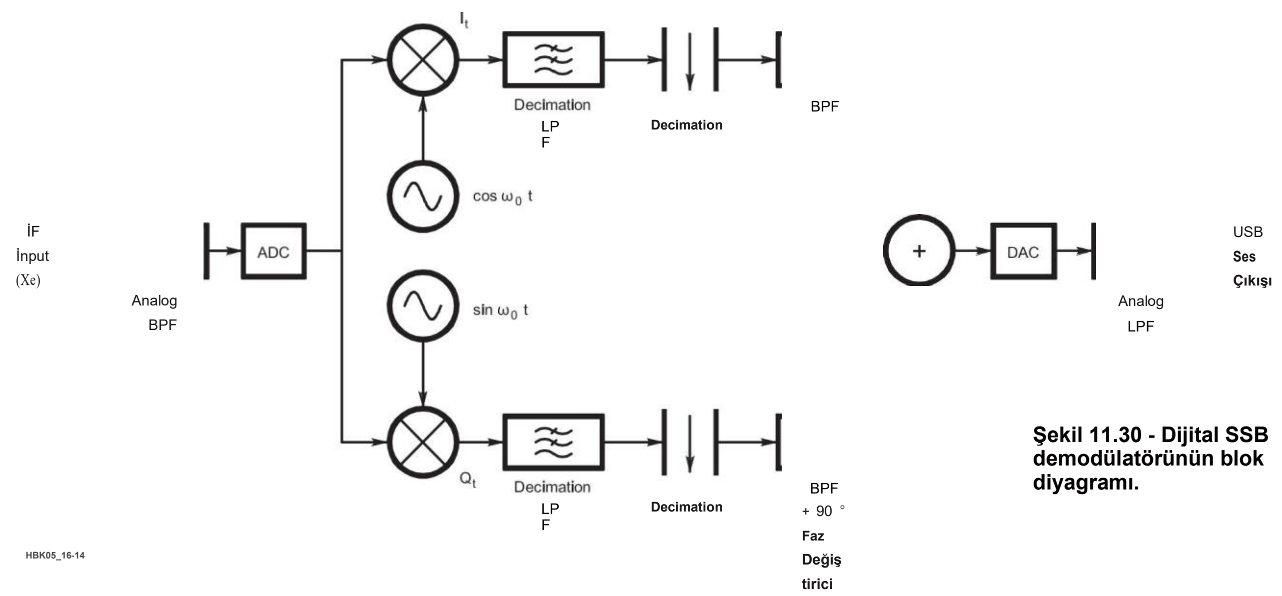
İdeal bir Hilbert transformatörünün, teorik olarak sonsuz uzunlukta bir impuls tepkisine sahip olduğu için inşa edilmesinin imkansız olduğunu belirtmek önemlidir. Bununla birlikte, yeterince uzun bir dürtü tepkisi ile, doğruluk



Şekil 11.28 - Bir İ/Q modülatörü ile sinüzoidal olmayan bir USB sinyali üretmek.



Şekil 11.29 - Dijital bir SSB modülatörünün blok diyagramı.



Şekil 11.30 - Dijital SSB demodülatörünün blok diyagramı.

Analog faz değiştirme ağından çok daha iyidir. Analog bir ağda olduğu gibi, frekans geçiş bandı hem alt uçta hem de üst uçta sınırlandırılmalıdır. Yani, ses 90 ° faz kaymasından önce bant geçişli filtrelenmiş olmalıdır. Aslında, filtreleme ve faz kaydırma aşağıdaki yöntem kullanılarak tek bir işlemde birleştirilebilir .

İlk önce istenen ses bant genişliğinin yarısı kadar bant genişliğine sahip düşük geçişli bir FIR filtresi tasarlayın. Örneğin, istenen geçiş bandı 300 ila 2700 Hz ise, düşük geçişli filtre bant genişliği (2700 - 300)/2 = 1200 Hz olmalıdır. Ardından, dürtü yanıt katsayılarını, istenen geçiş bandının merkez frekansına eşit bir frekansın sinüs dalgası ile çarpın , (2700 + 300)/2 = 1500 Hz bu durumda. Bu, istenen 300-2700 Hz yanıtına sahip bir bant geçiş filtresi ile sonuçlanır. İ ve Q kanalları için faz dışındaki 90 ° sinüs dalgalarını kullanarak, aynı genlik tepkisine ve gecikmeye sahip, ancak tüm frekanslarda a90 ° faz farkına sahip iki bant geçirgen filtre elde edersiniz. Sıfır faz için bir kosinüs ve 90 ° faz kayması için bir sinüs ile çarpın .

Bu, SSB üretiminin "üçüncü yöntemi'olarak adlandırılan Weaver yöntemine çarpıcı bir benzerlik taşır (" filtre've "aşamalı'dan sonra). İlk olarak 1950'lerin sonlarında geniş bantlı bir ses faz kayması ağına olan ihtiyacı ortadan kaldırmak için kullanıldı.6.7 Neredeyse gerçekten yeni bir teknoloji diye bir şey yokmuş gibi. Sadece eski fikirler yeni terminolojiyle geri geliyor!

FILTER METODU İN DSP

DSP donanımı daha güçlü hale geldikçe, -SSB üretiminin filtre yöntemini yazılımda uygulamak da mümkün hale gelmiştir. Aslında, yazılımda oluşturulabilen DSP filtreleri, en iyi analog filtrelerden biraz daha iyidir. Sonuç, Şekil **11.31'de gösterildiği gibi,** analog yönteme eşdeğer olan çok basit bir sistemdir. WSIFS'den Ray Mack, Sep/Oct 2012 *QEX* SDR Basitleştirilmiş sütununda bu yöntemin gerektirdiği çeşitli takasları ve filtre özelliklerini tartışıyor.

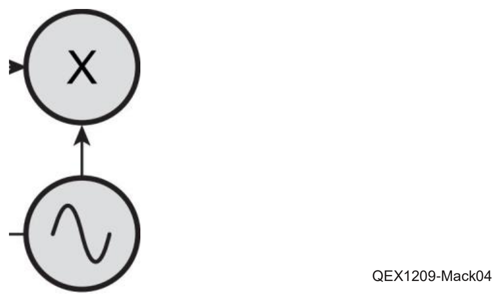
KA9Q yaşındaki Phil Karn, SSB üretimi için DSP tabanlı bir filtre yöntemi kullanıyor çünkü Hilbert trafo fonksiyonuna olan ihtiyacı ortadan kaldırıyor. Filtrelemesini, sinyali bir FFT (seethe **DSP ve SDR Fundamentals** bölümü) ile frekans alanına dönüştürerek gerçekleştirir, her bir frekans bileşenini istenen filtre şeklini tanımlayan bir sabit ile çarpar ve ardından ters FFT ile zaman alanına geri dönüştürür. FFT malzemesi ile tartışılan pencereleme fonksiyonları bu filtreleme işlemine de uygulanabilir, Kaiser penceresinin stop-band zayıflamasına karşı keskin tepki için yumuşak takasları desteklemesi önerilir.

Kam, C'de bir dizi modülasyon/demodülasyon yöntemini azaltan, filtreleyen ve algılayan oldukça genel bir amaç paketi geliştirmiştir. Bir WWV emülatörü için modülasyon/demodülasyon paketi ve kodu bir github deposu olarak mevcuttur. Daha fazla bilgi için, **www.arrl.org/ arrl-handbook-reference adresindeki bu kitabın web sitesine bakın. Şu** anda AM, CAM (tutarlı AM), LSB, USB, FM, ISB (bağımsız kenar bandı) ve İQ'yu (düz İQ geçer) demodüle eder. Yazılım C ve kayan nokta işlemlerini destekleyen işlemciler üzerinde çalışmalıdır. Bu henüz son kullanıcı için cilalı bir ürün değil, deneyci için bir dizi yapı taşı.

11.6.3 İ/Q Modülatörleri ve Demodülatörleri için Kullanımlar

İ/Q modülatörleri ve demodülatörleri SSB gibi analog modlar için kullanılabilirken, dijital modülasyon modlarıyla kullanıldığında gerçekten parlarlar. Çeşitli dijital formatların modülasyon durumları, bir *takımyıldız diyagramı olarak adlandırılan fazör diyagramındaki konumlara eşlenir (bu* - bölümün Dörtlü Modülasyon bölümüne bakın). Verici, İ/Q modülatörüne İ ve Q girişlerine doğru değerleri yerleştirerek doğru modülasyon durumlarını üretebilir. Alıcıda, filtrelenmiş İ ve Q değerleri, hangi modülasyon durumuna en yakın olduklarını belirlemek için sembol karar zamanlarında örneklenir.

1/Q modülatörleri ve demodülatörleri, *hayali olmayan mikserler olarak da kullanılabilir.* Fi ve f'de girişleri olan normal bir karıştırıcı **f, f, f + f** ve f} - **f'de çıktılar üretir.** Dengeli bir karıştırıcı f ve f5 terimlerini ortadan kaldırır, ancak normalde yalnızca bir tane istenmesine rağmen hem toplam hem de fark terimleri kalır. Bir SSB modülatörünün girişine AF sinyali yerine bir RF besleyerek, üst veya alt yan çubuğu seçmekle aynı şekilde toplam veya fark frekansını seçebiliriz. Giriş sinyali bir sinüs dalgası ise, Hilbert transformatörü basit bir 90 ° faz değiştirici ile değiştirilebilir. Benzer şekilde, bir SSB demodülatörü ile aynı mimariye sahip bir karıştırıcı, bir RF sinyalini sıfır ile İF'ye dönüştürmek için kullanılabilir.

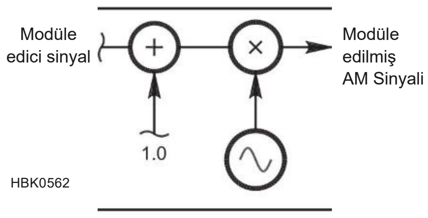


Şekil 11.31 - Bir SSB sinyali oluşturmak için filtreleri kullanmanın DSP yöntemi basit ve analog filtre yöntemine eşdeğerdir.

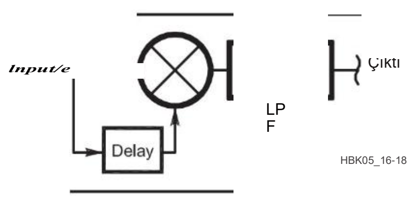
Tablo 11.1
Yazılım AM Dedektörü

```
Statik uzun int taşıyıcı;
uzun int am;
int i, q, sinyal;

/*i ve q'yu oluşturan kod ihmal edildi */
am = (long int) sqrt ((long int)
i * i + (long int)  q * q);
sinyal = am -  taşıyıcı;
//Sinyali 2010'a bölün:
taşıyıcı + = sinyal > >  10;
SPİ veri yolu ile DAC'ye İİ Ses
çıkışı:
```



Şekil 11.32 - Dijital **AM modülatörü**



Şekil 11.33 - Bir **dijital kuadratür dedektörü.**

Görüntü yanıtı. Analog imgesiz karıştırıcılar **Alıcı** bölümünde ele alınmıştır. Bazen mikrodalga alıcılarında ve vericilerinde, görüntü yanıtını reddedecek kadar dar filtreler oluşturmanın zor olduğu yerlerde kullanılırlar, ancak tipik olarak yalnızca 20-30 dB aralığında görüntü reddi elde ederler. Dijital imajsız bir karıştırıcıda, görüntü reddi, bit çözünürlüğünün dinamik aralığında "mükemmel'dir.

YAZILIM MODÜLATÖRLER VE DEMODÜLATÖRLER

Bu bölümde, yazılım tanımlı bir radyo için gereken algoritmaların çoğunu zaten ele aldık. Örneğin, İ/Q modülatörlerini ve demodülatörlerini nasıl yapacağımızı ve bunları bir SSB modülatörü ve dedektörü oluşturmak için nasıl kullanacağımızı biliyoruz. Diyelim ki yazılım tanımlı alıcı-vericimizin AM sesi üzerinde de çalışmasını istiyoruz. DSP ve yazılımı kullanarak bir AM modülatörü ve demodülatör nasıl yapılır?

Modülatör kolaydır. Basitçe, ses sinyaline taşıyıcıyı temsil eden sabit bir değer ekleyin ve sonucu, **Şekil 11.32'de gösterildiği gibi, taşıyıcı frekansta bir sinüs dalgası ile çarpın.**

Demodülasyon neredeyse kolaydır. Yapabiliriz

Daha önce de belirtildiği gibi, sinyalin mutlak değerini alarak tam dalga doğrultucuyu simüle edin ve RF enerjisini çıkarmak için sonucu düşük geçişli filtreleyin. Eğer demodüle edilecek sinyal karmaşıksa, İ ve Q bileşenleri ile, o zaman mutlak değer yerine büyüklüğü alırız.

$$A = \sqrt{I^2 + Q^2}$$

De bias, uygun bir kesme frekansına sahip yüksek geçişli bir filtre olan "seri bloke edici kapasitör" eklenerek çıkarılabilir.

Bunu yapmanın biraz daha zarif bir yolu, AM dedektörünü AGC döngüsünün bir parçası olarak dahil etmek olacaktır. **Tablo 11.1'de gösterilen C kodu pasajında,** "taşıyıcı" değişkeni ortalama AM taşıyıcı seviyesidir. İt, kazancı kontrol etmek için başka bir alt programa geçirilir.

Ses sinyali, ortalama tarihsel değeri, taşıyıcıyı mevcut İ/Q sinyalinin büyüklüğünden çıkararak hesaplandığından, "seri kapasitör'e gerek olmadığını unutmayın. Değerinin küçük bir kısmı tarihsel değere eklenir, böylece AGC ortalama AM taşıyıcı seviyesini izler. AGC hızı bu kesir tarafından kontrol edilir. 20'ye bölme[1]

= 1024 yaklaşık 1024 saat döngüsünün zaman sabitini verir.

Henüz tartışmadığımız bir başka dedektör türü de frekans modülasyonu içindir. Skaler bir sinyal için, **Şekil 11.33'te gösterilen kuadratür dedektörü** zarif bir çözümdür. Bu, analog eşdeğeri dünyadaki milyonlarca FM alıcısında kullanılan aynı devredir. Dijital uygulamada, gecikme bloğu bir dizi vardiya kaydından oluşturulmuş bir FIFO tamponudur. Sinyalin kendisinin gecikmeli bir versiyonuyla çarpılması, frekansa karşı kosinüzoidal yanıtlı bir çıktı verir. Taşıyıcı frekans f = N/(4v) olduğunda, N tek bir tamsayıdır ve saniyedeki gecikme t = n/fs'dir, burada n gecikme örneklerinin sayısıdır ve f örnek frekansıdır. Taşıyıcı, zerocrossing - frekansının üstünde ve altında sapma gösterdiğinde, çıkış sıfırın üstünde ve altında değişir, tam olarak bir FM dedektörü.

Bir İ/Q sinyali için, muhtemelen en basit FM dedektörü, faz dedektörünün neden olduğu oktav rolloff başına 6 dB'yi çıkarmak için bir farklılaştırıcı tarafından takip edilen bir faz dedektörüdür. Aşama sadece

»-«[⅓)

Arktanjant fonksiyonunda 180 ° faz belirsizliği olduğu için biraz dikkatli olmalısınız. Örneğin ,

"[}] -" [E }]

Yazılım, İ/Q sinyalinin fazör diyagramının hangi çeyreğinde olduğunu kontrol etmeli ve gerektiğinde 180 ° eklemelidir. Kütüphanede arktan fonksiyonu yoksa, bir arama tablosu kullanılarak inşa edilebilir. Frekans fazın türevidir. Bir farklılaştırıcı, ardışık örnekler arasındaki farkı alan bir çıkarıcıdan başka bir şey değildir.

r- % -9 %
2n f,

Burada n örnek numarasıdır ve fi örnek hızıdır. Bu, fark denkleminin 360 ° civarında düzgün çalıştığından emin olmak için önemlidir. Faz değişkeni, 360 ° en yüksek ve en düşük temsil edilebilir sayılar arasındaki farka eşit olacak şekilde ölçeklenirse, standart iki tamamlayıcı çıkarma işlemi 360 °/0 ° geçişte doğru değere dönmelidir. Dikkat edilmesi gereken bir diğer nokta, fazın türevinin oldukça küçük bir sinyal olabileceğidir, bu nedenle tüm hesaplamaları uzun tam sayılar veya kayan nokta sayıları kullanarak yapmak gerekebilir .

11. 7 İmage modülasyonu

Aşağıdaki bölüm amatör televizyon ve faks iletişiminin modülasyon yönlerini kapsar. Protokoller ve çalışma standartları hakkında daha ayrıntılı bilgi, bu kitabın indirilebilir ek bilgilerinde İmage Communications işletim bölümünde bulunabilir.

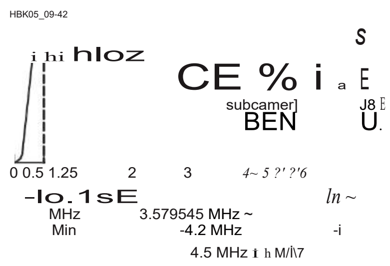
11.7.1 Hızlı Taramalı Televizyon

Amatör hızlı tarama televizyonu (ATV), 420 MHz üzerindeki amatör bantlarda kullanılan geniş bantlı bir moddur. Yavaş taramalı TV'den ayırt etmek için "hızlı tarama'olarak adlandırılır.

NTSC

NTSC, modülasyon standardını geliştiren Ulusal Televizyon Standartları Komitesi'nin adını almıştır. İt, başlangıçta 1941'de (yalnızca siyah-beyaz) ve yine 1953'te (renkli) piyasaya sürüldü. 1990'ların sonuna kadar baskın televizyon standardı olarak kaldı.

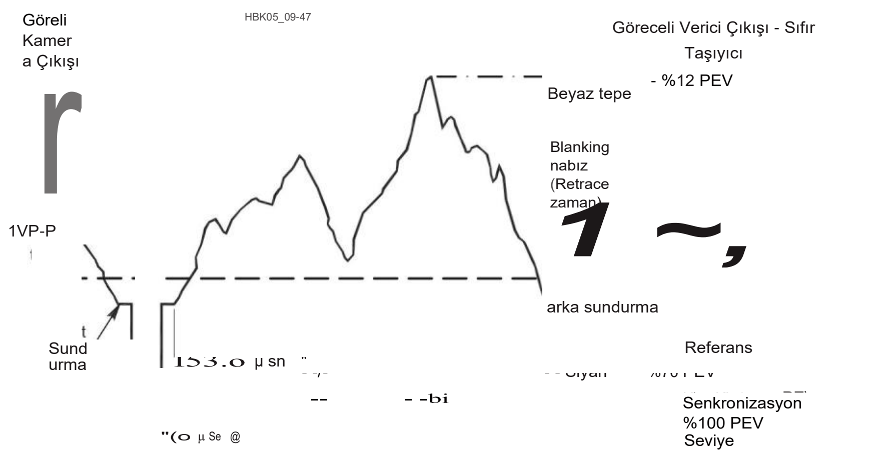
Ticari olarak eskimiş olmasına rağmen, 2009 yılında dijital TV'ye geçmeden önce Amerika Birleşik Devletleri'ndeki ticari analog televizyon istasyonları tarafından kullanılan aynı teknik standart olan NTSC'yi kullanan çok sayıda ATV etkinliği vardır. **Şekil 11.34,** bir NTSC analog TV kanalının spektrumunu göstermektedir. Temel olarak tam taşıyıcı, çift taraflı AM sinyali, alt kenar bandını kısmen kaldırmak için filtreleme ile. Kısmen filtrelenmiş *körelmiş yan bant* (VSB), taşıyıcı frekansın 1.25 MHz altına uzanır. Kanal, kompozit videoyu ve iki alt taşıyıcıyı, biri renk patlaması için 3.58 MHz'de ve diğeri ses için 4.5 MHz'de FM modüle edilmiş bir sinyali barındırmak için 6 MHz genişliğindedir. Basitlik için, amatör istasyonlar



Şekil 11.34 - Video taşıyıcısı ile bir analog NTSC 6-MHz video kanalı alt kenardan 1.25 MHz yukarı. Renk alt taşıyıcısı 3.58 MHz'de ve ses alt taşıyıcısı
Video alt taşıyıcının 4.5 MHz üstünde.

Genellikle filtrelenmemiş tam DSB AM iletir, ancak alt kenar bandının normal olarak çıkarılmış kısmı TV alıcısı tarafından kullanılmaz. Video enerjisinin %5'inden daha azı taşıyıcının 1 MHz'den daha altında göründüğünden, verici gücünün çok azı boşa harcanır. Diğer bant kullanıcılarına paraziti azaltmak için, anten hattındaki bir VSB filtresi, alt yan bant rengini ve ses alt taşıyıcı frekanslarını 20-30 dB azaltabilir.

Video sinyali, alıcıdaki dikey ve yatay tarama osilatörlerini senkronize etmek için darbeler içerir. **Şekil 11.35'e bakın. Senkronizasyon** darbeleri ve onları brakete eden "ön sundurma've" arka sundurma "alanları" siyahtan daha siyahtır ", böylece sinyal



Şekil 11.35 - Siyah-beyaz TV için bir yatay çizgi taraması sırasında bağıl kamera çıkışını ve verici çıkış RF gücünü gösteren bir ATV dalga formu. (Renkli bir kamera, boşluk kaidesinin arka verandasında 3.58 MHz'de 8 devirlik bir "patlama" üretecektir.) "Siyah'ın" beyaz'dan daha yüksek bir verici gücüne karşılık geldiğini unutmayın.

Geri çekilme sırasında boşaltıldı. Video-senkronizasyon oranı, kameradan gelen video seviyesi değiştikçe iletim zincirindeki tüm doğrusal amplifikatörler boyunca sabit kalmalıdır. Senkronizasyon uçlarını en yüksek gücün %100'ünde tutmak için, modülatör, amplifikatör kazanç sıkıştırmasını telafi etmek için bir senkronizasyon sedyesi olarak da işlev gören bir kelepçe devresi içerir.

NTSC'nin 525 yatay çizgisi ve saniyede 30 kare tarama hızı göz önüne alındığında, elde edilen yatay çözünürlük bant genişliği MHz başına 80 çizgidir. Bu nedenle, tipik TV setinin 3-dB 3 MHz'de (öncelikle İF filtresinde) yuvarlanmasıyla, hat başına 480 piksele karşılık gelen 240 dikey siyah çizgi görülebilir. Bir TV setindeki renk bant genişliği bundan daha azdır, bu da 100 renk çizgisine kadar sonuçlanır. (Çözünürlük çizgileri, kare başına yatay tarama çizgilerinin sayısıyla karıştırılmamalıdır.)

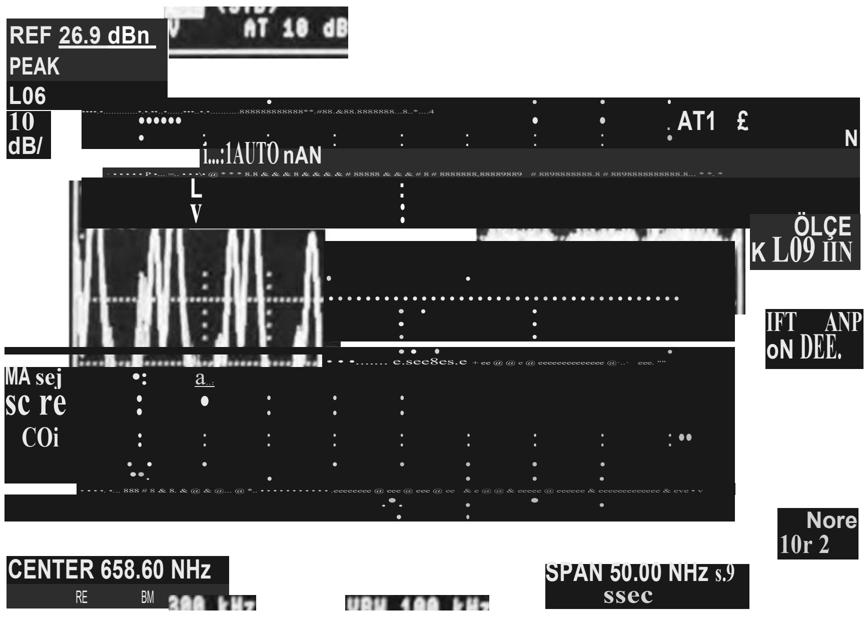
PAL analog TV sistemi NTSC tabanlı bir AM sistemidir. SECAM sistemi FM renk alt taşıyıcıları kullanır. Daha önce açıklandığı gibi, FM, belirli bir eşiğin üzerindeki sinyal seviyeleri için üstün gürültü ve parazit bastırma sağlar, ancak AM, Amerika Birleşik Devletleri'ndeki yaklaşık 5 µ V FM ATV'nin altındaki ön alıcı sinyal seviyelerini daha iyi çalışıyor gibi görünmesine rağmen, tipik olarak NTSC video ile 4 MHz sapma ve video seviyesinin altında 5.5-MHz dB'ye ayarlanmış 15 bir ses alt taşıyıcı kullanır. Carson'un kuralını kullanarak, işgal edilen bant genişliği 20 MHz'in hemen altına çıkıyor. Mevcut FM ATV ekipmanlarının çoğu 1.2, 2.4 ve 10.25-GHz bantları için üretilmiştir.

DİGİTAL TV MODULATION

Dijital hızlı tarama TV ticari DVB-S uydu dijital video yayın standardı kullanarak Avrupa ve ABD'de amatörler tarafından araştırılmıştır. İt, MPEG2 ses ve video veri sıkıştırma ve 20 Mbaud'a kadar sembol oranlarına sahip QPSK modülasyonu kullanır. İşin çoğu 23 cm bandında olmuştur, çünkü bu frekans aralığını kapsayan ucuz set üstü kutular mevcuttur.

DTV, analog TV için kullanılan aynı 6 MHz genişliğindeki kanallarda çalışır. Bununla birlikte, analog bir NTSC televizyon sinyali (görsel taşıyıcı, renkli alt taşıyıcı ve işitsel taşıyıcı) taşıyan her kanal yuvası yerine, kanal yuvası 8-VSB dijital olarak modüle edilmiş bir sinyal taşır. 6 MHz genişliğindeki havadan kanal yuvalarının kendileri değişmedi, sadece içlerinde taşınan sinyaller! Yani, kanal 2 hala 54-60 MHz, kanal 3 60-66 MHz ve benzeri, kanal 51'e kadar. Kanallar 2-6, istasyonlar UHF kanallarında dijital TV yayınlamak için hareket ettikçe ABD'de büyük ölçüde terk edildi. UHF kanalları 52-69 diğer kullanımlara yeniden tahsis edilecektir .

"8-VSB" ... 8 seviyeli ... bant modülasyonunu ifade eder. Bu, 256 durumlu *kuadratür genlik modülasyonu anlamına gelen 256-QAM'e benzer - 256* "durum", sinyal fazının 256 kombinasyonudur.

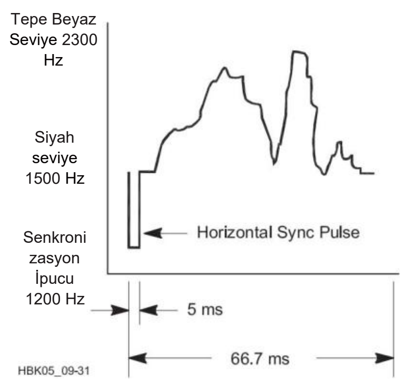


Şekil 11.36 - Üç analog NTSC TV kanalının (merkezin solunda) ve üç QAM sinyalinin (merkezin sağında) spektrumu. QAM "samanlıklarının" dijital kanal gücü, analog görsel taşıyıcı PEP'in yaklaşık 6 dB altındadır.

ve 256 farklı iletilen sembolü temsil eden genlik değerleri - kablo TV ağlarında kullanılan dijital bir format (64-QAM kablo şirketleri tarafından da kullanılır). 8-VSB durumunda, "8", genliğin bir İF sinyalini modüle ettiği sekiz seviyeli temel bant DTV sinyalini ifade eder. 8-VSB modülasyonu hakkında daha fazla bilgi için, David Sparano'nun "What Exactly İs 8-VSB Anyway?'adlı çevrimiçi makalesine bakın www.arrl.org/files/file/ Technology/TV_Channels/8_Bit_VSB**. PDF ve diğer referanslar** www.arrl.org/ **tv-kanallar-hava-catv** .

Sekiz seviye, sembol başına üç bit ile sonuçlanır ve yaklaşık 32 Mb/saniye ham veri hızı, 10.76 Mbaud sembol hızı ile sonuçlanır. Hata düzeltme ve diğer üst başlık ile net veri hızı 19 .39 Mb/saniyedir. DTV sinyali, analog TV ile aynı 6 MHz kanalına sığar.

Video taşımak için kullanılan dijital olarak modüle edilmiş sinyaller - ister havadan ister 8-VSB ister kablo ağlarında 64-QAM 256-QAM - 6 MHz bant genişliği üzerinde gürültü benzeri sinyallerdir. Bir dijital TV sinyali FM veya SSB gibi analog radyo iletişimlerine müdahale ederse, etki bozulmuş sinyal-gürültü oranına benzer. Dijital bir TV sinyali olan İndeed, 6 MHz genişliğinde bir "gürültü yığını'olarak düşünülebilir. Bir spektrum analizöründe, **Şekil 11.36'da gösterildiği gibi bir "samanlık'gibi görünüyor.** Tabii ki, amatör alıcının İF bant genişliği, 6 MHz genişliğindeki dijital TV kanalına göre oldukça dardır, bu nedenle alıcı tarafından görülen gerçek gürültü seviyesi (aşırı yük veya İMd problemleri olmadığı varsayılarak) kısmen alıcının İF bant genişliği tarafından belirlenecektir. Yine de, etkisi



Şekil 11.37 - Erken SSTV deneycileri tarafından geliştirilen temel 8 saniyelik siyah beyaz iletim formatı. Senkronizasyon darbeleri, yeniden izleme sırasında sinyali boşaltmak için "siyahtan daha siyahtır". Tam bir çerçeve 120 çizgiye sahiptir (saniyede 15 çizgide 8 saniye). Yatay senkronizasyon darbeleri her satırın başında meydana gelir; Her kareden önce 30 ms'lik dikey senkronizasyon darbesi.

Alıcı, geniş spektrumlu geniş bant gürültüsünün etkilerine benzer şekilde yüksek bir gürültü tabanına karşılık gelen şeydir.

11.7.2 Yavaş Taramalı Televizyon

Adına rağmen, *yavaş taramalı televizyon (SSTV)* aslında faks gibi hareketsiz görüntüler göndermek için bir yöntemdir. **Şekil 11.37'de gösterilen orijinal tek renkli analog SSTV formatı,** bir tam çerçeve göndermek için yaklaşık 8 saniye sürer. 1500 ila 2300-Hz frekanslı modüle edilmiş ses tonu,

Faks sinyali, ancak daha hızlı bir oranda gönderilir ve 1200 Hzforsynchronization darbeleri içerir.

Renk, çeşitli yöntemlerden herhangi biri kullanılarak gönderilebilir. İlk kullanılacak olan, üç ana rengin (kırmızı, yeşil ve mavi) her birinin tam bir çerçeve olarak sırayla gönderildiği framesquential yöntemiydi. Bu, renkler doğru olmaya başlamadan önce üçüncü karenin başlamasını beklemeniz gereken bir dezavantaja sahiptir ve herhangi bir gürültü veya parazitin görüntüyü bozma olasılığı üç kat daha fazladır ve görüntü kaydını (çerçevelerin kaplaması) bozma riski vardır ve böylece resmi bozar.

Satır sıralı yöntemde, her satır elektronik olarak üç kez taranır: her biri kırmızı, yeşil ve mavi için bir kez. Resimler alındıkça ekranı tam renkli olarak tarar ve kayıt sorunları azalır. Wraase SC-1 modları, erken çizgi sıralı renk iletiminin örnekleridir. Renk bileşeni taramalarının her biri için yatay bir senkronizasyon darbesi vardır. Bu yöntemin en büyük zayıflığı, alıcı sistem adım adım çıkarsa, hangi taramanın hangi rengi temsil ettiğini bilmemesidir.

Robot Research, her zamanki RGB (kırmızı, yeşil, mavi) bileşenleriyle renkli görüntüler göndermek yerine, 1200C modları için parlaklık ve krominans sinyallerini kullanmaya karar verdi. Her tarama hattının ilk yarısı veya üçte ikisi, R, G ve B bileşenlerinin ağırlıklı ortalaması olan parlaklık bilgisini içerir. Her satırın geri kalanı renk bilgisi ile krominans sinyalini içerir. Mevcut siyah ve beyaz ekipman, B & Wcompatible görüntüsünü her tarama hattının ilk kısmında görüntüleyebilir ve geri kalanı ekranın kenarından çıkabilirdi. Çoğu insan hala sadece B&W ekipmanına sahip olduğunda bu uyumluluk çok faydalıydı .

İşıklılık-krominans kodlaması İletim süresini daha verimli kullanır. 120 satırlık renkli bir görüntü, normal 24 saniye yerine 12 saniyede gönderilebilir. Gözlerimiz, parlaklık değişimlerindeki ayrıntılara renkten daha duyarlıdır, bu nedenle zaman, parlaklığa krominanstan daha fazla zaman ayırarak daha verimli kullanılır. NTSC ve PAL yayın standartları da bu görme özelliğinden yararlanır ve sinyalin renk kısmı için daha az bant genişliği kullanır. SSTV için, parlaklık-krominans kodlaması bazı avantajlar sunar, ancak görüntü kalitesi zarar görür. Çoğu doğal görüntü için kabul edilebilir, ancak görüntüler bilgisayar grafikleri ile değiştirildikçe daha yaygın olan keskin, yüksek dereceli kenarlar için kötü görünüyor. Sonuç olarak, tüm yeni modlar RGB kodlamasına geri döndü.

1200C, *dikey aralıklı sinyalleme* (VIS) adı verilen başka bir yenilik getirdi. İt, iletim modunu dikey senkronizasyon aralığında kodlar. Senkronizasyon frekansı etrafında dar FSK kodlaması kullanılarak uyumluluk korunur. Bu yeni sinyal, eski ekipmana ekstra uzun bir dikey senkronizasyona benziyor.

Martin ve Scottie modları, zamanlamalar dışında temelde aynıdır. Her RGB tarama seti için tek bir yatay senkronizasyon darbesi vardır. Bu nedenle, senkronizasyon geçici olarak kaybolursa alıcı uç kolayca geri adım atabilir. Yatay senkronizasyona sahip olmalarına rağmen, bazı uygulamalar bunları alımda görmezden gelir. İnstead, iletici ve alıcı istasyonlardaki çok doğru zaman tabanlarına güveniyorlar. Bu "senkronize" stratejinin avantajı, eksik veya bozuk senkronizasyon darbelerinin alınan görüntüyü rahatsız etmemesidir. Dezavantajı, hafif zamanlama yanlışlıklarının bile eğimli resimler üretmesidir.

1980'lerin sonunda, başka bir uyumsuz mod tanıtıldı. AVT modu diğerlerinden farklıdır, çünkü *yatay senkronizasyon. İt,* senkronizasyonu korumak için gönderme ve alma istasyonlarındaki çok doğru osilatörlere dayanır. Eğer çerçeve başlangıcı senkronizasyonu kaçırıldıysa, her şey biter. Bir tarama hattının nerede başladığını belirlemenin bir yolu yoktur. Ancak, 5-s başlığını kaçırmak 300 ms VIS kodundan çok daha zordur. Yedekli bilgiler 32 kez kodlanır ve daha güçlü bir hata algılama şeması kullanılır. Senkronizasyon elde etmek için AVT başlığının küçük bir bölümünü almak yeterlidir. Bundan sonra, gürültü görüntünün parçalarını silebilir, ancak görüntü hizalaması ve renkler doğru kalır.

Dijital görüntüler, ikili dosya aktarımını destekleyen standart dijital modülasyon formatlarından herhangi birini kullanarak Amatör Radyo üzerinden gönderilebilir. *Dijital SSTV* (DSSTV), Ralph Taggart, WB8DQT tarafından Şubat 2004 sayısında bir makalede açıklandığı gibi, JPEG veya GIF gibi bilgisayar görüntü dosyalarını iletmenin bir yöntemidir. *QST* Bu format - aralıklarla toplam sekiz alt taşıyıcıyı (590 ila 2200 Hz arasında değişen) fazemodüle eder Of230 Hz. Her alt taşıyıcının dokuz olası modülasyon durumu vardır. Bu sinyal modülasyon biçimi Barry Sanderson, KB9VAK tarafından geliştirilen gereksiz dijital dosya aktarımı (RDFT) olarak bilinir.

Çoğu dijital SSTV iletimi, kısa dalga dijital ses yayını için geliştirilen bir sistemden türetilen Dijital Radyo Mondiale (DRM) kullanmaya geçti. DRM dijital SSTV sinyali, 350 ila 2750 Hz arasındaki bant genişliğini kaplar. Hepsi aynı seviyede olmak üzere aynı anda 57 alt taşıyıcı gönderilebilir. Üç pilot taşıyıcı, diğer alt taşıyıcıların iki katı seviyesinde gönderilir. Alt taşıyıcılar, bu bölümde daha önce açıklanan OFDM ve QAM kullanılarak modüle edilmiştir. DRM SSTV çeşitli hata düzeltme yöntemleri içerir.

11.8 Yayılma spektrumu modülasyonu

*Bir spread-spectrum (*SS) sistemi, bir dijital sinyalin bant genişliğini, normalde veri dizisinden bağımsız olan özel bir yayılma kodu aracılığıyla gerekenin ötesinde kasıtlı olarak artıran bir sistemdir. Spektrumun bu şekilde yayılmasının birkaç nedeni vardır.

Yayılma spektrumu ilk olarak askeri sistemlerde kullanıldı; burada amaç, düşmanın onları kesmesini veya sıkıştırmasını zorlaştırmak için yayınları şifrelemekti. Amatörlerin bilgiyi gizlemek amacıyla iletimleri şifrelemelerine izin verilmez, ancak kasıtlı veya başka türlü parazitleri azaltmak açık bir faydadır. Sinyal normalde, onu almak için tasarlanmamış bir alıcıya rastgele gürültü gibi görünecek şekilde yayılır, bu nedenle grubun diğer kullanıcıları bir SS sinyalinin mevcut olduğunun farkında bile olmayabilir.

Spektrumunu yaymanın bir başka avantajıThatitcanmake frekans doğruluğu daha az kritik. Ek olarak, geniş bant genişliği, alıcıda pahalı dar bant genişliği filtrelerinin gerekli olmadığı anlamına gelir. Ayrıca frekans çeşitliliğinin bir ölçüsünü sağlar. Parazit veya seçici solma nedeniyle belirli frekanslar kullanılamaz ise, sinyal genellikle bant genişliğinin geri kalanındaki bilgiler kullanılarak yeniden yapılandırılabilir.

Spektrumu yaymanın birkaç yolu vardır - aşağıdaki en yaygın iki yöntemi ele alacağız - ancak hepsi belirli özellikleri paylaşıyor. Yayılmamış sinyalin 10 kHz bant genişliğini kapladığını ve 100 faktörle yayıldığını düşünün. Ortaya çıkan SS sinyali 1000 kHz (1 MHz) genişliğindedir. Her 10-kHz kanalı toplam sinyal gücünün 1/100'ünü veya -20 dB'yi içerir. Bu, bu 10-kHz kanallarından birini kullanan herhangi bir dar bant istasyonunun parazitte 20 dB'lik bir azalma yaşadığı, ancak SS istasyonunun emisyonlarının 100 kat daha fazla bant genişliği nedeniyle müdahale edilmesinin daha muhtemel olduğu anlamına gelir.

Spread spektrum istasyonu dar bant istasyonlarından gelen girişimden nasıl etkilenir? Etki olarak, SS alıcısı, 100 kanalın tümü birbirine eklendiğinde tam güç sinyali elde etmek için her 10 kHz kanalda alınan sinyali 20 dB azaltır. Bu, dar bantlı bir istasyondan gelen girişimin 20 dB azaldığı anlamına gelir, ancak yine de, SS istasyonunun alıcısının 100 kat daha fazla bant genişliği nedeniyle girişimin gerçekleşmesi daha olasıdır.

Spread spektrum istasyonu, aynı frekanstaki başka bir SS istasyonundan gelen girişimden nasıl etkilenir? Eğer diğer istasyon farklı bir ortogonal yayılma kodu kullanıyorsa, bir kez daha, parazit azaltma 20 dB'dir. 100 kat yayılma için. Bu, birçok SS istasyonunun, hepsi kabaca aynı sinyal seviyesinde alındığı sürece aynı kanalı parazit olmadan paylaşabileceği anlamına gelir. Ticari mobil telefon SS ağları, tüm mobil istasyonlardan gelen sinyallerin baz istasyonuna yaklaşık olarak aynı seviyede ulaşmasını sağlamak için gerçek zamanlı geri bildirim ile ayrıntılı bir güç kontrol sistemi kullanır.

Bu şema, bir-çok (baz istasyonundan mobil istasyonlara) sistem mimarisinde iyi çalışır, ancak farklı mesafeler ve dolayısıyla ağdaki her bir istasyon çifti arasındaki yol kayıpları nedeniyle tipik bir amatör çok-tomany düzenlemesinde uygulanması çok daha zor olacaktır. HF bantlarında, 80 ila 90 dB veya daha fazla sinyal seviyelerinde farklılıklar görmek nadir değildir. (Örneğin, S 1 ve 40 dB ile S9 arasındaki fark, S birimi başına 6 dB olduğu varsayılarak 88 dB'dir.) S9 + 40 dB'de 100 kat yayılma oranına sahip bir yayılma spektrumu sinyali, S9 + 20 dB hakkında aşağıdaki diğer sinyallere müdahale edecektir. Aynı şekilde diğer yönde de çalışır. SS sinyali, istenen sinyalden 20 dB'den daha yüksek olan diğer istasyonlardan parazit yaşayacaktır.

Normal olarak, bir iletimin bant genişliğini artırmak, alıcıdaki sinyal-gürültü (SİN) oranını düşürür. 100 kat daha fazla bant genişliği 100 kat daha fazla gürültü içerir, bu da SİN oranında 20 dB'lik bir azalmaya neden olur. Ancak SS alıcıları, işlem kazancı olarak bilinen bir fenomenden yararlanır. Alıcı, farklı ortogonal yayılma kodlarına sahip diğer SS sinyallerine duyarsız olduğu gibi, rastgele gürültüye de duyarsızdır. İşleme kazancına bağlı olarak SIN oranındaki iyileşme:

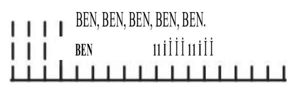
İşlem kazancı =

$$10 \times \frac{\text{lo/yayılma bant genişliğiJ}}{\text{yayılmamış bant genişliği}} \text{ dB}$$

Bu, artan bant genişliği nedeniyle SIN oranındaki azalmaya tam olarak eşittir. Net sonuç, bir SS sinyalinin, aynı sinyalin yayılmamış versiyonuna kıyasla sinyal-tonoise oranında ne bir avantajı ne de bir dezavantajı olmasıdır. Birisi, işlem kazancı nedeniyle, bir SS alıcısının gürültü seviyesinin altında olan sinyalleri (negatif SIN oranına sahip sinyaller) alabileceğini belirttiğinde, bu doğru bir ifadedir. Bununla birlikte, sinyal yayılmadığında elde edilebilenden daha iyi bir SİN performansı anlamına gelmez.

11.8.1 Frekans atlamalı yayılma spektrumu

Spektrumu yaymanın basit bir yolu

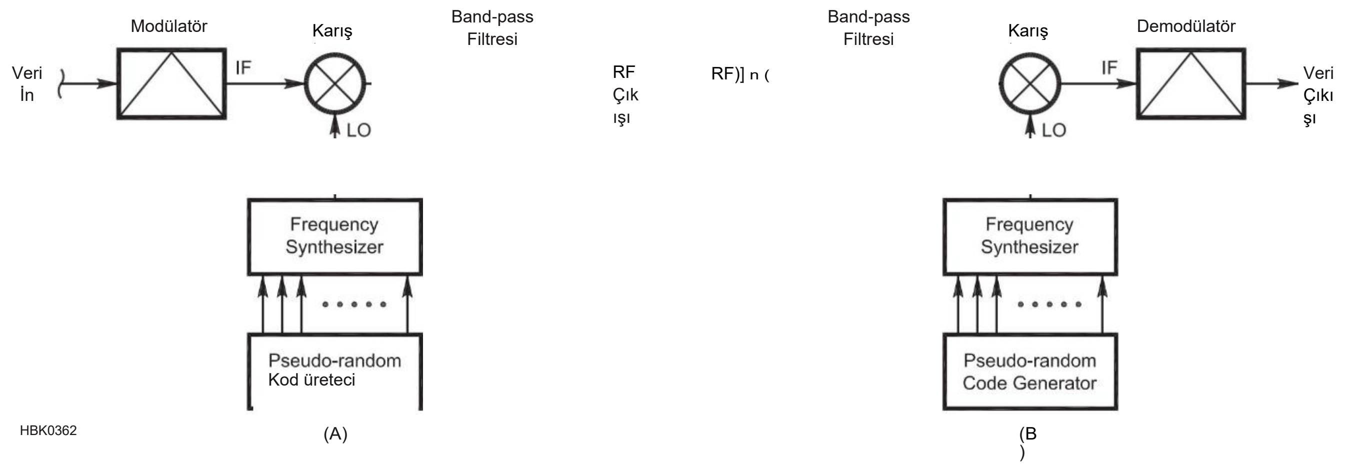


Şekil 11.38 - Frekans atlamalı yayılmış spektrum sinyali için frekansa karşı güç. Emisyonlar sözde rastgele şekilde ayrık frekanslara sıçrar. Normalde frekansların aralığı
Yaklaşık olarak bant genişliğine eşittir Yayılmayan sinyalden böylece ortalama spektrum yaklaşık düz olur.

Dar bantlı bir sinyalin, daha geniş spektrumun frekans aralığında, sürekli olarak veya ayrı frekanslarda bir dizi adımda tekrar tekrar süpürülmesidir. *Chirp modülasyonu olarak adlandırılan bu teknik, dar* bant sinyalinin, frekanstan frekansa hızlı bir - şekilde ileri ve geri atlayarak genişletilmiş spektrumu kapsadığı frekans aralıklı yayılma spektrumunun (FHSS) özel bir durumu olarak düşünülebilir. Ortalama olarak, her frekans aynı zaman yüzdesini kullanır, böylece ortalama spektrum FHSS sinyalinin bant genişliği boyunca düzdür. **Şekil 11.38'e bakınız.**

Eğer alıcı vericiyle adım adım atarsa, vericideki ile senkronize edilen aynı sözde rastgele diziyi kullanarak, verici ve alıcı her zaman aynı frekansa ayarlanır ve alıcının dedektörü, normal şekilde demodüle edilebilen sürekli, atlanmamış bir dar bant sinyali görür. Sinyalin *de-spread olduğunu,* yani normal dar bant formuna döndüğünü söylüyoruz. Alıcı ve verici arasındaki senkronizasyon, bir FHSS sistemindeki zorluklardan biridir. İki dizinin zamanlaması bile bir sıçrama ile farklılık gösterirse, o zaman alıcı her zaman yanlış frekansa ayarlanır, aynı frekans sözde rastgele dizide art arda iki kez meydana gelmezse. Senkronize edilmemiş bir dizi veya farklı bir dizi ile herhangi bir sinyal, işlem kazancı ile genlik azalır.

Frekans atlamalarının *gerçekleşme hızına bağlı olarak iki tür FHSS vardır. Yavaş frekans atlama,* baud hızından daha yavaş bir atlama hızını ifade eder. Hop başına birkaç sembol gönderilir. *Hızlı frekans atlamalı,* atlama hızı baud hızından daha hızlıdır. Her sembol sırasında birkaç sıçrama meydana gelir. *Çip terimi,* sistemdeki en kısa süreli modülasyon durumunu ifade eder. Yavaş frekans atlaması için, bu baud hızıdır. Hızlı frekans atlaması için atlama hızıdır. Fast-



Şekil 11.39 - Bir FHSS vericisinin (A) ve alıcının (B) blok diyagramı. Alıcı, sözde rastgele bir kod üretecine yanıt olarak frekansını sürekli olarak atlayan yerel bir osilatöre (LO) sahip geleneksel bir süperhet olarak düşünülebilir. Verici, geleneksel olarak modüle edilmiş bir ara frekansı (İF) frekans atlamalı bir radyo frekansına (RF) dönüştürmek için benzer bir mimariye sahiptir.

Frekans atlamalı çoklu yol yayılımının etkilerini azaltmada yararlı olabilir. Eğer atlama periyodu ikincil yayılma yollarının tipik zaman gecikmesinden daha az ise, o zaman bu sinyaller ana yol ile korelasyon göstermez ve işlem kazancı ile zayıflatılır.

Frekans atlamalı yayılmış spektrum sisteminin bir diyagramı **Şekil 11.39'da gösterilmiştir.** Hem verici hem de alıcı, bir sözde rasgele kod üreteci, frekanslar arasında doğru sırayla atlamak için bir frekans sentezleyicisini kontrol eder. Bu şekilde, dar bant sinyali önce verici tarafından yayılır, daha sonra radyo kanalı üzerinden gönderilir ve son olarak orijinal dar bant sinyalini tekrar elde etmek için alıcıda yayılır. FHSS ile ilgili bir sorun, birçok sentezleyicinin ardışık frekans şerbetçiotu üzerinde faz tutarlılığını korumamasıdır. Bu, temel (yayılmamış) modülasyonun faz bilgisine bağlı olmayan bir tür olması gerektiği anlamına gelir. Bu, PSK, QPSK ve QAM'ı dışlar. FHSS sistemlerinde temel modülasyon tipi olarak FSK ve MFSK gibi faza bağlı olmayan modülasyon tiplerinin sıklıkla kullanılmasının nedeni budur.

11.8.2 Doğrudan Dizi Yayılma Spektrumu

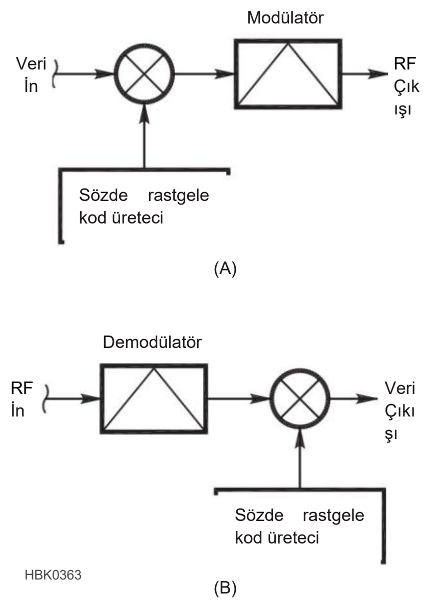
Bir FHSS sistemi, *sinyali yaymak için sözde rastgele bir frekans dizisinden geçerken, bir doğrudan sıralı yayılma spektrumu (DSSS)* sistemi, sinyali yaymak için sözde rastgele diziyi doğrudan verilere uygular. **Şekil 11.40'a bakın. İkili** veriler *kutupsal* formda kabul edilir, yani her bitin iki olası durumu **-1** ve + 1 ile temsil edilir. Veri bitleri, aynı zamanda polar formda, daha yüksek bit oranlı bir pseudorandom dizisi ile çarpılır. Verileri *cips adı verilen daha küçük zaman artışlarına böler.* Çip hızının verinin bit hızına oranı, yayılma bant genişliğinin yayılmamış bant genişliğine oranına eşittir, bu da sadece işlem kazancıdır:

İşlem kazancı =

10 x log (ch ip hızı) dB bit
hızı

Bununla birlikte, DSSS normalde BPSK gibi sembol başına bir bit modülasyon türü kullanır. Bu durumda, Şekil 11.40'taki modülatör ve demodülatör, RF yerel osilatörünü bipolar DSSS modüle edici sinyalle çarpan bir karıştırıcıdan oluşacaktır. Filtrelenmemiş BPSK sabit zarf olduğundan, yüksek verimlilik için doğrusal olmayan bir C sınıfı güç amplifikatörü kullanılabilir. Alıcıdaki demodülatör ayrıca, DSSS modüle edici sinyali yeniden oluşturmak için RF sinyalini yerel bir osilatör ile çarpan bir karıştırıcı olacaktır. Gösterilmeyen, alınan sinyali demodülasyon ve kod çözme işleminden önce bir ara frekansa dönüştürmek için bir süperheterodin alıcısında kullanılacak ek karıştırıcılar ve filtreler.

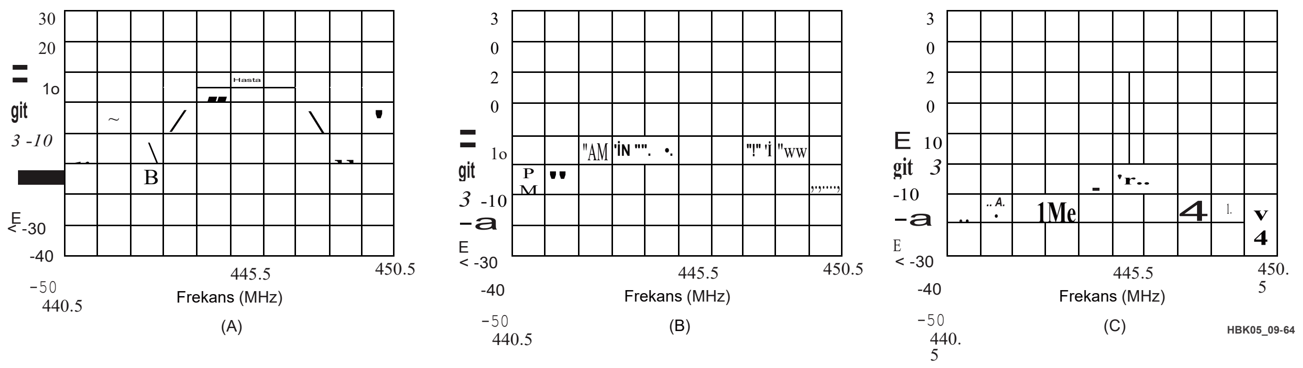
Filtrelenmemiş spektrum sinüs fonksiyonu şeklindedir. Bu, desibel olarak kalibre edilmiş logaritmik bir ölçekte çizilen Şekil 11.41A'deki gerçek bir DSSS sinyalinin spektrumunda açıkça görülür. Sola ve sağa verilen yanıttaki hörgüçler (ve ölçek dışında gösterilmeyenler) iletişim için gerekli değildir ve aşırı dolu bant genişliğini önlemek için filtrelenmelidir. Şekil 11.4 İB, DSSS sinyalini alıcıya girişte gürültü varlığında gösterir ve Şekil 11.41 C, de-spread dar bant sinyalinin sinyal-tonoise oranındaki iyileşmeyi gösterir.



Şekil 11.40 - Bir **DSSS vericisinin (A) ve alıcının (B) blok diyagramı. BPSK modülasyonu için, modülasyon bipolar verilerle aynı formata sahiptir (± 1), bu nedenle modülatör ve demodülatör çarpanların diğer tarafına taşınabilir. Arzu edilirse.**

11.8.3 Kod Bölmeli Çoklu Erişim (CDMA)

Daha önce de belirtildiği gibi, bir SS sinyali almak için, alıcıdaki de-spreading sekansı vericideki spreading sekansı ile eşleşmelidir. *Ortogonal terimi,* tamamen birbiriyle ilişkili olmayacak şekilde kodlanmış iki diziyi ifade eder. Alıcının ortogonal yanıtı



Şekil 11.41 - (A) Bir spektrum analizöründe görüldüğü gibi gerçek bir filtrelenmemiş bi faz modülasyonlu yayılmış spektrum sinyalinin frekans spektrumu. Bu pratik sistemde, bant geçişi filtreleme, yayılmış spektrum sinyalini amatör bantla sınırlamak için kullanılır. (B) Hattın alıcı ucunda, filtrelenmiş yayılmış spektrum sinyali sadece gürültü tabanında 10-dB bir kambur olarak görünür. (C) Alıcı dağıtıcının çıkışındaki sinyal. Orijinal taşıyıcı - ve ona eşlik eden herhangi bir modülasyon bileşeni - kurtarıldı. Tepe taşıyıcısı, gürültü tabanının yaklaşık 45 dB üzerindedir - B'de gösterilen kamburun 30 dB'den fazla (Bu spektrogramlar 0,1 s/bölmeli bir süpürme hızında ve 30 kHz'lik bir analizör bant genişliğinde yapılmıştır; Yatay ölçek 1 MHz/bölmedir.)

Kod rastgele gürültü ile aynıdır, yani işlem kazancına eşit bir faktör tarafından bastırılır. Birden fazla SS istasyonunun aynı frekansa aynı anda erişmesine izin vermek için bu özellikten yararlanılabilir, *kod bölmeli çoklu erişim (CDMA) olarak bilinen bir teknik.* Her vericiye farklı bir ortogonal kod atanır. Bir alıcı, yayılma için doğru kodu seçerek herhangi bir vericinin sinyalini "ayarlayabilir".

Eğer birden fazla istasyon, spread spektrum kullanmadan aynı anda iletebilmek istiyorsa, ya Her istasyonun farklı bir frekans kanalında iletildiği frekans bölmeli çoklu erişim (FDMA) veya *zaman bölmeli çoklu erişim (TDMA),* her bir iletimin diğer istasyonların zaman aralıklarıyla birleştirilen kısa zaman aralıklarına bölündüğü yerdir. TDMA ile karşılaştırıldığında, CDMA, farklı istasyonların zaman aralıklarının çakışmadığından emin olmak için harici bir senkronizasyon ağı gerektirmemesi avantajına sahiptir. Hem TDMA hem de FDMA ile karşılaştırıldığında, CDMA'nın daha fazla avantajı vardır. Kanaldaki istasyon sayısı arttıkça performansta kademeli bir düşüş yaşar. Sisteme yeni kullanıcılar eklemek nispeten kolaydır. Ayrıca CDMA, çok yollu yayılma veya kasıtlı sıkışma nedeniyle parazite karşı doğal bir dirence sahiptir. CDMA'nın birincil dezavantajları, göreceli karmaşıklık ve istenmeyen sinyallerin processmg gam yoluyla reddedilebilecek seviyeyi aşmadığından emin olmak için doğru güç seviyesi kontrolünün gerekliliğidir.

11.9 Darbe modülasyonu

Başka bir dijital genlik modülasyonu türü, genel *darbe modülasyonu kategorisine girer.* RF sinyali, genellikle zaman içinde eşit aralıklarla ve sinyal olmayan periyotlarla ayrılan bir dizi darbeye ayrılır. Üç tür darbe modülasyonu, PAM, PWM ve PPM tartışacağız.

Darbe genlik modülasyonu (PAM), modüle edici sinyalin genliğine doğrudan karşılık gelen değişen genlikte bir dizi darbeden oluşur**. Bkz. Şekil 11.42B.** Darbeler, sinyalin polaritesine bağlı olarak pozitif veya negatif olabilir. Modüle edici sinyal, darbe trenini filtreleyen düşük geçişle basitçe kurtarılabilir. Negatif darbelerin etkisi, RF sinyalinin polaritesini tersine çevirmektir. Sonuç bir çifte çok benzer-Yan bant, PAM'in darbe hızında hızla açılıp kapanan bastırılmış taşıyıcı sinyal. Başka bir deyişle, DSBSC sinyali periyodik olarak belirli bir darbe tekrarlama hızında örneklenir.

Sinyalin düzgün bir şekilde temsil edilmesi için, en yüksek modülasyon frekansı, örneklem hızının yarısı olan Nyquist frekansından daha az olmalıdır. *Nyquist kriteri olarak bilinen bu koşul,* sadece PAM için değil, herhangi bir dijital modülasyon tekniği için de geçerlidir.

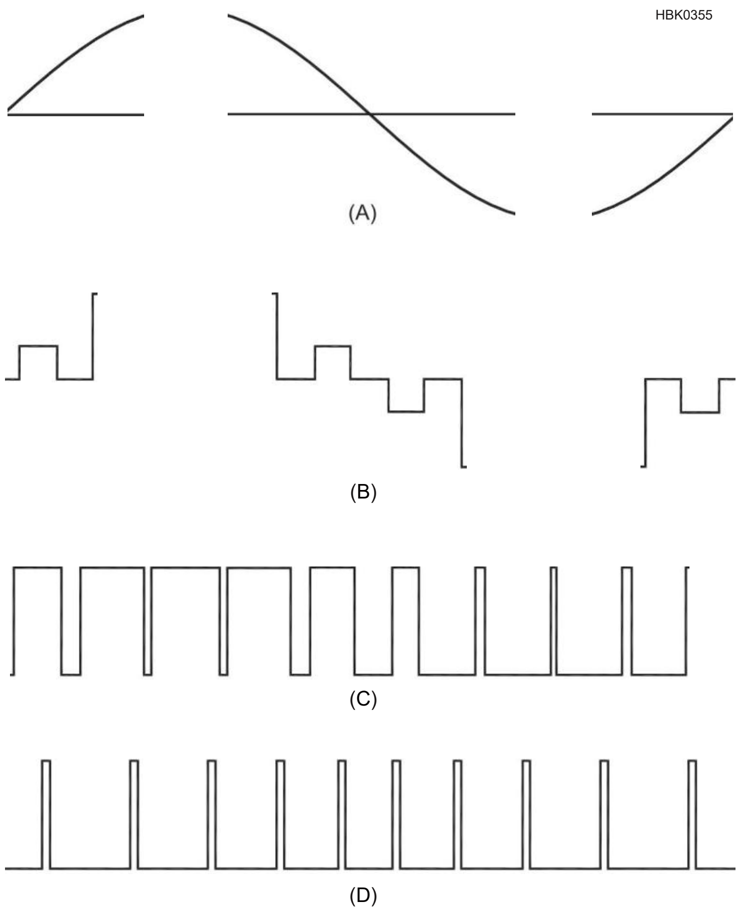
Bahsedilmesi gereken iki PAM varyasyonu vardır. *Doğal örnekleme,* Şekil 11.42B'de gösterildiği gibi, darbe boyunca her darbe sabitinin genliğini tutmaz, bunun yerine analog modülasyonun şeklini izler. *Tek polarite yöntemi,* PAM modülatöründen önce modüle edici sinyale sabit bir ofset veya kaide ekler. Kaide, tepe negatif modülasyonundan büyük veya ona eşit olduğu sürece, RF fazı asla değişmez ve sinyal DSB-SC yerine örneklenmiş tam taşıyıcı AM'ye eşdeğerdir.

PAM amatör bantlarda nadiren kullanılır, çünkü iletilen bant genişliğini arttırır ve çoğu gürültü ve parazit türü için sinyal-gürültü oranında iyileşme olmadan devre karmaşıklığını ekler. Bununla birlikte, konsept kullanışlıdır, çünkü PAM, bir -analog-dijital dönüştürücüye (ADC) girişte kullanılan numune alma ve tutma devresi tarafından üretilen sinyale benzer. ADC, analog ses sinyalini dijital sinyal işlemeye uygun bir dijital sinyale dönüştürmek için hemen hemen her dijital vericide kullanılır.

Darbe genişliği modülasyonu (PWM), genişliği orantılı olarak değişen bir dizi darbedir.

Modüle edici sinyalin genliğine. Şekil l 1.42C, numune sürelerinde ortalanmış darbeleri gösterir, ancak bazı sistemlerde numune süreleri önde gelen veya arka darbe kenarlarına karşılık gelebilir. Her iki yöntemle de, modüle edici sinyal, darbe trenini filtreleyen ve de bileşenini çıkarmak için bir bağlantı kapasitöründen geçiren düşük geçişli olarak geri kazanılabilir.

*Darbe pozisyonu modülasyonu (*PPM), Şekil 11.42D, modüle edici sinyalin genliği ile orantılı olarak darbelerin konumunu veya fazını değiştirir. Hem PWM hem de PPM ile, sinyalin tepe genliği sabittir. Bu, alıcının genlik değişimlerine duyarsız olacak şekilde tasarlanmasına izin verir, bu da analog açı modülasyonuna benzer bir şekilde daha iyi bir postdeteksiyon sinyal-gürültü oranına neden olabilir.



**Şekil 11.42 - Üç tip darbe kodu modülasyonu. Sinüs dalgası modülasyon sinyali (A) üstte gösterilir. Pulseamplitude modülasyonu (B) darbelerin genliğini değiştirir, darbe genişliği modülasyonu (C) darbe genişliğini değiştirir,
ve darbe konumu modülasyonu (D), modüle edici sinyalle orantılı olarak darbe konumunu değiştirir. Tik işaretleri gösteriyor
Nominal nabız süreleri. RF sinyali, modüle edici sinyal olarak (B), (C) veya (D) kullanan bir AM modülatörü tarafından oluşturulur.**

11. 10 Modülasyon Bant Genişliği ve İmpairments

Çeşitli modülasyon türlerinin önceki tartışmalarının çoğu, modülasyonun mükemmel olduğunu varsaymıştır. Analog modülasyon ile, bu, ses veya video modüle edici sinyalin, bozulma, sahte frekanslar veya diğer istenmeyen eserler olmadan RF dalga formunda mükemmel bir şekilde yeniden üretildiği anlamına gelir. Dijital modülasyonla, sembol zamanlaması ve İ/Q takımyıldızındaki konumlar ve yörüngeler mükemmel şekilde doğrudur. Her durumda, RF güç amplifikatörü, modülasyon tipi için gerekliyse, mükemmel bir şekilde doğrusaldır ve taşıyıcı frekansa yakın gürültü veya başka sahte sinyaller getirmez.

Gerçek dünyada, elbette, böyle bir mükemmellik asla elde edilemez. Bazı modülasyon bozuklukları iletim sisteminden, bazıları sinyalin yayıldığı iletim ortamından ve bazıları alıcı sistemden kaynaklanır. Bu bölüm, Vericideki ve bir dereceye kadar alıcıdaki devre. Yayılmaya bağlı sinyal bozuklukları, **Radyo Sinyallerinin Yayılması** bölümünde ayrıntılı olarak ele alınmıştır.

11.10.1 Dijital Sinyallerin Filtrelenmesi ve Bant Genişliği

Daha önceki bölümlerde bu konuya değindik, ancak şimdi biraz daha sistematik bir şekilde ele alalım. Dijital bir sinyalin gerektirdiği bant genişliği, modülasyonun filtrelenmesine, sembol oranına ve modülasyon türüne bağlıdır. OOK, BPSK, QPSK ve QAM gibi doğrusal modülasyon türleri için bant genişliği yalnızca sembol hızına ve modülasyon filtresine bağlıdır.

Örnek olarak, veri için alternatif olanlar ve sıfırlarla (10101010...) filtrelenmemiş bir BPSK modüle edici sinyal, sembol hızının yarısında bir dalgadır. Herhangi bir kare gibi Dalga, spektrumu temel frekansta (sembol hızı / 2) ve tüm garip harmoniklerde bir dizi sinüs dalgasına ayrılabilir. Eğer veriler, birlerin ve pairsofzero'ların alternatif çiftlerinden oluşuyorsa (l 1001100...) Sonra sembol hızının dörtte birinde bir kare dalgamız var ve spektrum, sembol oranının ve tüm garip harmoniklerinin dörtte birinde bir dizi sinüs dalgasıdır. Rastgele veriler, sıfırdan sembol oranının yarısına kadar olan tüm frekanslarda ve bu frekansların tüm garip harmoniklerinde enerji içerir. Harmonikler, sinyalin uygun demodülasyonu için gerekli değildir, bu nedenle sembol oranının yarısı kadar bir kesme frekansına sahip bir düşük geçişli filtre ile filtrelenebilirler.

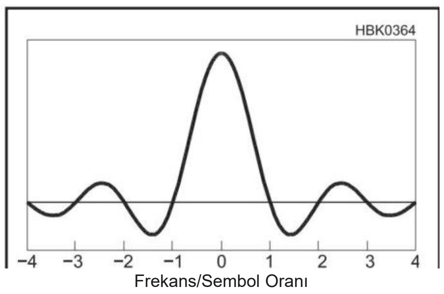
Rastgele verilerle, filtrelenmemiş

S]et/£; y 5hGrf/f,
sInc (
nf/f,

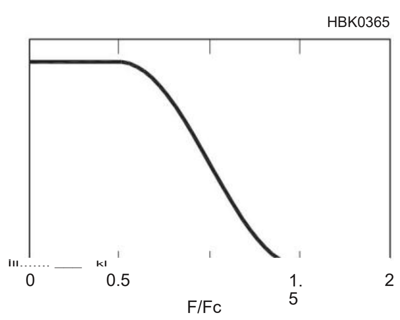
Burada f, sembol oranıdır. **Şekil 11.43'e bakınız.** F, sembol oranının tam sayı katı olduğunda yanıtın sıfır (eksi sonsuz dB) olduğunu unutmayın. Bu nedenle çoklu taşıyıcı modülasyonu genellikle sembol oranına eşit bir taşıyıcı aralığı kullanır.

Önceki tartışma, RF taşıyıcısını modüle etmeden önce temel bant sinyali için geçerlidir. BPSK çift taraflı bir modülasyondur ve bu nedenle temel bant spektrumu RF taşıyıcı frekansının üstünde ve altında görünür ve bant genişliğini 2 x (sembol hızı/2) = sembol oranına iki katına çıkarır. Gerçek şu ki, hiçbir pratik filtre sonsuz keskin bir kesime sahip olmadığından, bir BPSK sinyalinin işgal edilen bant genişliği sembol oranından biraz daha büyük olmalıdır. Bu, OOK ve çeşitli QPSK ve QAM formları gibi diğer tüm çift taraflı doğrusal modülasyon türleri için de geçerlidir.

Düşük geçişli filtreleme yapılmazsa



Şekil 11.43 - Rastgele verilerle filtrelenmemiş bir BPSK modüle edici sinyalin spektrumu olan sinc fonksiyonu çizildi
Doğrusal dikey ölçekli. Merkez (sıfır) noktası RF taşıyıcı frekansına karşılık gelir, Çift taraflı RF spektrumunun logaritmik (dB) ölçekte nasıl göründüğünü görmek için bkz. Şekil 11.41A.



Şekil 11.44 - 0.5-alfa, yükseltilmiş kosinüs filtresi için genlik ve frekans. Dikey ölçek doğrusaldır, bir spektrum analizöründe görüleceği gibi logaritmik değildir. Genlik, kesme frekansında 0.5 (-6 dB), Fe'dir. Genlik, Fc x (1 - alfa)'dan daha düşük frekanslar için 1.0'dır ve Fc x (1 + alfa) üzerindeki frekanslar için 0.0'dır.

Düzgün bir şekilde, semboller arasındaki geçişi bir sembolün diğerine geçmeye başladığı noktaya yavaşlatabilir ve *semboller arası girişime* (ISİ) neden olabilir. Bu sorunu önleyen bir filtre türüne *Nyquist filtresi denir. İt,* her sembolün modüle edici sinyale katkısının, diğer tüm sembollerin ortasındaki sıfırdan geçmesini sağlar, böylece ISİ oluşmaz. Nyquist filtresinin en yaygın türü *yükseltilmiş kosinüs filtredir, çünkü* - passbandto-stopband geçiş bölgesindeki frekans yanıtı (doğrusal bir ölçekte çizilir) yükseltilmiş bir kosinüs eğrisini izler**. Şekil 11.44'e bakınız.** Frekans kesiminin keskinliği *alfa adı verilen bir parametre ile belirtilir. İfa alfa* 1.0'dır, daha sonra geçiş bandından durdurma bandına geçiş çok kademelidir - sıfır hertz'de sağa doğru yuvarlanmaya başlar ve sonunda nominal kesme frekansının iki katında sıfır yanıta ulaşır. 0.0'lık bir alfa, kesme frekansında tam tepkiden sıfıra doğru anında geçiş yapan ideal bir "tuğla duvar" filtresi belirtir. 0.3 ile 0.5 arasındaki değerler iletişim sistemlerinde yaygındır.

Ne yazık ki, Nyquist filtresinden önce veya sonra herhangi bir ek filtre yerleştirilirse, anti-ISİ özelliğini yok eder. Hem verici hem de alıcıda filtrelemeye izin vermek için birçok sistem Nyquist filtresinin yarısını her yere etkili bir şekilde yerleştirir. Her filtrenin frekans yanıtı, bir Nyquist filtresinin yanıtının karekökü olduğundan, bunlara *kök-Nyquist filtreleri denir. Root-raisedcosine filtresi* buna bir örnektir. Bir Nyquist veya kök-Nyquist yanıtı teorik olarak bir analog filtre ile yaklaşabilirken, neredeyse her zaman dijital filtreler olarak uygulanırlar. Dijital filtreler hakkında daha fazla bilgi **DSP ve SDR Temelleri ve Analog ve Dijital Filtreleme** bölümlerinde görünür.

Daha önce de belirtildiği gibi, filtreleme, doğrusal olmadığı için açı modülasyonu ile daha zordur. RF spektrumu, doğrusal modlarda olduğu gibi temel bant spektrumunun doğrusal bir transpozisyonu değildir ve Nyquist filtreleme çalışmaz. Eski moda RTTY vericileri geleneksel olarak, işaret ve boşluk arasındaki geçişleri yavaşlatmak için bir R-C düşük geçişli filtre kullandılar. Bu, bant genişliğini mümkün olan en düşük değerle sınırlamazken, baud hızı, sonuçta ortaya çıkan bant genişliğinin yine de kabul edilebilir olması için yeterince düşüktür. Daha fazla modem sisteminde, filtre bant genişliğini girişim azaltma için mümkün olduğunca dar yapmak ve intersimbol girişimini azaltmak için bant genişliğini genişletmek arasında bir denge vardır. Örneğin, bazı hücresel telefon sistemleri için kullanılan GSM (Global System for Mobile communications) standardı, minimum vardiya anahtarlaması ve 0,3'lük bir GaussianfilterwithaBT (bant genişliği symboltime ürünü) kullanır. Bir 0.3 Gauss filtresinin 3-dB bant genişliğinin baud hızına 0.3 oranı vardır, bu da küçük ama kabul edilebilir bir ISİ miktarı ve makul miktarda bitişik kanal paraziti.

KANAL KAPASITESİ

Bir hata düzeltme kodu kullanarak bir iletişim kanalı üzerinden iletilebilecek hatasız veri miktarını artırmak mümkündür. Bu, iletilen verilere ek hata düzeltme bitleri eklemeyi içerir. Ne kadar çok bit eklenirse, düzeltilebilecek hatalar o kadar büyük olur. Bununla birlikte, ekstra bitler veri hızını artırır, bu da ek bant genişliği gerektirir ve bu da gürültü miktarını artırır. Bu nedenle, giderek daha fazla bant genişliği gerektiren daha fazla hata düzeltme biti ekledikçe, sonunda sınırlı bir ek getiri noktasına ulaşırsınız. 1940'larda Claude Shannon, teorik olarak mükemmel bir hata düzeltme kodu varsayarak, bir iletişim kanalı üzerinden mümkün olan maksimum kapasite için bir formül (Shannon-Hartley teoremi olarak adlandırılır) geliştirdi:

C-SW, [± S] bis

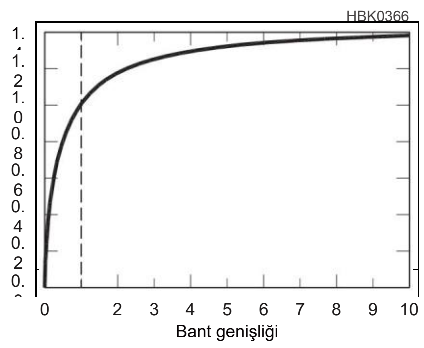
nerede

C = net kanal kapasitesi, hata düzeltme bitleri dahil değil,
B = Hz cinsinden bant genişliği ve
SİN = sinyal-gürültü oranı, güç oranı olarak ifade edilir .

B arttıkça, N'nin de aynı oranda arttığını unutmayın**. Şekil 11.45,** formüle dayalı bant genişliğine karşı kanal kapasitesinin bir çizimidir. Bant genişliği arttıkça, kanal kapasitesi, SİN oranının birliğe düştüğü noktaya (grafikte Bant Genişliği = **1 olarak etiketlenmiş) kadar hızla artar,** ardından kanal kapasitesi çok daha yavaş artar .

11.10.2 İntermodülasyon Bozulma

Modülasyonun bozulmasını en aza indirmek için, sinyal zincirindeki her aşama doğrusal olmalıdır,



Şekil 11.45 - Shannon-Hartley teoremi tarafından hesaplanan kanal kapasitesinin bant genişliğine göre grafiği. SİN Oran, Bandwidth = 1'de birlik olarak seçilmiştir.

Mikrofon veya modemden, tüm ara amplifikatörler ve işlemcilerden modülatörün kendisine kadar. Doğrusal modülasyon tipleri için, modülatör ve anten arasındaki tüm amplifikatörler ve diğer aşamalar da doğrusal olmalıdır.

Eğer modülasyon tek bir sinüs dalgasından oluşuyorsa, o zaman doğrusal olmayan sadece harmonik bozulmaya neden olur, bu da sinewave frekansının tam sayı katlarında yeni frekanslar üretir. Modülasyonda birden fazla frekans varsa, daha *sonra intermodülasyon distorsiyonu (İMD) ürünleri* üretilir. IMD, doğrusal olmayan bir amplifikatör veya başka bir cihaz bir karıştırıcı olarak hareket ettiğinde, tüm frekans çiftlerinin ve harmoniklerinin toplam ve fark frekanslarını ürettiğinde ortaya çıkar. Örneğin, F 1 ve F2 > F 1 olmak üzere iki frekans mevcutsa, o zaman IMD sahte frekansların F 1 + F2, F2 - Fl, , , - F2, - Fl, - , F2 ve benzeri yerlerde görünmesine neden olacaktır. *Tek sıralı* ürünler, orijinal frekansları 3Fl, 2Fl + F2, 3Fl - 2F2 ve benzeri gibi tek sayıda kez içeren ürünlerdir. - *Evenorder* ürünleri, 2F2, Fl + F2, 3Fl + F2 ve benzeri gibi orijinal frekansların çift sayısını içerir. Bozulmamış modülasyonda ikiden fazla frekans varsa, istenmeyen frekansların sayısı katlanarak artar.

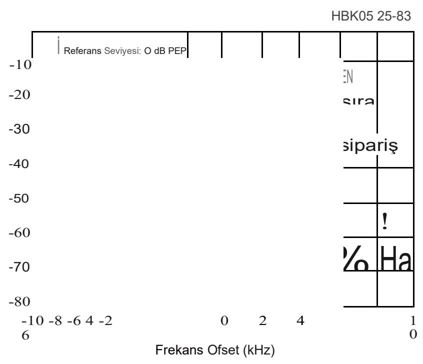
Modülasyondan önce meydana gelen intermodülasyon bozulması, modülatörden sonra (orta veya radyo frekansında) meydana gelen IMD ile temelde aynı olmasına rağmen, etkiler oldukça farklıdır. Modüle edici bir sinyalin iki frekans bileşenini düşünün, örneğin, 14.000 MHz, USB'ye ayarlı bir SSB vericisini modüle eden 1000 Hz ve 1200 Hz. İstenilen RF sinyali 14.001 ve 14.0012 MHz'de bileşenlere sahiptir. IMD modülasyondan önce meydana gelirse, Fl + F2 bozulma ürünü 1000 + 1200 = 2200 Hz'de gerçekleşir. Bu, SSB vericisinin ses geçiş bandı içinde iyi olduğundan, filtrelemenin bir yolu yoktur, bu nedenle 14.0022 MHz'de ortaya çıkarRF çıkışı. Bununla birlikte, modülatörden sonra bozulma meydana gelirse, Fl + F2 ürünü 14.001 + 14.0012 = 28.0022 MHz'de olur ve bu da vericinin alçak geçiren filtresi tarafından kolayca filtrelenir.

Bu, RF konuşma işlemcilerinin neden ses işlemcilerinden daha iyi çalıştığını açıklar. Bir konuşma işlemcisi, vericideki aşırı modülasyonu önlemek için modüle edici sinyalin tepe genliğini kırpar veya sınırlar. Bununla birlikte, sınırlayıcı süreç tipik olarak önemli intermodülasyon bozulmasına neden olur. Sınırlayıcı, modülatörden önce değil, sonra yerleştirilirse, ses yerine kırpılan bir RF sinyalidir. RF sınırlayıcıyı bir bant geçiş filtresi takip ederse, bozulma ürünlerinin çoğu çıkarılır ve daha az bozulmuş bir sinyal elde edilir.

Eğer bozulma mükemmel simetrik ise (örneğin, pozitif ve negatif zirvelerin eşit kırpılması) daha sonra sadece tek sıralı ürünler üretilir. Çoğu bozulma simetrik değildir, böylece hem çift hem de garip ürünler ortaya çıkar. Bununla birlikte, tuhaflık ürünleri, bir RF güç amplifikatörünün doğrusallığını ölçerken özellikle ilgi çekicidir. Bunun nedeni, modülatörden sonra meydana gelen çift sıralı ürünlerin, yalnızca filtrelenmesi kolay olan RF frekansının harmoniklerinin yakınında gerçekleşmesidir. Tek sıralı ürünler, modülasyonun bozulmasına neden oldukları veya diğer istasyonlara parazite neden oldukları yakın frekanslarda istenen kanala düşebilir.

İstenilen kanalın dışındaki diğer istasyonlara müdahale eden bu tür İMD için gayri resmi terim *sıçramalıdır.* Lineer amplifikatör aşırı tahrik edilirse, bu durum modülasyon zarfının tek sıralı İMD ürünleri ile kesilmesine neden olur.

Bir SSB vericisinin veya RF güç amplifikatörünün doğrusallığını test etmek için yaygın olarak kullanılan yöntem *iki tonlu testtir. İki eşit* genlikli ses frekansı tonu mikrofon girişine beslenir, verici ve/veya amplifikatör istenen güç seviyesine göre ayarlanır ve çıkış sinyali bir spektrum analizöründe gözlenir**. Şekil 11.46'ya bakınız. Modüle** edici tonlar Fl ve F2 ise, modülasyon yan bantlarına en yakın üçüncü İMD ürünleri frekanslara sahiptir of2Fl - F2 ve 2F2 - Fl. üçüncü dereceden İMD ürünleri arasındaki frekans farkı 3'tür (Fl - F2). Benzer şekilde, beşinci dereceden İMD ürünleri 3Fl - 2F2 ve 3F2 - 2Fl oluşur, bu nedenle 5 (Fl - F2) aralıklıdır. Olduğu gibi



Şekil 11.46 - Bir **çift ses tonu ile modüle edilmiş bir SSB vericisinden gelen İntermodülasyon (İMD) ürünleri (metne bakınız). Merkezdeki iki sinyal, istenen modülasyon yan bantlarıdır.** Üçüncü dereceden İMD ürünlerinin frekansları, **ton aralığı ile istenen kenar bantlarının frekanslarından ayrılır (1 kHz) ve birbirinden üç kat ton aralığı (3 kHz). Beşinci dereceden ürünler üçüncü sınıf ürünlerden iki kat ton aralığı (2 kHz) ve birbirlerinden beş kat ton aralığı (5 kHz) ile ayrılır.**

Şekil, Fl ve F2 birbirinden 1 kHz ise, iki üçüncü dereceden ürün, üst modülasyon yan bandının 1 kHz üstünde ve alt yan bandın altında 1 kHz'dir. Bu 3 x 1 kHz = 3 kHz aralığıdır. Beşinci dereceden ürünler, 2 + 1 + 2 kHz = 5 kHz'lik bir ürün-ürün aralığı için modülasyon yan bantlarından iki kat ton aralığıdır (2 kHz).

11.10.3 İletilen bant genişliği

Çeşitli modülasyon türlerinin her biri için gerekli bant genişliğini zaten tartıştık. Önceki bölüm, istenen iletişim kanalının dışında istenmeyen emisyonlara neden olabilecek intermodulationondistortionisonephenomeno n'u açıkladı. Bir diğeri, modüle edici sinyali gerekli minimum bant genişliğine uygun şekilde düşük geçişli filtrelemede başarısız oluyor. Bu özellikle SSB, AM, OOK (CW), BPSK ve QAM gibi doğrusal modülasyon modları için bir endişe kaynağıdır. FM ve FSK gibi açı modülasyonlu modlar için, aşırı bant genişliği, sapmanın çok yüksek ayarlanmasından kaynaklanabilir.

İstenilen bant genişliğinin dışında emisyonlara neden olan başka modülasyon bozuklukları da vardır. Örneğin, bir SSB vericisinde, istenmeyen yan bant yeterince bastırılmamışsa, işgal edilen bant genişliği olması gerekenden iki kat daha büyüktür. Ayrıca, aşırı güçlü bir bastırılmış taşıyıcı, bu frekansa yakın ayarlanmış istasyonlara özellikle sinir bozucu heterodin parazitine neden olur. Bazı SSB modülatörleri ile, taşıyıcı bastırmayı optimize etmek için sağlanan bir ayarlama vardır.

Taşıyıcı bastırma, genliği çok düşük olan modüle edici bir sinyal ile bozulabilir. Örneğin, mikrofondan bir SSB vericisine gelen sinyal uygun genliğin onda biri (-20 dB) ise ve RF amplifikatör aşamalarının kazancı telafi etmek için arttırılırsa, taşıyıcı bastırma 20 dB'ye düşürülür.

Bitişik kanal gücü (ACP) terimi, istenen kanalın üstünde veya altında bitişik bir iletişim kanalına düşen iletilen güç miktarını ifade eder. Normalde, istenmeyen kanal dışı güç, hemen bitişik kanallar için, iki kanal uzakta olanlara, *sözde alternatif* kanallara göre daha kötüdür. ACP normalde dB'de bir güç oranı olarak belirtilir. İt, istenen kanaldaki toplam gücü ve bitişik bir kanaldaki toplam gücü ölçebilen bir spektrum analizörü ile ölçülür, böylece dB farkı hesaplanabilir.

Kullanılan bant genişliği, toplam gücün belirli bir yüzdesinin gerçekleştiği bant genişliğidir. Kullanılan ortak bir yüzde %99'dur. Düzgün ayarlanmış, düşük distortion iletim sistemi için, işgal edilen

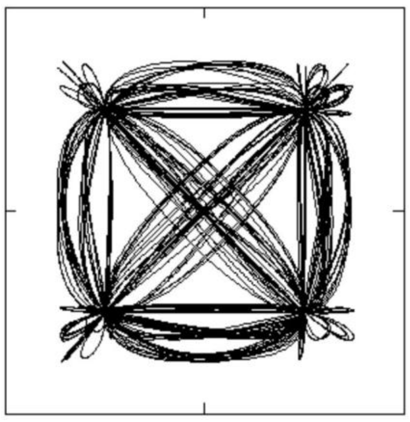
Bant genişliği esas olarak modülasyon tipi ve filtreleme ve dijital modülasyon durumunda sembol oranı ile belirlenir. Örneğin, bazı ABD dijital hücresel ağlarında kullanılan IS-54 TDMA formatı, 24.3-kilosymbols/sn kullanarak yaklaşık 30 kHz işgal edilmiş bant genişliğine rt/4-DQPSK 0.35-alfa kök yükseltilmiş kosinüs filtreli modülasyona sahiptir. GSM hücresel standardı, 270.833 kilosimbols/sn, 0.3 Gaussian filtreli MSK sinyali için yaklaşık bir 350-kHz işgal edilmiş bant genişliği gerektirir.

11.10.4 Modülasyon doğruluğu

Analog modlar için, modülasyon doğruluğu esas olarak, minimum bozulma ve istenmeyen sinyal artefaktları ile istenen bant genişliği boyunca uygun frekans yanıtını koruma sorunudur. Gürültü ve sahte sinyaller gibi İn-band eserler herhangi bir makul iyi tasarlanmış sistem ile bir sorun olmamalıdır. AM sinyalleri için %100'e yakın modülasyon zirvelerinin korunması veya FM sinyalleri için uygun sapma, bir ses kompresörü tarafından kolaylaştırılır. İt, modülasyon yolundaki kazancı değiştirmek için bir dedektör ve otomatik bir gaincontrol geri besleme döngüsü kullanan tip veya tepe genliğini sınırlayan ve daha sonra ortaya çıkan harmonikleri ve intermodülasyon ürünlerini çıkarmak için kırpılmış sinyali filtreleyen bir kesme tipi kompresör olabilir. SSB vericileri, uygun tepe güç seviyesini korumak için sesli konuşma sıkıştırmasını da kullanabilir, ancak daha önce açıklandığı gibi, modülatöre ulaşmadan önce sinyalin kesilmesi, özel teknikler kullanılmadıkça kabul edilemez bozulmalara neden olabilir.

Dijital sinyaller için, bir dizi başka olası modülasyon yanlışlığı kaynağı vardır. Nyquist filtreleme kullanan modlarda, semboller arası girişim (ISİ) olmadığından emin olmak için kesme frekansı ve filtre şekli doğru olmalıdır. Neyse ki, dijital filtrelerle bunu yapmak kolaydır. Bununla birlikte, sinyal yolundaki herhangi bir ek filtreleme, ISL'yi bozabilir Örneğin, çoğu HF dijital modu, iletim için sinyali sesten RF'ye yukarı dönüştürmek ve alıcı ucunda RF'den tekrar sese aşağı dönüştürmek için bir analog SSB alıcı-verici kullanır. Verici ve alıcıda kullanılan kristal filtreler, özellikle filtre geçiş bandının kenarlarına yakın yerlerde grup gecikme düzlüğünü önemli ölçüde azaltabilir. Bu nedenle çoğu HF dijital modu, tipik bir alıcı-vericinin geçiş bandından önemli ölçüde daha az bir bant genişliği kullanır ve sinyali kristal filtrelerin merkez frekansına yakın bir yere yerleştirir.

Bozulma, dijital sinyallerin, özellikle 256-QAM gibi yakın aralıklı sembollere sahip formatların uygun şekilde çözülmesini de bozabilir. Son amplifikatördeki herhangi bir "düz tepe", takımyıldızının en dış köşelerindeki sembollerin olması gerekenden daha yakın olmasına neden olur. The

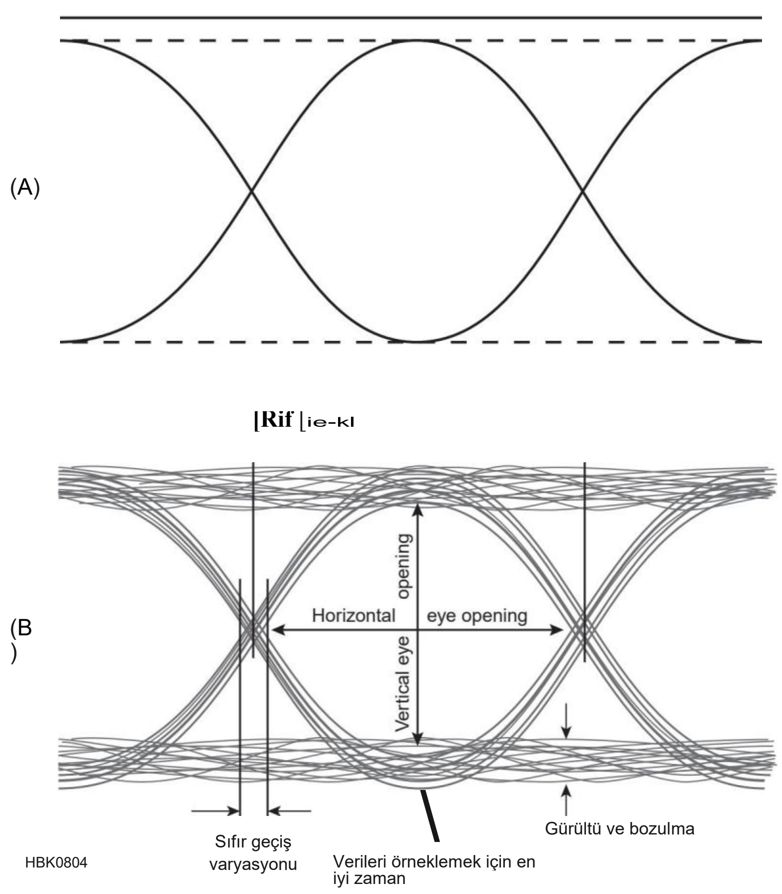


Şekil 11.47 - Uzun bir süre boyunca bir QPSK sinyalinin yörüngesinin simüle edilmiş İ/Q takımyıldızı gösterimi. 0.5-alfa yükseltilmiş kosinüs filtresi kullanıldı. Bir Nyquist filtresi olduğundan, yörüngeler her sembol konumundan tam olarak geçer.

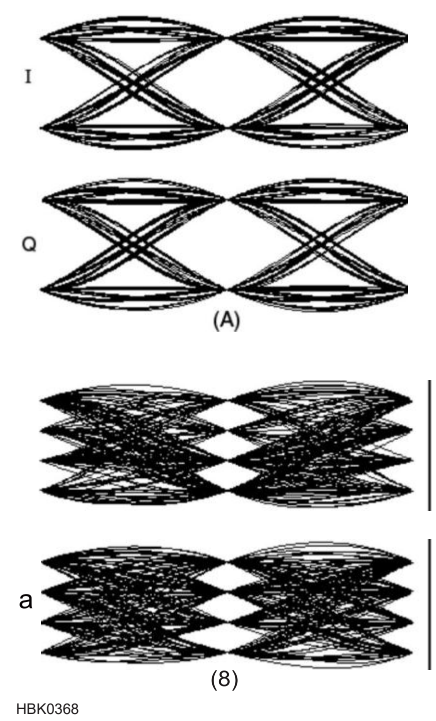
Sembol saatinin doğruluğu, algılama işlemini çok sayıda sembol üzerinde birleştiren JT65 gibi formatlarda kritik öneme sahiptir. Belki de şaşırtıcı bir şekilde, bazı ucuz bilgisayar ses kartlarındaki saat oranı, sembol oranında benzer bir hataya neden olan yüzde sırasına göre kapalı olabilir.

Bir FSK sinyalinin modülasyon doğruluğu normalde her sembol zamanının merkezindeki frekans kayması ile karakterize edilir, alıcının genellikle hangi sembolün alındığına karar verdiği nokta. Diğer dijital formatlar için, modülasyon doğruluğu normalde sembol karar noktalarındaki genlik ve faz ile karakterize edilir. Genlik hatası tipik olarak en büyük sembol genliğinin yüzdesi olarak ölçülür. Faz hatası derece olarak belirtilir. Her iki durumda da, ortalama RMS değerini veya ölçüm süresi boyunca tespit edilen en yüksek hatayı belirtebilirsiniz. Genlik hatası, bilginin genlik olarak kodlandığı BPSK gibi modülasyon türleri için en önemli husustur. MSK gibi sabit zarf biçiminde faz hatası daha önemli bir metriktir.

QPSK ve QAM gibi formatlar için hem genlik hem de faz önemlidir.



Şekil 11.48 - Göz diyagramı, takımyıldızındaki noktalar arasında geçiş yaparken dijital sinyalin tekrarlanan örneklerini gösteren osiloskop tarzı bir diyagramdır. A'daki göz diyagramı mükemmel, bozulmamış bir sinyal içindir. B'deki göz diyagramı gürültü, bozulma ve zamanlama varyasyonlarına sahip bir sinyal gösterir.



Şekil 11.49 - Bir **QPSK** jeneratörünün (A) İ ve Q çıkışlarının göz diyagramları ve Bir **16-QAM jeneratörü (B).** "Göz", **sembol karar noktaları arasındaki boş alandır ve tüm sembol yörüngelerinin bir araya geldiği noktalar olarak görünür. "Göz'ne kadar büyükse, sinyalin çözülmesi o kadar kolay olur.**

sembol yerini belirleme. Her ikisini de içeren bir ölçüm, *hata vektör büyüklüğü* (EVM) olarak adlandırılır. İt, takımyıldız diyagramındaki ideal sembol konumu ile sembol karar noktasındaki gerçek sinyal değeri arasındaki RMS ortalama mesafesidir ve RMS sinyal gücünün veya maksimum sembol genliğinin yüzdesi olarak ifade edilir. Bu, genellikle ev deneycileri için mevcut olmayan özel test ekipmanı gerektiren bir ölçümdür. Bununla birlikte, bilgisayar simülasyonları kullanarak çeşitli tasarım seçeneklerinin EVM üzerindeki etkisini tahmin etmek mümkündür.

Daha önce, takımyıldız diyagramlarını düz çizgilerle gösterilen sembol konumları arasındaki geçişlerle çizdik. Gerçek bir sistemde, hem İ hem de Q sinyalleri, sembol konumlarında ani yön değişiklikleri olmaksızın sembol geçişlerini daha yumuşak hale getiren düşük geçişli filtrelenmiştir. **Şekil 11.47,** rastgele verilerle 0.5-alfa raisedcosine filtresi kullanarak bir QPSK sinyalinin gerçek sembol yörüngelerini göstermektedir. Yükseltilmiş kosinüs bir tür Nyquist filtresi olduğundan, yörüngeler her sembol konumundan tam olarak geçer. Bu, İ ve Q çıkışlarını bir QPSK baseband jeneratöründen bir osiloskopun X (yatay) ve Y (dikey) girişlerine bağladığınızda göreceğiniz şeydir. İt ayrıca, taşıyıcı ve saat kurtarma devreleri sinyali stabilize ettikten sonra sembol dedektörüne girişte bir alıcıda göreceğiniz şeydir. Sembol yörüngeleri doğru değilse, sembol noktalarındaki karanlık alanlar daha az belirgin ve daha fazla yayılmış olacaktır. Böyle bir takımyıldız diyagramı da iyi

Diğer amaçlar için sorun giderme aracı, örneğin genlik bozulmasını kontrol etmek veya hatalı bir sembol kodlayıcısının bazı sembolleri eksik olup olmadığını veya yanlış yere yerleştirip yerleştirmediğini görmek için.

Net bir Nyquist yanıtı elde etmek için hem vericide hem de alıcıda bir kök-Nyquist filtresinin kullanıldığı bir sistemde, verici çıkışı şekildeki gibi keskin bir şekilde tanımlanmış sembol konumlarını göstermeyecektir. Bu durumda, ölçüm cihazı, temiz bir ekran elde etmek için normalde alıcıda bulunan eksik kök-Nyquist filtresini sağlamalıdır. Profesyonel modülasyon analizörleri normalde uygun eşleşen filtreyi seçme araçlarını içerir.

Modülasyon doğruluğunu görmenin bir başka yolu da *göz diyagramıdır.* **Şekil 11.48** ve **11.49'a bakınız.** Bu durumda osiloskopun yatay ekseni, sembol saati tarafından tetiklenen iç süpürme jeneratörü tarafından tahrik edilir. Osiloskopun iki dikey kanalı, baseband jeneratörünün İ ve Q çıkışlarına bağlanır. "Göz", tüm izlerin bir araya geldiği sembol karar noktaları arasındaki İ ve Q izlerinin merkezindeki boş alandır. Alıcının sembol kod çözücüsünün işini olabildiğince kolaylaştırmak için göz mümkün olduğunca "açık" olmalıdır. Osiloskop tipik olarak sonsuz kalıcılık için ayarlanır, böylece ideal sembol yörüngesinden en kötü durum gezileri kaydedilir. QPSK, her çeyrekte bir tane olmak üzere dört sembol konumuna sahiptir, böylece İ ve Q'nun her biri yalnızca iki olası değere sahiptir ve her biri için yalnızca bir "göz" vardır. 16-QAM, üç "göz" oluşturan İ ve Q için dört olası konuma sahip 16 sembol konumuna sahiptir.

11. 11 Referanslar ve Bibliyografya

"Sigma-Delta Dönüşümüne Kısa Bir Giriş", AN9504, İntersil. **www.renesas.com/us/en/www/doc/application-note/an504.pdf**

Agilent Technologies, "İletişim Sistemlerinde Dijital Modülasyon - Bir Üretim" Uygulama **Notu 1298. literature.cdn.keysight.com/litweb/pdf/5965-7160E.pdf?id = 1817805**

Costas, J. P., "Poisson, Shannon, and the Radio Amateur", *IRE Tutanakları,* cilt 47, pp 2058-2068, Aralık 1959.

Ford, S., WB8IMY, *HF Digital ile Yayına Başlayın* (ARRL, 2011)

Ford, S., WB8IMY, *ARRL VHF Dijital El Kitabı* (ARRL, 2008) Haykin, *S., Dijital İletişim (*Wiley, 1988)

Langner, J. WB2OSZ, "SSTV İletim Modları**", www.comunicacio.net/digigrup/ccdd/sstv.htm**

Mack, R, W5IFS, SDR: 2009'dan itibaren basitleştirilmiş sütun, QEX.

"İletim Yöntemleri El Kitabı - Referans Belgesi ", Rohde & Schwarz, 2014, **kaynaklarda mevcuttur. rohde-schwarz-usa.com/c/manual-oftransmissi-2**

Nagle, J., K4KJ, "Çeşitlilik Alımı: Yüksek Frekanslı Sinyal Solmasına Bir Cevap ", *Ham Radio, Kasım* 1979, pp 48-55 .

Sabin, W., et al, *Single-Sideband Systems and Circuits* (McGraw Hill, 1987)

Shavkoplyas, A. VE3NEA, "CW Shaping in DSP Software", *QEX,* May/Jun 2006, pp 3-7.

Seiler, T., HB9JNX/AE4WA, vd. "Dijital Amatör Tele Vizyon (D-ATV)", proc. 2001 ARRL/TAPR Dijital İletişim Konferansı

Gümüş, W., N0AX, "FM Hakkında", *QST,* Jul 2004, pp 38-42 .

Silver, W., N0AX, "SSB Hakkında", *QST, Ocak* 2016, pp 51-54 .

Smith, D., KF6DX, "Bozulma ve Gürültü OFDM Sistemlerinde ", *QEX, Mar/Nisan* 2005, pp 57-59.

Smith, D., KF6DX, "Dijital Ses: Yeni Yeni Mod?" *QST, Ocak* 2002, sayfa 28-32.

Stanley, J., K4ERO, "Rüya Yazılımı ile Gerçek Zamanlı Seçici Solmayı Gözlemleme", *QEX, Ocak/Şubat 2007* , s 18-22.

Taggart, R., WB8DQT, "Amatör Televizyona Bir Giriş", *QST, Nisan*, Mayıs ve Haziran 1993.

Taggart, R., WB8DQT, *İmage İletişim El Kitabı* (ARRL, 2002)

Taggart, R, WB8DQT, "Dijital Yavaş Tarama Televizyonu", *QST, Şubat* 2004, pp 47-51 .

Van Valkenburg, M. ve ark., *Mühendisler için Referans Verileri: Radyo, Elektronik, Bilgisayar ve İletişim,* bölüm 23, 24 ve 25, 9. Ed. (Newnes, 2001)

İçerik

Bölüm 12 - İndirilebilir Ek İçerik

Makaleler

- HF Alıcı Testi, Adam Farson, VA70J/AB70J
- Adam Farson, VA70J/AB70J tarafından HF Alıcıları Üzerinde Gürültü Güç Oranı (NPR) Testi
- Aktif Karıştırıcıların Performans Kabiliyeti Dr. Ulrich Rohde, N1UL
- SOR Basitleştirilmiş - Ray Mack, W5IFS tarafından Filtre Tasarım Programı
- SOR Basitleştirilmiş - Ray Mack, W5IFS tarafından CİC Filtrelerine Üretim
- SOR Basitleştirilmiş - Ray Mack, W5IFS tarafından Daha Fazla Filtre Etkinliği
- SOR Basitleştirilmiş - Nyquist Gerçek Dünya ile Buluşuyor Ray Mack, W5IFS
- VHF ve UHF Alıcıları ve UHF ve Mikrodalga Teknolojisi Niques

Ayrıca ***Transmitters*** *ve* ***Transceivers*** *bölümleri için İndirilebilir İçerik bölümüne bakın*

Projeler

- Zack Lau, W1VT tarafından 10 GHz preamp PCB şablonu
- Jim Kocsis, WA9PYH tarafından 2 Metre ve 70 Santimetre için Çift Bantlı Düşük Gürültü Amplifikatörü
- Colin Horrabin, G3SBI tarafından Up-Conversion HF/LF Alıcısı için Yüksek Performanslı 45 MHz İF Amplifikatör
- Uzun Dalga Upconverter Fred Brown tarafından, W6HPH
- Yazılım Tabanlı Uzaktan Alıcı Çözümü, Martin Ewing, AA6E
- J. Onate, M0WWA ve X. de Fortuny tarafından bir Yazılım Kontrollü Radyo Preselektörü
- James Forkin tarafından Tüm Mod 1 kHz ila 1.7 GHz SOR Alıcısı, WA3TFS
- Binaural İ-Q Receiver projesi Rick Campbell tarafından, KK7B
- George Hirshfield tarafından Genel Kapsama Preselector, W50ZF
- *ARRL El Kitabının önceki sürümlerinden alıcı projeleri*
- Randy Henderson, WI5W tarafından Kaya Bükme Alıcı PCB şablonu
- Basit SOR Alıcısı, Michael Hightower, KF6SJ
- Ayarlanabilir RF Preamplifikatör George Steber tarafından Varicap Diyot kullanarak, WB9LVI
- Evrensel MMİC Preamp tarafından Paul Wade, W1GHZ

Bölüm **12**

Almak

Alıcılar geleneksel olarak Amatör Radyo teknolojisinin ön saflarında yer almıştır ve uzun süredir devam eden analog süperheterodin mimarisi, dijital yazılım tanımlı radyo tarafından ele geçirilse bile, bugün kesinlikle vardır. Ticari tasarımlar ve cihazlar bolken, kalabalık amatör bantlarda almak, gürültü tabanındaki sinyallere hemen bitişik güçlü sinyaller, reddetmek için çeşitli doğal ve insan yapımı müdahaleler ve manuel olarak Morse'dan en son deneysel modülasyonlara kadar değişen modlarla zorlu bir uygulamadır. Bugün kullanılan ekipman gibi, bu bölümün de teknoloji ilerledikçe baskıdan baskıya geçmesini bekliyoruz.

Bu zorlukları ele almak için, bu bölüm, analog veya dijital teknolojilerle alma işlevlerine ve bunların nasıl uygulandığına odaklanmaktadır. Alıcı performansının ölçümleri, dijital alıcıların yerleşik analog benzerlerinden farklı davrandığını ve yeni ölçüm tanımları ve teknikleri gerektirdiğini kabul ederek tartışılmaktadır. Geçmiş baskılardan alıcı ev yapımı projeler, bu kitaba eşlik eden indirilebilir ek bilgilerde bir dizi proje halinde toplanmıştır,

Bu bölümün materyali bir dizi yazar tarafından uyarlanmış ve güncellenmiştir. Alıcı malzemenin büyük bir kısmı aslında Joel Hal-
Las, W1ZR ve Dave Newkirk, W9VES ve Rick Karlquist, N6RK tarafından mikserler üzerine bölümler. SDR işlevlerindeki bazı bölümler "SDR: Basitleştirilmiş " sütunlardan uyarlanmıştır Ray Mack, W5IFS tarafından QEX dergisinde. SDR alıcıları, mimarisi ve gürültü azaltma üzerine malzeme Steve Hicks, N5AC ve Doug Grant, K1 DG tarafından katkıda bulunmuştur. Jim Brown, aktif gürültü önleme ve çeşitlilik alımı hakkında materyal K9YC. Bob Allison, WB1GCM, ARRL Lab Staff Engineer, ayrıca alıcı testinde malzeme katkısı yaptı. Ek materyal, Hayward, Campbell ve Larkin tarafından RF Tasarımında Deneysel Yöntemlerde Bölüm 10 ve 11'den alınmıştır. Profesyonel perspektif ve detayların derinliği ile ilgilenen okuyucu kapsamlı *İletişim Alıcıları - İlkeler ve Tasarım,* Rohde, Whitaker ve Zahnd tarafından 4. Baskı'ya yönlendirilir.

Önceki sürümlerden VHF/UHF/mikrodalga alıcılarının kapsamı, indirilebilir ek malzemeye dahil edilmiştir. Bu konunun kapsamı, *ARRL El Kitabının gelecekteki baskılarında gözden geçirilecek ve güncellenecektir.*

Bir radyo alıcı sisteminin ana alt sistemleri anten, alıcı ve bilgi işlemcisidir. Antenin görevi, uzaydaki bir elektromanyetik dalgadan teller üzerinde yürütülebilen bir elektrik sinyaline geçiş sağlamaktır. Alıcı, bilgi içeriğini antenden gelen belirli bir sinyalden alma ve kullanım için işlemciye kullanışlı bir biçimde sunma işine sahiptir.

İşlemci tipik olarak bir operatördür, ancak otomatik bir sistem de olabilir. Çoğu "işlemcinin" volt aralığında sinyal gerektirdiğini düşündüğünüzde (bir operatörün hoparlörünü veya kulaklıklarını veya hatta bir *AID dönüştürücüsünün girişini sürmek* için)Ve özel - ilgi sinyali antenden sadece mikrovolt seviyesinde gelir, alıcının temel işlevi istenen sinyali bir milyon faktörle yükseltmektir. Bunu, sinyallerin varlığında, arzu edilen sinyalin bozulması veya taşıdığı bilginin kaybı olmadan, daha büyük ve tamamen farklı özelliklere sahip birçok emir verirken yapmalıdır.

12.1 Alıcıları Karakterize Etmek

Alıcıları tartışırken, belirli anahtar parametreleri kullanarak performanslarını ve genellikle performans sınırlamalarını karakterize etmemiz gerekecektir. En sık karşılaşılan aşağıdaki bölümlerde açıklandığı gibidir. Bunlar genellikle temel performans parametreleridir, ancak çoğu durumda belirtilmesi önemli olan başkaları da vardır. Örnekler ses çıkış gücü, güç tüketimi, boyut, ağırlık, kontrol yetenekleri vb.

ARRL Lab, *QST* Ürün İncelemelerini desteklemek için alıcı-vericiler üzerinde gerçekleştirdiği kapsamlı bir dizi standart test geliştirmiştir. Bu testler Test **Ekipmanı ve Ölçümler bölümünde referans verilen test prosedürü belgesinde** ve ARRL Lab Personel Mühendisi Bob Allison WB 1 GCM tarafından Amatör Radyo Alıcı-Verici Performans Testi kitabında açıklanmıştır.

12.1.1 Alıcı Hassasiyeti ve Gürültü

Duyarlılık, alıcının ne kadar zayıf bir sinyalden bilgi alabileceğinin bir ölçüsüdür. Bu genellikle belirli bir sinyal-gürültü oranında (SNR) ifade edilir, çünkü gürültü genellikle sınırlayıcı faktördür. Tipik bir spesifikasyon şöyle olabilir: "Hassasiyet: 3 kHz bant genişliği ile 10 dB SNR için 1 µV". Bant genişliği belirtilir, çünkü SNR fraksiyonunun paydası olan gürültünün miktarı (veya gücü) doğrudan bant genişliği ile artar. Genel olarak gürültü

Parametreler, alıcı içinde üretilen gürültüye, genellikle antenden gelen sinyalle gelen gürültüden daha azdır. (Gürültü ve gürültü kaynakları hakkında daha kapsamlı bir tartışma için RF Teknikleri bölümüne bakın.)

Bir alıcının hassasiyeti, belirli bir sinyal-gürültü oranı ile alınabilecek en düşük güç giriş sinyalinin bir ölçüsüdür. Radyonun ilk günlerinde bu çok önemli bir parametreydi ve tasarımcılar maksimum pratik duyarlılığa ulaşmaya çalıştılar. Son yıllarda, cihaz ve tasarım teknolojisi, - özellikle HF bölgesinde ve altında, diğer parametrelerin daha yüksek öneme sahip olabileceği noktasında gelişmiştir. Duyarlılık, VHF ve üstü sistemlerin, özellikle no1se ile ilgili olarak alınması için bir sorun olmaya devam etmektedir.

Gürültü seviyesi, hassasiyetin belirlenmesinde sinyal seviyesi kadar önemlidir. Bu bölüm, **RF Teknikleri** - bölümündeki gürültü tartışmasına dayanmaktadır. Alıcı hassasiyetini etkileyen en önemli gürültü parametreleri *gürültü bant genişliği, gürültü figürü, gürültü faktörü ve gürültü sıcaklığıdır* .

Alınan gürültü gücü, alıcı bant genişliği ile doğru orantılı olduğundan, belirli bir gürültü bant genişliği için herhangi bir hassasiyet belirtimi yapılmalıdır. Son derece dik filtre etkili DSP alıcıları için, alıcı bant genişliği filtre veya çalışma bant genişliği ile yaklaşık aynıdır. Diğer filtre türleri için, gürültü bant genişliği filtrenin 6 dB yanıt bant genişliğinden biraz daha büyüktür.

Gürültü bant genişliği ile gürültü gücü arasındaki ilişki, CW gibi dar bant genişliği modlarının, ses gibi daha geniş bant genişliğine sahip modlara göre önemli bir sinyal-gürültü avantajına sahip olmasının nedenlerinden biridir; alıcı bant genişliğinin minimum olduğunu varsayarsak sinyal almak için gerekli. Örneğin, 2400-Hz bir SSB filtre bant genişliği ile karşılaştırıldığında, 200 Hz bant genişliğinde alınan bir CW sinyali, alınan gürültü gücünde 2400/200 = 12 = 10.8 dB avantajına sahip olacaktır. Bu, vericideki 100 ila 1200 W arasındaki artışla aynı farktır.

NOISE KAYNAKLARI

Herhangi bir elektriksel bileşen, rastgele elektron hareketi nedeniyle belirli miktarda gürültü üretecektir. İç gürültü kaynağından sonraki herhangi bir kazanç aşaması, sinyal ile birlikte gürültüyü artıracaktır. Böylece, - sinyal giriş kaynağı olmayan bir alıcı, alıcının kendisinde üretilen ve yükseltilen belirli bir miktarda gürültüye sahip olacaktır.

Bir anteni bir alıcıya bağladıktan sonra, - alınan frekansta bulunan alıcıya harici herhangi bir gürültünün girişi olacaktır. Olağan kaynaklar ve özellikleri aşağıda açıklanmıştır. **Tablo 12.1,** ortamda bulunan 10 kHz bant genişliğinde tipik harici gürültü seviyelerini sunar.

Tablo 12.1
Tipik Gürültü Seviyeleri (Alıcı İnto) ve Frekanslarına Göre Kaynakları

Frekans aralığı	*Baskın gürültü kaynakları*	*Tipik Seviye (µVim) **
LF 30 ila 300 kHz	Atmosferik	150
MF 300 - 3000 kHz	atmosferik/insan yapımı	70
Düşük HF 3 ila 10 MHz	İnsan yapımı/atmosferik	20
Yüksek HF 10 ila 30 MHz	İnsan yapımı/termal	10
VHF 30 ila 300 MHz	termal/galaktik	0.3
UHF 300 ila 3000 MHz	galaktik/termal	0.2

* Seviye 10 kHz bant genişliği varsayar. *Mühendisler için Referans Verileri, 4.* Ed, p 273, Şekil 1 .

farklı kaynaklardan ment.

Atmosferik gürültü. Bu, doğal olaylar nedeniyle atmosferimizde oluşan gürültüdür. Ana neden, geniş bant sinyalleri büyük mesafeler gönderen yıldırımdır. Yeryüzündeki tüm noktalar bu gürültüyü alır, ancak bazı bölgelerde yerel yıldırım aktivitesinin miktarına bağlı olarak diğerlerinden çok daha güçlüdür. Bu kaynak genellikle LF aralığındaki en güçlü gürültü kaynağıdır ve bölgedeki diğer seslere bağlı olarak HF bölgesine hakim olabilir. Atmosferik gürültü seviyesi, frekans her 10 kat arttığında yaklaşık 50 dB düşme eğilimindedir. Bu kaynak genellikle HF aralığının en üstünde (30 MHz) önem kazanır.

İnsan yapımı gürültü. Bu kaynak, atmosferik gürültüye benzer şekilde hareket eder, ancak coğrafya ve hava koşullarından ziyade yerel aktiviteye daha bağımlıdır. Kaynaklar, dönen ve diğer elektrikli makinelerin yanı sıra benzinli motor ateşleme sistemlerinden ve bazı aydınlatma türlerinden kaynaklanan kıvılcımlar olma eğilimindedir. **Son** yıllarda, bilgisayar ve ağ ekipmanlarından gelen gürültü, anahtar modlu güç kaynakları ve cihazlar kentsel ve banliyö ortamlarında önemli ölçüde artmıştır. Her şey eşit olduğunda, bu kaynak, ortalama olarak, frekans her on kat arttığında yaklaşık 20 dB düşer. Daha yüksek frekanslardaki yavaş düşüş, kıvılcımların yıldırımdan daha hızlı yükselme sürelerine sahip olmasından kaynaklanmaktadır. Etki, yayın bandındaki atmosferik gürültü ile karşılaştırılabilir, daha düşük frekanslarda daha az ve HF'de biraz daha fazladır.

Galaktik gürültü. Bu, atmosferimizin dışındaki gök cisimlerinden gelen radyasyon tarafından üretilen gürültüdür. Tabii ki, bu iletişimciler için gürültü olsa da, radyo-astronomlar için istenen sinyaldir. Bu gürültü kaynağı VHF ve UHF'de önemli bir faktördür ve bir anteni tam olarak nereye doğrulttuğunuza bağlıdır (bu aralıklar için antenler küçük olma eğilimindedir ve genellikle işaretlenebilir). Ayrıca, Dünya'nın döndüğü ve bazen bir anteni, yanlışlıkla galaksinin gürültülü bir alanını hedef alan bir konuma taşıdığı da olur. Eğer Güneş, güneş sistemimizdeki şaşırtıcı olmayan en güçlü sinyal, bir komünün arkasında görünür. Nications uydusu, Güneş antenin alıcı kalıbının dışına çıkana kadar iletişim genellikle bozulur. Galaktik gürültü HF'de de meydana gelir: Örneğin Jüpiter gezegeninden gelen gürültü sessiz koşullar altında 15 metre bandında duyulabilir.

Termal gürültü. Önceki gürültü kaynaklarından farklı olarak, bu bizim ekipmanımızdan geliyor. Tüm atomik yapılar, yapıları içinde hareket eden elektronlara sahiptir. Bu hareket, küçük miktarlarda geniş bant sinyalleri üreten çok küçük akımlarla sonuçlanır. Her parçacığın radyasyonu küçük olsa da, önceki kaynaklar artan sıklıkta yuvarlandıkça tüm parçacıkların kümülatif etkisi önemli hale gelir. Bu etkiye *termal gürültü denmesinin nedeni,* elektron hareketinin parçacığın sıcaklığı ile artmasıdır. Aslında gürültü gücü, mutlak sıfır (0 **K) cinsinden ölçülürse, sıcaklıkla doğru orantılıdır. Örneğin,** sıcaklığı 270'ten 280 K'ya çıkarırsak, bu, gürültü gücünde 10/270 = 0.037 veya yaklaşık 0.16 dB'lik bir artışı temsil eder. Bazı son derece hassas mikrodalga alıcıları, termal gürültüde büyük düşüşler sağlamak için kriyojenik soğutmalı ön uç amplifikatörleri kullanır.

Osilatör faz gürültüsü. **Osilatörler ve Sentezleyiciler bölümünde belirtildiği gibi,** gerçek osilatörler düşük genliklerde nominal taşıyıcı frekansın her iki tarafında uzanan faz gürültü yan bantlarına sahip olacaktır. Bu tür herhangi bir gürültü, alınan sinyale aktarılacak ve *karşılıklı karıştırma yoluyla,* - mikser aracılığıyla bitişik kanallardaki sinyallerden gürültü ürünleri oluşturacaktır. İyi bir alıcı, diğer dahili olarak üretilen no1se seviyesinin çok altında olan faz gürültüsüne sahip olacak şekilde tasarlanacaktır.

NOISE GÜÇ VE SENSITIVITY Bir alıcı içinde üretilen gürültü miktarını belirtmek için kullanılabilecek ilgili önlemler vardır. Eğer bu gürültü yaklaşırsa veya alınan dış gürültü miktarının belki de 10 dB'si içinde ise, o zaman dikkatlice düşünülmeli ve büyük bir tasarım parametresi haline gelmelidir. Eğer dahili olarak üretilen gürültü, ortamdan beklenenin belki de 10 dB altında ise

İç gürültüyü en aza indirme çabaları genellikle yararlı değildir ve bazı durumlarda ters etki yaratabilir.

Bir alıcı sistemdeki toplam gürültü, tartışıldığı gibi, bant genişliği ile orantılı olsa da, gürültü üreten elemanlar genellikle değildir. Bu nedenle, bir sistemin iç gürültüsünü bant genişliğinden bağımsız bir şekilde belirtebilmek yararlıdır. Bu tür bir spesifikasyonun yararlı olmasına rağmen, gerçek gürültünün hala bant genişliği ile doğru orantılı olduğunu ve sinyal bilgisini almak için gerekenin ötesinde herhangi bir bant genişliğinin SNR'nin azalmasına neden olacağını belirtmek önemlidir.

Gürültü gücünün hassasiyet üzerindeki etkisini değerlendirmek için, **RF Teknikleri** bölümündeki gürültü tartışmasına bakın. Tartışma, N değerine, watt cinsinden eşdeğer gürültü gücüne, aynı gürültü çıkışına neden olacak mükemmel bir alıcının girişine bağlıdır. Ni genellikle dBm cinsinden ifade edilir;:

dBm; = 198.6 + (10 x logo B) + (10 x log; o Tµ)

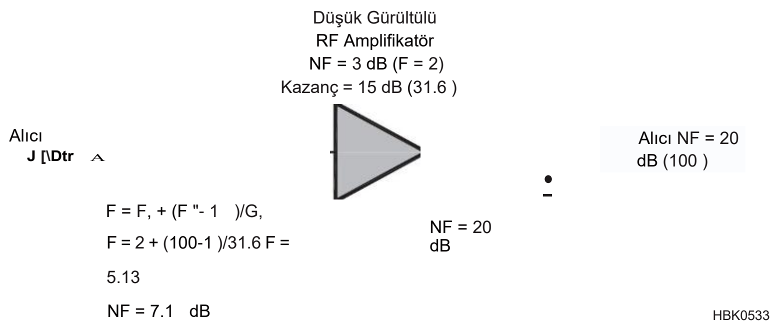
Burada B, Hz cinsinden sistem bant genişliğidir ve Tµ, K cinsinden ifade edilen eşdeğer gürültü sıcaklığıdır.

İf giriş gürültüsü (N;) alıcı tarafından dahili olarak üretilen gürültüden daha büyüktür, alıcının hassasiyeti dış gürültü ile sınırlıdır. Bu genellikle atmosferik ve insan yapımı gürültünün alıcının iç gürültü tabanından çok daha güçlü olduğu HF alıcıları için geçerlidir. İf N; Belki de alıcının iç gürültüsünden 10 dB daha büyüktür, o zaman alıcının iç devrelerinin genel sistem duyarlılığı üzerindeki etkisi dikkate alınmalıdır. VHF ve üzerinde, sistem bileşenleri tarafından üretilen gürültü giriş gürülti

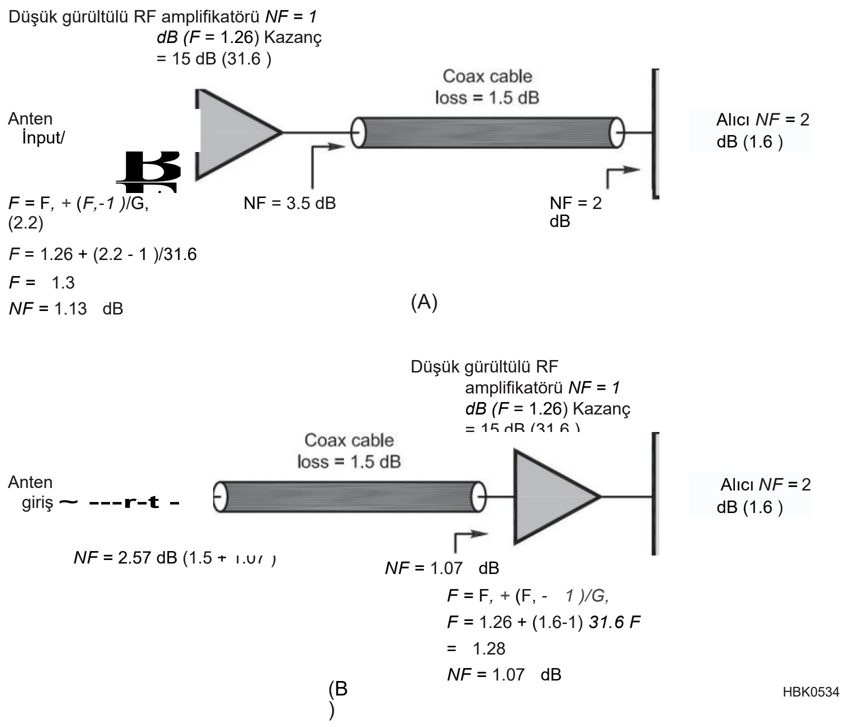
İNPUT NOISE 'NİN ETKİSİ

Bir alıcı tasarımcısı, alıcının kullanması gereken sinyal aralığını belirlemek için sinyallerin ne kadar güçlü olduğunu bilmelidir. Genel alıcı SNR'nin harici veya dahili gürültü ile belirlenip belirlenmeyeceğini belirlemek için eşdeğer gürültü gücü (Ni) ile beklenen harici gürültü karşılaştırılabilir. Makul bir tasarım hedefi, iç gürültünün beklenen gürültünün belki de 10 ila 20 dB altında olmasıdır. Yukarıda belirtildiği gibi, bu, almak istediğimiz sinyallerin sıklığı ile yakından ilgilidir. Herhangi bir ek hassasiyet SNR'ye belirgin bir fayda sağlamaz ve bir sonraki bölümde tartışılacağı gibi dinamik aralığın azalmasına neden olabilir.

Harici gürültü kaynaklarının en güçlü olduğu frekanslar için, gürültü gücü (ve sinyal gücü) de anten tasarımının bir fonksiyonu olacaktır. Bu gibi durumlarda, -sinyal-gürültü oranı, diğer yönlerden gelen gürültüyü reddedebilen yönlü bir anten gibi daha fazla sinyal ve daha az gürültü alan bir anten kullanılarak geliştirilebilir.



Şekil 12.1 - Gürültülü bir alıcı sisteminin önüne düşük gürültülü bir ön amplifikatör ekleme etkisi.



Şekil 12.2 - Anten sisteminde farklı yerlere preamplifikatörün yerleştirilmesinin giriş NF üzerindeki etkisini karşılaştıran örnekler. (A)'da, preamplifikatör koaksiyel kablo kaybının önündedir, bu da 1.13 dB'lik bir giriş NF'si ile sonuçlanır. (B)'de, preamp öncesi koaksiyel kayıp, 2.57 dB'lik bir giriş NF'si, duyarlılıkta bir azalma ile sonuçlanır .

Sinyalin bu. Bazı antenler, İçecek anteni gibi gürültüyü reddederek SNR'yi geliştirir. Bir İçecek anteninden gelen sinyaller genellikle geleneksel bir antenden çok daha zayıftır, ancak istenmeyen yönlerden gelen gürültüyü reddetme yetenekleri, alıcı çıkışında SNR'de net bir iyileşme yaratır.

MİNİMUM SAPTANABİLİR (DISCERNABLE) SIGNAL (MDS)

Bir alıcının gürültü tabanı olarak da adlandırılan MDS, bir alıcının çıkış gürültü gücünde belirli bir artış sağlayan en küçük giriş sinyalinin gücüdür. MDS gerekli SNR (SNRMmin dB) sistem bant genişliğine bağlıdır (B Hz), alıcının sıcaklığı (TE) ve receivernoise figürü (NF). (MDS ölçümü **Test Cihazları ve Ölçümler bölümünde tartışılmıştır.)**

1 Hz bant genişliği ile oda sıcaklığında ideal bir alıcı-174 dBm bir teorik MDS vardır. Bu genellikle'l Hz gürültü zemini'olarak adlandırılır.

Bant genişliği, gürültü rakamı ve sıcaklık arttıkça, MDS aşağıdaki gibi artar:

MDS (dBm) = -174 + 10 log (B) + NF + SNRM + 10 log (T/290)

Örneğin, oda sıcaklığında ifa alıcısı **1** kHz bant genişliğine ve 2.5 dB'lik bir gürültü rakamına sahiptir, 3 dB'lik bir SNRM için:

Gürültü ölçüm terminolojisi

Gürültüyü ölçmenin ve belirtmenin birçok yolu vardır, her birinin benzersiz adı ve kısaltması vardır. Çoğu amatör, en azından genel anlamda SNR'ye (sinyal-gürültü oranı) aşinadır, ancak daha azı bant genişliğini ve muhtemelen sıcaklığı belirleme ihtiyacının farkındadır. İletişim uzmanları ve alıcı tasarımcıları, gürültü performansını belirlemek için çeşitli isimler ve yöntemler kullanır. Bunların çoğu, Analog Devices tarafından MT-003 olarak yayınlanan Walt Kester'in "SİNAD, ENOB, SNR, THD, THD + N ve SFDR'yi anlayın, böylece Gürültü Katında Kaybolmayın" başlıklı mükemmel eğiticisinde açıklanmıştır. Bu belgenin tam URL'si için Referanslar bölümüne bakın .

MDS = -174 + 30 + 2.5 + 3 + 0 = -138.5 dBm

Alıcının eşdeğer sıcaklığı 300 K'ya yükselirse, MDS de artar:

MDS = -174 + 30 + 2.5 + 3 + 0.15 = -138.35 dBm

Birçok ticari radyo, 500 Hz bant genişliğinde -135 ila -140 dBm'lik bir MDS elde eder - bu oldukça iyidir - ancak HF'de harici gürültü çok daha yüksektir ve düşük MDS spesifikasyonunu biraz alakasız kılar. Frekans yüksek HF bantları ve VHF içine arttıkça, MDS daha önemli hale gelir.

12.1.2 Ön amplifikatörler ve gürültü

Genellikle, birden fazla aşamadan oluşan bir sistemin gürültü figürünü belirleme gereksinimi ile karşı karşıyayız. Genel olarak anten ve sistemin geri kalanı arasında bir amplifikasyon aşaması eklemek, sistemin eşdeğer gürültü rakamını aşamanın kazanç miktarı ile azaltacaktır, ancak eklenen aşamanın gürültüsünü doğrudan ekleyecektir. Genel olarak, sistem hassasiyetini artırmak için, preamp'in iç gürültüsü, alıcı tarafından üretilen gürültüden çok daha düşük olmalıdır. (RF **Teknikleri bölümündeki Basamaklı Amplifikatörler tartışmasına bakın.)** Bu bölüm için indirilebilir ek bilgilere bir dizi ön amplifikatör projesi dahil edilmiştir.

Birçok durumda bir alıcı sistemin unsurları kazançtan ziyade kayıp sergiler. İstenilen sinyali azalttıkları için, sonraki aşamaların gürültüsünü değiştirmezken, girişlerindeki gürültü rakamını kayba eşit bir miktarda artırırlar. Bu, VHF *düşük gürültü amplifikatörünün* antene, **Şekil 12.1'de gösterildiği gibi gürültülü bir alıcının önüne monte edilmesinin nedenidir.** Oldukça tipik değerler için şekilde gösterildiği gibi, düşük gürültülü bir amplifikatörün eklenmesi, gözlemlenebileceği gibi sistemin gürültü figürünü azaltırken, alıcının geri kalanının amplifikatör kazancı ve gürültü figürü büyük bir fark yaratabilir.

Farkın bir örneği olarak, anten ve radyo arasındaki koaksiyel 1 dB'lik bir kayıp varsa ve preamp bir gürültü figürüne sahipse 1 dB'den, radyodaki preamp ile ortaya çıkan gürültü figürü 2 dB olurken, antende ise, koaksiyel tarafından eklenen gürültü, preamp kazancı ile azaltılacak ve bu da alınan SNR'de önemli bir iyileşme ile sonuçlanacaktır. **Şekil 12.2** tipik bir örneği göstermektedir.

Gürültü figürü ile birlikte, ön yükselticinin bozulma ve dinamik aralık üzerindeki etkisi dikkate alınmalıdır. Bu bölümün sonraki bölümlerinde tartışıldığı gibi, bozulma ürünleri bant içi ve bant dışı sinyallerden intermodülasyon yoluyla üretilebilir. Bu bozulma ürünleri gürültü olarak kabul edilebilir ve alıcı sistem hassasiyetini azaltabilir.

Sistem *sahtesiz dinamik aralık (SFDR),* MDS (önceki bölüme bakınız) ile sahte sinyaller oluşturmayan en yüksek giriş sinyali arasındaki farktır. Preamp istenen sinyalin genliğini artırabilse de, istenmeyen bozulma ürünlerinin genliğini daha da arttırır. Bu nedenle, alıcı sistemin sahte olmayan dinamik aralığı, sınırlı bir dinamik aralığa sahip bir ön yükseltici eklenerek bozulabilir.

Bir preamp seçerken hem dinamik aralık hem de gürültü figürü dikkate alınmalıdır. Bir preamp seçerken kazanç ve gürültü figürünün nasıl değerlendirileceği ve dengeleneceği hakkında kapsamlı bir tartışma, N6TX'in çevrimiçi makalesi Paul Shuch'ta mevcuttur "Sessiz! http://www.setileague.org/Kaynaklar bölümünde listelenen Preamplifier at Work "(www.setileague.org/ articles/ham/

12.1.3 Alıcı seçiciliği

Seçicilik - Seçicilik sadece yukarıda tartışılan bant genişliğidir. Bu önemlidir, çünkü ilk tahminde alıcının istasyonları ayırma yeteneğini tanımlar. İdeal bir alıcıda mükemmel bir "tuğla duvar" filtresi ile, bant genişliği içindeki istasyonlar duyulurken, dışındakiler algılanmayacaktır. Seçicilik böylece bitişik kanalların ne kadar yakın olabileceğini tanımlar. Mükemmel bir 3 kHz bant genişliği seçiciliği ve vericide 3 kHz bant genişliği ile sınırlı sinyallerle, spektrum boyunca her 3 kHz'de farklı bir istasyon atanabilir. İdeal durumdan daha az bir durumda, genellikle kanallar arasında bir koruma bandı eklemek gerekir.

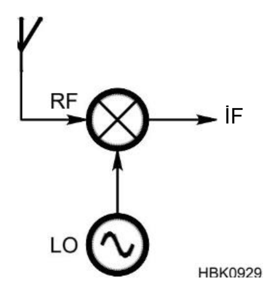
Faz Gürültüsü Alıcıyı Nasıl Etkiler

Steve Hicks, N5AC

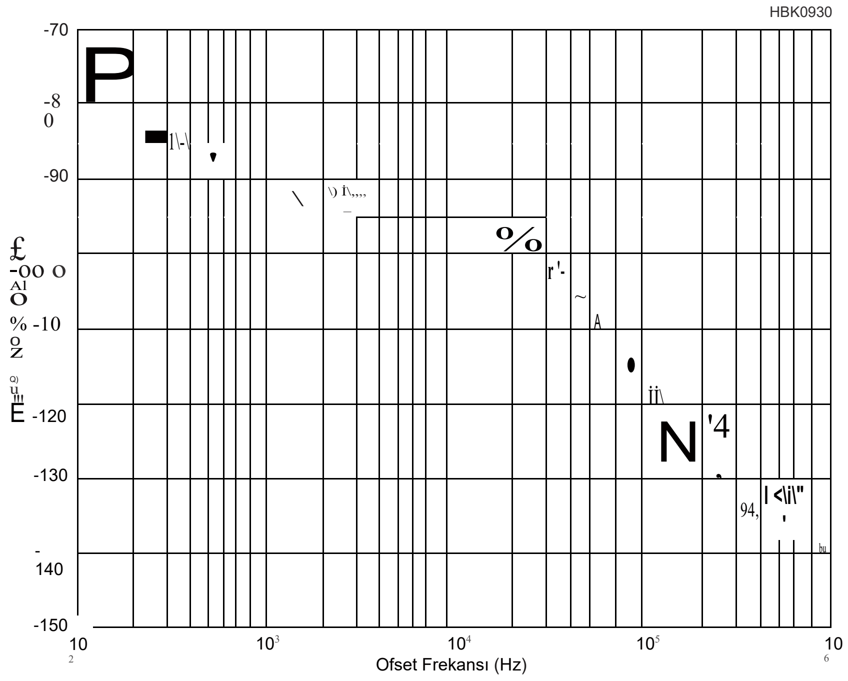
Günümüzün alıcıları genellikle iki temel teknolojiden birinden inşa edilmiştir: karıştırma veya örnekleme. Bazı alıcılar her ikisinin de bileşenlerine sahip olacaktır. Her iki durumda da bir osilatör frekansı ayarlar
Karıştırma veya örnekleme hızı. Bir osilatörden gelen faz gürültüsünün, önce karıştırmaya bakarak, alıcımızın performansını nasıl etkileyebileceğine bir göz atalım.

Şekil 12.A1, tipik bir karıştırıcı devresinin blok diyagramına sahiptir. Bir karıştırıcı ile kullanılan osilatöre yerel osilatör (LO) denir ve karıştırma işlemi heterodyning olarak da bilinir. Şimdilik, radyo tasarımcımızın yerel bir osilatör olarak kullanmak üzere hazır bir sentezleyici İC seçtiğini varsayalım. **Şekil 12.A2'deki faz gürültü grafiği,** sağlanan faz gürültüsünü temsil eder synthesizer entegre devre üreticisi tarafından. Tasarımımızdaki faz gürültüsünün üreticinin verileriyle eşleştiğini varsayarsak, faz gürültüsünün alıcımızı nasıl etkileyeceğini belirlemek için faz gürültü grafiğini kullanabiliriz. Osilatör frekansı hareket ettikçe faz gürültüsü genellikle değişecektir ve Bir synthesizer durumunda da bir referans sinyaline kilitlemek için kullanılan parametrelerle değişebilir (PLL işlemine genel bir bakış, **Osilatörler ve Synthesizers** bölümünde ve bir dizi iyi referansda bulunabilir - **örneğin: www.ti.com/lit/an/ swra029/swra029.pdf ve www. analog.com/media/en/training-seminars/tutorials/MT-086.pdf**). Şimdilik, bu grafiğin 14 MHz'de çekildiğini ve alıcımızın çalışacağı yerin burası olduğunu varsayalım.

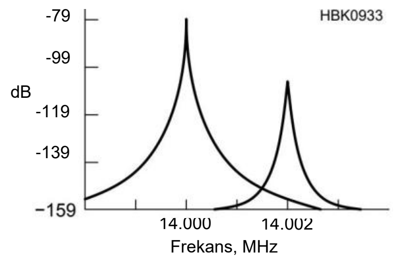
Örneğimizde kullanacağımız iki sayı 2 kHz ve 10 kHz aralığındadır. Grafiği okurken, 2 kHz faz gürültüsünün -93 dBC/Hz ve 10 kHz faz gürültüsünün -96 dBC/Hz olduğunu görüyoruz. dBc/Hz ölçüm birimleri, 1 Hz bant genişliği alıcısında mevcut olacak gürültüyü, dB'nin altındaki dB sayısını gösterir.



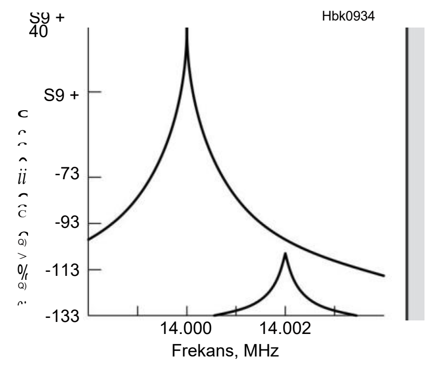
Şekil 12.A1 - Tipik karıştırıcı blok diyagramı .



Şekil 12.A2 - Faz gürültüsünün, taşıyıcıdan frekans ayrımına karşı grafiği.



Şekil 12.A3 - Bitişik CW sinyallerini ve her birinden gelen faz gürültüsünü gösteren spektrum.



Şekil 12.A4 - Şekil ile aynı spektrum 12.A3 ancak sol taraftaki sinyal çok daha güçlü olanla değiştirildi.

taşıyıcı. Örneğin, -93 dBC/Hz, gürültü tabanının 1 Hz bant genişliği alıcısı kullanılarak ölçülen bir taşıyıcı sinyalin 93 dB altında olacağını gösterir. Bunu bir CW filtresinde kullanabileceğimiz 100 Hz bant genişliğine dönüştürmek için, faz gürültü numaralarımıza 10 log (100 Hz/1 Hz) veya 20 dB eklemeliyiz. Dolayısıyla, taşıyıcımızdan 2 kHz'lik bir ofsette, -93 dBc + 20 dB = -73 dBc ve 10 kHz, -96 dBc + 20 dB = -76 dBc'ye sahibiz . İn a Mikser, bu gürültü alıcıda bulunan tüm sinyallere eklenecektir.

Şekil 12.A3'e baktığımızda, gösteriyoruz
14.000 MHz'de güçlü bir S8 CW sinyali. $8, grafikte gösterildiği gibi -79 dBm'ye karşılık gelir. İki kilohertz uzaklıkta, 100 Hz CW filtresi kullanan bir S3 (-109 dBm) CW sinyali almaya çalıştığımız sinyaldir. Faz gürültü hesaplamamızı kullanarak, -79 dBm'deki S8 sinyali, -79 dBm - 73 dB = -152 dBm'lik 2 kHz'lik bir ofsette faz gürültüsüne sahip olacaktır. Bu, atmosferik gürültü tabanımızın çok altındadır ve sinyali 14.002 MHz'de dinleme yeteneğimize müdahale etmeyecektir .

Şekil 12.A4, 9 + 40 dB veya -33 dBm olan aynı konumdaki bir sinyali göstermektedir. Aynı matematiği kullanarak, 14.002 MHz'de 33 dBm - 73 dB = -106 dBm faz gürültüsünü yaşayacağız. Almaya çalıştığımız sinyal 3 $ (-109 dBm) olduğundan, 100 Hz'deki gürültü katımız bu seviyenin 3 dB üzerindedir ve bunu yapmaya çalışırken parazite neden olur.

Sinyali kopyalayın. Alınan gerçek girişim miktarı, bir sinyali başarılı bir şekilde kopyalamak için gereken gerekli sinyal/gürültü oranına da bağlıdır.

Osilatör tipine göre değişmekle birlikte, faz gürültüsü genellikle taşıyıcıdan ne kadar uzak olursak o kadar azalır, yani güçlü sinyallere daha yakın olan zayıf sinyallerin, güçlü bir taşıyıcıdan daha uzak olan zayıf sinyallere müdahale etme olasılığı daha yüksektir. Mütevazı antenleri olan ve güçlü komşuları olmayan kırsal bir alanda faaliyet gösteren istasyonların, aynı bantta büyük antenleri ve yerel vericileri olan çok sayıda yarışma istasyonundan çok, faz gürültüsünün etkilerinden muzdarip olma olasılığı daha düşüktür. Field Day, birçoğunun faz gürültüsünün etkilerine aşina olduğu başka bir durumdur. Eğer hiç yerel Field Günü'nde kenar bandı istasyonu işletilen ve gürültü zemin sesi modüle duydum Eğer
Yanınızdaki CW istasyonu (veya tam tersi), faz gürültüsünden kaynaklanan parazitlerin etkilerini yaşadınız.

Faz gürültüsünün etkileri de moda göre değişecektir. Bir CW sinyali -10 ila -20 dB aralığında bir SNR ile kopyalanabilirken, bir yan bant sinyali > + 10 dB SNR gerektirebilir. Yan bant sinyalleri daha büyük bir filtre gerektirdiğinden, hesaplamalarımızı bu daha büyük filtreyle de çalıştırmalı, daha fazla gürültünün mevcut olacağını kabul etmeliyiz .

Tional gürültü ve bir yan bant sinyalini kopyalamak için gereken daha büyük SNR, bir CW iletiminden daha faz gürültü parazitine daha duyarlı hale getirir.

Bölüm iyidir

Süperheterodin alıcıları için çoğu yerel osilatör, osilatörün faz gürültüsü - bölünmeden yararlanacaktır. Bu, osilatörün bölünme yoluyla frekansı ne kadar azalırsa, osilatörün ortaya çıkan faz gürültüsünün o kadar iyi olduğu anlamına gelir. Tipik olarak, faz gürültüsünde 6 dB'lik bir iyileşme göreceğiz ve her bölünme orijinal osilatör frekansının ikisiyle olacak. Dolayısıyla, 20 metrede iyi bir osilatör performansına sahip olabilecek bir radyo, 6 metrede çalışırken 11 dB veya daha fazla performans kaybedebilir. Süperheterodin alıcı tasarımcısı, iyi bir osilatör tasarımı kullanarak ve osilatörü çok fazla bölerek bundan yararlanabilir.
Mümkün olduğunca, böylece daha iyi faz gürültüsü elde edilir.

Tablo 12.2
Çeşitli Çalışma Modları için Tipik İletişim Bant Genişlikleri

Mod	*Bant genişliği (kHz)*
FM Ses	15
AM Yayını	10
AM Sesi	4-6.6
SSB Sesi	1.8-3
Dijital ses	1.0-1.2
RTTY (170-850 Hz kaydırma)	0.3-1.5
CW	0.1-0.5

Kanal kelimesinin burada genel biçiminde, bir sinyal tarafından işgal edilen spektrum miktarı anlamına geldiğini ve AM yayın kanalı gibi sabit bir frekansı tanımlamadığını unutmayın. Bir CW kanalı yaklaşık 300 Hz genişliğinde, yaklaşık 2.5-3 kHz genişliğinde bir SSB kanalı vb. "Bitişik kanal", frekans olarak hemen daha yüksek veya daha düşük spektrumu ifade eder. **Tablo 12.2,** çeşitli servislerde ve modlarda böyle bir "kanal" için gereken bant genişliğini göstermektedir.

Doğrusal çalışma koşulları altında seçicilik, alıcının filtreleri tarafından belirlenir. Analog heterodin tasarımlarında, filtreler tipik olarak sabit bant genişliğine sahip kristal filtrelerdir. Akıllı frekans değiştirme şemaları (örneğin, Passband Tuning veya İF Shift), iki sabit geçiş bandını birbirine göre kaydırarak sürekli ayarlanabilir bir filtre oluşturur. DSP ayrıca, ayrı bileşenler kullanan filtrelere kullanılamayan performans sağlamak için hem hibrit hem de doğrudan örnekleme SDR tasarımlarında kullanılır. Her iki filtre türü de **Analog ve Dijital Filtreleme bölümünde tartışılmaktadır.**

12.1.4 Alıcı Dinamik Aralığı

Tüm gerçek alıcıların durumunda, bir alıcının bozulma olmadan doğrusal olarak yanıt verebileceği bir dizi sinyal vardır. Buna *dinamik aralık denir ve* daha ayrıntılı olarak tartışılacağı gibi, bir dizi farklı kritere dayanarak kurulabilir. En genel anlamda, dinamik aralık, bir sistemin, bu durumda alıcımızın doğrusal olarak yanıt verebileceği en güçlü sinyalin en zayıf sinyale oranı olarak tanımlanabilir. Bu aralık tipik olarak alıcının gürültü tabanından, bazı ara aşamaların veya aşamaların bir şekilde aşırı yüklendiği bir seviyeye kadar uzanır.

Tablo 12.1 bize ne kadar küçük bir sinyal almak isteyebileceğimiz hakkında bir fikir verir. Tasarımcı, gürültü tabanının altından gelen sinyalleri en yakın vericinin üretebileceği kadar güçlü tutacak bir alıcı oluşturmalıdır. Çoğu alıcı, spektrumun diğer ucunu temsil eden, tolere edilebilen belirli (veya bazen olmayan) en yüksek giriş gücüne sahiptir. Genellikle maksimum güç Belirtilen güç, alıcının hasar görmeyeceği güçtür, biraz daha düşük bir güç seviyesi ise genellikle alıcının aşırı yük olmadan çalışabileceği en yüksek ve buna bağlı olarak istenen sinyalin alım kalitesinin bozulmasıdır.

Aşırı yükün tipi ve şiddeti genellikle spesifikasyonun bir parçasıdır. Basit bir - örnek 130 dB dinamik aralık olabilir. Bozulmanın doğası gözlemlenen fenomeni belirleyecektir. En zayıf ve en güçlü sinyaller aynı kanalda ise, örneğin, ikisinin daha zayıf olanını işleyebilmeyi beklemeyiz. Bununla birlikte, daha ilginç durum, bitişik bir kanaldaki güçlü sinyalle olacaktır. İdeal bir alıcı olarak, komşu sinyalin orada olduğunu asla fark etmeyiz. Sonlu bir dinamik aralığa veya ideal olmayan seçiciliğe sahip gerçek bir alıcıda, daha zayıf kanal sinyalinin alınmasına müdahale edecek bir miktar bitişik kanal sinyali veya sinyali olacaktır.

Dinamik aralık, alıcı ön uç devresindeki ön amplifikatörlerden de etkilenir. (Pasif dirençli zayıflatıcılar, tipik olarak çok geniş bir sinyal aralığında doğrusal kaldıkları için dinamik aralık üzerinde daha az etkiye sahiptir.) Bir ön amplifikatörün açılması, ön amplifikatörün dinamik aralığı alıcının geri kalanından daha azsa, çeşitli dinamik aralık performansı türlerini kötüleştirebilir. Tersine, bazı SDR alıcılarında ön amperin açık olması performansı artırabilir. Dinamik aralık özellikleri ve ölçümleri, bir ön amfinin açık mı yoksa kapalı mı olduğunu içermelidir

Bir heterodin alıcısının ve bir SDR alıcısının davranışının dinamik aralık açısından oldukça farklı olduğunu belirtmek önemlidir. Aşağıda tartışılan bir "kesişme noktası" kavramı, analog devrenin karakteristiği olan aktar şekilde artan intermodülasyon ürünleri varsayımına dayanmaktadır. Bu varsayım doğrudan örnekleme SDR ekipmanı için geçerli değildir. Bir SDR'nin girişi ADC, temel olarak, alıcı girişinde bulunan tüm sinyallerin anlık toplamının, giriş ADC'sinin tam ölçekli aralığını aştığı noktaya kadar doğrusaldır. (DSP **ve SDR Temelleri bölümüne bakın**.) Bu noktanın ötesinde, alıcı yazılımına ve belirli ADC'nin nasıl tepki verdiğine bağlı olarak sahte ürünler üretecektir. DSP'yi İF veya ses frekanslarında uygulayan hibrit analog/dijital alıcılar, geleneksel analog - alıcılar gibi davranır.

ON-CHANNEL DYNAMİC RANGE

Dinlemek istediğiniz sinyal, en güçlü olandan en zayıf olana kadar değişebilir, bazen koşullarla hızla değişebilir veya net gibi birden fazla istasyona sahip bir durumda olabilir. Sinyal seviyesindeki yavaş bir değişiklik manuel kazanç kontrolleri ile ele alınabilirken, hızlı değişikliklerin önlenmesi için otomatik sistemler gerekir. aşırı yük ve operatör rahatsızlığı.

Bu, otomatik kazanç kontrolü (AGC) sistemleri ile uzun zamandır çözülmüş bir sorundur. Bu sistemler bölümün daha sonraki bir bölümünde açıklanmıştır, ancak optimum performansı korumak için ölçüm ve kazanç kontrol noktalarının alıcının en uygun bölümlerine dikkatlice uygulanması gerektiğini belirtmekte fayda vardır. Tüm kontrol erken aşamalara uygulanırsa, güçlü istasyonlar için SNR zarar görebilir, daha sonraki aşamalarda uygulanırsa, güçlü istasyonların varlığında erken aşamaların aşırı yüklenmesi meydana gelebilir. Bu nedenle, kazanç kontrolü, girişten dedektöre dağıtılan alıcıya tasarlanmalıdır.

Sonraki iki bölüm, alıcı performansının sık sık sınırlandırıldığını göstermektedir - kanalın dışında bir veya daha fazla güçlü sinyalin varlığında zayıf bir sinyalin alınması arasındaki dinamik aralık.

BLOCKNG GAİN KOMPRESYON

Kanal bant genişliği dışındaki çok güçlü bir sinyal, alıcı performansını sınırlayan bir takım sorunlara neden olabilir. *Blok kazanç sıkıştırması (veya* "engelleme"), güçlü sinyaller alıcının yüksek kazanç amplifikatörlerini aşırı yüklediğinde ve zayıf sinyalleri yükseltme yeteneğini azalttığında ortaya çıkar. ("Engelleme" teriminin, osilatör gürültüsünün güçlü yerel sinyallerle karşılıklı karıştırılmasına atıfta bulunurken Amatör Radyo dışında sıklıkla kullanıldığını unutmayın.)

Zayıf bir sinyali dinlerken, tüm aşamalar maksimum kazançla çalışır. Zayıf sinyal SO seviyesinde olsaydı, güçlü bir sinyal S9 + 60 dB'de olabilirdi. 50 µV giriş sinyalini temsil eden S9 standardını ve 6 dB'lik bir değişikliği yansıtan her bir S ünitesini kullanarak, alıcının ön uç aşamaları aynı anda 0.1 µV sinyal ve ön uca 50.000 µV alacaktır. Mükemmel doğrusal bir alıcı, çalışma bant genişliği ayar aşamasında istenmeyen sinyal ortadan kalkana kadar her sinyali eşit olarak yükseltir. Bununla birlikte, pratik alıcılarda, tam kazanç amplifikasyonunun birkaç aşamasından sonra, daha güçlü sinyal, güçlü sinyal için mevcut kazancı azaltan amplifikatör kırpılmasına neden olur. Bu, giriş sinyali genliği arttıkça kazançta kademeli bir azalma olarak görülür. Kazanç azaltma ayrıca, güçlü sinyalin genliği arttıkça solduğu algılanan zayıf sinyalin **genliğini de azaltır.** Sonunda, zayıf sinyal artık alınamaz ve "engellendiği" söylenir, bu nedenle etkinin adı.

Bir alıcının 1 dB'den fazla kazanç azaltımı olmaksızın doğrusal olarak yükseltebileceği en güçlü sinyal ile alıcının belirli bir bant genişliğindeki gürültü zemini arasındaki dB'deki oran, alıcının *engelleme dinamik aralığı* veya *BDR veya sıkıştırmasız dinamik aralık veya CFDR olarak adlandırılır.* Analog bir süperhet olan BDR, İF amplifikatörlerinin ve karıştırıcılarının doğrusal bölgeleri tarafından kurulmuştur. Alıcı if

Doğrusal olmayan sinyal kombinasyonları

Bir karıştırıcı genellikle doğrusal olmayan olarak düşünülse de, bir karıştırıcının doğrusal olmaması ne gereklidir ne de istenir. İdeal bir karıştırıcı, LO voltajını sinyal voltajı ile doğrusal olarak çarpar, toplam ve fark frekanslarında iki ürün oluşturur ve sadece bu iki üründür. Sinyalin perspektifinden bakıldığında, mükemmel doğrusal ancak zaman değişken bir cihazdır. Bir karıştırıcı mümkün olduğunca doğrusal olmalıdır.

Bir sinyal doğrusal olmayan bir cihaza uygulanırsa, çıkış sadece girişin bir kopyası olmayacak, ancak aşağıdaki sonsuz dizi çıkış sinyali ürünü olarak tanımlanabilir:

$$V_{OUT} = K_0 + K_1 \times V_{IN} + K_2 \times V_{IN}^2 + K_3 \times V_{IN}^3 + \ldots + K_N \times V_{IN}^N$$

Giriş V1N F ve F'de iki sinüzoid Veya A x [sin (2F) * t] ve B x [sin (2rF) * t]'den oluşursa ne olur? Radyan/saniyedeki açısal frekansı kullanmak için gösterimi basitleştirerek başlayın (2 # F = @). Böylece V Asint ve Bsin-t olur ve A denklemi :

Vour = Ko + K; * (Asinot + Bsin @ pt) + K- * (Asinot + Bsint)? + K, * (Asin, t + Bsin @ t) ° +... + KK * (Asino, t + Bsin @ t)!

Sıfır dereceden terim, K, bir dc bileşenini temsil eder ve birinci dereceden terim, K, (Asinot + Bsint), giriş sinyallerinin sadece bir sabitidir. İkinci dereceden terim, amaçlarımız için en ilginç olanıdır. Kareleme işlemini gerçekleştirirken, şu sonuca varıyoruz:

$$\text{Second order term} = [K_2A^2\sin^2\omega_1 t + 2K_2AB(\sin\omega_1 t \times \sin\omega_2 t) + K_2B^2\sin^2\omega_2 t]$$

Trigonometrik özdeşliğin kullanılması (bakınız **Radyo Matematik eki**): sin a

sin a = 1/2 {cos (a - a) - cos (a + a)}

Ürün terimi şu hale gelir:

$$K_2AB \times [\cos(\omega_1-\omega_2)t - \cos(\omega_1+\omega_2)t]$$

Bu ürünler giriş sinyallerinin toplam ve fark frekansındadır! Başlangıçta sinüzoidler olan sinyaller şimdi bir faz kayması anlamına gelen kosinüzoidlerdir. Bununla birlikte, bu sinyaller, orijinal serideki yüksek dereceli terimlerle temsil edilen, devrenin doğrusal olmayan eylemi tarafından oluşturulan birçok üründen sadece ikisidir.

Bir mikser veya amplifikatörün çıkışında, bu istenmeyen sinyaller gürültü ve parazit yaratır ve en aza indirilmeli veya filtrelenmelidir. Bu doğrusal olmayan süreç, alıcılarda ve vericilerde doğrusal olmayan bir şekilde çalışan amplifikatörler tarafından üretilen bozulma ve intermodülasyon ürünlerinden sorumludur.

DSP kullanır, analog-todigital - dönüştürücünün aralığı genellikle alıcının BDR'sini kurar. Herhangi bir iç filtrelemenin hesaba katılması için sinyallerin aralığı da belirtilmelidir. Tipik sinyal aralığı 2, 5, 20 ve 100 kHz'dir.

İlgili bir terim, öncelikle ticari ortamda, bir alıcının kazancını ve bununla birlikte zayıf alınan sinyallerin gücünü azaltmasına neden olan güçlü bir sinyale atıfta bulunmak için kullanılan "yakın-uzak girişim'dir.

İNTERMODULATİON DYNAMİC RANGE

Dinamik aralığın engellenmesi, bir - alıcının tek bir güçlü

Çalışma geçiş bandının dışında sinyal engelleme. Amatör operasyonda, genellikle birden fazla interferer vardır. Bu tür sinyaller, yukarıda açıklanan tek bir sinyalle aynı şekilde engelleme kazancı sıkıştırmasına katkıda bulunurken, çoklu sinyaller de *intermodülasyon (İM) ürünlerinden kaynaklanan potansiyel olarak daha ciddi bir problemle sonuçlanır.* Daha önce belirtildiği gibi, analog heterodin ve SDR alıcıları intermodülasyon açısından oldukça farklı davranır.

Eğer Lineer Olmayan Sinyal Kombinasyonlarında kenar çubuğundaki iki sinüzoidin denklemine tekrar bakarsak, sonsuz sayıda yüksek mertebeden terim olduğunu not ederiz. Genel olarak, bu terimlerin katsayıları ilerler-

Genliği az ama yine de sıfırdan büyük. Birincil ilgi alanı, üçüncü terimdir, K, x Vi *, Vi'yi, istediğimiz sinyalin (f) yakınında ve ilk İF geçiş bandı içinde, ancak çalışma bant genişliğinin dışında, iki müdahale sinyalinin (f1 ve f) toplamı olarak düşünürken .

Senin = K, * [Asin (f) t + Bsin (f5) t] °
= K, * {A • sin? (f) t + 3A? B [sin? (f;) t
* sin (f.) t] + 3AB? [sin (f;) t x sin? (f5)
t] + B ° sin? (f5) t}

Kübik terimler (ilk ve son terimler), sıklığın üç katı olan ürünlerle sonuçlanır ve bu tartışmada göz ardı edilebilir. Kalan - günahı azaltmak için trigonometrik özdeşlikler kullanmak? Terimler ve sonraki cos () sin () ürünleri, devrenin doğrusal olmayan hareketi nedeniyle sinyallerin birbirlerini çapraz modüle ettiğini kabul ederek bireysel intermodülasyon (İM) ürünlerini ortaya çıkarır. (CRC *Standart Matematik Tabloları ve Formüller gibi matematik el kitapları* gerekli tüm trigonometri bilgilerine sahiptir .)

İM ürünleri, n ve m'nin tam sayı değerleri olduğu, n (f) ± m (f) olarak yazılan giriş sinyal frekanslarının doğrusal kombinasyonları olan frekanslara sahiptir. - İntermodülasyondan kaynaklanan tüm ürün grubu genel olarak *intermodülasyon distorsiyonu* veya IMD olarak adlandırılır. Araya giren sinyallerin genliği, fi ve f arasındaki dB'deki oran ve ortaya çıkan İM ürünleri, *intermodülasyon oranı olarak adlandırılır* .

Orijinal denklemdeki tüm üst düzey terimler dikkate alınırsa, n ve m herhangi bir tam sayı değerini alabilir. Eğer n ve m'nin toplamı tek ise, (2 ve l veya 3 ve 2 veya 3 ve 4, vb.) sonuç, istediğimiz sinyalin yakınında frekanslara sahip ürünlerdir, örneğin, 2 (f}) - 1 (f3). Bunlara *garip sipariş* ürünleri denir. Oddorderproducts, istenen sinyale parazite neden olabilecek orijinal sinyallere yeterince yakın frekanslara sahiptir. Eğer n ve m'nin toplamı üç ise, bunlar *üçüncü dereceden İM ürünleri veya üçüncü dereceden İMD'dir.* Beşinci tip İMD için, n ve mis beşin toplamı ve benzeri. İM ürünlerinin siparişi ne kadar yüksekse, genlikleri o kadar küçüktür, bu yüzden asıl endişemiz üçüncü dereceden İMD'dir .

İki müdahale sinyali f + *A* ve f, + *2A frekanslarına sahipse, burada A* bazı ofset Vovr = K, * [A sin (f + A) t + terim için:
B sin (f % + 2A) 1]

İyi bir örnek, amatör bantlarda yaygın bir durum olan, istenen frekanstan 2 kHz ve 2 x 2 kHz veya 4 kHz'lik uzaklıklara sahip sinyalleri engellemek olabilir.

Kübik terimlerin atılması ve uygulanması

Gerekli trigonometrik özdeşlikler, bir ürünün, istenen sinyalle aynı frekansa sahip tam olarak fi frekansına sahip olan bu müdahale frekansları kombinasyonundan üretilebileceğini göstermektedir! (Sinüzoid sinyaller için kenar çubuğunun denkleminin daha yüksek dereceli terimleri de fi'de ürünler üretebilir, ancak genlikleri genellikle üçüncü dereceden ürünlerin çok altındadır.)

Böylece, çalışma bant genişliğimizde olmayan iki müdahale sinyalimiz var, bu yüzden de kendi başlarına duymuyoruz. Yine de doğrusal olmayan bir devrede birleşirler ve tam olarak istediğimiz sinyalin üstünde bir sinyal üretirler. Müdahale sinyalleri ilk İF'imizin geçiş bandı içindeyse ve İM ürünü duyulacak kadar güçlüyse.

Müdahale eden sinyallerin gücü arttıkça, ortaya çıkan intermodülasyon ürünlerinin gücü de artar. Müdahale sinyallerindeki her dB'lik artış için, üçüncü İM ürünleri yaklaşık 3 dB artar. Beşinci dereceden İM, müdahale sinyallerindeki her dB artışı için 5 dB artar, vb. Bununla birlikte, birincil endişemiz üçüncü dereceden ürünlerle ilgilidir, çünkü bunlar en güçlü ve en fazla müdahaleye neden olurlar.

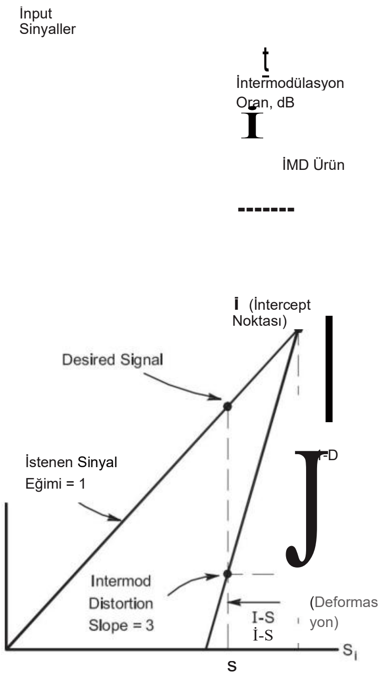
Üçüncü derece! MD dinamik aralığı (3IMD_ DR), bir alıcının MDS'si ile aynı frekansta ve istenen sinyal kadar güçlü bir İMD ürünü oluşturan iki müdahale sinyalinin giriş seviyesi arasındaki farktır. (Testin tamamı **Test Ölçümleri ve İnstruments** bölümünde - ve Allison'ın kitabında açıklanmıştır.) Test, farklı aralıklarda (genellikle 2, 5 ve 20 kHz) araya giren sinyallerle ve birkaç farklı - seviyede istenen sinyalle gerçekleştirilir. ARRL, MDS'de S5 (-97 dBm) ve 0 dBm'de bir sinyal kullanır. *QST* Ürün Raporları için test 3.5, 14 ve 50 MHz bantlarında gerçekleştirilir. Bu koşulların tümü - belirtilmelidir ve 3IMD_DR performansı tamamen karakterize eden tek bir sayı yoktur.

Bu dinamik aralık, yarışma ve DX topluluğu için özellikle önemlidir, çünkü genellikle bitişik bir kanalda veya sadece birkaç kHz uzaklıkta çok güçlü sinyallerle çok zayıf sinyalleri kopyalamaları gerekir. Karşılıklı karıştırma, bant gürültüsü ve vericilerden gelen sahte emisyonlarla birlikte, üçüncü dereceden İMD ürünleri çok zor alım yapabilir. SDR alıcılarının bu dinamik aralığı belirtmediğini unutmayın, çünkü devreleri aşağıdaki bölümlerde tartışıldığı gibi analog süperheterodin alıcıları ile aynı şekilde davranmaz.

İNTERCEPT POIHT

İntercept noktası, bireysel bir aşamanın veya tam bir alıcının İMD performansını tanımlar. Örneğin, bir analog heterodin alıcısında, üçüncü dereceden İM ürünleri Müdahale eden giriş sinyallerinin her birinin seviyesindeki her 1-dB artış için 3 dB'lik oran (ideal olarak, ancak her zaman tam olarak doğru değildir). Giriş seviyeleri arttıkça, bir spektrum analizöründeki çıkışta görülen bozulma ürünleri, alıcı daha önce tartışıldığı gibi engelleme sergilemeye başlamazsa, istenen iki sinyalin seviyesini yakalayabilir ve eşitleyebilir. SDR ekipmanının farklı davranacağını unutmayın.

Bunun gerçekleştiği giriş seviyesi, *giriş kesişme noktasıdır.* **Şekil 12.3,** kavramı grafiksel olarak gösterir ve ayrıca geometriden sinyal seviyesi, bozulma ve kesişme noktası ile ilgili bir denklem türetir. Alıcı değerlendirmesinde en çok ilgi gören kesişme noktası, üçüncü dereceden İM ürünleri için ve *üçüncü dereceden kesişme noktası* veya *İP olarak adlandırılır.* Benzer bir işlem, ikinci dereceden İMD için ikinci dereceden bir kesişme noktası elde etmek için kullanılır. Daha yüksek bir *İP 3,* üçüncü dereceden İM ürünlerinin belirli giriş sinyali kuvvetleri için daha zayıf olacağı ve operatörün İM ürünlerinden güçlü bitişik sinyallerden daha az parazit yaşayacağı anlamına gelir.



Şekil 1-D'nin geometrisinden

İS

İ = S + 0.5

(S/D) elde etmek

için İ'yi çözün

Burada SID, dB'de sinyal/bozulma oranı, S, dBm'de ve İ dBm'de

İkinci dereceden intermodülasyon

için, İ = S + (S/D)

HBK05_14-006

Şekil 12.3 - **Üçüncü dereceden kesişme kavramının grafiksel gösterimi.**

Alıcılarda İntermodülasyon Bozulmasının Test Edilmesi ve Hesaplanması

İkinci ve üçüncü dereceden İMD, **Şekil 12.B1'nin kurulumu kullanılarak ölçülebilir.** İki sinyal jeneratörünün çıkışları 3-dB bir hibrid kuplörde birleştirilir. Bu tür kuplörler çeşitli şirketlerden temin edilebilir ve ev yapımı olabilir. 3-dB kuplörü düşük kayba sahip olmalı ve kendisi ihmal edilebilir İMD üretmelidir. Sinyal jeneratörleri, 3-dB kuplörün çıkışında bilinen bir sinyal seviyesi sağlayacak şekilde ayarlanır, örneğin, iki sinyalin her biri için -20 dBm. Bu kombine sinyal daha sonra kalibre edilmiş bir değişken zayıflatıcıdan test edilen cihaza beslenir. Bu sistemde kullanılan kabloların korunması önemlidir: Zayıflatıcının girişindeki yüksek seviyeli sinyal ile alıcıya iletilen düşük seviyeli sinyal arasında en az 90 dB izolasyon bulunmalıdır.

Ölçüm prosedürü basittir: üretmek için değişken zayıflatıcıyı ayarlayın frekansta bilinen düzeyde bir sinyal Beklenen İMD ürününün (f, ikinci sipariş için ± f, 2f, - f veya 2f - f, üçüncü dereceden İMD için).

Bunu yapmak için, elbette, alıcının çalışma frekansındaki eşdeğer giriş sinyal seviyesinin, gördüğünüz İMD ürününün seviyesine karşılık geldiğini bulmanız gerekir. Birkaç yol var bunu yapmanın. Tek yönlü - kullanılan yol Alıcı testlerinde ARRL Lab tarafından - minimum fark edilebilir sinyali kullanır. Bu, alıcı ses çıkış gücünde 3-dB bir artış sağlayan sinyal seviyesi olarak tanımlanır. Yani, alıcı çıkış seviyesini giriş sinyali olmadan ölçersiniz, ardından çalışma frekansında bir sinyal yerleştirir ve bu seviyeyi ayarlarsınız. Çıkış gücü sinyal olmayan güçten 3 dB daha büyük olana kadar giriş sinyali. Daha sonra, IMD ölçümünü yaparken, Şekil 12.B1'in zayıflatıcısını alıcı çıkışında 3-dB bir artışa neden olacak şekilde ayarlarsınız. IMD ürününün seviyesi, ölçtüğünüz MDS seviyesi ile aynıdır.

Ölçümü bu şekilde yapmaktan hoşlanmadığım birkaç şey var. Sorun şu ki, gürültü gücünü ölçmeniz gerekiyor. Bu zor olabilir. Öncelikle, bunu yapmak için bir RMS voltmetre veya ses güç ölçere ihtiyacınız var. İkincisi, ölçüm zamana göre değişir (gürültü!), Bu da bir sayıyı çivilemeyi zorlaştırır. Ve üçüncüsü, alıcının ses yanıtı sorusu var; Gürültü çıkışı, çıkış spektrumu boyunca düz olmayabilir. Bu yüzden MDS yerine daha yüksek bir referans seviyesini ölçmeyi tercih ediyorum. Alıcının S metresini referans olarak kullanıyorum. İlk önce bir S1 okuması almak için gereken giriş sinyali seviyesini belirlerim. Daha sonra, IMD ölçümünde, zayıflatıcıyı tekrar S1 okuması verecek şekilde ayarlarım. İMD ürün sinyalinin seviyesi

Şimdi S1'de ölçtüğüm seviyeye eşit. Bu tekniğin MOS tekniğinden farklı bir IMO seviye değeri verdiğini unutmayın. Yine de sorun değil. Belirlemeye çalıştığımız şey, alıcı girişine uygulanan sinyallerin seviyesi ile IMO ürününün seviyesi arasındaki farktır. Hesaplamalarımız, - IMO ürününü MOS seviyesinde, S1 seviyesinde veya başka bir seviyede ölçsek de aynı sonucu verecektir.

Referans ölçümü yapmanın kolay bir yolu Şekil 12.B 1'in kurulumudur. Çok fazla zayıflama yapmanız gerekecek (yeterli aralığa sahip bir zayıflatıcınız olduğundan emin olun), ancak bu şekilde yapmak ölçümdeki olası tüm varyasyonları oldukça sabit tutar. Ve bu şekilde, istenen **İMO** ürün sinyal seviyesini üretmek için gereken referans seviyesi ile giriş seviyesi arasındaki fark, referans ve **İMO** ölçümleri arasındaki zayıflatıcı ayarlardaki farktır.

İntercept Puanlarının Hesaplanması

Alıcı girişine uygulanan sinyallerin seviyelerini ve IMO ürününün seviyesini öğrendikten sonra, aşağıdaki denklemi kullanarak kesişme noktasını kolayca hesaplayabiliriz:

$$İP_n = \frac{n \times P_A - P_M}{n-1} \quad (A)$$

Burada, n sırası, P "alıcı giriş gücü (giriş sinyallerinden birinin), Pμ İMD ürün sinyalinin gücü ve İP", nthorder kesişme noktasıdır. Tüm güçler dBm'de olmalıdır. İkinci ve üçüncü dereceden IMO için, A denklemi aşağıdaki denklemlerle sonuçlanır:

$$İP_2 = \frac{2 * P_A - P_M}{2-1} \quad (B)$$

$$İP_3 = \frac{3 \times P_A - P_M}{3-1} \quad (C)$$

Üst düzey kesişme noktalarını da ölçebilirsiniz.

Örnek Ölçümler

Bu süreç hakkında bir fikir edinmek için, bazı gerçek ölçülen değerleri dikkate almak yararlıdır.

İlk örnek, dijital ön seçime sahip bir Rohde & Schwarz model EK085 alıcısıdır. İkinci dereceden **IMO'yu ölçmek için, her biri** -20 dBm'de 6.00 ve 8.01 MHz'deki sinyaller zayıflatıcının girişine uygulandı. Referans ölçüm ile üretmek için gereken seviye arasındaki zayıflatıcı ayarlarındaki fark

İstenen IMO ürün sinyal seviyesi 125 dB olarak bulundu. İkinci dereceden İP'nin hesaplanması o zaman:

$$İP_2 = \frac{2(-20dBm) - (-20dBm - 125dB)}{2-1}$$

$$= -40 \text{ dBm} + 20 \text{ dBm} + 125 \text{ dB} = +105 \text{ dB}$$

İP için, O dBm için sinyal jeneratörlerini 14.00 ve 14.01 MHz frekanslarını kullanarak zayıflatıcı girişinde ayarladık. Referans ve IMO ölçümleri arasındaki zayıflatıcı ayarlarındaki fark 80 dB idi, bu nedenle:

$$İP_3 = \frac{3(0 \text{ dBm}) - (0 \text{ dBm} - 80 \text{ dB})}{3-1}$$

$$= \frac{0dBm + 80dB}{2} + 40dBm$$

Ayrıca, aynı frekanslarda bir Yaesu FT-1000D İP'sini -10 dBm zayıflatıcı giriş seviyelerini kullanarak ölçtük. 80 dB zayıflatıcı okumalarındaki bir fark, hesaplamayla sonuçlandı:

$$İP_3 = \frac{3(-10dBm) - (-10dBm - 80dB)}{3-1}$$

$$\frac{-30 \text{ dBm} + 10 \text{ dBm} + 80 \text{ dB}}{2}$$

$$\frac{-20 \text{ dBm} + 80 \text{ dB}}{2}$$

$$= +30 \text{ dBm}$$

Synthesizer gereksinimleri

Bu yakınlarda yüksek thirdorder kesişme noktalarından yararlanabilmek

Aralamalar düşük gürültülü bir LO synthesizer gerektirir. Belirli bir İP değeri için sentezleyicinin gerekli gürültü performansını tahmin edebilirsiniz. İlk olarak, "P için A" denklemini çözerek, IMO ürününün gürültü tabanından çıkmasına neden olacak alıcı giriş gücünün değerini hesaplayın, ardından - dinamik aralığı bulmak için Pa'nın hesaplanan değeri ile gürültü zemini arasındaki farkı alın. Bunu yapmak denklemi verir:

$$1D3 = \frac{2}{3}(IP3 + \% \text{ in}) \quad (D)$$

Burada İD, dB ve P'de üçüncü dereceden İMD dinamik aralığıdır ". Alıcı bant genişliğini bilmek, BW (bu durumda 2400 Hz) ve gürültü rakamı, NF (8 dB), gürültü tabanını hesaplamamızı sağlar,

P'n '

$$P = -174 \text{ dBm} + 10 \log(BW) + NF$$

$$= -174 \text{ dBm} + 10 \log(2400) + 8$$

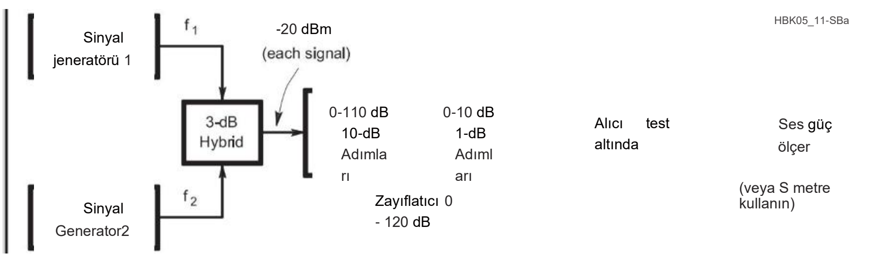
$$= -132 \text{ dBm}$$

Synthesizer gürültüsü, gürültü zemini seviyesinde bir İMO ürün sinyaline neden olan bir giriş sinyali mevcut olduğunda gürültü tabanını aşmamalıdır. Bu, sentezleyici gürültüsü daha az ise gerçekleştirilecektir:

İD + 10 log (BW) = 114.7 dB + 10 log (2400) = 148.5 dBc/Hz

Alıcının geçiş bandında. Böyle sentezleyiciler neredeyse hiç yok.

- ***Dr. Ulrich L. Rohde, N1 UL***



Şekil 12.B1 - İMD performansının ölçümü için test kurulumu. Her iki sinyal jeneratörü de HP 608, HP 8640 veya Rohde & Schwarz SMDU gibi, sinyal frekansından -140 dBc/Hz veya daha iyi 20 kHz'de faz gürültü performansı olan tipler olmalıdır.

Bu formüller radyo sistemlerinin ve devrelerinin tasarımında çok kullanışlıdır. Eğer giriş kesişme noktası (dBm) ve aşama kazancı (dB) eklenirse sonuç bir çıkış kesişme noktasıdır (dBm). Alıcılar, giriş kesişme noktası tarafından belirlenir ve bozulmayı tekrar alıcı anten girişine yönlendirir. İntercept noktası, yüksek yoğunluklu yarışmada veya DX işlemlerinde kullanılan alıcıların önemli bir performans sınırlamasıdır. Bunu iki sinyalin bir etkisi olarak tartıştığımızı unutmayın, biri çalışma frekansımızdan A uzakta ve diğeri iki kat A. gerçek hayatta, f'de zayıf bir sinyali kopyalamaya çalışıyor olabiliriz ve f ± 500, 750, 1000, 1250'de başka sinyallere sahip olabiliriz... 5000 Hz. Zayıf sinyalimizin frekansında veya yakınında ürün üreten birçok kombinasyon olacaktır.

Ürünlerin bir soruna neden olmak için tam olarak istenen sinyalin üzerine çıkmasına gerek olmadığını unutmayın; Sadece çalışma bant genişliği içinde olmaları gerekir. Şimdiye kadar, yakındaki CW istasyonlarından gelen parazitlerle CW çalışması sırasında karşılaşılabilecek gibi sabit taşıyıcılardan bahsediyoruz. SSB veya birkaç kHz boyunca dağıtılmış spektrumlu diğer geniş bant genişliği modları, İMD'den kanal içi parazitlenmeye neden olan bir ilişkiye giren ve çıkan sinyal bileşenlerine sahip olacaktır. Bu, kanal boyunca ortaya çıkan tüm ürünlerden oluşan, zamanla değişen sentetik bir gürültü zemini olarak kendini gösterir. Bu düşük seviyeli "gürültü" farkı, özellikle diğer istasyonlardan alınan faz gürültüsüne ve alıcının içindeki karşılıklı karıştırmaya eklendiğinde, farklı alıcılar

SPURIOUS-FREE DYNAMİC RANGE (SFDR)

İM ürünleri, bunlara neden olan müdahale sinyallerinin genliği ile artar ve bir noktada alıcının gürültü tabanının üzerinde tespit edilebilir hale gelir. Parazit sinyallerinin gücünün gürültü tabanına oranı, dB olarak, alıcının *sahte olmayan dinamik aralığı veya SFDR'dir.* Bu, alıcının üzerinde herhangi bir tespit edilebilir sahte ürün üretmediği sinyal gücü aralığıdır. SFDR, belirli bir İM ürün siparişi için belirtilebilir; Örneğin, SFDR yalnızca üçüncü sınıf İM ürünleri için SFDR3 ölçülür? Alıcının gürültü tabanının ölçüldüğü bant genişliği de belirtilmelidir, çünkü daha küçük bant genişlikleri daha düşük bir gürültü tabanına neden olur.

İNTERFERENCE FREE SIGNAL STRENGTH (IFSS)

İP, spesifikasyonu alakasız olan SDR alıcılarının davranışını ele almak için yeni performans ölçümleri önerilmiştir. Böyle bir ölçüm, *parazitsiz sinyal gücü* veya *IFSS'dir.* Bu, hiçbir girişimin olmadığı en büyük giriş sinyalini ölçer

Ürünler receivernoise zemin üzerinde üretilmektedir. Gürültü zemini Rec. ITU P.372.7 bant gürültü seviyeleri kullanılarak belirtilir. IFSS, SFDR'ye benzer ancak bir tür intermodülasyon ürünü belirtmez.

ITU bandnoise seviyelerinin gürültü seviyelerini kullanmanın bir sonucu olarak (RF **Teknikleri bölümüne bakınız),** belirli bir alıcı için IFSS, harici bant gürültüsünün yüksek olduğu ve herhangi bir müdahale eden ürünü maskeleyecek olan alt HF bantlarında çok daha yüksek olabilir. Bant gürültüsünün daha düşük olduğu üst HF ve VHF bantlarında, IFSS de daha düşük olabilir. Benzer şekilde, kırsal, banliyö ve kentsel ortamlar arasında bir fark olabilir. Bu nedenle, IFSS ölçümleri gürültü tabanının altındaki bozulma ürünlerini görmezden gelir.

Mevcut alıcılarda yapılan IFSS ölçümleri, çok çeşitli sinyal seviyelerinde performansta büyük farklılıklar göstermektedir. En iyi performans gösterenler, parazit ürünlerinin - gürültü tabanına eşit olduğu giriş sinyali seviyesinden başlayarak bozulma ürün seviyesinde yumuşak bir artış gösterir. Bu telsizler, çok çeşitli girdilerde öngörülebilir performans sergiler. Diğer modeller, distorsiyon ürün seviyelerinde büyük dalgalanmalar gösterir, hatta bazı sinyal seviyeleri aralıklarında artan giriş ile azalır. Bu, SDR davranışının ve tasarımının daha iyi anlaşılması gerektiğini gösterir. Bununla birlikte, IFSS, SDR performansını değerlendirmede yararlı bir araçtır.

RECIPROCAL MİXİNG DYNAMİC RANGE (RMDR)

Tüm osilatörler bir miktar faz gürültüsü üretir.

Osilatör bir alıcıyı veya vericiyi kontrol etmek için kullanıldığında, gürültü sinyallere aktarılır ve alıcı geçiş bandında ve verici çıkış sinyalinde ekstra gürültüye neden olur. Bir analog heterodin alıcısı olduğunda, gürültü yerel osilatörlerden karıştırma işlemindeki sinyallere aktarılır. Tüm LO'lar bir miktar gürültüye katkıda bulunurken, pratikte ilk karıştırıcı baskın kaynaktır. Bir SDR alıcısı olarak, faz gürültüsü öncelikle - giriş ADC ve alıcıdaki DDS sinyal kaynakları için örnekleme saatinden aktarılır. Bazı gürültü de sayısallaştırma ADC jitter tarafından katkıda bulunur.

RMDR, alıcı kanaldaki gürültü belirli bir miktarda, genellikle 3 dB artana kadar bir test giriş sinyalini artırarak ölçülür. Giriş sinyali seviyesi ile alıcının gürültü tabanı (MDS) arasındaki fark RMDR'dir.

Yükseltilmiş arka plan gürültüsü, zayıf sinyalleri maskeleyecek ve osilatör gürültüsünü aktarmak için yakındaki güçlü bir sinyal mevcut olduğunda alıcının gürültü tabanını yükseltecektir. Örneğin, ifa alıcının gürültü döşemeMDS 127 dBm'dir ve -37 dBm'lik bir giriş sinyali gürültüde 3 dB artışa neden olur, alıcının RMDR = -37 - (-127) = 90 dB .

Osilatör gürültüsü daha düşük olduğundan Osilatör frekansı, aktarılan gürültü benzer bir profile sahip olacaktır. (Osilatörler **ve Sentezleyiciler bölümündeki faz gürültüsü tartışması,** tipik osilatörlerin gürültü profilini gösterir.) Bu, RMDR'nin, - gürültünün ölçüldüğü alıcı kanaldan belirli bir mesafedeki güçlü sinyal ile ölçülmesini gerektirir. Tipik ayrımlar 2, 5 ve 20 kHz'dir.

RMDR, 2 ve 5 kHz'lik yakın sinyal aralığında en sınırlayıcı dinamik aralık olma eğilimindedir. Yakın aralıklı sinyaller, itiraz ve DXing için en zorlu alıcı ortamlarının tipik bir örneği olduğundan, bu, bir alıcı-verici satın alırken karşılaştırılması gereken önemli bir ölçümdür.

NOISE GÜÇ RATİO (NPR)

Hem SDR hem de heterodin alıcıları için geçerli olan bir başka test yöntemi olan *gürültü gücü oranı testleri,* başlangıçta çoklu telefon sistemleri için geliştirilmiştir. Bu erken sistem, bir iletim sistemi, kablo veya radyo üzerinde birçok ayrı kanalı birleştirdi. Sistemdeki doğrusal olmayanlar bozulma ürünleri üretir ve kanallara müdahale eder. Birçok aktif kanalın etkisini simüle etmek için, dar bir çentik filtresi ile kaldırılan bir kanal ile geniş bant gürültüsü iletildi. (Bakınız **Şekil 12.4)**

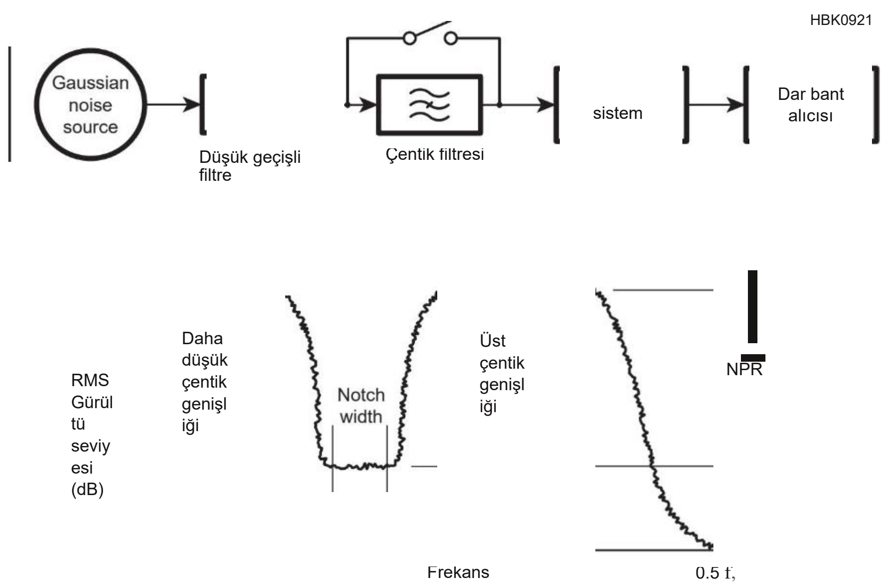
Gürültü, diğer kanallardaki karmaşık konuşma dalga formlarının varlığını simüle etti. Gürültüden kaynaklanan herhangi bir bozulma ürünü, çentikli kanalda yükseltilmiş bir gürültü zemini olarak görünecektir. Gürültü genliği arttıkça, kanal içi gürültü de artacaktır.

Bu, birden fazla iletişim kanalına sahip yoğun bir gruba yakın bir analogdur. Alıcıdaki doğrusallıklar, izlenen kanalda bozulma ürünleri üretir. Kanal dışı gürültünün kanal içi gürültüye oranı, gürültü gücü oranıdır. Alıcı ne kadar doğrusal olursa, mürekkep kanalı gürültüsünde belirli bir artış miktarı için daha fazla gürültü gücü enjekte edilebilir. (NPR, March/April2015 QEXarticle, Adam Farson, VA 7OJ tarafından "HF Alıcıları Üzerinde Gürültü Güç Oranı (NPR) Testi've Analog Devices eğitim MT-005" Gürültü Güç Oranı (NPR)'ile açıklanmıştır.

TYPICAL PERFORMANSI

Beklediğimiz gibi, bir heterodin alıcısının engelleme ve IMD dinamik aralık (IMD DR) performansı, erken aşama filtrelemenin, - karıştırıcıların ve amplifikatörlerin doğrusallığının ve DSP için kullanılan herhangi bir ADC'nin dinamik aralığının bir kombinasyonuna bağlı olacaktır.

QST'de yayınlanan alıcıların ve alıcı vericilerin alıcı bölümlerinin ürün incelemeleri artık 2, 5 ve 20 kHz'lik boşluklarla karışan sinyallerin varlığında ölçülen dinamik aralığı sağlar. (Kullanılan test prosedürlerinin ayrıntıları **Testte verilmiştir.**



Şekil 12.4 - Gürültü gücü ölçüm testi seti ve tipik spektrum (Analog Cihazlar MT-005 sonra, Referanslar'a bakınız).

Ekipman ve Ölçümler bölümü ve Allison'ın kitabında.) 20 kHz aralıkta, müdahale sinyali genellikle yukarıdaki mimarilerden herhangi birinin çatı filtresi bant genişliğinin dışındadır. 2 ve 5 kHz aralıkları, kalabalık bir banttaki olası koşulları temsil eder.

En son en iyi performans gösteren alıcı ölçümlerine bakıldığında, alıcıların 2 kHz aralık aralığı ile aşağıdaki aralıklarda sonuç veren IMD (veya bozulma ürünü) dinamik aralığına sahip olduğunu gösterir:

- Doğrudan örnekleme SDR: 80 ila 108 dB
- VHF İF ile dönüştürme: 80 ila 105 dB
- HF İF ile downconverting: 75 - 110 dB
- Hibrid süperhet/DSP mimarisi: Omni VII, 82 dB (2007); İcom IC-PR03, 75 dB (2009)

(SDR bozulma ürünlerinin mutlaka İMD olmadığını unutmayın. Alıcı blok diyagramları aşağıdaki bölümlerde verilmiştir. Veriler ARRL Lab testlerinden ve Rob Sherwood, NC0B tarafından yürütülen uzun süreli test programından alınmaktadır. **www.sherweng.com/ tablo .html** .)

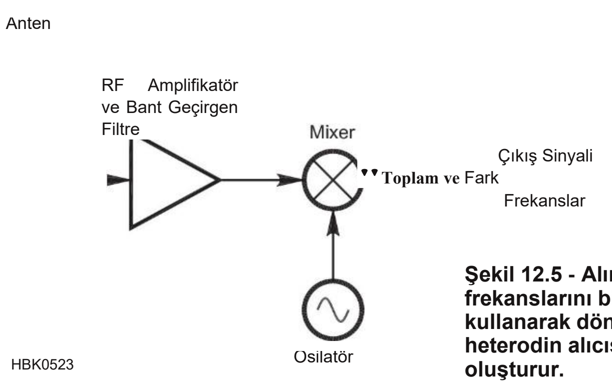
Bunun ne anlama geldiğine bir örnek verelim. İfwe, 60 dB dinamik aralığı, f + A ve fg + 2A sinyalleri olan bir alıcıda aynı seviyede üçüncü dereceden bir İMD ürünü üretmek için S3'te bir sinyal dinliyor 9 + 27 dB veya her biri 9 + 24 dB değerinde birleşik bir güce sahip olmalıdır. Bugünün amatör gruplarında bu alışılmadık bir durum değil. Öte yandan, 102 dB'lik bir IMD dinamik aralığına sahip olsaydık, araya giren sinyallerin S9 + 66 dB olması gerekirdi. Ne kadar dinamik aralığa ihtiyacınız olduğu, büyük ölçüde yaptığınız çalışma türüne, alıcı antenlerinizin ne kadar kazanç sağladığına ve sizinle aynı bantlarda çalışan en yakın istasyonun yakınlığına bağlıdır. Vericilerin hem faz gürültüsü hem de kendi IMD ürünlerini ürettikleri göz önüne alındığında, bugün piyasadaki çoğu alıcının dinamik aralığı en zorlu durumlar için bile oldukça yeterlidir. Alıcıların, filtre tasarımı, AGC reaksiyonu, ses bozulması ve benzeri gibi dikkate alınması gereken başka performans sorunları olabilir .

Dahili alıcı tarafından üretilen İMD'yi duyup duymadığınızı söylemenin genellikle zor olduğunu da unutmayın - sadece gerçekten mevcut olandan çok daha fazla sinyal var gibi geliyor. Parazit kaynağını değerlendirmek için iyi bir test, önce alıcının doğrusallığını etkileyen herhangi bir ön amplifikatörleri ve gürültü örtücüleri veya gürültü azaltma sistemlerini kapatmaktır. Girişimin seviyesini gözlemleyin (hala oradaysa) ve ardından alıcının ön ucunda bir miktar zayıflama yapın. Eğer girişim seviyesi zayıflama seviyesinden daha fazla düşerse (S birimi başına 6 dB tahmin edin), o zaman girişim alıcı içindeki doğrusal olmayanlık tarafından üretilir (veya en azından ağırlaştırılmış). Girişim ortadan kalkana veya zayıflama arttıkça aynı oranda azalana kadar zayıflamayı artırmaya devam edin. Alıcınız doğrusal bölgesinde çalışırken bandın ne kadar iyi "ses çıkardığına" şaşırabilirsiniz!

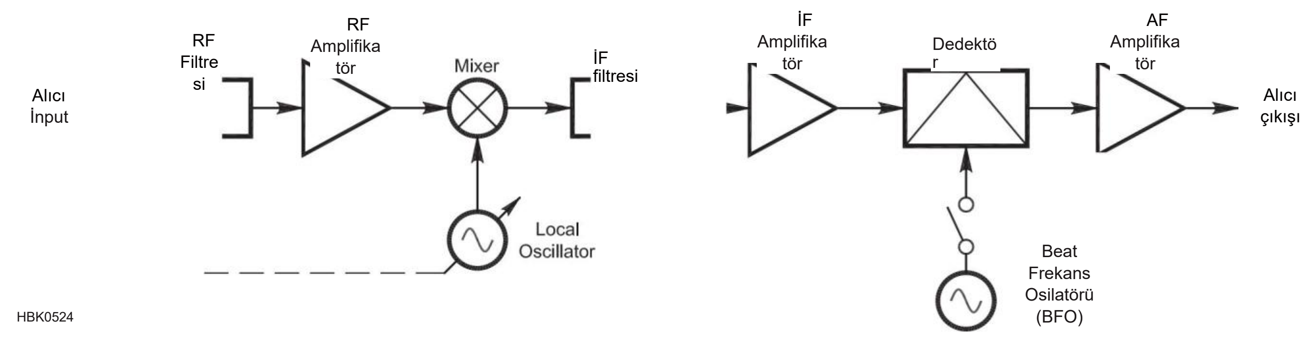
12.2 Heterodin Alıcıları

Heterodin alıcısı, giriş sinyalini, **Şekil 12.5'te gösterildiği gibi toplam ve fark frekanslarını üretmek için daha önce tartışıldığı gibi bir karıştırıcıdaki yerel bir osilatörden (LO) gelen bir sinyalle birleştirir.** Alıcı, çıkış sinyali de (doğrudan *dönüşüm alıcısı olarak adlandırılır) iki* frekanstan herhangi birinin üstünde veya altında herhangi bir frekansa kadar herhangi bir şey olacak şekilde tasarlanabilir. En büyük yararı, kazanç, bant genişliği ayarı ve işlemenin çoğunun tek bir frekansta gerçekleştirilmesi ve tasarımın önemli ölçüde basitleştirilmesidir.

LO frekansını değiştirerek, operatör tüm modüle edilmiş infor- ile birlikte çıkış giriş frekansında bir sinyal değiştirir.



Şekil 12.5 - Alınan sinyal frekanslarını bir karıştırıcı kullanarak dönüştürmek, heterodin alıcısının temelini oluşturur.



Şekil 12.6 - Bir analog süperheterodin radyo alıcısının elemanları.

çiftleşme. Çoğu alıcıda mikser çıkış frekansı bir RF sinyali olacak şekilde tasarlanmıştır, toplamı veya farkı - diğeri bu noktada filtrelenir. Bu çıkış frekansına *ara frekans veya İF denir*. İF amplifikatör sistemi, tek bir sabit frekansta merkezlenmiş seçicilik ve diğer istenen özellikleri sağlamak için tasarlanabilir.

Birden fazla frekans dönüştürme işlemi kullanıldığında, alıcı *asuperheterodin* veya *süperhet olur.* Tipik bir süper kaydedicinin blok diyagramı **Şekil 12.6'da gösterilmiştir. Geleneksel** formda, RF filtresi, giriş frekansı aralığını yalnızca istenen toplamı veya farkı içeren, ancak diğerini içermeyen frekanslarla sınırlamak için kullanılır - sözde *görüntü frekansı*. Noktalı çizgi, 500 ila 1 700 kHz arasında değişen basit bir AM yayın alıcısı gibi geniş bir ayar aralığına sahip alıcılarda, 3:1'den fazla bir aralıkta, giriş RF amplifikatörü ve filtrenin genellikle yerel ile birlikte izlendiği gerçeğini temsil eder. osilatör. İF filtresi seçiciliği oluşturmak için kullanılır - bilginin gerektirdiği çalışma bant genişliği. Anten girişinden mikserle birlikte gelen devreler (birden fazla karıştırma aşaması kullanılıyorsa ilk karıştırıcı) genellikle alıcının ön ucu olarak adlandırılır.

Bastırılmış taşıyıcı singlesideband ses (SSB) veya açma-kapama veya frekanslı shift anahtarlı (FSK) sinyallerinin alımı için, operatör veya FSK işlemi için çıkışta sesli bir ses, bir ses tonu veya tonlar sağlamak için ikinci bir vuruş frekansı osilatörü veya BFO kullanılır. Bu, de merkezli bir çıkışa sahip bir heterodin karıştırıcı ile aynıdır, ancak İF filtresi genellikle çıktı ürünlerinden birini çıkarmak için tasarlanmıştır.

Son zamanlardaki süperhet alıcıları, gelen sinyali ara frekanslardan birinde dijital forma dönüştürür. DSP teknikleri daha sonra çalışma bant genişliğini kontrol etmek ve giriş sinyalini demodüle etmek için kullanılır. **DSP'ye bakın Ve** bu teknikler hakkında daha fazla bilgi için SDR Temelleri bölümü.

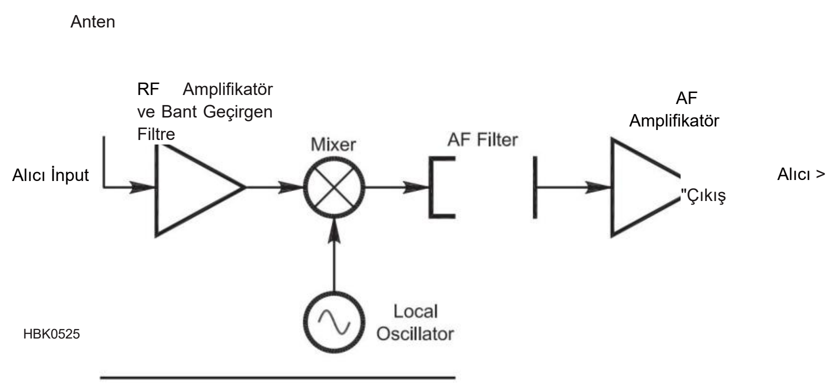
12.2.1 Doğrudan Dönüşüm Alıcısı

Heterodin işlemi, alıcının birkaç farklı noktasında meydana gelebilir. Heterodin alıcısının en basit şekline *doğrudan dönüşüm veya DC alıcısı denir,* çünkü çeviriyi doğrudan sinyal frekansından ses çıkışına gerçekleştirir. Aslında, sadece BFO ve Şekil 12.6'da gösterilen genel süperhetin dedektörüdür. **Bu** durumda, dedektör genellikle **Şekil 12.7'de gösterilen tipik bir tam alıcıya sahip bir RF amplifikatöründen önce gelir.** Böyle bir alıcının yapımı çok basit olabilir, ancak özellikle cep telefonu olarak bilinen ultra kompakt düşük güçlü tüketici odaklı taşınabilir istasyon için oldukça etkili olabilir! Aslında, doğrudan dönüşüm alıcısının cep telefonunda kullanımı göz önüne alındığında, tüm alıcıların en yaygın kullanılanıdır.

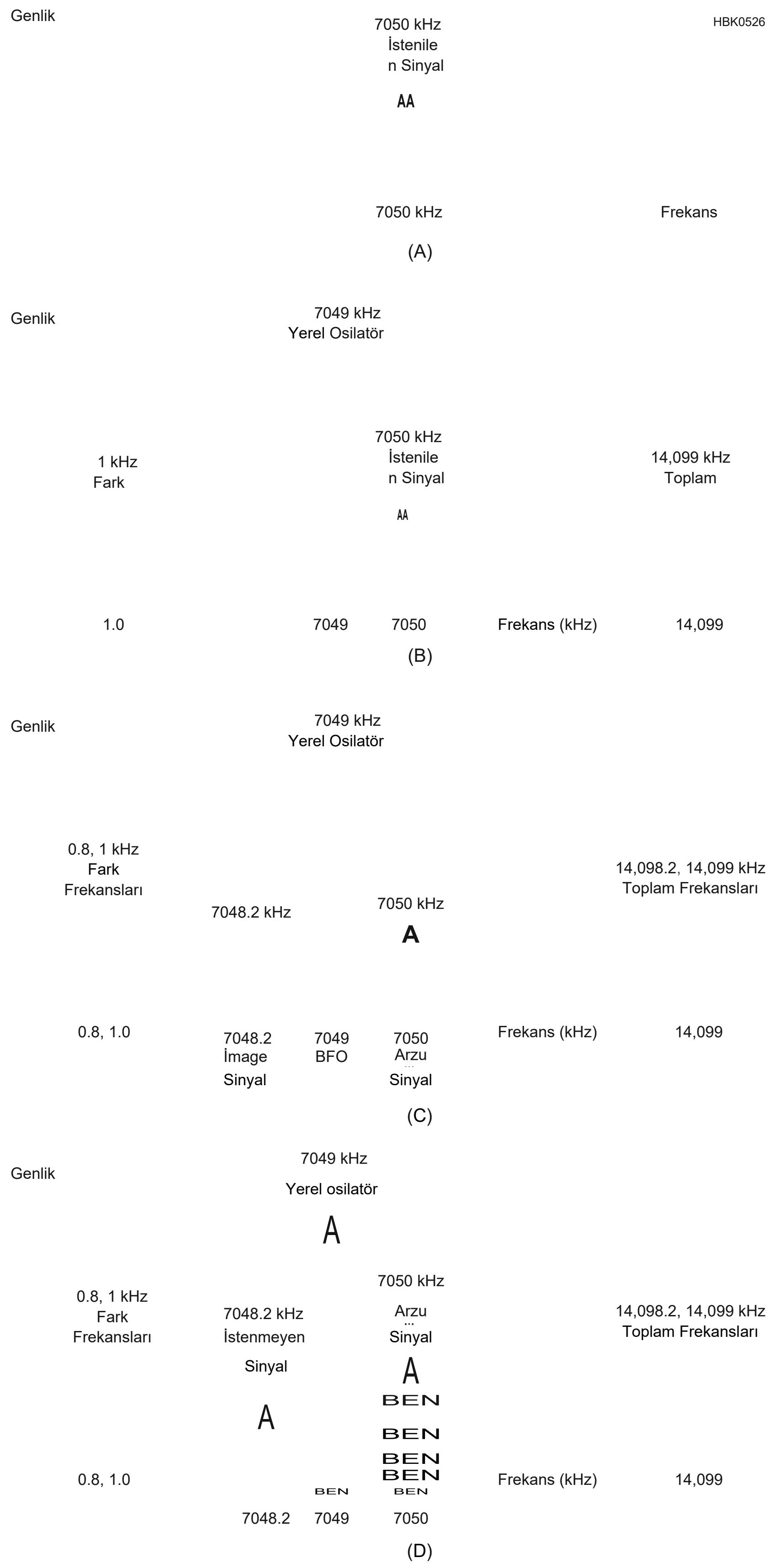
Bir karıştırıcının temel işlevi, iki sinüzoidal sinyali çarpmak ve toplamı olan frekanslarla iki yeni sinyal üretmektir. ve iki orijinal sinyalin farkı. Bu işlev doğrusal bir çarpan, bir giriş sinyalini diğer giriş sinyalinin frekansında açıp kapatan bir anahtar veya diyot gibi doğrusal olmayan bir devre tarafından gerçekleştirilebilir. (Doğrusal olmayan bir devrenin çıkışı, yan baron Doğrusal Olmayan Sinyal Kombinasyonlarında açıklandığı gibi, iki giriş sinyalinin tüm farklı kombinasyonları olan sonsuz bir ürün serisinden oluşur.) - Mikserlerin teorisi, işleyişi ve uygulaması hakkında çok daha fazla bilgi bu bölümün onlar hakkındaki bölümünde bulunabilir.

Şekil 12.8, yukarıda açıklanan ilişkilere dayanarak böyle bir alıcı aracılığıyla bir açma-kapama anahtarlı CW sinyalinin spektrumunun ilerlemesini göstermektedir. (Bu örnek, çevrimiçi projelerde yer alan "7 MHz için Kaya Bükme Alıcısı'na dayanmaktadır.) 12.8C, yerel osilatörün diğer tarafında, alıcının çıkışında da görünen istenmeyen bir görüntü sinyali içeririz. Mikserin çıktıları olarak ortaya çıkan istenen ve istenmeyen yanıtların her birini not edin.

Bazı mikserler, *çift dengeli bir* karıştırıcı iken çıkıştaki giriş sinyallerinden birini iptal etmek için dengelenecek şekilde tasarlanmıştır.



Şekil 12.7 - Doğrudan dönüşüm alıcısının blok diyagramı.



Şekil 12.8 - Doğrudan dönüşüm alıcısında frekans ilişkileri. (A)'da, antenden istenen alım sinyali, 7050 kHz açma-kapama anahtarlı taşıyıcı. (B)'de, iç lokal osilatör (LO) ve frekans ilişkileri alır. (C)'de, - karıştırıcı/dedektör ürünlerinin frekans ilişkileri (ölçeklendirilmez). (D)'de, toplam ve fark çift dengeli bir karıştırıcıdan çıkar (ölçeklendirilmez). Çıktıda iptal edilecek şekilde dengelenmiş karıştırıcı girişlerine dikkat edin (kesikli çizgiler).

İkisini de iptal eder. Çift dengeli karıştırıcı, - Şekil 12.8D'te gösterildiği gibi çıktı filtreleme işini basitleştirir.

Karıştırma işleminde doğrusal olmayanlarla üretilen ürünler (Doğrusal Olmayan Sinyal Kombinasyonlarında önceki kenar çubuğuna bakınız), daha sonra tartışacağımız intermodülasyon bozulma sinyalleri olarak duyulur. Doğrusal olmayanların, aynı zamanda, yerel osilatör frekansının katları yakınında istenmeyen sinyallerle karıştırmaya izin verdiğini unutmayın. TV veya FM yayın - istasyonlarından gelenler gibi bu sinyaller, - mikserden önce filtrelemede ortadan kaldırılmalıdır, çünkü ses çıkışları mikserin çıkışında istenen geçiş bandında olacaktır.

1 2.2.2 Süperheterodin Alıcıları

Birçok durumda, tek bir dönüşüm alıcısı ile tüm alıcı tasarım hedeflerine ulaşmak mümkün değildir ve süperheterodin mimarisini oluşturan çoklu dönüşüm adımları kullanılır. Geleneksel olarak, ilk dönüşüm RF görüntü sinyallerini kaldırmakla görevlendirilirken, ikincisi sinyalin yükseltildiği ve filtrelendiği İF sinyalini üretir.

Süperheterodin konsepti, ABD Ordusu topçu subayı Binbaşı Edwin Armstrong tarafından, İ. Dünya Savaşı sona ererken tanıtıldı. Birkaç yıl sonra frekans modülasyonunu (FM) icat eden ve WW İ ve WW IL arasında birçok radyo patentine sahip olan aynı Armstrong'dur.

Bir süperhet, yerel bir osilatör ve karıştırıcı, alınan sinyali doğrudan ses yerine bir ara frekansa çevirmek için kullanılır. Bu, ek amplifikasyon ve işleme için bir fırsat sağlar. Daha sonra, DC alıcısında olduğu gibi, İF sinyalini algılamak ve sese çevirmek için ikinci bir karıştırıcı kullanılır. Yapılandırma daha önce Şekil 12.6'da gösterilmiştir.

Bir örnek bunun nasıl çalıştığını gösterecektir.

Basit bir AM yayın radyosunda kullanılan ortak bir İF frekansı seçelim, 455 kHz. Eğer 600 kHz yayın istasyonu dinlemek istiyorsak,

RF aşaması 600 kHz sinyali yükseltmek için ayarlanacak ve LO 600 + 455 kHz veya 1055 kHz olarak ayarlanmalıdır. 600 kHz sinyal, içerdiği herhangi bir ses bilgisi ile birlikte, İF frekansına çevrilir ve güçlendirilir ve daha sonra algılanır.

Yerel osilatörü 600 - 455 kHz veya 145 kHz olarak da ayarlayabileceğimizi unutmayın. Toplamı ayarlayarak, osilatörün ayarlaması gereken göreceli aralığı azaltırız. 500 ila 1700 kHz arasındaki farkı karşılamak için, LO'muzun 45 ila 1245, 28:1 **aralığını kapsaması gerekir**. Toplamı kullanmak, 955 ila 2155 kHz arasında bir LO kapsama alanı, 2.5: 1 aralığında bir aralık gerektirir - uygulanması çok daha kolaydır .

Standart AM sinyallerini tespit etmek için, alıcının ikinci osilatörü olan beat frekans - osilatörü (BFO), AM istasyonu hava üzerinden kendi taşıyıcı sinyalini sağladığı için kapatılır. Yalnızca standart AM alımı için tasarlanan alıcılar genellikle bir BFO'ya sahip değildir.

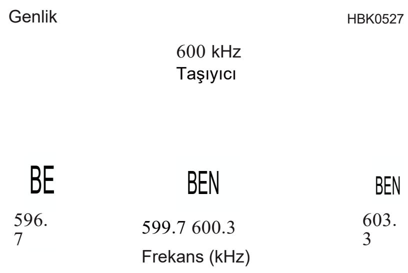
İt notclearyetthatwe bunu yaparak bir şey kazandık; Başka bir örneğe bakalım. İfwe, istasyonu 600 kHz'de dinlemekten değiştirmeye karar verir ve 1560 kHz'de başka bir istasyonu dinlemek ister, süperhetimizin tek kadranını 1560 kHz'e ayarlayabiliriz. RF aşaması 1560 kHz'e ayarlandı, LO 1560 + 455 veya 2010 kHz'e ayarlandı ve şimdi istenen istasyon, amplifikasyonumuzun büyük kısmının gerçekleşebileceği 455 kHz İF'ye çevrildi. Ayrıca, süperheterodin konfigürasyonu ile seçiciliğin (istasyonları ayırma yeteneği) öncelikle orta frekans (İF) aşamalarında gerçekleştiğini ve bu nedenle hangi frekansları dinlemeyi seçersek seçelim aynı olduğunu unutmayın. Bu, her aşamanın tasarımını önemli ölçüde basitlestirir.

1 2.2.3 Süperheterodin Bant Genişliği

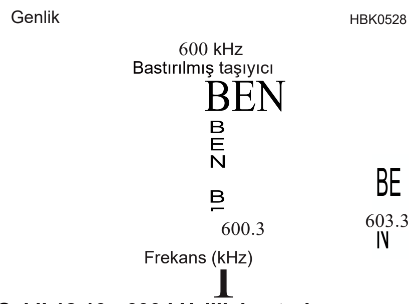
Şimdi farklı çalışma modlarının bant genişliği gereksinimlerini ve bunun süperhet tasarımını nasıl etkilediğini tartışacağız. Bir süperhetin bir avantajı, çalışma bant genişliğinin İF aşamaları tarafından kurulabilmesi ve ayrıca ses sistemi tarafından sınırlandırılabilmesidir. İt böylece RF frekansından bağımsızdır

Tablo 12.3
Çeşitli Çalışma Modları için Tipik İletişim Bant Genişlikleri

Mod	*Bant genişliği (kHz)*
FM Ses	15
AM Yayını	10
AM Sesi	4-6.6
SSB Sesi	1.8-3
Dijital ses	1.0-1.2
RTTY (170-850 Hz kaydırma)	0.3-1.5
CW	0.1-0.5



Şekil 12.9 - 600 kHz'lik bir taşıyıcı frekansa sahip bir AM ses sinyalinin yan bantlarının spektrumu.



Şekil 12.10 - 600 kHz'lik bastırılmış taşıyıcı frekansı ile tek yan bant AM ses sinyali spektrumu.

Alıcının ayarlandığı. Bir süperhet alıcısının ayrıntılı tasarımının, alınan sinyalin niteliğine bağlı olması şaşırtıcı olmamalıdır. En sık alınan modülasyon türlerini ve her birinin bant genişliği etkilerini kısaca tartışacağız. Bir HF iletişim alıcısı tarafından karşılaşılması beklenen tipik çalışma modları **Tablo 12.3'te tablolaştırılmıştır.** (**Her modülasyon** türü, **Modülasyon veya Dijital Protokoller ve Modlar** bölümlerinde daha ayrıntılı olarak tartışılmaktadır.) Alıcı bant genişliği için aynı endişeler SDR alıcıları için de geçerlidir, ancak filtreler DSP teknikleri kullanılarak uygulanır.

AMPLİTUDE MODULATION AM)

Şekil 12.8'de gösterildiği gibi, bir taşıyıcıyı tek bir tonla çarpmak (başka bir deyişle modüle etmek), tonun ikisinin toplamının ve farkının frekanslarına çevrilmesine neden olur. Böylece, bir verici 600 Hz ton ve 600 kHz taşıyıcı sinyali çarpacak olsaydı, 599.4 ve 600.6 kHz'de ek yeni frekanslar üretecektik. İfinstead, 600 kHz taşıyıcı sinyalini, 300 ila 3300 Hz'lik (normal iletişim kalitesi ses sinyalleri aralığı) insan konuşmasına karşılık gelen bir frekans bandı ile modüle edecektik, **Şekil 12.9'da gösterildiği gibi, 596.7 ila 603.3 kHz arasında uzanan yan bantları taşıyan bir pairofinformationcarrying olurdu.**

Bu AM ses sinyalinin toplam bant genişliğinin en yüksek modülasyon sinyal frekansının iki katı veya 6600 Hz olduğunu unutmayın. Konuşma ve sınırlı menzilli müzik iletmeyi seçersek, 5000 Hz'e kadar olan frekansları modüle ederek 10.000 Hz veya 10 kHz bant genişliği elde edebiliriz. Bu, ticari AM yayıncılarının ABD'de kullandığı standart kanal aralığıdır. (Avrupa'da 9 kHz kullanılır) Gerçek kullanımda, bitişik kanallardaki vericiler genellikle coğrafi olarak ayrılır, böylece yayıncılar daha iyi sadakat için bir miktar enerjiyi bir sonraki kanallara uzatabilirler. *Buna dar bant genişliği* modu diyoruz.

Bu bant genişliği hakkında ne diyor Alıcımız için gerekli mi? Bir ABD AM yayın istasyonu tarafından iletilen tam bilgi içeriğini almak istiyorsak, bant genişliğini en az İ0 kHz olarak ayarlamamız gerekir. Ya alıcımızın bant genişliği daha darsa? Eh, iletilen sinyalin daha yüksek frekanslı bileşenlerini kaybedeceğiz - belki de ses için uygun bir radyo ile sonuçlanacak, ancak müzik çoğaltmada çok iyi değil.

Öte yandan, alıcımızda çok geniş bir bant genişliğine sahip olmanın etkisi nedir? Bu durumda, tam iletilen spektrumu alabileceğiz, ancak bitişik kanal bilgilerinin bir kısmını da alacağız. Bu, parazit gibi görünecek ve aldığımız şeyin kalitesini düşürecektir. Bitişik kanal istasyonları yoksa, ek bant genişliğinden ve minimum ek bilgiden herhangi bir ek gürültü alacağız. Genel kural, alınan bant genişliğinin, SNR'yi en üst düzeye çıkarmak ve paraziti en aza indirmek için almaya çalıştığımız sinyalin bant genişliği ile eşleştirilmesidir.

Alıcı bant genişliği azaldıkça, SNR geliştirilse de anlaşılabilirlik zarar görür. Alıcı bant genişliğinde ortalanmış taşıyıcıyla, çoğu sesin yaklaşık 4 kHz'den daha düşük bant genişliklerinde anlaşılması zordur. Ağır parazit durumlarında, tam taşıyıcı AM, aşağıda açıklandığı gibi, alıcıya takılan taşıyıcı ve alıcının en az parazite sahip olduğu tarafa ayarlanmış olan SSB gibi alınabilir.

SİNGLE-SIDEBAND (SSB)

Tek taraflı bir sinyal, AM sinyalinin yan bandından sadece birini içerir ve **Şekil 12.10'da gösterildiği gibi taşıyıcı yoktur.** SSB sinyalini almak için alıcı, yedek bir taşıyıcı sağlamak için alıcıda bir BFO (beat frekans osilatörü) kullanır. BFO osilatör sinyali, demodüle edilmiş ses çıkışı sağlamak için yan bant ile çarpılır. Alıcıdaki sonuçlar, bant genişliğinin çift taraflı AM (DSB) için gerekli olanın yarısından biraz daha az olabileceğidir. Takas, BFO sinyalinin

tam olarak doğru frekansta. Frekans yanlış ayarlanırsa, demodüle edilmiş sesin frekansı orijinal sinyalden dengelenecektir. Etki, birkaç on Hz'lik küçük frekans hataları için bile oldukça duyulabilir. (Editör tarafından "SSB Hakkında" QST makalesi, bir SSB sinyalinde ayarlama yapan bir video da dahil olmak üzere bu etkiyi göstermektedir - Referanslar bölümüne bakın.)

Bu, çok daha ince bir ayar sistemi ile çok daha kararlı bir alıcı tasarımına ihtiyaç duyulmasına neden olur - DC alıcısından daha pahalı bir teklif. Alternatif olarak, azaltılmış bir seviye taşıyıcısını iletmek ve alıcının genellikle *bir pilot taşıyıcı olarak adlandırılan zayıf taşıyıcıya kilitlenmesini sağlamaktır*. Pilot taşıyıcının sinyali demodüle etmek için yeterli genliğe sahip olması gerekmediğini, sadece bir BFO'nun kilitlenmesine izin verecek kadar yeterli olduğunu unutmayın. Bu alternatifler etkilidir, ancak SSB alıcılarını pahalı, karmaşık ve iki yönlü amatör iletişimde olduğu gibi az sayıda alıcının tek bir vericiyi dinlediği durum için en uygun hale getirme eğilimindedir.

Bir SSB sinyalini etkili bir şekilde demodüle etmek için gereken bant genişliğinin, AM sinyali için gerekli olanın yarısından daha az olduğunu unutmayın, çünkü AM taşıyıcısı üzerinde ortalanmış aralığın alınması gerekmez. Böylece, 300 ila 3300 Hz arasındaki iletişim kalitesi aralığı, 3300 Hz değil 3000 bant genişliğinde alınabilir. Erken SSB alıcıları tipik olarak - yaklaşık 3 kHz'lik bir bant genişliği kullandı, ancak amatör bantlarda sıklıkla bulunan ağır parazitle, amatörlerin 1.8 ila 2.4 kHz'lik bant genişliklerini kullanması daha yaygındır; buna karşılık, bazı yüksek ve düşük frekanslı konuşma seslerinin kaybı.

RADİOTELEGRAPHY (CW)

Radyotelegrafiyi'bir taşıyıcının açma-kapama anahtarlaması'ile iletilen olarak tanımladık. Bir taşıyıcı sadece tek bir frekansı kapladığı için, gereken alım bant genişliğinin neredeyse sıfır olması gerektiğini düşünebilirsiniz. Bu, yalnızca taşıyıcı CW durumunda asla açılıp kapatılmazsa geçerlidir, oldukça hızlı bir şekilde açılıp kapanacaktır. Taşıyıcının yükselişi ve düşüşü, taşıyıcının her iki tarafında uzanan yan bantlarla sonuçlanır ve alıcıdaki sinyali yeniden oluşturmak için alınmaları gerekir.

Temel bir kural, yükseliş ve düşüş zamanını darbe genişliğinin yaklaşık %10'u ve bant genişliğini en hızlı yükseliş veya düşüş zamanının karşılığı olarak düşünmektir. Bu, normal CW iletim hızları için yaklaşık 50 ila 200 Hz'lik bir bant genişliği gereksinimi ile sonuçlanır. Bunu görselleştirmenin bir başka yolu, yüksek Q ayarlı bir devre tarafından ayarlanan bant genişliğidir. Böyle bir devre, giriş darbesi gittikten sonra "çalmaya" devam edecektir. Böylece, çok dar bir bant genişliği aslında kod öğeleri arasında "doldurur've" bant genişliği yok'gibi davranır.

Dönem taşıyıcı ve bu tam olarak CW alırken çok dar bir kristal filtre kullanılırsa duyulan şeydir.

DİGITAL MODULATION

(Bu, dijital modlar için alıcı gereksinimlerini belirlemek için kısa bir genel bakıştır. **Modülasyon ve Dijital Protokoller ve Modlar bölümlerine** ve - daha derinlemesine tedavi için El Kitabı indirilebilir ek bilgisindeki Dijital İletişim bölümüne bakın.)

Baudot kodu (teletip iletişimi için kullanılır) ve ASCİİ kodu - amatörler tarafından kullanılan iki popüler dijital iletişim kodu - eleman veya bit dizileri ile oluşturulur. Her bitin durumu - AÇIK veya KAPALI - iki farklı frekanstan birinde bir sinyal ile temsil edilir: bir belirlenmiş *işaret ve* bir belirlenmiş *alan.* Buna *frekans kaydırma anahtarlaması (FSK) denir.* Verici frekansı, her karakterin bireysel unsurlarıyla ileri geri kayar.

Amatör operatörler, bazen 850 Hz kullanılmasına rağmen, veri hızına ve yerel kurallara bağlı olarak, en popüler FSK modu, radyoteletip veya RTTY için işaret ve uzay frekansları arasında 1 70 Hz'lik bir ayrım kullanır. Verileri kurtarmak için gereken minimum bant genişliği, tonlar arasındaki boşluğun yaklaşık iki katıdır. Tonların - doğrudan taşıyıcı frekansı *(doğrudan FSK) kaydırarak veya bir* SSB vericisinin ses girişine *(ses FSK veya AFSK) uygulanan bir çift 170 Hz aralıklı ses tonu kullanılarak üretilebileceğini unutmayın. Doğrudan* FSK ve AFSK bir alıcıdan ayırt edilemez.

Standart 2125 Hz (işaret) ve 2295 Hz (boşluk) ses tonları kullanılırsa, bir ses kanalının bant genişliğine girerler ve böylece bir ses vericisi ve alıcısı, radyo ekipmanı dışında herhangi bir ek işleme gerek kalmadan kullanılabilir.

Alıcı, BFO frekansını uygun şekilde değiştirebiliyorsa, iki ton, yaklaşık 300 Hz veya daha geniş bant genişliği ile CW alımı için tasarlanmış bir filtreden alınabilir. Bazı alıcılar, ihtiyaç duyulmasını önlemek için orta frekansın tonlar arasında (2210 Hz) kaydırıldığı dar bir filtre sağlar. En gelişmiş alıcılar, işaret ve boşluk frekansları için ayrı bir filtre sağlar, böylece girişim reddi ve sinyal-gürültü oranını (SNR) en üst düzeye çıkarır. FSK veya AFSK için bir çift ton kullanılması, yüksek kaliteli bir ses kanalı üzerinden yaklaşık 1200 bit/s maksimum veri hızı sağlar.

Faz kaydırma anahtarlaması (PSK), bit dizilerini iletmek için de kullanılabilir, bu da gerekli olanı korumak için iyi bir frekans kararlılığı gerektirir.

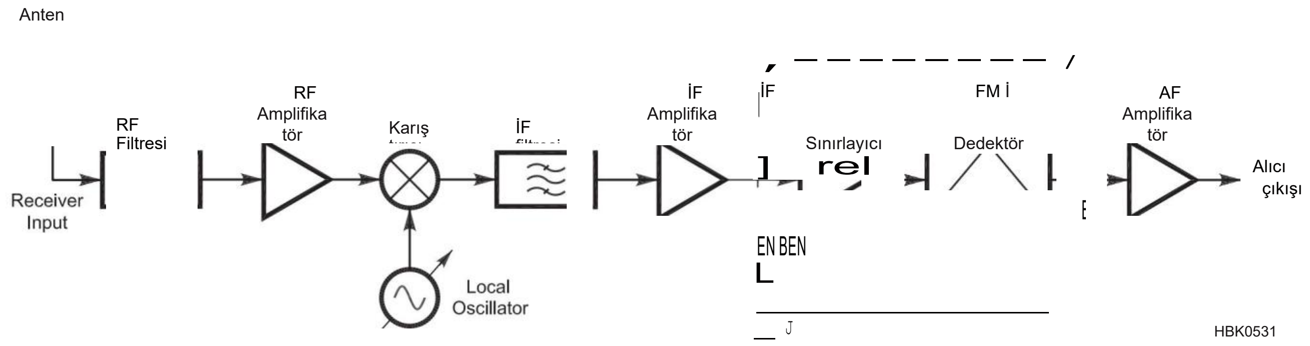
Faz değişimlerini tespit etmek için zaman senkronizasyonu. Kanalın yüksek bir SNR'ye sahip olması durumunda, VHF ve daha yükseklerinde olduğu gibi, Bell 102 ve Bell 202 gibi telefon ağı veri modem teknikleri kullanılabilir. (FCC $97.307 (1), her bant için maksimum iletilen sembol hızını belirtir.)

HF'de, sinyal hareket ederken faz ve genlik bozulmasına maruz kalır. Gürültü ayrıca HF bantlarında önemli ölçüde daha yüksektir. Bu koşullar altında, "kablolu" bağlantılar için tasarlanan modülasyon ve demodülasyon teknikleri, birkaç yüz baud'dan fazla bit hızlarında kullanılamaz hale gelir. Sonuç olarak, amatörler son teknoloji dijital modülasyon tekniklerini benimsemeye ve geliştirmeye başladılar. Bunlar, çoklu taşıyıcıların (MFSK, Clover, PACTOR IIİ, vb.), çoklu genliklerin ve faz kaymalarının (QAM ve QPSK teknikleri) kullanımını ve saniyede 3600 bit (bps) kadar yüksek bir net veri çıktısı elde etmek için gelişmiş hata algılama ve düzeltme yöntemlerini içerir. QPSK modülasyonunu kullanarak dijital ses için yeni geliştirilen kodlama yöntemleri, 1200 Hz'den daha az bir sinyal bant genişliği ile sonuçlanır. (Daha fazla bilgi için bkz. freedv.org.) Spreadspectrum teknikleri amatör UHF bantlarında da benimsenmektedir, ancak bu tartışmanın kapsamı dışındadır.

Veri iletişimi için gereken bant genişliği, - PACTORİII ve Clover'ın daha yüksek hızları için 1 kHz'e PSK31 veya daha fazlası için 100 Hz kadar düşük olabilir. Veri sinyali için yeterli bant genişliğine sahip olmanın ötesinde, veri iletişimi için kullanılan alıcılar için birincil gereksinimler, bu kritik sinyal özelliklerinin bozulmasını önlemek için doğrusal genlik ve veri sinyalinin bant genişliği üzerindeki faz tepkisidir. Alıcı ayrıca, alıcı filtrelerinin frekansa ayarlanmasını sağlamak için sürüklenmeyi ve frekans çözünürlüğünü önlemek için

FREKANS MODULATION (FM) Diğer

popüler ses modu *frekans modülasyonu veya FM'dir.* FM, amaca bağlı olarak çeşitli varyasyonlarda bulunabilir. Kısa dalga bantlarında Amatör Radyo ve ticari mobil iletişim kullanımı, evrensel olarak *dar bant FM* veya *NBFM'dir.* İn NBFM, frekans sapması maksimum modüle edici frekans, tipik olarak 3 kHz civarında sınırlıdır. Alıcıdaki bant genişliği gereksinimleri, D'nin sapma ve M'nin maksimum modülasyon frekansı olduğu Carson'un BW = 2 x (D + M) Kuralı ile yaklaştırılabilir. Böylece 3 kHz sapma ve 3 kHz maksimum ses frekansı, AM yayın gereksinimlerinin çok ötesinde olmayan 12 kHz bant genişliği ile sonuçlanır. (Ek sinyal bileşenleri bu bant genişliğinin ötesine uzanır, ancak sesli iletişim için gerekli değildir.)



Şekil 12.11 - Bir FM süperheterodin alıcısının blok diyagramı. Bir AM/SSB alıcısından gelen değişiklikler kesikli çizgi ile kapatılır.

Kontrast, yayın *veya geniş bant FM veya WBFM,* 150 kHz kanal genişliğini kaplar. Başlangıçta, bu, geliştirilmiş bir SNR ile sonuçlanan 15 kHz ses ile bile daha yüksek bir modülasyon indeksi sağladı. Bununla birlikte, aynı tahsis edilmiş bant genişliğinde birden fazla kanal stereo ve alt kanal ile sapma maksimum iletilen sinyal bant genişliği civarındadır.

ABD'de, FCC amatör kuralları geniş bant FM kullanımını 29 MHz'in üzerindeki frekanslarla sınırlar. Bazıları, ancak hepsi değil, HF iletişim alıcıları FM alımı sağlar. Düzgün FM alımı için, dashedlineinFigure **12.11 içinde gösterildiği gibi alıcı mimarisinde iki değişiklik gereklidir.** Temel değişiklik, dedektörün giriş sinyalinin frekans değişimlerinden bilgi kurtarması gerektiğidir. En yaygın bu tür dedektör bir *diskriminatör denir.* Discriminator bir BFO gerektirmez, bu nedenle kapatılır veya özel bir FM alıcısında elimine edilir. Genlik varyasyonları FM'de hiçbir bilgi iletmediğinden, genellikle

Bir *sınırlayıcı tarafından elendi.* Sınırlayıcı, belirli bir eşiğin üzerindeki sinyallerin pozitif ve negatif zirvelerini kırpan yüksek kaliteli bir İF amplifikatör aşamasıdır. Doğal kökenlerin çoğu gürültüsü genlik modüle edildiğinden, sınırlama işlemi de gürültüyü sinyalden uzaklaştırır.

1 2.2.4 Superheterodyne FM Alıcıları

Dar bant frekans modülasyonu (NBFM), VHF ve UHF'de kullanılan en yaygın moddur. **Şekil 12.12,** VHF/UHF amatör bantları için bir FM alıcısının blok diyagramıdır. Birçok FM vericisi aslında faz modülasyonludur (PM), ancak iletilen sesin frekans tepkisinin yanı sıra, iki tür sinyal aynı ekipmanla alınabilir. Bu bölümün FM referansları, aksi belirtilmedikçe PM sinyallerini içerir.

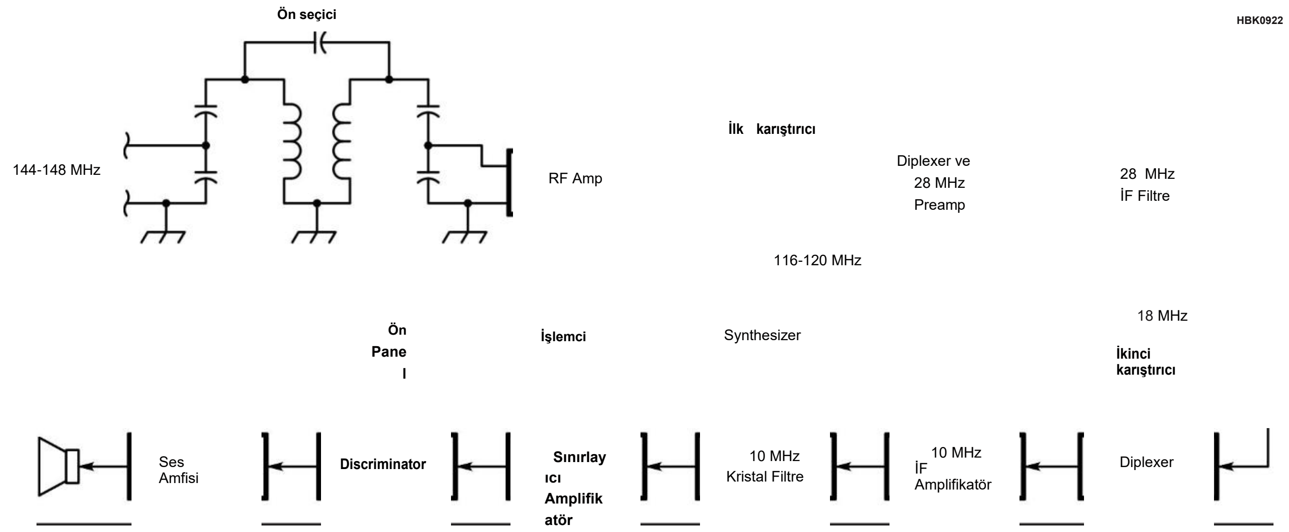
ÖN UÇ

Düşük gürültülü bir ön uç arzu edilir çünkü

Bu frekanslarda azalan atmosferik gürültü seviyesinin ve ayrıca taşınabilir dişli genellikle zemin seviyesinde kısa çubuk antenleri kullandığı için. Bununla birlikte, kazanç sıkıştırma ve harmonik İMD, çok tonlu İMD ve çapraz modülasyon olanakları da önemlidir. Bu nedenle dinamik aralık, özellikle büyük, yüksek kazançlı antenler kullanılıyorsa önemli bir tasarım konusudur. FM sınırlaması kristal filtre bitene kadar gerçekleşmemelidir. Güçlü yayın vericileri - ve yakındaki iki yönlü radyo hizmetleri tarafından VHF/UHF spektrumunun yüksek doluluk oranı nedeniyle, ön uç ön seçimi arzu edilir, böylece amatör bant içinde ekonomik olarak düşük bir gürültü rakamı elde edilebilir. (Bu bölümün başka bir yerindeki onPreselectors bölümüne bakın.)

DOWN-CONVERSION

Son İF'ye aşağı dönüşüm bir veya iki aşamada gerçekleşebilir. Favori İF'ler 5 ila 10 MHz bölgesindedir (10.7 MHz yaygındır), ancak yüksek frekanslarda görüntünün reddedilmesi 10 ila 20 MHz uzakta zor olabilir,



Şekil 12.12 - Çift aşağı dönüşüm kullanarak tipik bir VHF FM alıcısının blok diyagramı.

İF seçimi ve görüntü reddi ile ilgili aşağıdaki bölümlerde tartışıldığı gibi önemli ön seçim gerektirir. Daha yüksek frekanslarda, 30 ila 50 MHz bölgesindeki bir ara İF daha iyi bir seçimdir. Şekil 12.12 çift aşağı dönüşümü göstermektedir.

IFF FILTERS

Amatör FM'de 29 MHz'in üzerindeki frekanslarda geleneksel tepe frekans sapması yaklaşık 5 kHz'dir ve ses konuşma bandı 3 kHz'e kadar uzanır. Bu, maksimum modülasyon indeksini (sapma oranı olarak tanımlanır) 5/3 = 1.67 olarak tanımlar. Ortaya çıkan FM sinyalini tanımlayan Bessel fonksiyonlarının incelenmesi, bu durumun 300 ila 3000 Hz konuşma bilgisi kenar bantlarının çoğunu 15 kHz veya daha fazla bant genişliği içinde sınırladığını göstermektedir. Bu bant genişliğinin filtrelerini kullanarak, 20 veya 25 kHz'lik kanal ayrımları elde edilebilir .

Birçok amatör FM alıcı-vericisi, **1 ila** 25 kHz arasında değişebilen adımlarla kanalize edilir. Ses çıkışının düşük bozulması için (FM algılamasından sonra), bu filtre bant genişliği boyunca iyi faz doğrusallığına sahip olmalıdır. Bu, bant kenarlarının yakınında çok doğrusal olmayan faza sahip olma eğiliminde olan geçiş bandının dışına çok dik inen filtreleri engelliyor gibi görünmektedir. Ancak, daha yüksek konuşma frekanslarındaki enerji miktarı doğal olarak daha az olduğundan, bu etkiden kaynaklanan gerçek bozulma konuşma amaçları için kabul edilebilir. Normal uygulama, vericideki daha yüksek konuşma frekanslarına ön vurgu uygulamaktır ve **LIMITNG VE DEMODULATION** Filtreden sonra, herhangi bir genlik modülasyon bileşenini kaldırmak için İF'nin sert sınırlandırılması gerekir. Yüksek kaliteli bir alıcı olarak, sınırlayıcı devre tasarımından kaynaklanabilecek herhangi bir doğrusal olmayan faz kaymasına özel dikkat gösterilir. Bu, özellikle faz tepkisinin kontrol edilmesi gereken veri alıcılarında önemlidir.
Konuşma için amatör alıcılar daha az önemli olabilir. Ayrıca, *oran dedektörü büyük ölçüde sınırlayıcı* bir aşamaya olan ihtiyacı ortadan kaldırır, ancak sınırlayıcı yaklaşımı muhtemelen hala tercih edilir. FM demodülasyon Demodülasyon ve Algılama bölümünde açıklanmıştır

ZAYIF SİGNALLER İÇİN FM PERFORMANSI

İF filtresinin gürültü bant genişliği, konuşma modülasyonunun ses bant genişliğinin iki katından fazla değildir, geniş bantlı FM'de olduğundan daha azdır. Bu nedenle, yakalama etkisi, eşik etkisi ve geniş bant FM'e çok aşina olan gürültü susturma etkisi gibi şeyler hala çalışır durumda, ancak FM'de biraz daha az. FM alıcıları için hassasiyet SINAD (Test **Ekipmanları ve Ölçümler** bölümüne bakınız) oranı 12 dB olarak belirtilmiştir. Tipik değerler, genellikle seçilebilen veya seçilemeyen düşük gürültülü RF ön amplifikasyonuna bağlı olarak -110 ila -125 dBm'dir (güçlü sinyal ortamlarında).

LO FAZ NOISE 'NİN ETKİSİ

Bir FM alıcısı olarak, LO faz gürültüsü faz modülasyonu üzerine bindirilir ve bu nedenle istenen sinyalin frekans modülasyonunu oluşturur. Bu, geçiş bandı içindeki nihai sinyal-tonoise oranını azaltır. Bu etkiye *tesadüfi FM (! FM) denir.* IFM'nin (W/Hz) güç yoğunluğu, faz gürültü güç yoğunluğu (W/Hz) ile orantılı olup, modüle edici frekansın karesi (FM'deki tanıdık parabolik etki) ile çarpılır. Alıcı, ses çıkışında yüksek frekanslı vurgu kullanıyorsa (-6 dB/oktav 300 ila 3000 Hz, yaygın bir uygulama), daha yüksek ses frekanslarındaki IFM seviyesi azaltılabilir. Normalde, sinyal arttıkça, gürültü bir FM alıcısında "susturulur" (yani "yakalanır"), ancak bu durumda sinyal ve sinyal üzerinde "piggy back" kullanan faz gürültüsü, bu ve Osilatörler ve **Sentezleyiciler bölümünde açıklandığı gibi aynı oranda artar**. IFM, modem FM radyolarında önemli bir sorun değildir, ancak faz gürültüsü bitişik kanal paraziti için bir endişe haline gelebilir.

Sinyal büyüdükçe, sinyal-tonoise oranı bu nedenle bazı nihai değerlere yaklaşır. Benzer bir nihai SNR etkisi SSB alıcılarında oluşur. Öte yandan, mükemmel bir AM alıcısı LO faz gürültüsünü bastırma eğilimindedir. (Sabin için referans girişine bakın.)

FM RECEIVER İCs

İletişim bant genişliği FM alıcıları için çok çeşitli özel İ C'ler mevcuttur. Bunların çoğu "kablosuz" veya mobil telefon uygulamaları için tasarlanmıştır ve yaygın olarak kullanılmaktadır. Biri, 20 dB kazanç ile 50 9 giriş ila 50 n çıkış için bir RF amplifikatör çipidir (NE/SA5204A). İkinci çip (NE/SA602A), RF amplifikatör, karıştırıcı ve LO'lu bir ön uç cihazdır. Üçüncüsü, çok kullanışlı bir RSSI (logaritmik Alınan Sinyal Gücü İndicator) çıkışına ve ayrıca bir "sessize alma" fonksiyonuna sahip bir İF amplifikatörü, sınırlayıcı ve kuadratür FM dedektörüdür (NE/SA604A). Dördüncüsü, yaygın olarak kullanılan bir ses amplifikatör çipi olan LM386. Bir pakette tamamlanan başka bir FM alıcı yongası, MC3371P.

MC13135 çift dönüşüm ve iki İF amplifikatör frekansına sahiptir. Bu, stabiliteyi düşürebilecek çapraz kuplajdan daha az olan tek bir çip üzerinde daha fazla kazanç sağlar. Çoklu aşağı dönüşümün bu arzu edilen özelliği daha önce bu bölümde belirtilmiştir.

Tasarım ayrıntıları ve belirli parça değerleri, İC satıcıları tarafından sağlanan veri sayfalarının ve uygulama notlarının dikkatli bir şekilde incelenmesiyle öğrenilebilir. Amatör tasarımcılar, bu veri sayfalarını ve üreticilerin çevrimiçi olarak sunduğu uygulama notları gibi diğer bilgileri nasıl kullanacaklarını öğrenmelidir.

12.2.5 Süperheterodin İmage reddi

Şimdi, çevremizin geçmesi gereken bant genişliği aralığını belirlediğimize göre, bu bant genişliklerinin kurulacağı İF frekansının seçimini tartışacak durumdayız.

Ek olarak, ilk ve aşağıdaki İF frekanslarının seçimi, güçlü sinyallerin bulunduğu bantlarda zayıf sinyallerin alınmasında önemlidir. İstenen sinyal - gürültüye yakınsa, bir görüntü frekansındaki bir sinyal kolayca 100 dB daha güçlü olabilir ve bu nedenle paraziti önlemek için 110 dB'lik bir görüntü reddi gerekli olacaktır. Bazı alıcılar bu hedefe ulaşırken, çoğu mevcut amatör alıcı-vericinin alıcı bölümleri 70 ila 100 dB aralığındadır.

İF İMAGE RESPONSE

Daha önce belirtildiği gibi, tek bir yerel osilatör veya LO ve belirtilen İF'ye sahip bir süperhet, RF aşamasının ayarlanması ile seçilen iki frekansı alabilir. Örneğin, 7000 kHz'de istenen bir sinyali dinlemek için 455 kHz'lik bir İF'ye sahip bir alıcı kullanmak, 7455 kHz'lik bir LO kullanabilir. Bununla birlikte, alıcı ayrıca LO frekansının 455 kHz veya 7910 kHz üzerinde bir sinyal alacaktır. İstenen sinyalden iki kat daha fazla İF frekansında bulunan bu istenmeyen sinyal frekansına *görüntü denir.*

İmages, istenen frekanstan İF'nin iki katı kadar ayrılacaktır ve ilişkili karıştırıcının önündeki filtre, görüntü sinyalini gerekli *görüntü reddi miktarına kadar azaltmalıdır.* Belirli bir İF için, alınan frekans arttıkça bu daha da zorlaşır. Örneğin, **1 MHz'e ayarlanmış 455 kHz'lik bir tek dönüşüm sistemi ile** görüntü 1.91 MHz'de, neredeyse 2:1 **frekans** oranında ve bir filtre ile reddedilmesi nispeten kolay olacaktır. 30 MHz'e ayarlanmış aynı alıcı, 30.91 MHz'de çok daha zor bir filtreleme problemi olan bir görüntüye sahip olacaktır.

İşgal edilmiş bir kanala düşen bir görüntü açıkça bir sorun olsa da - aynı anda iki sinyal almak nadiren arzu edilir - görüntü frekansı sinyallerden uzak olsa bile sorunlar ortaya çıkar. Bunun nedeni, görüntü bant genişliğindeki atmosferik gürültünün, istenen kanalın gürültüsüne ve RF amplifikatör aşamasında dahili olarak üretilen herhangi bir gürültüye eklenmesidir. Görüntü yanıtı istenen seviyedeyse

Sinyal tepkisi, SNR'de 3 dB'lik bir azalma olacaktır.

İNCREASİNG TARAFINDAN REDUCİNG İMAGES İF

RF görüntü tepkisine açık bir çözüm, İF frekansını yeterince yüksek yükseltmektir, böylece istenen sinyalden gelen İF frekansının iki katındaki sinyaller, - karıştırıcının önündeki filtreler tarafından yeterince zayıflatılır. Bu, en yüksek alıcı frekansın %5 ila 10'unda çalışan İF aşamalarıyla kolayca yapılabilir (3-30 MHz HF bandını kapsayan bir alıcı için 1,5 ila 3 MHz). Konsept daha yüksek frekanslarda da kullanılır. FM geniş yayın bandı (ABD'de 87.9 ila 108 MHz arasında 150 kHz geniş kanallar) genellikle tüm görüntü frekanslarını FM bandının dışına yerleştiren ve diğer FM istasyonlarından gelen parazitleri ortadan kaldıran 10.7 MHz'lik bir İF'ye sahip süper güç alıcılarında alınır.

İF seçiciliği için yüksek frekanslı ayarlı devrelerin kullanımı 150 kHz geniş FM yayın kanalları için iyi çalışır, ancak HF veya daha düşük, hatta birçok V/UHF dar bant hizmetleri için karşılaşılan nispeten dar kanallar için çok iyi değil. Neyse ki, bu sorunu çözmek için yaygın olarak kullanılan üç çözüm vardır.

Birincisi, *çift dönüşüm,* istenen sinyali nispeten yüksek bir İF'ye dönüştürdü, ardından seçiciliği ayarlamak için ikinci bir dönüşüm daha düşük bir İF'ye dönüştürdü. 1950'lerde popüler bir teknikti. Çift dönüşüm tekniği üzerine yapılan çalışmalar, çok düşük, oldukça seçici bir üçüncü İF ile üçlü dönüşüme yol açtı. Collins *sistemi,* tek menzilli bir VFO'yu ikinci karıştırıcıya taşımak ve ilk karıştırıcı için değiştirilebilir kristal osilatörleri kullanmak da popüler hale geldi. *Önceden karıştırılmış* düzenleme .

Çift dönüştürmeye üçüncü bir yaklaşım, ikisinin bir kombinasyonuydu, Collins'te olduğu gibi tek bir değişken osilatör aralığı kullanıldı, ancak VFO ve LO'yu ilk karıştırıcıya uygulamadan önce karıştırdı - sinyal yolunun dışında.

Bu yöntemler mevcut alıcılar için eskidir, ancak eski ekipmanlarda yaygın olarak karşılaşılmaktadır. Bunlar *El Kitabı'nın önceki baskılarında tartışılmıştır.*

HGH-FREKANS KRISTAL LATTICE FILTERS

CW ve SSB için uygun bant genişliğine sahip ticari kuvars-kristal filtreler, 1970'lerde merkez frekanslarla 10 MHz aralığında kullanıma sunuldu. Bu, hem yüksek görüntü reddi hem de gerekli kanal seçiciliğini sağlamak için HF aralığında bir İS ile tek bir dönüşüm alıcısına (bkz. Şekil 12,2) izin verdi. Bu tek dönüşüm mimarisi, taşınabilir ve düşük güçlü ekipman tasarımcıları arasında popüler olmaya devam etmektedir. Kristal filtre tasarımı, indirilebilir ek bilgilerle birlikte Analog ve Dijital Filtreleme bölümünde tartışılmaktadır.

Örnek olarak **Şekil 12.13,** 1500 kHz merkezli basit filtreler kullanarak tek dönüşümlü bir süperhetin İF bölümünü göstermektedir. Gösterilen filtreler aslında amatörler tarafından düşük maliyetle oluşturulabilirken, çok daha iyi performansa sahip çok bölümlü filtreler satın alınabilir - veya oluşturulabilir. Kristal veya filtre kullanılabilirliğine bağlı olarak diğer İF frekansları kullanılabilir.

Gösterilen devre, ilgili kavramları gösterir ve düşük maliyetle çoğaltılabilir. AGC devresi, dedektörler ve BFO ve ses amplifikatörleri ve filtreler gibi kalan alıcı fonksiyonel blokları kitabın başka bir yerinde bulunabilir.

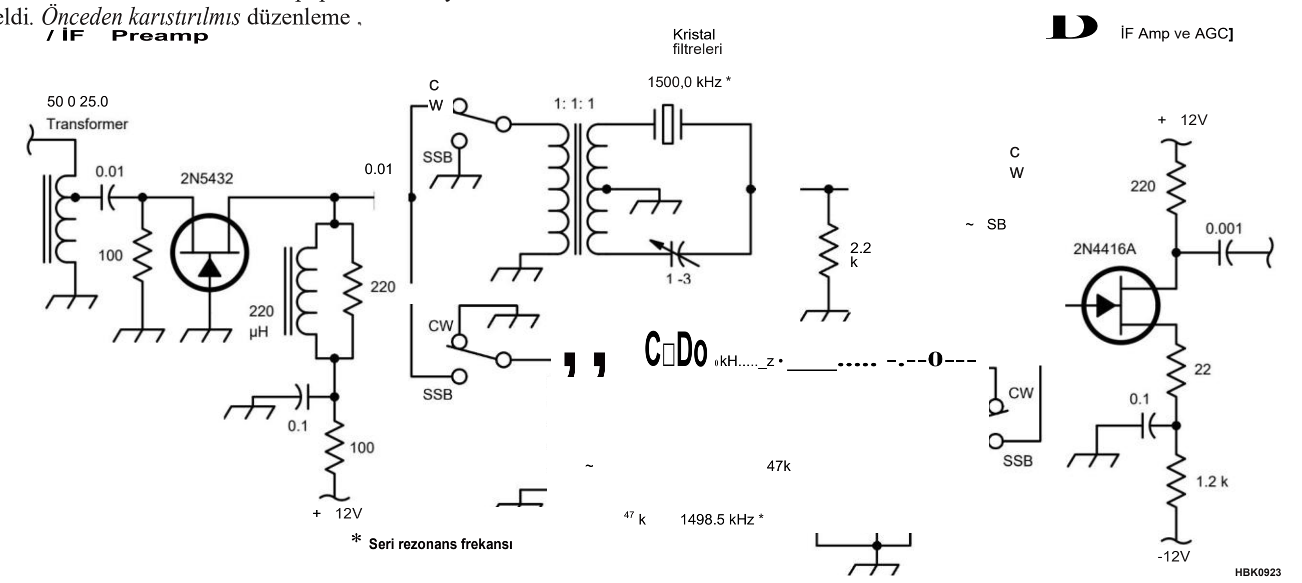
DSP IFF FILTERS

Dijital sinyal işleme, diğer teknolojilerle pratik olmayan bir filtre performansı seviyesi sağlar. (Analog **ve Dijital Filtreleme** bölümüne bakınız) Çoğu düşük frekanslı İF LC bant genişliği filtrelerinden çok daha iyi olsa da, amatör teçhizattaki çok iyi kristal veya mekanik bant genişliği filtreleri, ideal bir filtrenin dikdörtgen şekilli frekans tepkisine çok yakın değildir, ancak 6 ila 60 dB'lik bir eteğe sahiptir. Bu, 2400 Hz nominal (6 dB) bant genişliğine sahip bir SSB filtresi seçersek, 60 dB'de genişlik genellikle 2400 x 1.4 veya 3360 Hz olacaktır. Böylece, bir sonraki kanalda, kopyalamaya çalıştığımız sinyalden 60 dB daha güçlü olan bir sinyal (çoğu zaman olduğu gibi), istediğimiz sinyal kadar güçlü bir enerjiye sahip olacaktır.

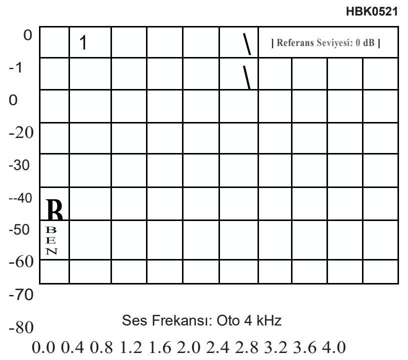
DSP filtreleme ideal yanıta yaklaşır. **Şekil 12.14,** 2400 Hz'lik 6 dB bant genişliğine sahip bir DSP bant genişliği filtresinin ARRL Lab tarafından ölçülen yanıtını göstermektedir. Eteklerin gürültü seviyesine ne kadar hızlı düştüğüne dikkat edin. Ek olarak, analog filtreleme genellikle istenen her bant genişliği için ayrı bir filtre tertibatı gerektirirken, DSP filtreleme hem bant genişliği hem de merkez frekansında genellikle 50 Hz kadar dar adımlarla ayarlanabilir. Bant genişliği filtrelemesine ek olarak, aynı DSP genellikle sabit frekans taşıyıcılarından gelen paraziti gidermek için dijital gürültü azaltma ve dijital çentik filtrele

YUKARI-CONVERSİON VE AŞAĞI-CONVERSİON

Mevcut kristal filtre teknolojisi, *aşağı dönüşüm HF alıcılarının* 4-10 MHz aralığında bir İF kullanmasına izin verir. 10 MHz İF ve sinyal frekansının üzerinde bir LO ile,



Şekil 12.13 - Alıcı bant genişliğini oluşturmak için kristal filtreler kullanan bir süperhetin İF bölümü.



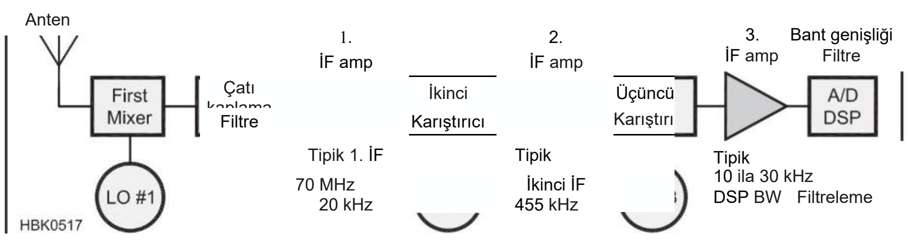
Şekil 12.14 - ARRL Lab, bir satış sonrası 2400 Hz DSP bant geçirgen filtresinin tepkisini ölçtü.

30 MHz sinyali 50 MHz'de bir görüntüye sahip olacaktır. Bu, görüntü reddetme filtrelemesini nispeten kolaylaştırır, ancak birçok alıcı İF frekansı yukarıdaki aralığın alt ucunda olma eğilimindedir. Yine de, bir sonraki bölümde tartışılacağı gibi, başka avantajları da var.

Birçok mevcut HF alıcısı (veya alıcısı Alıcı-vericilerin bölümleri) *yukarı dönüşüm* mimarisini kullanmayı seçtiler. Genellikle VHF aralığında, belki de 60 ila 70 MHz arasında bir İF'ye sahiptirler, bu da HF görüntü reddini kolaylaştırır. 60 MHz İF'ye sahip 30 MHz'lik bir sinyal 150 MHz'de bir görüntüye sahip olacaktır. Sadece sinyal frekansının beş katı değil, aynı zamanda bu aralıktaki sinyaller (belki de ara sıra taksi dışında) bazı istenmeyen HF sinyallerinden daha zayıf olma eğilimindedir. Bu mimariye sahip alıcılar, yukarıdaki aralığın üst ucunda görüntü yanıtlarına sahiptir, genellikle görüntü, alıcı aralığının üst kısmında bir kesik ile nispeten basit bir düşük geçiş filtresi tarafından reddedilir.

Bu mimarinin bir diğer avantajı, yerel osilatörün geniş bir sürekli aralığı kapsayabilmesi ve genel bir kapsama alıcısı için uygun olmasıdır. Örneğin, 60 MHz İF ile, HF ile LF için tasarlanmış bir alıcı, Osilatörler **ve Sentezleyiciler** bölümünde açıklandığı gibi, bir dizi synthesizer teknolojisi tarafından kolayca sağlanan, 60.03 ila 90 MHz, 1.5 ila 1 aralığını kapsayan bir LO'ya ihtiyaç duyacaktır. Colin Horrabin, G3SBI tarafından "Yüksek Performanslı 45 MHz İF Amplifikatörü" makalesi dahil edilmiştir - Yukarı dönüşüm alıcıları için uygun devrelerin bir örneği olarak indirilebilir ek bilgi Ed.

Tipik yukarı dönüştürme alıcısı, sinyalleri çalışma bant genişliğinin kurulabileceği frekanslara taşımak için çoklu dönüşümler kullanır. Yukarı dönük İF'lere sahip alıcılar tarafından kullanılan VHF aralığındaki kristal filtreler, yaklaşık 3 kHz kadar dar bant genişlikleriyle kullanılabilir hale gelirken, MF ve HF'de benzer bant genişliği filtrelerinin şekil faktörünü henüz elde edemezler. Bu nedenle, bunlar, çalışma bant genişliğinin kurulduğu bir veya daha fazla düşük İF frekansına dönüştürülmeden önce, bir sonraki bölümde tartışılan çatı filtreleri olarak yaygın olarak kullanılır. **Şekil 12.15,** çalışma bant genişliğini ayarlamak için DSP kullanan tipik bir upconverting alıcısının blok diyagramıdır.



Şekil 12.15 -rd Çalışma bant genişliğini ayarlayan 3 İF filtresi için DSP kullanan tipik bir upconverting alıcısının blok diyagramı. İF frekanslarında DSP filtreleri uygulayan hibrid heterodin/SDR alıcıları yaygındır .

İMAGE-REJECTİNG MİXER Alıcılarda görüntü tepkisinin azaltılması için başka bir teknik, HF alıcılarında önceki tasarımlar kadar yaygın olarak görülmemektedir, ancak çok önemli uygulamalara sahip olduğu için bahsedilmeyi hak etmektedir. *Görüntü reddeden karıştırıcı,* **Şekil 12.16'da gösterildiği gibi faz kaydırma ağları gerektirir.** Frekans F 1 giriş frekansını temsil ederken, F5 yerel osilatörün frekansıdır. İki 90 ° faz kaymasının farklı frekanslarda uygulandığını unutmayın. Mixer 1'i takip eden faz kaydırma ağı, İF'ye karşılık gelen sabit bir merkez frekansta iken, F5'teki faz kaydırma ağı, yerel osilatör bant boyunca ayarlandığı için gerekli faz kaymasını sağlamalıdır .

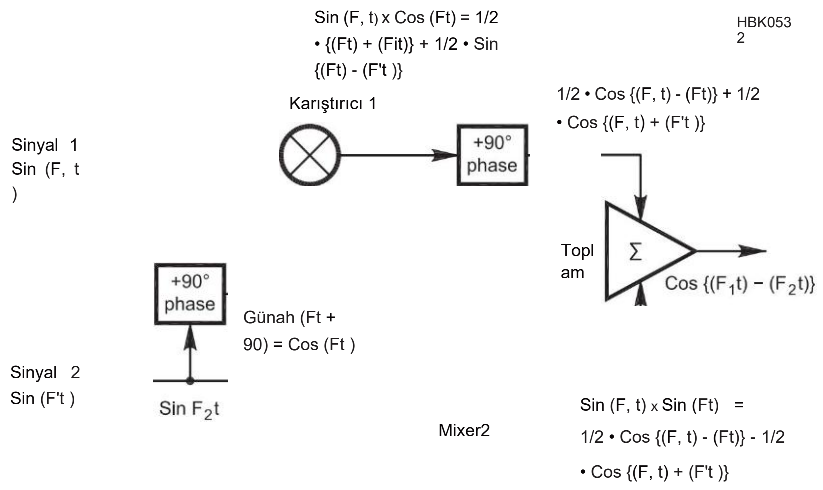
Yerel osilatör sınırlı bir fraksiyonel frekans aralığında ayarlamak için gerekli ise, bu çok uygun bir yaklaşımdır. Öte yandan, geniş bir aralıkta 90 °'lik bir faz kaymasını sürdürmek zor olabilir. İyi haber şu ki, bu yaklaşım, bu amaçla kullanılan filtreler gibi diğer mekanizmalardan bağımsız ve bunlara ek olarak görüntü azaltma sağlar .

Ek olarak, DSP bileşenlerinin daha yüksek ve daha yüksek frekanslarda çalışabilmesi sayesinde, Şekil 12.16'da görülen gerekli işlemler, neredeyse kesin faz ilişkilerini sürdürmek için hassas donanım tasarımına bağlı olmayan yazılımlarda gerçekleştirilebilir.

Görüntü reddeden karıştırma işlemi birkaç çekici özelliğe sahiptir:

• Doğrudan bir dönüşüm alıcısı ile'tek sinyal "alımı sağlamanın tek yolu, ses görüntüsünü etkili bir şekilde azaltır. Bu, DC alıcısını çok iyi bir performans sergileyebilir, ancak tipik amatör DC uygulamalarında ilave karmaşıklık her zaman garanti edilmez.

• Bu seçenek, yeterince seçici RF filtrelemenin elde edilmesinin zor olabileceği mikrodalga alıcılarında sıklıkla bulunur. Beri

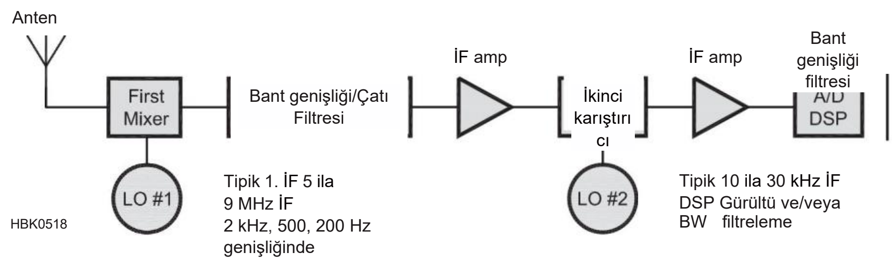


Şekil 12.16 - İmage reddedici karıştırıcı, blok diyagramı ve sinyal ilişkileri.

Genellikle sabit frekanslarda çalışırlar, - gerekli faz kaymasını korumak kolay olabilir.

• İt, optimum performans elde etmeye çalışan gelişmiş alıcılarda bulunur. Yüksek bir ilk İF frekansında bile, ek görüntü reddi sağlanabilir.

• İn vericiler, aynı sisteme SSB üretiminin aşamalı yöntemi denir. Aynı bloklar "geriye doğru" çalışır - faz kaydırma ağlarından biri konuşma bandına uygulanabilir ve bir yan bandı iptal etmek için kullanılabilir. Bu, **Aktarım** bölümünde tartışılmaktadır.



Şekil 12.17 - Güçlü bant içi sinyallerin varlığında performansı artırmak için "çatı've çalışma bant genişliği filtreleri ile aşağı dönüştüren bir amatör bant alıcısının blok diyagramı.

12.2.6 Ön seçiciler

Alıcının anten girişine *apreselector adı verilen bir filtre yerleştirmek, hem* görüntü reddini hem de bant dışı sinyallerden aşırı yüklenmeyi artıran bir tekniktir. Bu bölümdeki alıcı blok diyagramlarının birçoğunun ön ucunda böyle bir filtre görebilirsiniz. Aşırı yüklenmeyi önlemek için ön seçim genellikle güçlü sinyal performansı için değil, DTV alımı için tasarlanmış ucuz USB "dongle" tarzı SDR alıcıları ile gereklidir.

Üç tür ön seçici vardır:

• Manuel olarak ayarlanmış - maksimum sinyal seviyesi için operatör tarafından ayarlanan ayarlanmış bir devre veya ayarlanmış giriş transformatörü. Ayarlanmış devre genellikle alıcı bant anahtarı tarafından seçilen birkaç aralığa sahiptir. Bunlar bir zamanlar, özellikle genel kapsama alıcılarında yaygındı. Ön seçiciler, yüksek güçlü kısa dalga yayın (SWBC) istasyonlarından gelen son derece güçlü sinyallerin, bir filtre ile zayıflatılmadıkça genellikle alıcının aşırı yüklenmesine neden olduğu Avrupa ekipmanlarında da çok popülerdi.

• Switched band-pass - bant anahtarı tarafından seçilen veya alıcının kontrol eden mikroişlemcisinin kontrolü altında olan bir bant geçirgen filtre bankası. En iyi performans gösteren alıcıların çoğu, manuel ayarlama gerektirmeyen anahtarlamalı bant geçişi ön seçicilerine sahiptir.

• İzleme - çalışma sıklığında en yüksek tepkiye sahip olmak için yazılım tarafından kontrol edilen sürekli değişken ayarlı bir devre veya bant geçiş filtresi. Bu özelliğin uygulanması nispeten pahalıdır, bu nedenle yalnızca üst düzey alıcılarda kullanılabilir.

İndirilebilir ek içerik, bir çift ön seçici tasarımı içerir. *Ham Radio* dergisinden manuel genel kapsama ön seçici, George Hirshfield, W50ZF tarafından, 0.5 ila 30 MHz arasında, sabit kapasitörler ve tıkalı indüktörler ile güçlendirilmiş bir ayar kapasitörü ile kaplıdır. *QEXis'ten 1.8 ila 30 MHz'lik bir yazılım kontrollü anahtarlamalı bant geçişli ön seçici bir* proje olarak dahil edilmiştir. Juan Onate, M0WWA ve Xavier de Fortuny tarafından tasarlandı. Lector bir dizi yardımcı özellik (giriş koruması, zayıflatıcılar, LNA vb.) içerir ve bir PIC mikrodenetleyici tarafından kontrol edilir. Tüm yazılımlar makalede açıklandığı gibi ARRL'den edinilebilir.

12.2.7 Dinamik Aralık için Superhet Tasarımı

Geçmişte, bestclosein üçüncü derece intermodülasyon distorsiyonu ve maksimum engelleme dinamik aralığı olan alıcılar, - TEN-TEC Orion ve Omni serisindeki birincil alıcı ve Elecraft K2 ve K3'teki alıcılar gibi amatör bant alıcılarıydı. **Şekil 12.17'de gösterildiği gibi tipik bir blok diyagramına bakmak,** nedenini görmeyi kolaylaştırır. İstenilene yakın güçlü istenmeyen sinyallerden kaynaklanan sorunlar, istenmeyen sinyaller alıcıda daha da güçlendirilebilecekleri yerlerden uzak tutulursa ve kaçınmaya çalıştığımız doğrusal olmayan etkilere neden olursa en aza indirilir.

Şekil 12.17'de, istenen ve istenmeyen sinyallerin hepsinin bir arada bulunduğu tek yerin ilk karıştırıcıdan önce olduğunu unutmayın. İlk mikser ve herhangi bir RF preamp aşaması yeterli güçlü sinyal taşıma kapasitesine sahipse, istenmeyen sinyaller ilk mikserin hemen arkasındaki filtrede ortadan kaldırılacaktır. Bu HF kristal filtre genellikle 200 Hz kadar dar istenen bant genişliklerini desteklemek için değiştirilebilir. Daha sonraki amplifikatör, karıştırıcı ve DSP devreleri sadece istediğimiz sinyalle uğraşmak zorundadır. Bu konularla ilgili daha fazla tartışma için bkz. "Yaesu FT-1000 MP Serisi Alıcı-Vericiler için Uluslararası Radyo Çatı Filtreleri", Joel Hallas, WlZR, Şubat 2005 için QST Ürün İncelemesi .

Şimdi daha önce Şekil 12 15'te gösterildiği gibi tipik bir modern genelleme alıcısına bakın. Bu düzenlemede, belki de 70 ila 100 MHz'i kapsayan tek bir dijital sentezleyici, gelen sinyalleri genellikle 70 MHz'e yakın bir VHF İF'ye kaydırır. 70 MHz'de bir çatı filtresi ilk karıştırıcıyı takip eder. Bu düzenleme basitleştirilmiş yerel osilatör sunar (LO) tasarım ve mükemmel görüntü reddi olasılığı. Ne yazık ki, kristal filtre teknolojisi sadece son zamanlarda 70 MHz için dar filtreler üretebildi ve şimdiye kadar Şekil 12.17'de kullanılan kristal filtrelerden çok daha geniş eteklere sahipler. Teknoloji çok hızlı! SD R tasarımlarına geçildiğinde, mevcut modeller büyük olasılıkla - upconverting alıcıları için en yüksek performans seviyesini sergiliyor.

Birçok alıcı ve alıcı-verici, çatı filtresi bant genişliğini herhangi bir çalışma bant genişliğinden daha geniş ayarlar ve son çalışma bant genişliğini ayarlamak için sinyal zincirinde çok daha sonra DSP filtreleme kullanır. FM ve AM'nin yanı sıra SSB ve CW alacak bir alıcı için, bu genellikle yaklaşık 20 kHz bant genişliğine sahip bir çatı filtresi anlamına gelir. Bu düzenleme ile, 20 kHz bant genişliğindeki tüm sinyaller, DSP filtrelerini kullanarak bunları ortadan kaldırmaya çalışmadan önce, İF amplifikatörleri ve mikserleri ve AID dönüştürücüsüne kadar geçer. O zamana kadar intermodülasyon ürünleri üretme ve ortadan kaldırmaya çalıştığımız engelleme ve IMD sorunlarına neden olma fırsatı buldular. Bununla birlikte, heterodin telsizlerin üst kısmı, İkom IC- 7851 ve Yaesu FTdx9000 alıcı-vericileri gibi hem HF hem de VHF çatı filtrelerinde genel kapsama sahiptir. (En son modeller hakkında daha fazla bilgi için El Kitabının indirilebilir ek materyalinde WlZR tarafından yapılan Alıcı-Verici Anketine bakın.)

TEN-TEC Omni VII alıcı-vericisinde iki teknolojiyi etkili bir şekilde birleştiren hibrit bir mimari uygulandı. İlk İF, 70 MHz'de 20 kHz genişliğinde bir çatı filtresine, ardından ikinci İF'de seçilebilir dik etkili 455 kHz Collins mekanik filtrelere ve ardından üçüncü İF'de DSP filtrelerine sahiptir. Bu alıcı-verici artık üretimde değil, tanıtımı sırasında mükemmel performans sunuyor.

Filtreler arasındaki aşamalar arasında dağılım kazanmaya dikkat etmek, istenen hassasiyeti korur, ancak istenmeyen ürünlerin ciddi bir sorun haline gelme şansına sahip olacak kadar yüksek değildir. Bant genişlikleri ile

20, 6 ve 2.5 kHz tedarik edilen ve 500 ve 300 Hz aksesuar olarak, istenmeyen yakın sinyaller ciddi bir soruna neden olma fırsatı bulamadan ortadan kaldırılır.

Takip eden DSP aşamaları.

Başka bir varyasyon daha aşağı dönüşüm arasında geçiş Kenwood TS-590S ve SG modellerinde bulunur

kalabalık "yarışma bantları" (160, 80, 40, 20 ve 15 metre) ve kalan bantlarda yukarı dönüşüm. İn etkisi, bu dinamik aralık için hassasiyet ticareti yapar .

12.3 SDR Alıcıları

SDR, **DSP ve SDR Temelleri** bölümünde tanıtıldı. Burada tekrarlanan, bu bölümün SDR mimarisini ve performans sorunlarını açıklayan bölümleridir. Bu bölüm, yazılım tanımlı radyo için birkaç blok diyagram düzeyinde kavramı sunar ve karşılaştırır. SDR ve DSP'nin temel öğeleri için, yukarıda atıfta bulunulan bölüme bakın.

Örnekleme oranları

Dijital ses ekipmanları, yani dijital örnekleme kullanan ses ekipmanları Cihazın bir noktası, 1970'lerden beri var. Tüm dijital ses ekipmanlarında kullanılan iki temel temel örnekleme hızı vardır: 44,1 ksps ve 48 ksps. Bu iki orandan, diğer tüm oranlar bu iki sayının faktörleri kullanılarak elde edilir. Amatör radyo, ikinci sayı, 48 kHz, en sık kullanılır ve tüm sinyal zincirlerimizin tipik olarak bu sayıların çoklu veya alt katlarında çalışmasının nedenidir. En yaygın işlem hızları 24 ksps, 36 ksps, 48 ksps, 96 ksps ve 192 ksps'dir. 48 ksps en yaygın olanıdır, ancak üretici ve radyo tasarımına göre değişir.

12.3.1 İF'de dijitalleşme

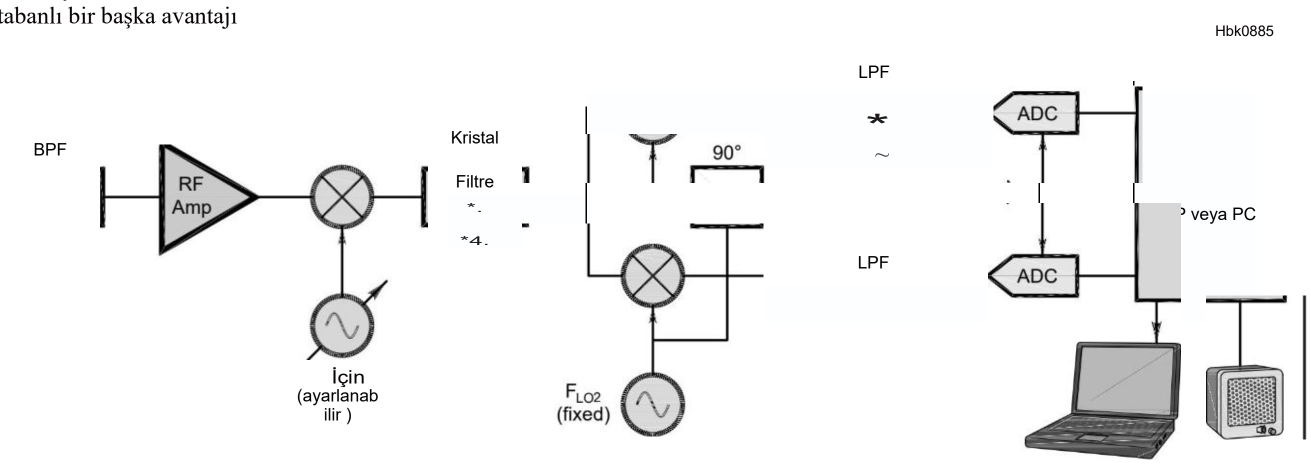
RF'de DSP tekniklerini kullanan ilk nesil radyolar, bir İF sinyali üzerinde analog-dijital dönüşümü gerçekleştirdi. **Şekil 12.18** böyle bir tasarımı göstermektedir. Böyle bir alıcıda, *AID dönüştürücüsünü bir* kristal İF filtresinden sonra yerleştirmek, kristal filtre bant genişliğinin dışında kalan sinyalleri engellemek için engelleme dinamik aralığını (BDR) geliştirir. Gösterildiği gibi, İ/Q formatına aşağı dönüşüm hala daha düşük hızlı *AID* dönüştürücüleri kullanır, ancak çoğu zaman sinyal aslında 15 kHz veya daha düşük bir İF'dedir. Bu, bir SSH bant genişliği sinyalinin tipik bir ses kodekinin 20 kHz bant genişliği içinde yer almasına izin verir ve sinyal yolundaki ofsetler nedeniyle hataları önler. Dikkatli bir tasarımla, böyle bir mimariye sahip bir alıcı 140 dB veya daha fazla BDR elde edebilir (LO faz gürültüsü gibi başka sınırlayıcı faktörler yoksa). Üçüncü dereceden dinamik aralık, geleneksel bir analog mimariyle elde edilene benzer, çünkü amplifikatörler ve mikser (ler) de dahil olmak üzere kristal filtreye kadar olan devre aynıdır .

İF tabanlı bir başka avantajı RF frekansını doğrudan örneklemeye kıyasla yaklaşım, ADC'nin bu kadar yüksek bir örnek hızında çalışması gerekmemesidir. Gerçek şu ki, kristal filtre yüksek performanslı, dar bant genişlikli kenar yumuşatma filtresi gibi davrandığından, *AİD dönüştürücünün* yeterli örnekleme bant genişliğine sahip olması durumunda düşük örnekleme mümkündür (ses uygulamaları için tasarlanan ADC'ler genellikle yoktur). Birkaç kHz veya daha düşük bant genişliği ile, ADC'nin örnek tutma devresi yeterli bant genişliğine sahip olduğu sürece, İF sinyalinin merkez frekansı çok daha yüksek olsa bile, onlarca kHz'deki örnek hızları kullanılabilir.

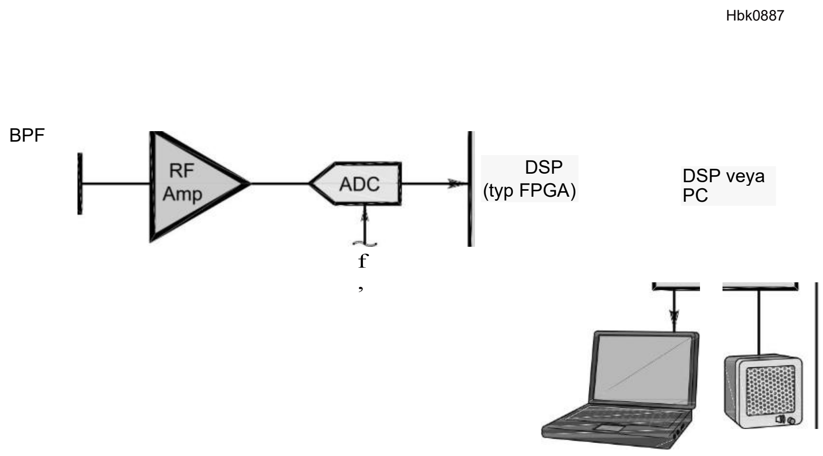
12.3.2 Doğrudan RF Sayısallaştırma

Nihai SDRarchitecture, analog ve dijital etki alanları arasında, iletilecek frekansı ya da geniş bir frekans aralığını dönüştürmek ve Tüm filtrelemeyi dijital alanda yapın. Böyle bir tasarımın alma yolu **Şekil 12.19'da gösterilmiştir.** Bu alıcıda, sinyal zincirinde kalan tek analog bileşenler, geniş bantlı bir kenar yumuşatma filtresi ve gerekirse ADC'nin gürültü rakamını iyileştirmek için bir amplifikatördür. Seçilen frekans veya frekans bandından uzak güçlü sinyallerden aşırı yüklenmeyi önlemek için bir ön seçici aşama kullanılabilir. Yerel osilatör, karıştırıcı, İF filtreleri, AGC, demodülatörler ve diğer devrelerin tümü dijital donanım ve yazılım ile değiştirilir. Bu işlevlerin dijital/yazılım uygulamaları, zaman, sıcaklık ile mükemmel bir şekilde kararlıdır ve ayarlama gerektirmez.

Sadece son zamanlarda, düşük maliyetli yüksek hızlı ADC'lerin, bir RF örnekleme iletişim alıcısında makul performansa izin verecek kadar iyi özelliklere sahip olduğu görülmüştür. Bugün mümkün



Şekil 12.18 - Hibrid süperhet/DSP SDR alıcı mimarisi.



Şekil 12.19 - Doğrudan RF örnekleme DSP SDR alıcı mimarisi.

130 dB'lik dinamik aralığı engellemek için. Bu, en iyi analog veya hibrid radyolar kadar iyi değildir, ancak SDR'de kullanıma sunulan her yeni nesil AID dönüştürücü ile performans farkı daralır.

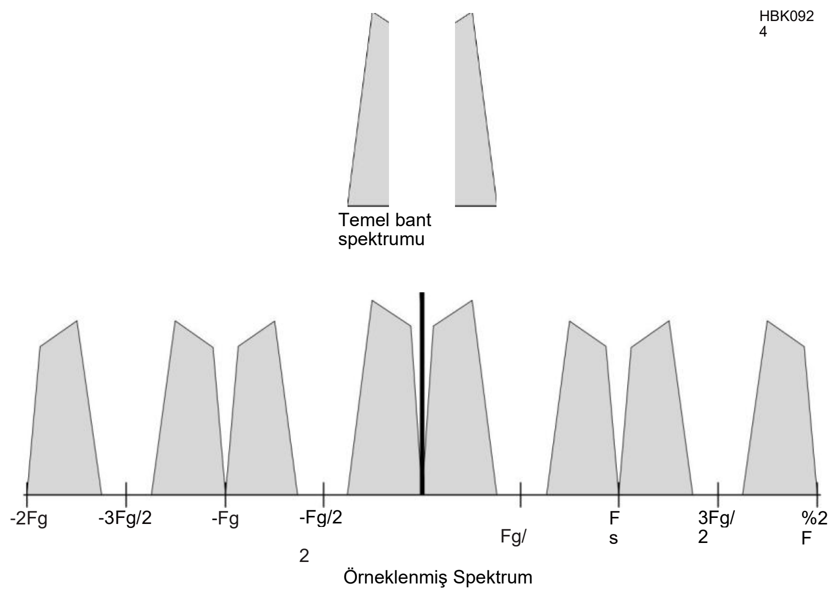
Burada, laboratuvarda büyük BDR sayıları ölçülebilirken, bir antene bağlı bir alıcıyla gerçek dünya ortamında elde edilen performansın oldukça farklı olduğunu belirtmek gerekir. Genellikle yerel gürültü kaynakları, alıcının tam BDR'sinin kullanılamayacağı ve diğer spesifikasyonların daha önemli hale geleceği şekilde gürültü tabanını yükseltir. Bu özelliklerin çoğunda (yakın aralıklı sinyaller için dinamik aralık, vb.), RFsampling SDR'ler, geleneksel allanalog ve İF-sampling alıcılarına kıyasla karşılaştırılabilir veya üstün performans sağlayabilir.

Üçüncü dereceden dinamik aralık (3IMD_DR), bu tür radyo için anlamlı bir özellik değildir, çünkü analog devrelerin davranışına dayanır. Ek olarak, IP 3'ün hesaplanması, bozulma ürünlerinin sinyal seviyesindeki her 1 dB'lik artış için 3 dB'yi arttırdığını varsayar; bu, bir ADC için her zaman doğru değildir. Bir ADC'deki bozulma ürünlerinin seviyesi, sinyal zirvesi ADC'nin tam ölçekli girişini aşana kadar sinyal seviyesinden az ya da çok bağımsız olma eğilimindedir, bu noktada bozulma önemli ölçüde artar. Veri - sayfasını dikkatlice okumak ve bozulma ölçümleri için test koşullarını not etmek önemlidir.

RF'de örneklemenin kesin avantajları vardır. Birincisi, çok fazla analog devre tasarrufu sağlar. Yüksek hızlı bir ADC bir ses dönüştürücüsünden daha pahalı olsa da, radyo azalan bileşen sayısı ve daha az ayarlama nedeniyle daha ucuz hale gelebilir. Bazı alanlarda performans artırıldı. Örneğin, görüntü reddi, antialiasing filtresi işini yaptığı sürece artık bir endişe değildir. (Herhangi biri gibi Mevcut olabilecek ön seçici filtreler.) Bir SDR'nin dinamik aralığı teorik olarak sinyal aralığına bağlı değildir - yakın dinamik aralık genellikle geniş bir İF filtresi kullanan geleneksel bir mimariden daha iyidir. Sinyal zincirinde kristal filtreler olmadan, tüm sistem demodülasyondan sonra hem analog hem de dijital sinyallerin kalitesini artırabilen tamamen doğrusal bir faz tepkisine sahiptir.

RF örneklemesindeki en büyük zorluk, alıcının ADC'sinden çıkan yüksek hızlı veri torrenti ile ne yapılacağıdır. Aliasing olmadan 0-54 MHz kapsayacak şekilde en az 120 veya 130 MHz örneklem hızı gerektirir ve com-Mercial ürünler tipik olarak ADC'yi 200 MHz'in üzerinde örnek oranlarda çalıştırır. Bu, tipik bir mikroişlemci veya programlanabilir DSP'nin işleyebileceğinden çok daha hızlıdır. Yerel osilatör, karıştırıcı ve decimator veya interpolator dijital donanımda uygulanmalıdır, böylece DSP daha makul bir örnek hızında veri gönderip alabilir. *Dijital dönüştürücüler (*DDC) bu işlevleri yerine getirir ve DSP'ye daha düşük örneklem hızında bir dijital İ/Q sinyali verir. Bağımsız DDC İC'ler geçmişte mevcuttu, ancak işlev şimdi genellikle *AID* dönüştürücü ile entegre edildi. İt ayrıca *uzak programlanabilir kapı dizisinde* veya FPGA'da bir DDC uygulamak da mümkündür. (İndirilebilir ek bilgilerde sağlanan "Uygulamalı SDR" QEX sütunlarına bakın.) *Dijital dönüştürücüler* (DUC), verici için aynı dönüşümü tersine çevirir ve D/A dönüştürücüsü ile entegre olarak kullanılabilir veya bir FPGA'da uygulanabilir. Bazı ticari entegre DDC/DAC ürünleri, GMSK, *QPSK ve n/4 DQPSK gibi çeşitli dijital modülasyon formatlarını kodlama yeteneğini bile içerir*. Arabirimi dijital alana basitleştirmeye çalışırken, birçok yüksek hızlı - dönüştürücü artık 12 Gb/s'ye kadar işlem yapabilen JESD204B adlı standart bir seri arayüz spesifikasyonu kullanıyor. Dijital FPGA üzerinde bu arayüzü uygulamak için kod hazır.

Bazı tasarımcılar bu amaç için bir grafik işlemcisini (GPU) yeniden kullanmakta başarılı olmuştur ve bazı GPU üreticileri artık tasarım sürecine yardımcı olmak için FFT kütüphaneleri sunmaktadır.



Şekil 12.20 - Örnekleme öncesi bir analog sinyalin temel bant spektrumu, hem pozitif hem de negatif frekansları gösteren A'da verilir. Bölüm B, ideal bir örnekleme dalga formu ile örneklendikten sonra temel bant sinyalinin spektrumunu gösterir. Örnekleme frekansının her harmoniği için taban bandının üst ve alt yan bant versiyonunun, tıpkı çift yan bant bastırılmış taşıyıcı sinyal gibi olduğunu unutmayın.)

12.3.3 Örneklem Hızı Aşağı Dönüşüm

SDR alıcıları genellikle RF frekanslarını bir İF'ye veya baseband'e dönüştürmek için analog karıştırıcılar kullanmazlar. Aşağı dönüşüm, **DSP ve SDR Temelleri** bölümünde açıklandığı gibi imha işlemi ile elde edilir. İt, örneklenen bir sinyalin frekansının, dijital sinyal verilerinden her Nth örneğini kaldırarak N'ye nasıl bölünebileceğini açıklar. Bu aslında orijinal sinyalin Nyquist oranından daha düşük bir oranda örneklenmiş gibi bir takma adını oluşturur. **Şekil 12.20'de gösterildiği gibi,** bu işlem örnekleme hızının harmoniklerinde orijinal sinyalin veya orijinal spektrumun bir kopyasını oluşturur. Çoğaltma spektrumlarından biri daha sonra bir filtre ile seçilebilir ve tıpkı bir analog karıştırıcı tarafından işlendiği gibi çalıştırılabilir.

Bu, göründüğü kadar karmaşık olmayan çok hızlı sinyal işlemenin bir örneğidir. Şimdi ilgilendiğimiz konu, örnek oranlı aşağı dönüşüm (decimation). *(Örneklem hızı yukarı dönüşümü,* aşağı dönüşüm frekans - bölünmesini gerçekleştirir gibi frekans çarpımını gerçekleştiren anotermültirat sinyal işleme tekniğidir.)

Örneğin doğrudan 40 metre bandında almak istiyorsak, Nyquist kriterini karşılamak için 14.6 MHz'in üzerinde örnekleme yapmamız gerekir. Bununla birlikte, en geniş sinyalin bant genişliği 7 kHz veya daha düşük bir sırada olacağından, alma konusundaki bilgileri gerçekten manipüle etmek için bu kadar hızlı bir örnek hızına ihtiyacımız yoktur. Bandın tamamına bakmak ve bir spektrum ekranı oluşturmak istesek bile, bant sadece 300 kHz genişliğinde olduğu için örnekleme hızı için sadece 650 kHz'e ihtiyacımız var. Alınan herhangi bir yüksek örnek oranı, işlemci kaynaklarının israfıdır .

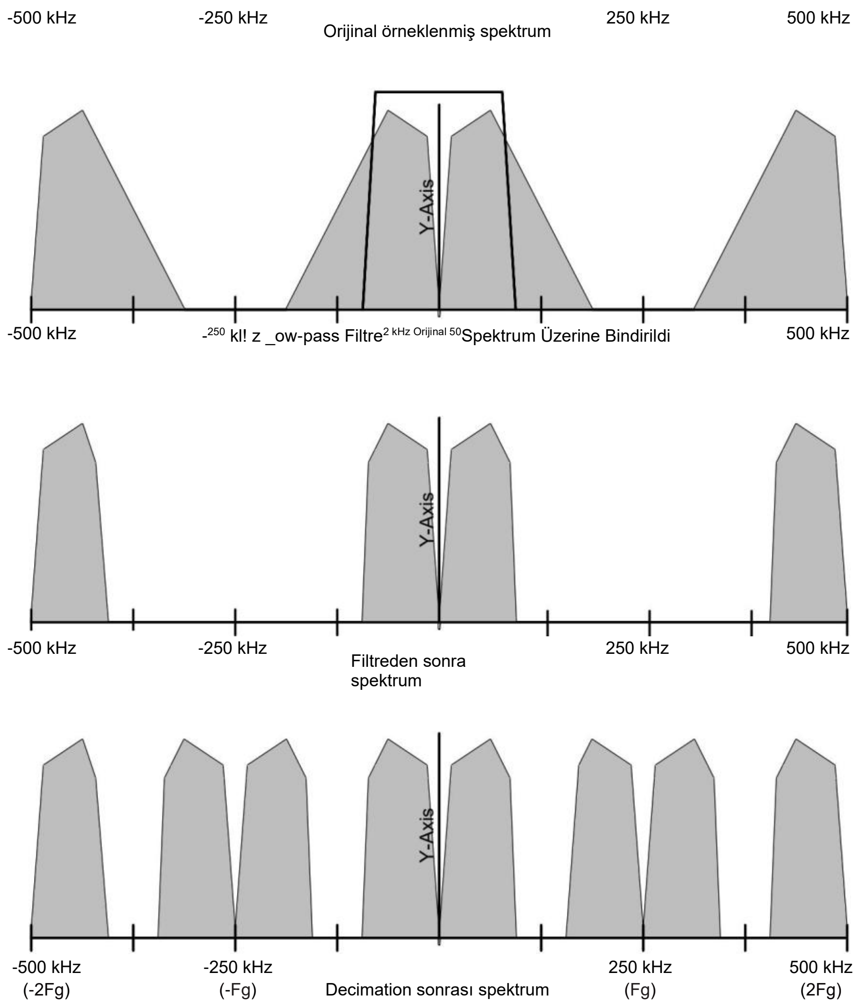
Örneklem oranını hedeflediğimiz bant genişliğiyle yakından eşleştirmek istememizin iki ana nedeni vardır. Örnek oranını düşürmenin ilk nedeni, filtrelerimizin geçiş bandının ve dalgalanmasının, filtre uzunluğunun (musluk sayısı) örnek oranına oranına bağlı olmasıdır. İkinci sebep, her bir numunenin işlenmesi için daha fazla CPU döngüsüne izin vermektir.

AM radyo örnek oran dönüşümü için iyi bir örnektir. Diyelim ki 590 kHz merkezli 80 kHz bant genişliğine sahip bir ayarlı devre giriş filtresi aracılığıyla bir sinyal bandı almak istiyoruz. İfwe, girişi 100 kHz'lik bir hızda az örnekliyor, 90 kHz'de merkezlenmiş bir dizi sinyal oluşturuyoruz, böylece enerjinin tümü de 125 kHz aralığında. Bu, *düşük geçişli filtrenin yok edilmesidir. (Bu* sürecin daha kapsamlı bir şekilde tartışılması için Temmuz/Ağustos 2009 için QEX SDR: Basitleştirilmiş sütununa bakın.)

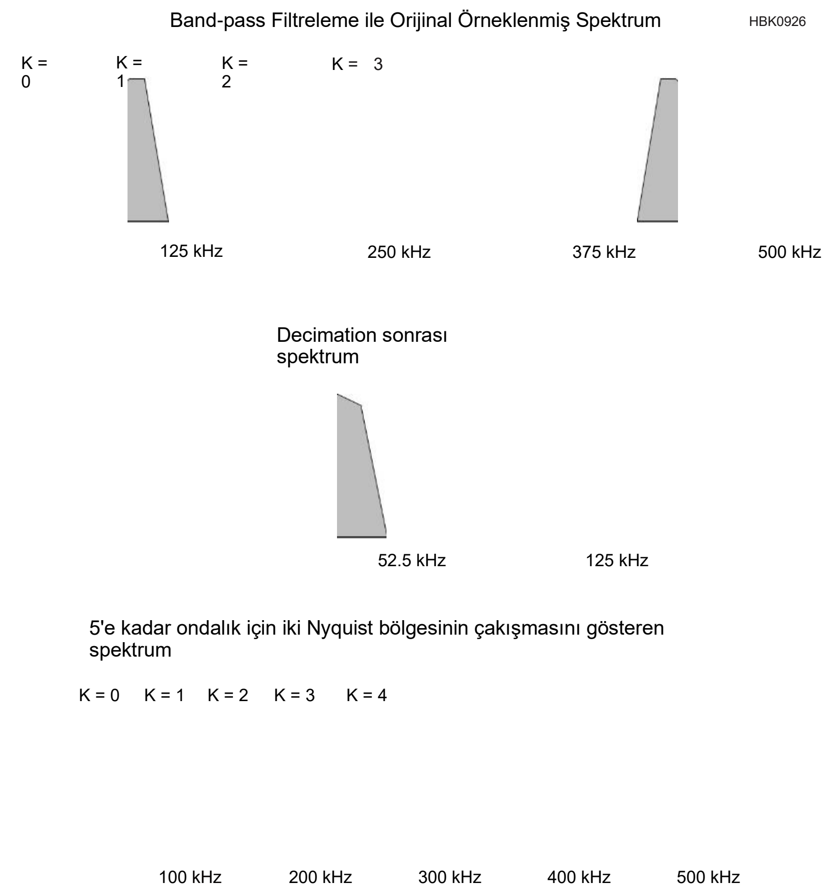
Decimation işlemindeki ilk adım, giriş sinyalini filtrelemektir, böylece numunenin dörtte birinin üzerinde enerji yoktur. Quency. Örnek frekansın dörtte birinde kesme ile bir DSP alçak geçiren filtre katsayıları çok kolay bir dizi vardır ve - musluklar az sayıda uygulanabilir. AM radyomuzu 500 kHz'de örnekledik, bu yüzden alçak geçiş filtresi için 125 kHz kesime ihtiyacımız var. Artık 125 kHz'in üzerinde enerjisi olmayan ve 500 kHz'de örneklenen bir sinyalimiz var. 250 kHz'de örneklenen, 125 kHz'e kadar enerji içeren bir sinyal oluşturmak için bu noktada diğer tüm örnekleri atabiliriz. The Nyquist kriteri bu yeni sinyalden memnun. **Şekil 12.21** sürecin spektrumunu göstermektedir.

90 kHz'deki sinyal sadece yaklaşık 40 kHz genişliğindedir (70 kHz ila 110 kHz), bu nedenle örnek frekansı daha da düşürebilirsek iyi olur. İt, frekansın aşağıya çevrilmesi durumunda sinyalimizin de ila 62.5 kHz bandına sığacağı ortaya çıkıyor. Bu sadece 125 kHz örnek hızı gerektirir. Bu *tam sayı band-pass decimating.* Attığımız if

Hbk0925



Şekil 12.21 - Bölüm A örneklenen sinyalin spektrumunu gösterir. Frekansın yalnızca -500 kHz'den + 500 kHz'e kadar uzandığını unutmayın, çünkü bu matematiğin yöneteceği boyuttur. Bölüm B, örneklenen spektrum üzerine bindirilmiş dijital düşük geçişli filtre yanıtını gösterir. Hala 500 kHz'de örneklenen filtrelenmiş sinyalin spektrumu, C'de gösterilir. Bölüm D, 2 (atılan diğer tüm örnekler) tarafından yok edildikten sonra elde edilen örneklenen dalga formunun spektrumunu gösterir. Bu, 250 kHz'de örneklendiğinde sinyalin spektrumudur.)



Şekil 12.22 - Bölüm A, bant geçişli filtrelenmiş ve daha sonra 500 kHz'de örneklenen 90 kHz'lik bir sinyalin spektrumunu göstermektedir (spektrumun sadece yarısı netlik için gösterilmiştir). Sinyal 4 (atılan her 4 örnekten 3'ü) tarafından azaltıldığında ortaya çıkan spektrum, Kısım B'de gösterilmiştir. Bunun, sinyalin aliased olmasına neden olduğuna ve ilk Nyquist bölgesindeki (k = 0) sinyalin frekanslarının ters çevrildiğine dikkat edin. Sinyal şimdi 125 kHz'de örneklenmiştir. İlk örneklenen sinyal, 5 tarafından bir yok etme girişiminde bulunulursa ortaya çıkacak Nyquist bölgelerini gösteren, C. Giriş enerjisinin hem ikinci hem de üçüncü Nyquist bölgelerinde bulunduğunu unutmayın .

Orijinal verilerin her 3 örneğinden, hem frekans çevirisini hem de örnek hızı azaltımını başarabiliriz. Enerji şimdi 15 kHz'den 55 kHz'e kadar uzanıyor. Sinyal spektrumu da ters çevrilmiştir. Bir superhet AM radyo ile, örneklemeden önce sinyali filtrelenmiş bant geçişi yapmanız gerekir. Bant geçişi filtrelemesini az sayıda dokunuşla dijital olarak yapmak ve daha sonra decimation yapmak mümkündür.

Örnek oranını 4 kat azaltmayı başardık. Örneklem oranını daha fazla azaltamayız. Her tam sayı örnek hızı azaltımı, bant sınırlı verilerin yeni örnek oranları için Nyquist bölgelerinden birine tamamen sığmasını gerektirir. Bir sonraki tam sayı örnek hızı, örnek hızını 5 azaltacaktır. Yeni örnek hızı 100 kHz olacaktır. Veriler hem k = 1 (50 kHz ila 100 kHz) hem de k = 2 (100 kHz ila 150 kHz) Nyquist bantlarında bulunur. **Şekil 12.22** örtüşmeyi göstermektedir. Çakışma Üçüncü Nyquist bölgesine girmek daha fazla faiz indirimini önler. Tüm enerjinin bir Nyquist bölgesine sığması gerekliliği, bu tekniğin kullanışlılığını sınırlar.

İnteger örnek hızı azaltma çok kullanışlı bir araçtır, çünkü filtreler bir alan programlanabilir kapı dizisi (FPGA) veya diğer özel donanım gibi donanımlarda kolayca gerçekleştirilir.

1 2.3.4 Decimation ve Dinamik Aralık

Dinamik aralık hakkında konuştuğumuzda, aynı anda temsil edilebilecek en küçük ve en küçük sinyallerin aralığını tartışıyoruz. Dinamik aralık bize ne kazandırır? Yüksek dinamik aralığa sahip olmak, büyük sinyallerin varlığında zayıf sinyalleri temsil etmemizi veya duymamızı sağlar. Daha düşük bir dinamik aralıkla, alıcımız bir Büyük sinyal veya büyük sinyalleri barındırmak için sahip olduğumuz dinamik aralığı değiştirmek zorunda kalabiliriz. Örneğin, alıcımızda sadece 80 dB dinamik aralık varsa, mümkün olan en zayıf sinyal 120 dBm ve en büyük 40 dBm ise, bu -duyabileceğimiz en güçlü sinyalin S9 + 33 dB (-50 dBm) olduğu anlamına gelir. Alıcımızda bir S9 + 50 dB (-23 dBm) sinyali varsa, aşırı yükleniriz .

Büyük ve küçük sinyalin alınmasına izin vermek için, alıcılar RF bölümünde otomatik kazanç kontrolü (AGC) uygulayabilir. AGC, alıcıya zayıflama ekleyerek mevcut dinamik aralığı yukarı kaydırır. Örneğin, AGC 20 dB zayıflama ekler, şimdi -100 dBm ila -20 dBm arasındaki sinyalleri duyabiliriz. Alıcımızın hassasiyetini 20 dB azalttığımızı ve -110 dBm gücünde zayıf bir CW sinyalini dinlemeye çalışıyorsak, şimdi duyamayacağımızı unutmayın. RF AGC, anlık dinamik aralığın hem çok güçlü hem de çok zayıf sinyalleri aynı anda işlemek için yeterli olmadığı bazı alıcılarda gereklidir. Bu, aşağıdaki AGC bölümünde tartışılan ses kaynaklı AGC ile karıştırılmamalıdır.

Doğrudan örnekleme alıcıları hakkında ortak bir soru mevcut dinamik aralık etrafında merkezleri. Bir ADC'deki her bit için 6 dB dinamik aralığa sahip olabileceğimiz öğretiliyor. Genellikle, birisi geniş bantlı örneklenmiş dönüştürücüye (ADC) bakmaya, bitleri 6 dB ile çarpmaya ve bunun dar bant işlemi için mevcut dinamik aralık olduğunu belirtmeye çalışacaktır. Ortaya çıktığı gibi, bu nadir olmasa da yanlış bir hatadır. Alıcı çıkışlarının dar bant olduğu geniş bantlı örneklenmiş bir sistemde, dar bant alıcımızın bant genişliğini azaltmak ve dinamik aralığı artırmak için decimation adı verilen bir işlem kullanıyoruz. Bu nasıl oluyor?

Decimation iki aşamalı bir işlemdir: önce örneklere dijital bir filtre uygularız ve ardından örneklerin bir kısmını atarız. İki kat azaldığımızda, RF bant genişliğini yarıya indirmek için bir filtre uygularız ve sonra örneklerin yarısını atarız. Bunu yaparken, dijital filtre çıkış örnek akışını üretmek için birden fazla örneği birleştirir ve bu -kombinasyonda, çıkış örneklerinde ek çözünürlük bitleri alırız. Dinamik aralıktaki bu artışa *işlem kazancı denir.* Spesifik olarak, ikiye indirgemede, genellikle her bir ondalık için yaklaşık % -bit çözünürlük alırız. Bir an için 196.608 Msps'de 16 bit çözünürlüğe sahip örneklenmiş bir sistemi imagining, 48 ksps'ye indirirsek, bu on iki decimate-by-two işlemini temsil eder. Bu, örnek başına yaklaşık altı bit aldığımız ve dinamik aralığımızı yaklaşık 36 dB artırdığımız anlamına gelir. Pratik bir konu olarak, bir ADC'nin dinamik aralığı sadece çıktıdaki numune sayısına değil, aynı zamanda

mahmuzlar. ADC üreticileri, mahmuzların altındaki herhangi bir seviyenin mahmuzlar tarafından karartıldığını ve bu nedenle - belirtilen dinamik aralığa dahil olmadığını düşünmektedir. Elde edilebilecek dinamik aralık için ilk sipariş yaklaşımı olarak, ADC üreticisi tarafından belirtilen dinamik aralığı alabilir ve hesapladığımız işlem kazancını ekleyebiliriz.

Son olarak, Amatör Radyo'da genellikle 500 Hz bant genişliği açısından dinamik aralıktan bahsediyoruz. Dolayısıyla, amatör dünyadaki dinamik aralık amacıyla, 48 ksps bant genişliğinin tamamını kullanmıyoruz, sadece 500 Hz bant genişliğine 500 Hz filtremiz varmış gibi bakıyoruz. Yok etme ve filtreleme yoluyla elde edeceğimiz toplam işlem kazancını belirlemek için, orijinal örnekleme hızımızdan 500 Hz bant genişliği alıcısına işlem kazancının yaklaşık bir yaklaşımını elde etmek için 3log (örnekleme hızı/son bant genişliği) formülünü kullanabiliriz. Logaritmik bir kimlik kullanarak, bir hesap makinesinde 3logjg (örnekleme hızı/son bant genişliği)/logo (2) olarak hesaplamak daha kolay olabilir.

12.3.5 Örneklenmiş Sistemlerde Faz Gürültüsü

Mikserlerde olduğu gibi, sinyalleri örnekleyen ve dijital bir çıkış üreten analog-dijital dönüştürücüler de faz gürültüsüne duyarlıdır. Günümüzün eski alıcı-vericilerinin çoğu Mikser kullanan ve baseband'de çalışan bir ADC'de sonlanan süperheterodin alıcıları. ADC'nin onlarca ila yüzlerce ksps'de çalıştığı alıcı sistemler için, ADC tarafından sunulan faz gürültüsü nadiren bir sorundur. İyi faz gürültüsü bu frekans aralığında kolayca elde edilebildiğinden, çoğu tasarımcı faz gürültüsünün ADC'deki tasarımı etkilemeyeceğinden emin olur. Böyle bir radyoda, antenin yakınındaki mikserleri besleyen LO'nun hatalı olması daha olasıdır. Günümüz teknolojisi ile osilatör frekansında ne kadar yükselirsek, düşük fazlı bir gürültü osilatörü tasarlamak o kadar zor olur.

ADC'nin antenin hemen üzerine veya bir amplifikatörün ve/veya ön seçicilerin hemen arkasına yerleştirildiği bir RF örneklenmiş sistemde, önemli ölçüde daha yüksek bir frekansta örnekleme yapacağız. Nyquist örnekleme teoremi nedeniyle, 6 metre alıcı aracılığıyla bir HF tasarlamak istiyorsak, en az 2x en yüksek frekansı, 54 MHz örneklemeliyiz. Bu, 108 MHz'in üzerinde örnekleme yapacağımız anlamına gelir, 122.88 MHz ortak bir frekanstır, çünkü standart ses örnekleme oranlarına eşit olarak bölünür (örnekleme oranlarında kenar çubuğu). Bu sistemlerde, yerel osilatör saat - osilatörü olarak adlandırılabilir ve faz gürültüsü jitter olarak adlandırılabilir. Faz gürültüsü ve jitter kabaca değiştirilebilir olsa da, jitter dijital tasarımcının dünya görüşüne fayda sağlar ve Faz gürültüsü RF tasarımcısına fayda sağlarken zaman alanı etkisi ve bir frekans alanı etkisi tartışır. RF için kullanılacak çoğu ADC her ikisini de belirtecektir. Merak ediyorsanız, titremeden doğrudan faz gürültüsüne mutlak bir dönüşüm yoktur, ancak osilatörün özellikleri hakkında varsayımlar yapan tahminler vardır.

Süperheterodin sisteminin aksine, doğrudan örnekleme alıcısındaki faz gürültüsü, örnekleme frekansındaki örnekleme işlemi sırasında sinyale verilir. Bu ne anlama geliyor? Bir süperheterodin sistemi, interterest bandında mükemmel bir faz gürültü sinyali üretmek için saatin bölünmesine güvenebilirken, doğrudan örnekleme sistemindeki sinyaller, örnekleme frekansındaki ADC saatinin faz gürültüsünü devralır. Yani ifourphase gürültü 122.88 MHz saat için 10 kHz'de -110 dBc/Hz'dir, bu örneklenen tüm frekanslarda sahip olacağımız faz gürültüsüdür. Bu, doğrudan örnekleme alıcısı için saat (veya LO) seçimini daha da önemli hale getirir. Osilatörün faz gürültü özelliklerinin herhangi bir frekansta bir sorun olmayacağından emin olmalıyız.

Doğrudan örneklenmiş alıcılarda faz gürültüsünün etkileri hakkında daha ayrıntılı tartışmalar Analog Devices uygulama notlarında AN-741 ve AN-756 bulunabilir. (Referans bölümüne bakın.)

12.4 Karıştırma ve Karıştırıcılar

Bu bölüm, heterodin alıcıları ve vericilerinde frekans kaydırma veya dönüştürme için kullanılan karıştırıcıları inceler. Mikserler genellikle modülatörler ve demodülatörler olarak kullanılır, çünkü bilgileri bir RF sinyaline ve tekrar geri çevirirler. Bu çeviri süreçleri, frekans çevirisinin veya frekans değişiminin biçimleri olarak düşünülebilir - geleneksel olarak karıştırıcılara atfedilen işlev. Bu nedenle, bir karıştırıcının ne olduğunu (ve olmadığını) ve bir karıştırıcının ne yaptığını inceleyerek araştırmamıza başlayacağız.

ADDING *Mikseri, bir sinyalin* frekansını - başka bir sinyalle birleştirerek yukarı veya aşağı kaydıran bir devre için kullanılan terimdir. *Mikser kelimesi aynı zamanda kayıt,* yayın veya ses takviyesi için birden fazla ses girişini bir araya getirmek için kullanılan bir cihazın adıdır. Bir radyo mikseri giriş sinyallerinden yeni frekanslar yapar ve bir ses mikseri yapmaz. En temel, ideal formlarında, her iki cihazın da iki girişi ve bir çıkışı vardır.

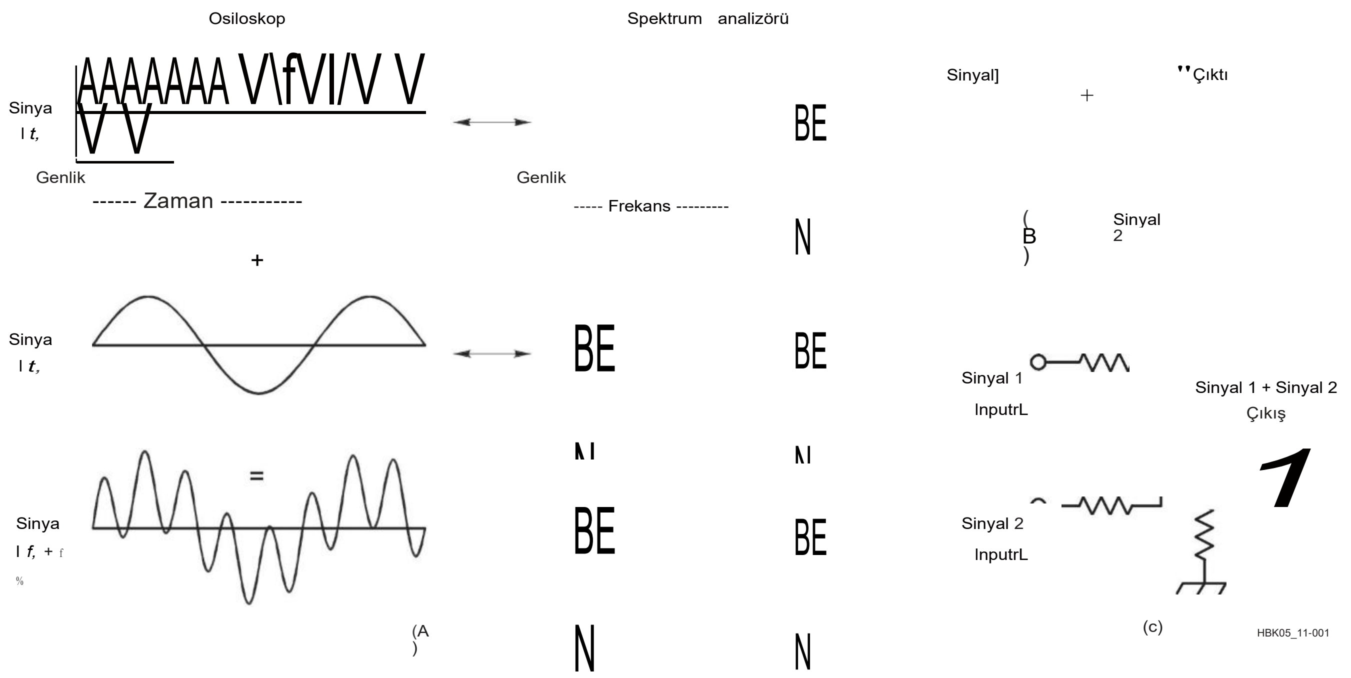
Ses mikseri, her birinde çıkış üretmek için iki sinyalin anlık voltajlarını bir araya getiren bir birleştiricidir. Zaman noktası **(Şekil 12.23). Öte** *yandan radyo mikseri, iki* sinyalin anlık voltajlarını bir araya getirerek çıkış sinyalini anında anında üretir **(Şekil 12.24).** Birleştiricinin ve karıştırıcının çıkış spektrumlarını karşılaştırarak, birleştiricinin çıktısının yalnızca iki girişin frekanslarını içerdiğini ve başka bir şey içermediğini, karıştırıcının çıktısının *yeni* frekanslar içerdiğini görüyoruz. İşlem, önceki bölümlerde açıklanan heterodin alıcılarında kullanılan heterodyning olarak adlandırılır. Kenar çubuğu, "Mikser Matematiği: Çarpma Olarak Karıştırma", bu işlemi matematiksel olarak tanımlar. Bu kitapta "karıştırıcı" kelimesinin radyo karıştırıcı anlamına geldiği varsayılmalıdır.

Bir radyo mikserinin temel prensibi, birden fazla sinyal voltajını birbirine karıştırırken, *yeni frekanslar üretmek için frekanslarını ekler ve çıkarır. (Sinyal* işleme alanında, bu süreç, *zaman alanındaki çarpma, frekans alanındaki evrişim sürecine eşdeğer olarak kabul edilir.* Karıştırma yoluyla yeni frekansların oluşumunu tanımlamak için bu alternatif yaklaşımla ilgilenenler Bu konuda daha fazla bilgiyi bu konuda mevcut birçok ders kitabında bulabilirsiniz.)

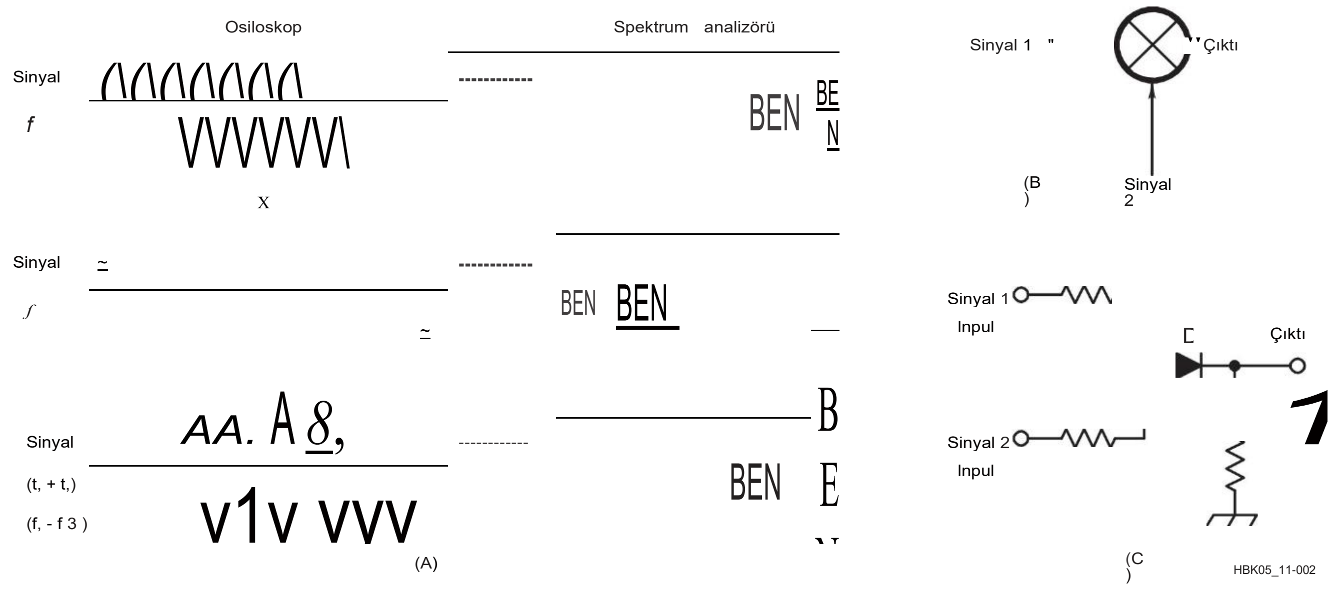
Tarif ettiğimiz mikser ile şimdiye kadar kullanacağınız herhangi bir mikser, modülatör veya demodülatör arasındaki fark, ideal olmasıdır. İki sinyal koyduk ve sadece iki sinyal aldık. Öte yandan, gerçek mikserler, modülatörler ve demodülatörler, - çıkış spektrumlarını'daha kirli "veya'daha az temiz" hale getiren ve aynı zamanda giriş-sinyal frekanslarında ve harmoniklerinde bir miktar enerji harcayan distorsiyon ürünleri üretirler. Karıştırma, modülasyon ve demodülasyonda çarpımı iyi kullanma sanatı ve biliminin çoğu, bu istenmeyen çarpma ürünlerini (veya etkilerini) en aza indirmeye ve çarpanları frekans çevirisini mümkün olduğunca verimli bir şekilde gerçekleştirmeye yönelir.

12.4.1 Karıştırıcılar ve Bozulma

Mikserler, modülatörler ve demodülatörlerin bu radyo-amatör odaklı tartışması, pratik mikser, modülatör ve demodülatör devrelerini tartışmadan önce ortak temel mekanizmalarına bir bakış ile başlayacaktır. Bu anlamayı kolaylaştıracaktır



Şekil 12.23 - Farklı frekanslardaki (f, ve f) iki sinüs dalgasının eklenmesi veya toplanması, frekanslarını etkilemeden genliklerini birleştirir. Bir *osiloskop* (zamana karşı genliğin gerçek zamanlı grafiği) ile bakıldığında, iki sinyalin eklenmesi, bir sinyalin diğerine basit bir üst üste binmesi olarak görünür. Bir spektrum analizörü (frekans karşısında sinyal genliğinin gerçek zamanlı bir grafiği) ile bakıldığında, iki sinyal eklemek sadece spektrumlarını toplar. Sinyaller sadece tek bir kablo veya tel üzerinde bir arada bulunur. Eklentiye giren tüm frekanslar eklentiden çıkar ve yeni sinyaller üretilmez. Çizim B, bir toplama devresinin bir blok diyagramı, vurgular sahnenin devre bileşenlerini göstermek yerine matematiksel çalışması. C çizimi, iki mikrofondan gelen sinyalleri birleştirmek için kullanılabilecek basit bir toplama devresi gösterir. Ses çalışması, bunun gibi bir devre genellikle bir karıştırıcı olarak adlandırılır - ancak bir RF karıştırıcı ile aynı işlevi görmez.



Şekil 12.24 - Farklı frekanslardaki iki sinüs dalgasının çarpılması yeni bir çıkış spektrumu üretir. Bir osiloskop ile bakıldığında, iki sinyalin çarpılması sonucu, bileşenleriyle çok az ortak noktası olan bir kompozit dalgadır. Aynı dalganın spektrum analizörü görünümü nedenini ortaya koyuyor: Orijinal sinyaller tamamen kayboluyor ve orijinal sinyallerin frekanslarının toplamı ve farklılığında iki yeni sinyalle değiştiriliyor. B diyagramlarının çizilmesi, radyo çalışmalarında karıştırıcı olarak bilinen bir çarpan. Daire içine alınan X, sahnenin matematiksel işleyişini vurgular. (Daire içine alınmış X, mikserleri blok diyagramlarda temsil etmek için kullanılan görebileceğiniz birkaç sembolden sadece biridir, Şekil 12.25'in açıkladığı gibi.) C çizimi çok basit bir çarpan devresini gösterir. Diyot, D, karıştırmayı yapar. Bu devre başka matematiksel fonksiyonlar yaptığından ve bunları toplam ve fark ürünlerine eklediğinden, çıktısı f, + f ve f, - f'den daha karmaşıktır, ancak bunlar filtreleme yoluyla çıktıdan çıkarılabilir.

Mikser Matematiği: Çarpma Olarak Karıştırma

Bir karıştırıcı çarpma yoluyla çalıştığından, biraz matematik bize nasıl çalıştıklarını gösterebilir. Başlamak için, karıştıracağımız iki sinyali, A ve B'yi matematiksel olarak temsil etmemiz gerekir. Sinyal A'nın anlık genliği eşittir

A "sin 21f, t

Burada A en yüksek genlik, f frekans ve t zaman. Aynı şekilde, B'nin anlık genliği eşittir

A6 = Asin (2nfgt)

Amacımız, iki sinyali çarpmanın toplam ve fark frekansları ürettiğini göstermek olduğundan, her birinin tepe genliğinin 1 olduğunu varsayarak bu sinyal tanımlarını basitleştirebiliriz. Sinyal A için denklem daha sonra olur

a (t) = Bir günah (2rf't)

ve B sinyali için denklem b (t) = Bsin (2fy

t) olur

Bu denklemlerin her biri bir sinüs dalgasını temsil eder ve sinyallerin nereye gittiğini takip etmemize yardımcı olacak bir alt simge harfi içerir.

Sadece Sinyal A ve Sinyal B'yi aynı tel üzerinde seyahat etmelerine izin vererek birleştirmek yeni bir şey geliştirmez:

a (t) + b (t) = Bir günah (2i, t) + B günah (2rfyt)

Bu denklemin göründüğü kadar basit olduğu gibi, iki sinyalin çarpılmasının oldukça farklı bir hikaye olduğu gerçeğini vurgulamak için ekledik. Trigonometriden, iki değişkenin sinüslerinin çarpılmasının ilişkiye göre genişletilebileceğini biliyoruz.

$$\sin x \sin y = \frac{[\cos (x - y) - \cos (x + y)]}{2}$$

Uygun olarak, A ve B sinyallerinin her ikisi de sinüzoidaldir, bu nedenle Sinyal A'yı Sinyal B ile çarptığımızda ne olacağını belirlemek için denklem 6'yı kullanabiliriz.

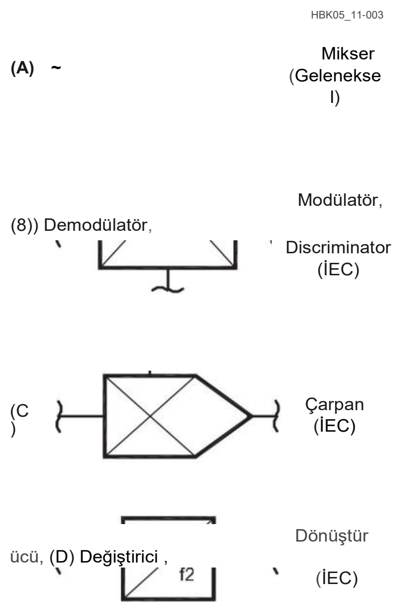
x = *2nf't* ve *y* = 2nfyt, bu yüzden onları denkleme bağlamak 6 bize verir

A > s- Sas (2 = [6-4] 4) -Sae (2 = [6 + G] y)

Şimdi iki önemli sonuç görüyoruz: Sinyal A ve Sinyal B 2r (f "- fy) t arasındaki frekans farkındaki sinüs dalgası ve Sinyal A ve Sinyal B 2r (f" + fy) t'nin frekans toplamındaki sinüs dalgası. (Ürünler kosinüs dalgalarıdır, ancak eşdeğer sinüs ve kosinüs dalgaları sadece 90 °'lik bir faz kaymasıyla farklılık gösterdiğinden, her ikisi de konvansiyonla sinüs dalgaları olarak adlandırılır.)

Bu, bilgiyi radyo formuna çevirdiğimiz ve tekrar çevirdiğimiz temel süreçtir. Eğer 1-kHz bir ses tonunu radyo ile iletmek istiyorsak, onu mikserimizin girişlerinden birine besleyebilir ve bir RF sinyalini (örneğin, 5995 kHz) mikserin diğer girişine besleyebiliriz. Sonuç iki radyo sinyalidir: biri 5994 kHz (5995 - 1) ve diğeri 5996 kHz (5995 + 1). Modülasyon yaptık.

Bu iki radyo sinyalini sese dönüştürmek de aynı derecede basittir. Tek yaptığımız onları başka bir karıştırıcının bir girişine beslemek ve karıştırıcının diğer girişine 5995-kHz bir sinyal beslemek. Sonuç: 1-kHz bir ton. Demodülasyon yaptık.



Şekil 12.25 - Bir mikser için geleneksel sembol, mevcut standartlar bu sembolü bir lambaya tahsis etmesine rağmen, daire içine alınmış bir X (A)'dır. Mevcut uygulama, B, C veya D'de gösterilen üç İEC sembolünden birini kullanmaktır. D'deki frekans dönüştürücü veya değiştirici sembolü için, yerel osilatör için üçüncü bir bağlantı dahil edilebilir. (İEC, *İnternational Electrotechnical kısaltmasıdır)* *Komisyon* ve semboller IEEE 315A standardında yayınlanmaktadır.)

bu devrelerin fonksiyonları. **Şekil 12.25,** geleneksel bir karıştırıcının blok sembolünü ve karıştırıcıların gerçekleştirebileceği diğer işlevler için birkaç İEC sembolünü göstermektedir.

NONLİYEAR DİSTORTİON

Çarpma, karıştırma, modülasyon ve demodülasyonun altında yatan mekanizma oldukça basit bir şeydir: Ac dalga formlarını doğrusal olmayan şekilde bozan herhangi bir devre yapısı bir dereceye kadar çarpan görevi görür.

Doğrusal olmayan deformasyon ifadesi kulağa gereksiz geliyor ama değil. Bir dalga formunda harici olarak uygulanan bir değişiklik olan bozulma doğrusal olabilir; Yani, sinyal genliğinden bağımsız olarak gerçekleşebilir. Sadece 6 ila 8 MHz arasındaki sinyalleri geçiren bir radyo alıcısı ön uç filtresi düşünün. Bunu, radyonun anten terminallerinde bulunan geniş RF spektrumuna karşılık gelen tek karmaşık dalga formunu doğrusal olarak çarpıtarak, 6 MHz'in altındaki ve 8 MHz'in üzerindeki frekans bileşenlerinin genliklerini 6 ila 8 MHz arasındakilere göre azaltarak yapar. (Bir tel üzerindeki birden fazla sinyali tek bir karmaşık dalga formu olarak düşünmek, onları ayrı sinyaller olarak düşünmekten daha geçerli ve bazen daha kullanışlıdır. Bu durumda, bozulmayı bir şey olarak düşünmek biraz daha kolay

Bu, sinyalleri birbirine göre ayıran bir şeyden ziyade bir dalga formuna olur. Sadece filtrenin 6 MHz'in altındaki ve 8 MHz'in üzerindeki frekanslarda sinyalleri zayıflattığını söylemek de aynı şekilde - ve kesinlikle fikir birliği görüşüne uygun olarak - geçerli olacaktır.) Filtrenin çıkış dalga formu kesinlikle giriş dalga formundan farklıdır; Dalga formu bozulmuş. Ancak bu bozulma sinyal seviyesinden veya polariteden bağımsız olarak gerçekleştiği için, bozulma doğrusaldır. Yeni frekans bileşenleri oluşturulmaz; Sadece dalganın mevcut frekans bileşenleri arasındaki genlik ilişkileri değiştirilir. Bu *genlik* veya *frekans* bozulmasıdır ve tüm filtreler bunu yapar veya filtre olmazlar.

Aynı zamanda doğrusal olan faz veya gecikme bozulması, karmaşık bir sinyalin çeşitli bileşen frekanslarının, frekanslarına bağlı olarak, ancak genliklerinden bağımsız olarak, farklı miktarlarda gecikmesine neden olur. Yeni frekans bileşenleri oluşmaz ve mevcut frekans bileşenleri arasındaki genlik ilişkileri değiştirilmez. Faz bozulması tüm gerçek filtrelerde bir dereceye kadar oluşur.

Sinüzoidal olmayan bir sinyalin dalga formu, sadece doğrusal bozulmaya sahip bir devreden geçirilerek değiştirilebilir, ancak sadece -

Doğrusal bozulma basit bir sinüs dalgasının dalga şeklini değiştirebilir. Ayrıca, çıkış dalga formu giriş genliğinin bir fonksiyonu olarak değişen bir çıkış sinyali üretebilir, doğrusal bozulma ile mümkün olmayan bir şey. Doğrusal olmayan devreler genellikle aşırı güçlü sinyallerle aşırı derecede bozulur, ancak bozulma giriş seviyesinin karmaşık bir fonksiyonu olabilir.

Doğrusal olmayan bozulma, önceki - bölümlerde açıklandığı gibi, giriş frekanslarının tam sayı katlarının meydana geldiği harmonik bozulma veya farklı bileşenlerin yenilerini oluşturmak için çoğaldığı intermodülasyon bozulma (İMD) biçimini alabilir.

Mutlak doğrusallıktan herhangi bir ayrılma, bir tür doğrusal olmayan bozulma ile sonuçlanır ve bu bozulma bizim için veya bize karşı çalışabilir. Sözde doğrusal bir amplifikatör de dahil olmak üzere herhangi bir amplifikatör, bir dereceye kadar doğrusal olmayan bir şekilde bozulur; Doğrusal olmayan şekilde deforme olan herhangi bir cihaz veya devre bir karıştırıcı, modülatör, demodülatör veya frekans çarpanı olarak çalışabilir. Doğrusal çalışma için optimize edilmiş bir amplifikatör yine de karışacak, ancak verimsiz olacaktır; Doğrusal olmayan amplifikasyon için önyargılı bir amplifikatör, inputsignal aralığının belirli bir küçük kısmı üzerinde pratik olarak doğrusal olabilir. İşin püf noktası, istediğimizde (bir karıştırıcıda olduğu gibi) doğrusal olmayan bozulmayı en üst düzeye çıkarmak için dikkatli tasarım ve bileşen seçimini kullanmak ve yapmadığımızda en aza indirmektir. Doğrusal olmayan bozulmayı en üst düzeye çıkarmaya karar verdikten sonra, püf noktası istemediğimiz bozulma ürünlerini en aza indirmek ve istediğimiz ürünleri en üst düzeye çıkarmaktır.

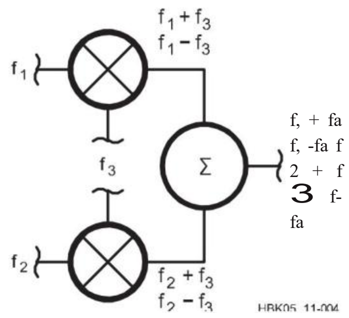
MİNİMIZİNG İSTENMEYEN DİSTORTION ÜRÜNLER

Bir karıştırıcı, girişlerinden birindeki sinyali diğer girişindeki sinyalle çarpar, ancak aynı girişte bir sinyali kendi başına veya aynı girişte birden fazla sinyali kendileri veya birbirleri tarafından çarpmaz. (Bir sinyali kendisi ile çarpmak- karesi - "sfrequencytoitself" sinyalini ekleyerek harmonik bozulma (özellikle ikinci harmonik bozulma) üretir. Aynı anda iki veya daha fazla sinyal karesi aynı anda harmonik ve intermodülasyon bozulma üretir.)

Bir mikser, ilk girişine uygulanan iki farklı frekansta (fi ve f3) sinyalleri ve diğer girişine uygulanan üçüncü bir frekansta (f,) bir sinyali ele alması gerektiğinde ne olacağını düşünün. Bir karıştırıcı f'yi **f** ile ve f'yi **f ile çarpar,** ancak f} ve f5'i birbirleriyle çarpmaz. Bu, f} ve f'nin toplamı ve farkı ve f5 ve f'nin toplamı ve farkı, ancak f} ve f5'in toplamı ve farkı değil. **Şekil 12.26,** iki sinyalin bir mikserin bir girişine beslenmesini, f ve f'nin her biri ilk önce iki ayrı mikserde f ile karıştırıldığı ve bu mikserlerin çıkışlarının birleştirildiği gibi aynı çıkışla sonuçlandığını göstermektedir. Bu, doğrusal olmayan bir şekilde yapılmış olsa bile, bir karıştırıcının

+6$ .y. f2-f3

f 3



f, + fa f, -fa f 2 + f 3 f- fa

Şekil 12.26 - Bir karıştırıcının bir girişine iki sinyalin beslenmesi, f ve f'nin her biri ilk önce iki ayrı karıştırıcıda fa ile karıştırıldığı ve bu karıştırıcıların çıkışlarının birleştirildiği gibi aynı çıkışla sonuçlanır.

Bileşenleri bozmak, aslında *doğrusal bir frekans değiştirici gibi davranır.* Geleneksel olarak, bu işlemi karıştırma olarak ve - çıktılarını *karıştırma ürünleri olarak adlandırırız,* ancak bunu *bir dönüştürücü olarak yapan bir cihaza veya devreye ve* çıkışlarına *dönüşüm ürünleri olarak atıfta bulunarak, sıklık dönüşümü olarak da adlandırabiliriz.* Bir karıştırıcı, giriş frekansından daha yüksek bir çıkış frekansı üretirse, buna bir upconverter denir; Çıkış frekansı girişten düşükse, bir aşağı dönüştürücü.

Bununla birlikte, gerçek mikserler en iyi ihtimalle sadece makul doğrusal frekans değiştiriciler olarak hareket ederler, bazı istenmeyen İMD ürünleri - sahte sinyaller veya *mahmuzlar* - üretirler. Alıcılar özellikle istenmeyen karıştırıcı İMD'ye duyarlıdır, çünkü istenmeyen İMD üretmeden çalışması gereken sinyal seviyesi aralığı genellikle 90 dB veya daha fazladır ve sonsuz derecede zayıf sinyaller içerir. Bir alıcı olarak, İMD ürünleri o kadar zayıf ki, iletilen bir sinyalde asla fark etmeyeceksiniz, zayıf sinyalleri kolayca yok edebilir. Bu nedenle alıcı tasarımcılar "yüksek dinamik aralık" elde etmek için çok çaba harcarlar.

Belirli bir mikser, modülatör veya demodülatör devresinin istenmeyen IMD üretme derecesi, çoğu zaman, istenen IMD işini yapan başka bir devre yerine, onu kulla... ...ızın nede...

MISCELLANEOUS MİXİNG ÜRÜNLER

İstenilen toplam ve fark ürünlerine ve istenmeyen IMD ürünlerine ek olarak, gerçek karıştırıcılar da girişlerinde bir miktar enerji harcarlar

frekanslar. Bazı karıştırıcı uygulamaları *bu* çıktıları bastırabilir - yani, giriş sinyallerinden birini veya her ikisini de 100 ila 1.000.000 veya 20 ila 60 dB arasında bir faktörle azaltabilir. Bu iyidir, çünkü giriş sinyallerinin istenen karıştırıcı-çıkış toplamında veya fark frekansında İF terminalinde görünmesini önlemeye yardımcı olur - bir alıcının *İF reddetme* spesifikasyonunda yansıtılan bir etki. Bazı mikser tipleri, özellikle vakum tüpü çağında kullanılanlar, giriş-sinyal çıkışlarını çok az veya hiç bastırmaz.

İnput-sinyal bastırma, *port-to-port izolasyonu adı verilen genel bir resmin parçasıdır.* Mikser giriş ve çıkış bağlantıları geleneksel olarak *portlar olarak adlandırılır.* Geleneğe göre, değişen sinyali uyguladığımız port, *yerel osilatör (LO) portudur.* Geleneksel olarak, frekans kaydırmalı sinyal veya sinyaller *RF (radyo frekansı) portuna uygulanır* ve frekans kaydırmalı (ürün) sinyal veya sinyaller *İF (ara frekans) portunda ortaya çıkar.* Bu, bir heterodin alıcısında bir karıştırıcının işlevini göstermektedir: Gelen sinyalin frekansında - (RF'de) istenen kazancı ve filtrelemeyi elde etmek genellikle pratik olmadığından, gelen RF sinyalini bir ara frekansa çevirmek için bir karıştırıcı kullanılır. kazanç ve filtreleme uygulanabilir. İF, gelen RF sinyalinden daha düşük veya daha yüksek olabilir. Bir vericide, modüle edilmiş sinyal bir İF'de oluşturulabilir ve daha sonra bir karıştırıcı tarafından frekans olarak çalışma frekansına çevrilebilir.

Bir SDR'de bir dizi sinyali SDR'nin işleyebileceği aralığa dönüştürmek için bir karıştırıcı kullanılabilir. Bu, HF sinyallerini almak için VHF ve daha yüksek frekanslar için tasarlanmış SDR ekipmanı kullanıldığında çok yaygındır. Bu durumda bir yukarı dönüştürücü karıştırıcı gereklidir .

Bazı *karıştırıcılar bilateraldir; Yani,* RF ve İF portları, uygulamaya bağlı olarak değiştirilebilir. Diyot bazlı karıştırıcılar genellikle bilateraldir. Birçok mikser bilateral *(tek taraflı) değildir;* Popüler SA602/612 Gilbert hücre İC mikseri bunun bir örneğidir.

Bir mikserin giriş sinyallerinin çıkış portunda görünmesini engellemek genellikle iyi bir fikirdir, çünkü sonraki devrelere geçmek istemediğimiz enerjiyi temsil ederler. Bu nedenle, bir karıştırıcının LO-port enerjisinin RF portunda görünmesini veya RF-port enerjisinin İF

12.4.2 Anahtarlama Mikserleri

Uygulamaya bağlı olarak, mikserler son derece basitten komplekse kadar değişebilir. Örneğin, basit bir yarım dalga doğrultucu - (1N34 [germanyum] veya 1N914 [silikon] gibi bir sinyal diyotu) işi yapabilir. Bu, karıştırmanın bir sinyal olarak gerçekleştiği bir anahtarlama karıştırıcısına bir örnektir.

- Bu durumda, polaritesi tersine döndüğünde diyotu açıp kapatan taşıyıcı - diğerinin iletimini keser (tam taşıyıcı AM'nin demodülasyonunda, yan bantlar).

Bir anahtar, bir kontrol sinyali ile kapalı ve açık iki kazanç durumu arasında geçiş yapan bir amplifikatör olarak düşünülebilir. Bir ikili amplifikatörün gerekli olmadığı ortaya çıkıyor; Bir kontrol sinyalinin genliğine göre kazanç çeşitlendirilebilen herhangi bir cihaz bir karıştırıcı olarak görev yapabilir.

Çoğu modem radyo mikseri, analog çarpanlardan daha hızlı analog anahtarlar gibi davranır. Hızlı bir anahtarlama cihazı olarak bir karıştırıcı kullanarak, bir sinüs dalgası yerine bir kare dalga ile LO girişine bir kare dalga uygular ve karıştırıcının RF girişine sinüs dalgaları, ses veya diğer karmaşık sinyalleri besleriz. RF portu, karıştırıcının "doğrusal" girişi olarak işlev görür ve bu nedenle tercihen düşük intermodülasyon ve harmonik bozulma göstermelidir. LO girişine ± bir 1-V kare dalga beslemek, doğrusal girişi **+ 1 veya-1 ile dönüşümlü olarak çarpar**. RF-port sinyalini + 1 ile çarpmak, hiçbir değişiklik yapmadan çıktıya aktarır. RF-port sinyalinin -1 ile çarpılması aynı şeyi yapar, ancak sinyal ters döner (fazda 180 ° döndürür). LO portunun düşük intermodülasyon ve harmonik bozulma göstermesi gerekmez; Tek yapması gereken, anahtarlama sinyalinin hızlı yükseliş ve düşüş sürelerini korumak .

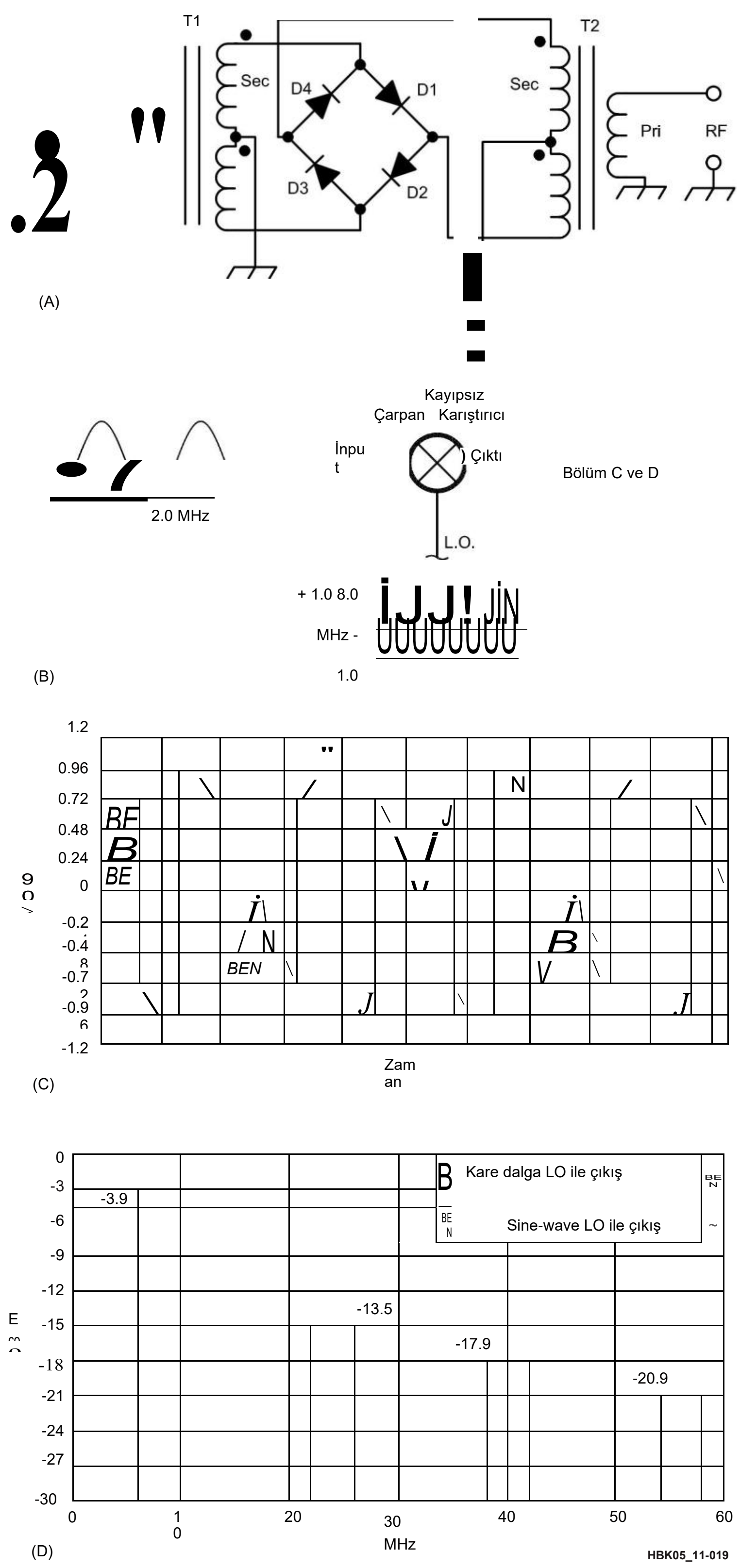
REVERSİ-SWITCH MİXERS

Bir sinyali analog bir çarpan kullanmadan kare dalga ile çarpabiliriz. Tek ihtiyacımız olan bir çift balun transformatörü ve dört diyot **(Şekil 12.27 A).**

Devreye uygulanan LO enerjisi olmadan, diyotların hiçbiri hareket etmez. RF-port enerjisi **(1)** LO portuna ulaşamaz, çünkü Tl ve T2'nin ikincileri arasında doğrudan bir bağlantı yoktur ve (2) T2'nin ikincil dengesi merkez musluğunda enerji iptali ile sonuçlandığı için İF çıkışı üretmez ve T2'nin ikincisinden tam bir İF-enerji devresi geçmez.

LO portuna kare dalga uygulanması, diyotları, zamanın %50'sinde, D l ve D2 açık ve D3 ve D4 geri döndürülecek şekilde önyargılar Bu, üst telini yüzer bırakarak ve - alt telini Tl'nin ikincil ve orta musluğundan toprağa bağlayarak T2'nin ikincil dengesini bozar. T2'nin ikincil dengesiz olmasıyla, RF-port enerjisi İF portundan çıkar.

Zamanın diğer %50'si, D3 ve D4 açık ve D **1 ve D2** ters taraflı kapalı Bu, alt telini yüzer bırakarak T2'nin ikincil dengesini bozar ve üst telini Tl'nin ikincil ve orta musluğundan toprağa bağlar. T2'nin ikincil dengesiz olmasıyla, RF-port enerjisi tekrar İF portundan ortaya çıkar - ilk duruma göre 180 ° kaydırılır



Şekil 12.27 - Bölüm A, genel amaçlı bir *diyot ters çevirme anahtarı karıştırıcısını göstermektedir. Bu karıştırıcı kare* dalga LO ve sinüs dalga giriş sinyali kullanır. Metin eylemini açıklar. Bölüm B ideal bir *çarpan* karıştırıcıdır. Kare dalga LO ve bir sinüs dalga giriş sinyali, kısmen gösterilen çıkış dalga formunu üretir. C. D bölümünün katı çizgileri, çıkış spektrumunu kare dalga LO ile gösterir. Kesikli çizgiler çıkış spektrumunu sinüs-dalga LO ile gösterir.

Çünkü T2'nin aktif ikincil telleri, aslında, birincil teline göre aktarılmıştır.

Bir ters çevirme anahtarı karıştırıcısının - çıkış spektrumu, bir kare dalga ile beslenen bir çarpanın çıkış spektrumuyla aynıdır. Bu, kare dalgayı, kare dalga frekansındaki sinüs dalgalarının ve tüm garip harmoniklerinin toplamından oluşan Fourier serisi eşdeğeri açısından düşünerek analiz edilebilir. Eşdeğer serinin temel sinüs dalgasının genliği, kare dalganın genliğinin 4/π katıdır (2.1 dB'den daha büyük). Her harmoniğin genliği, harmonik sayısıyla ters orantılıdır, bu nedenle üçüncü harmonik sadece % temel kadar güçlüdür (temelin altında 9.5 dB), 5. - harmonik sadece % kadar güçlüdür (temelin altında 14 dB) vb. Giriş sinyali, her harmonik ile diğerlerinden ayrı olarak karışır, sanki her harmonik, Şekil 12.26'daki iki sinüs dalgasıyla gösterdiğimiz gibi, kendi ayrı karıştırıcısını sürüyormuş gibi. Normalde, harmonik çıkışlar istenen çıkış frekansından o kadar geniş bir şekilde çıkarılır ki kolayca filtrelenirler, bu nedenle bir ters çevirme anahtarı mikseri, çoğu pratik amaç için sinüs dalgasıyla çalışan bir analog çarpan kadar iyidir ve genellikle daha iyidir - radyo amaçlı - dinamik aralık ve gürültü açısından.

Çarpan ve anahtarlama karıştırıcıları arasındaki ek bir fark, anahtarlama karıştırıcısındaki sinyal akışının tersine çevrilebilir olmasıdır (yani, bilateral). Gerçekten sadece bir özel girişi var (LO girişi). Diğer terminaller I/O (giriş/çıkış) portları olarak düşünülebilir, çünkü her ikisi de diğeri çıkış olduğu sürece giriş olabilir.

CONVERSION KAYBİ İN SWITCHİNG MİXERS

Şekil 12.27B mükemmel bir *çarpan karıştırıcısını göstermektedir.* Yani, çıkış giriş sinyalinin ve LO'nun ürünüdür. LO mükemmel bir kare dalgadır. İts tepe genliği ± 1.0 V ve frekansı 8 MHz'dir. Şekil 12.27C, değeri 0 dBm ve frekansı 2 MHz olan bir giriş sinyali için çıkış dalga formunu (iki girişin ürünü) göstermektedir. Kare dalga LO'nun her geçişi için, sinüs dalga çıkışı dalga formu polaritesinin tersine döndüğüne dikkat edin. Gösterilen aralık boyunca, çıkış dalga formunun her sıfır geçiş noktasında 16 geçiş vardır. Şekil 12.27D mikser çıkış spektrumunu göstermektedir. Ana bileşenler, sinyal ve LO frekanslarının toplamı ve farkı olan 6 MHz ve 10 MHz'dir. Bunların her birinin genliği -3.9 dBm'dir. Ayrıca 4 MHz aralıklı ve 24 MHz, 40 MHz ve 56 MHz ve 8 MHz'in daha yüksek garip harmoniklerinde ortalanmış çok sayıda çıkış frekansı çifti meydana gelir. Gösterilenler -13.5 dBm, -17.9 dBm ve-20.9 dBm'dir. Mikser kayıpsız olduğu için ,

Tüm çıkışların toplamı tam olarak giriş sinyalinin değerine eşit olmalıdır. Daha önce açıklandığı gibi, bu çıkış spektrumu, kare dalga LO'nun bağımsız olarak çalışan tek harmonik bileşenlerinin her biri açısından da anlaşılabilir.

Mikser, Şekil 12.27 A'daki gibi kayıpsız bir şekilde geçerse, mükemmel anahtarlar olan diyotlarla, sonuçlar yukarıdaki örnekle matematiksel olarak aynı olacaktır. Diyotlar, giriş sinyalini tam olarak Şekil 12.27C'de gösterildiği gibi değiştirir.

Şimdi mükemmel çarpan karıştırıcısını düşününŞekil 12.27B ± 1.0 V tepe genliğine sahip mükemmel bir sinüs dalgası olan bir LO ile Bu durumda kesikli çizgilerŞekil 12.27D, 6 MHz ve 10 MHz'de sadece iki çıkış frekansının mevcut olduğunu göstermektedir (ayrıca bkz. Her bileşen şimdi -6 dBm seviyesine sahiptir. Bir frekanstaki 0 dBm sinüs-dalga girişinin ve başka bir frekanstaki ± 1.0V sinüs-dalga LO'nun çarpımı (bu bölümdeki 6. denkleme bakınız), 3 dBm toplam çıktıdır .

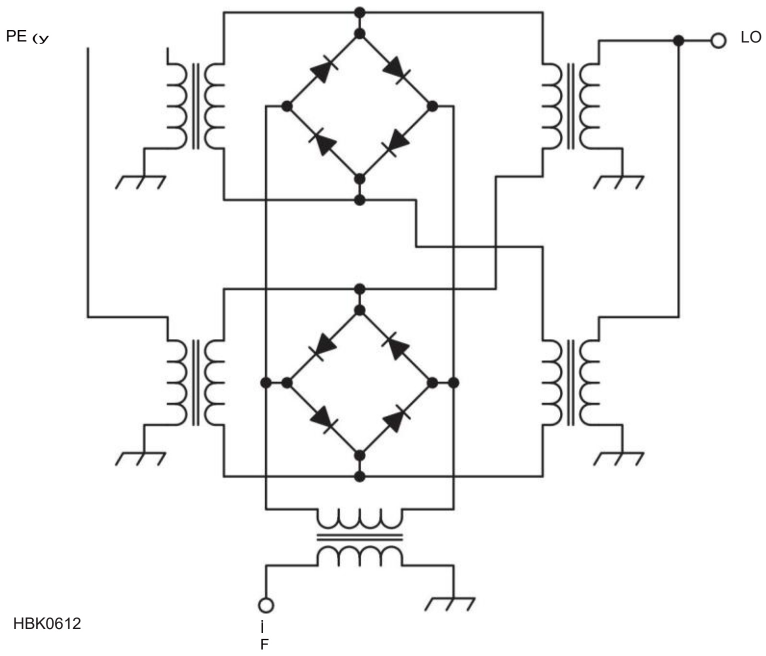
Bu örnekler, mükemmel bir çarpan için kare dalga LO ve sinewave LO arasındaki farkı göstermektedir. Her iki LO dalgasının aynı tepe değeri için, kare dalga LO, sinüs dalgası LO'dan 6 MHz ve 10 MHz'de 2.1 dB daha fazla çıkış sağlar. Şekil 12.27 A gibi gerçek bir diyot karıştırıcı, daha çok bir anahtarlama karıştırıcısı gibi davranır. İts sinüs-dalga LO dalga formu diyotlar ve LO jeneratör arasındaki etkileşim ile önemli ölçüde düzleştirilmiş, böylece bir kare dalga gibi görünüyor. Diyotların doğrusallıkları, bağlantı voltajları, kap a- Sitanslar, dirençler ve kusurlu parametre eşleştirme. (RF **Teknikleri** bölümüne bakın.) Ayrıca, bir diyot karıştırıcının çıktısının LO ve giriş ile "yeniden karıştırılması" karmaşık bir olasılıktır. Pratik sonuç, diyot çift dengeli karıştırıcıların, girişten iki ana çıkış frekansının her birine, 5 ila 6 dB civarında bir dönüşüm kaybına sahip olmasıdır. (Dönüşüm kaybı daha sonraki bir bölümde tartışılmaktadır.)

12.4.3 Diyot Çift Dengeli Karıştırıcı (DBM)

Diyot *çift dengeli karıştırıcı* (DBM), mükemmel dengesi ve yüksek dinamik aralığı nedeniyle birçok ticari, askeri ve amatör uygulamada standarttır. DBM'ler karıştırıcılar (görüntü reddetme tipleri dahil), modülatörler (tek ve çift yan bant, faz, bi faz ve kuadratür faz tipleri dahil) ve demodülatörler, sınırlayıcılar, zayıflatıcılar, anahtarlar, faz dedektörleri ve frekans çiftleyicileri olarak görev yapabilir. Bu - uygulamaların bazılarında, güç bölücüler, birleştiriciler ve hibritler ile birlikte çalışırlar.

BASİC DBM

Zaten temel diyot DBM devresini gördük (Şekil 12.27 A). En basit haliyle, bir DBM, iki veya daha fazla dengesiz-tobalanslı - transformatör ve 4 x *n* diyottan oluşan bir Schottky-diyot halkası içerir; burada n, halkanın her bacağındaki diyot sayısıdır. Her bacak genellikle dört diyottan oluşur.



Şekil 12.28 - Üçlü dengeli karıştırıcı bir çift diyot halkası kullanır ve İF portuna ek bir dengeleme transformatörü ekler.

Gördüğümüz gibi, bir karıştırıcının *dengelenme derecesi,* giriş sinyallerinin (RF ve LO) herhangi birinin veya her ikisinin de, karıştırma ürünleriyle birlikte İF portundan çıkıp çıkmadığına bağlıdır. Dengesiz bir karıştırıcı ne RF'sini ne de LO'sunu bastırır; Her ikisi de İF limanında mevcut. Tek dengeli bir karıştırıcı RF veya LO'yu bastırır, ancak her ikisini de bastırmaz. Çift dengeli bir karıştırıcı RF *ve LO girişlerini bastırır*. Şekil 12.27 devresindeki diyot ve transformatör tekdüzeliği, Tl ve T2 merkez musluklarında eşit LO potansiyelleri ile sonuçlanır. TL'nin ikincil merkez musluğundaki LO potansiyeli sıfırdır (zemin); Bu nedenle, İF portundaki LO potansiyeli sıfırdır.

T2'nin ikincil dengesi de aynı şekilde İF portunda bir RF null ile sonuçlanır. Bu nedenle, İF portu ve zemin arasındaki RF potansiyeli sıfırdır - DBM'nin anahtarlama diyotları çalıştığında hariç!

Şekil 12.27 devresi normalde yüksek RF-İF izolasyonu sağlar, çünkü dengeli diyot anahtarlaması Tl ve T2 arasında doğrudan bağlantıları engeller. Bir diyot DBM, bir miktar bozulma olsa da, İF portuna de uygulanarak akım kontrollü bir anahtar veya zayıflatıcı olarak kullanılabilir. Bu, karşıt diyotların (örneğin D2 ve D4), Tl'yi T2'ye bağlayan mevcut büyüklüğe bağlı bir dereceye kadar hareket etmesine neden olur.

TRIPLE-BALANCED MİXERS

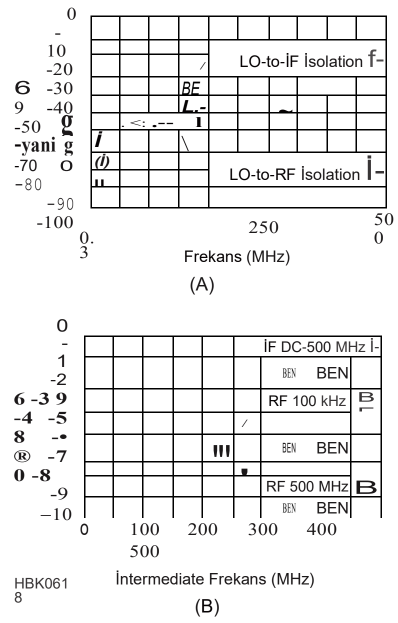
Şekil 12.28'de gösterilen üçlü dengeli karıştırıcı (bazen "çift dengelenmiş karıştırıcı'olarak adlandırılır), singlediode-ring karıştırıcısının bir uzantısıdır. Diyot halkaları, RF ve LO portlarındaki güç ayırma balunlarıyla beslenir. İF çıkışında ek bir balun eklenir. Devrenin birincil avantajı, İF çıkış sinyalinin RF ve LO portlarından büyük bir bant genişliği üzerinde dengelenmesi ve izole edilmesidir - 0.5 ila 10 GHz arasındaki ticari karıştırıcı İF aralıkları tipiktir.

İt, tek halkalı bir karıştırıcıdan daha yüksek sinyal işleme kapasitesine ve dinamik aralığa (LO sinyal seviyelerinin altında 3 ila 4 dB arasında 1-dB bir sıkıştırma noktası) ve daha düşük intermodülasyon seviyelerine (10 dB veya daha fazla) sahiptir. Triplebalanced mikser, çok geniş bir İF aralığı gerektiğinde kullanılır.

Dengeleme transformatörünün İF çıkış yoluna eklenmesi, İF-LO ve İF-RF izolasyonunu arttırır. Bu, dönüştürme - işlemini İF empedans uyumsuzluklarına karşı çok daha az hassas hale getirir. İF portu RF ve LO portlarından izole edildiğinden, üç frekans aralığı (RF, LO ve İF) çakışabilir. İF transformatör kuplajının bir dezavantajı, adc

DIODE DBM KOMPONENTLERİ Ticari

olarak üretilen diyot DB Ms gen rayı y bir destekleyici baz, bir diyottan oluşur kullanılamaz.



Şekil 12.29 - Bir diyot DBM'nin port-port izolasyonu, diyotlarının ne kadar iyi eşleştiğine ve transformatörlerinin ne kadar iyi dengelendiğine bağlıdır. (A) frekansa karşı LO-İF ve LO-RF izolasyonunu gösterir ve (B) tipik bir diyot DBM, Synergy Mikrodalga CLP-403 karıştırıcı için dönüşüm kaybını gösterir. İn (B), LO sürücü seviyesi + 7 dBm'dir .

Halka, iki veya daha fazla ferrit çekirdekli transformatör genellikle iki veya üç bükümlü tel, kapsülleme malzemesi, bir muhafaza ile sarılır.

Diyotlar

Sıcak taşıyıcı (Schottky) diyotlar, düşük ON direnci nedeniyle diyot-DBM halkaları için tercih edilen cihazlardır, ancak kritik olmayan MF/HF için jambon yapılı DB Ms, 1N914or 1N4148 gibi anahtarlama diyotlarını yaygın olarak kullanır. Halkadaki her diyot boyunca ileri voltaj düşüşü, V r, mikserin optimum yerel osilatör tahrik seviyesini belirler. Diyotların her birinin ileri voltaj düşüşüne ve her halka bacağındaki diyot sayısına bağlı olarak, bir diyot DBM genellikle dBm'deki optimum LO sürücü seviyesi ile belirtilecektir (tipik değerler 0, 3, 7, 10, 13, 17, 23 veya 27'dir). Genel bir kural olarak, LO sinyali uygun çalışma için RF ve İF sinyallerinden 20 dB daha güçlü olmalıdır. Bu, RF veya İF sinyalleri yerine LO sinyalinin, mikserin diyotlarını açıp kapatmasını sağlar - İMD'yi en aza indirmede ve dinamik aralığı en üst düzeye çıkarmada kritik bir faktördür.

Transformatörler

Şekil 12.27'de gösterilen DBM şemasından, açıktırLO ve RF transformatörleri giriş tarafında dengesiz ve diyot tarafında dengelenmiştir. Diyot uçları

Dengeli portlar, frekans aralığı boyunca faz dışında 180 °'dir. Bu özellik, daha yüksek bağlantı noktasından bağlantı noktasına izolasyonla sonuçlanan sinyal iptallerine neden olur. **Şekil 12.29A** + 7 dBm LO sürücü seviyesi için belirtilen Synergy Microwave'in CLP-403 DBM'si için frekansa karşı LO-RF ve LO-İF izolasyonunu çizer. 70 dB sırasındaki isolasyonlar, dört diyot-halka ayağı arasındaki dengenin ve dengeli portların RF fazının doğrudan bir sonucu olarak bandın alt ucunda meydana gelir .

Genel anahtarlama karıştırıcıları tartışmamızda öğrendiğimiz gibi, transformatör verimliliği, bir karıştırıcının dönüşüm kaybını ve sürücü seviyesi gereksinimini belirlemede önemli bir rol oynar. Çekirdek kaybı, bakır kaybı ve empedans uyuşmazlığı, transformatör - kayıplarına katkıda bulunur. Toroidal, boncuk, balun (çok delikli) veya çubuk formundaki ferrit, DBM transformatör çekirdeği olarak hizmet edebilir. Radyo amatörleri genellikle HF ve VHF uygulamalarında Fair-Rite Mix 43 ferrit (μ = 950) kullanırlar .

RF transformatörleri topaklı ve dağıtılmış kapasitans ve indüktansı birleştirir. Bir transformatörün bükülmüş tellerinin iç içe geçme kapasitesi ve karakteristik empedansı, transformatörün yüksek frekanslı tepkisini ayarlar. Çekirdeğin μ ve boyutu ve sargı dönüş sayısı, transformatörün düşük frekans sınırını belirler. Belirli bir frekans aralığını kaplamak, belirli bir çekirdekle kullanılan dönüş sayısında bir uzlaşma gerektirir. Bir transformatörün çekirdek boyutunu ve dönüş sayısını azaltmak, düşük frekanslı tepkisini iyileştirir. Düşük frekanslı performans özelliklerini karşılamak için çekirdekler istiflenebilir.

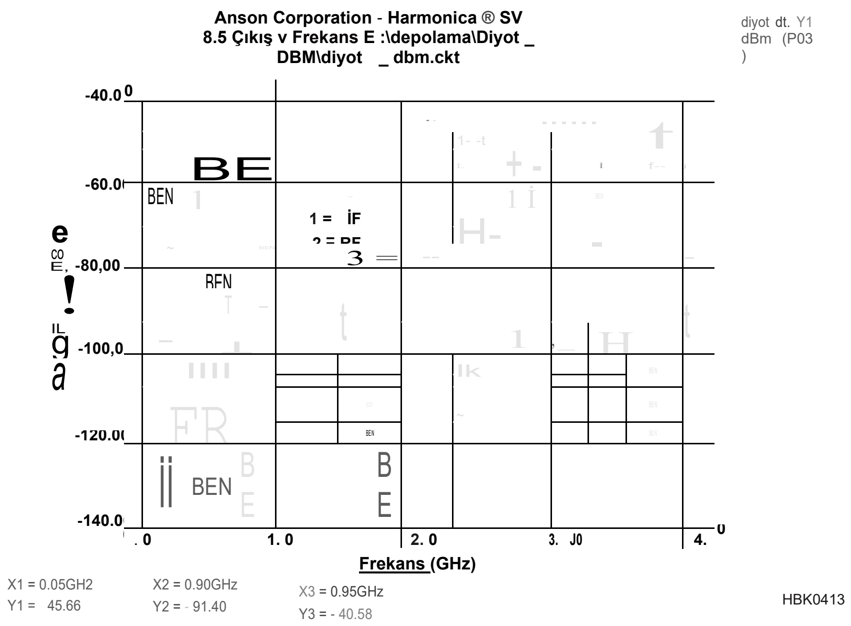
2 GHz'e kadar çalışan İnexpensive karıştırıcılar en yaygın olarak # 36 ve # 32 arasında bir tel boyutundan yapılmış bükülmüş trifilar (threewire) sargıları kullanır. Telin birim uzunluğu başına büküm sayısı, bir sargının karakteristik empedansını belirler. Bükülmüş teller iletim hatlarına benzer. İletim hattı etkisi, bir transformatörün frekans aralığının üst ucunda baskındır .

PRACTICAL DIODE DBMS

Önemli DBM spesifikasyonları, gerekli İF bant genişliği boyunca dönüşüm kaybı ve genlik düzlüğünü içerir; Dönüşüm kaybının giriş frekansı ile değişimi; Dönüşüm kaybının LO sürücüsüyle, 1-dB sıkıştırma - noktasıyla değişimi; LO-RF, LO-İF ve RF-İF izolasyonu; İntermodülasyon ürünleri; Gürültü rakamı (genellikle dönüşüm kaybının 1 dB'si içinde); Port SWR; RF, LO ve İF portları arasındaki izolasyonla doğrudan ilgili olan de offset. Bu parametrelerin çoğu diğer karıştırıcı türleri için de geçerlidir. **Almak 12.31**

Diyot DBM'lerinin Dönüşüm Kaybı

Şekil 12.29B, tipik bir DBM'de ara frekansa karşı dönüşüm kaybını göstermektedir. Eğriler iki sabit için dönüşüm kaybını gösterir



Şekil 12.30 - Dört LO harmoniği ile simüle edilmiş diyot-DBM çıkış spektrumu değerlendirildi. İstenilen çıkış ürünlerinin (en yüksek iki ürün, RF - LO ve RF + LO), karıştırıcının RF girişinin (-40 dBm) altında 5 ila 6 dB seviyesinde ortaya çıktığını unutmayın. Bu, 5 ila 6 dB'lik bir karıştırıcı dönüşüm kaybını gösterir. ***(Serenat SV8.5*** **simülasyonu.)**

RF bağlantı noktası sinyalleri, biri 100 kHz'de ve diğeri 500 MHz'de, LO frekansını 100 kHz'den 500 MHz'e değiştirirken.

Şekil 12.30, bir diyot DBM'nin simüle edilmiş çıkış spektrumunu grafikler. RF girişinin (900 MHz) -40 dBm ve istenen İF çıkışının (51 MHz, RF ve LO sinyalleri arasındaki frekans farkı) --46 dBm olduğunu ve 6 dB'lik bir dönüşüm kaybına işaret ettiğini unutmayın. Neredeyse aynı değer (5 dB), iki yönlü sinyallerin (RF + LO) toplamı için geçerlidir. Bir diyot DBM'nin dönüşüm kaybını, gürültü rakamını ve intermodülasyonunu, LO sürücüsünü diyotlarını tam ve hızlı bir şekilde açmak için yeterince yüksek tutarak en aza indiriyoruz. Bir mikserin LO seviyesini, anahtarlama cihazlarını tamamen açmak için yeterli olanın ötesine geçirmek, performansı daha da artırmadan daha fazla LO gücü dağıtmalarını sağlar .

İnsufficient LO sürücüsü, artan gürültü rakamı ve dönüşüm kaybına neden olur. İMD de artar, çünkü RF-port sinyalleri LO seviyesi çok düşük olduğunda karıştırıcı diyotla...

APPLYNG DIODE DBMS

İlk bakışta, bir diyot DBM uygulamak kolaydır: DBM'nin RF'sine frekans kaydırmak istediğimiz sinyalleri (Mini Devreler için-10 dBm gibi karıştırıcının teknik özelliklerinde aranan maksimum seviyede veya altında SBL-1 ve TUF-3 ve Synergy Microwave S-1, popüler 7 dBm LO güç parçaları) besliyoruz port, frekans değiştirme sinyalini besle (at Uygun seviye) LO portuna ve mikserin İF portundan toplam ve fark ürünlerini çıkarın.

Bununla birlikte, bundan daha fazlası var, çünkü diyot DBM'leri (diğer çoğu modem karıştırıcı türüyle birlikte) *sonlandırmaya duyarlıdır. Yani, portları* - özellikle İF (çıkış) portları - uygun empedans ile rezistif olarak sonlandırılmalıdır (genellikle 50 © 2, rezistif). Bir geniş bant, dirençli çıkış sonlandırması, bir mikser uygulamaların alınmasında maksimum dinamik aralığına ulaşmak için özellikle önemlidir. Böyle bir yük şu şekilde elde edilebilir:

- Karıştırıcıyı 50-92 direnç orattenuatorpadinde sonlandırmak (uygulamaların alınmasında genellikle kaçınılan bir teknik, çünkü doğrudan sistem gürültü rakamını düşürür);
- Mikseri, geniş bantlı dirençli giriş empedansı sergilemek üzere tasarlanmış, düşük gürültülü, yüksek dinamik aralıklı bir mikser sonrası amplifikatör ile sonlandırmak; veya
- Karıştırıcıyı bir *diploxer içinde sonlandırmak,* girişinde iki uçlu bir dirençli yük olarak görünen, istenmeyen çıkışları dirençli bir şekilde dağıtırken ve istenen çıkışları sonraki devrelere geçirirken frekansa duyarlı bir sinyal ayırıcı.

Sonlandırmaya duyarsız karıştırıcılar mevcuttur, ancak bu etiket yanıltıcı olabilir. Bazı sonlandırmaya duyarsız karıştırıcılar, entegre bir karıştırıcı sonrası amplifikatör ile paketlenmiş sonlandırmaya duyarlı bir karıştırıcıdan başka bir şey değildir. Gerçek sonlandırmaya duyarsız karıştırıcılar Daha az yaygın ve çok daha ayrıntılı. Amatör inşaatçılar, bir diplexer, mikser sonrası amplifikatör veya her ikisi ile bağlantılı olarak mevcut olan birçok mükemmel sonlandırmaya duyarlı mikserden birini kullanacaktır.

Şekil 12.31, bir diplexer uygulamasını göstermektedir. Bu yaklaşımla, L 1 ve C 1, İF'deki diploexers giriş ve çıkış terminalleri arasında düşük empedans sunan, istenen İF'de rezonans yapan seri ayarlı bir devre oluşturur. L2 ve C2 tarafından oluşturulan yüksek empedanslı paralel ayarlı devre de istenen İF'de rezonansa girerek, istenen enerjiyi diploxerin 50-2 £ yük direnci olan Rl .

Önceki örneğe *bandpass diplexer denir. Şekil* **12.32** başka bir tip göstermektedir: her indüktör ve kapasitör 3-dB kesme frekansında bir reaktans 0f 70.7 9 olduğu bir yüksek geçiş/düşük geçiş diploexer. İt, bir "fark" karıştırıcısından (İF'nin sinyal frekansı ve LO arasındaki fark olduğu bir karıştırıcı) sonra, istenen İF ve görüntü frekansı yeterince ayrı ise, görüntü gücü ağın 51-9 direncine "atılır". (Bir "toplama" karıştırıcı için - İF'nin istenen sinyal ve LO'nun toplamı olduğu bir karıştırıcı - 50-92 rölanti yük direncini ve diplexerin "50-0 Amplifikatör 'bağlantısını değiştirir.)

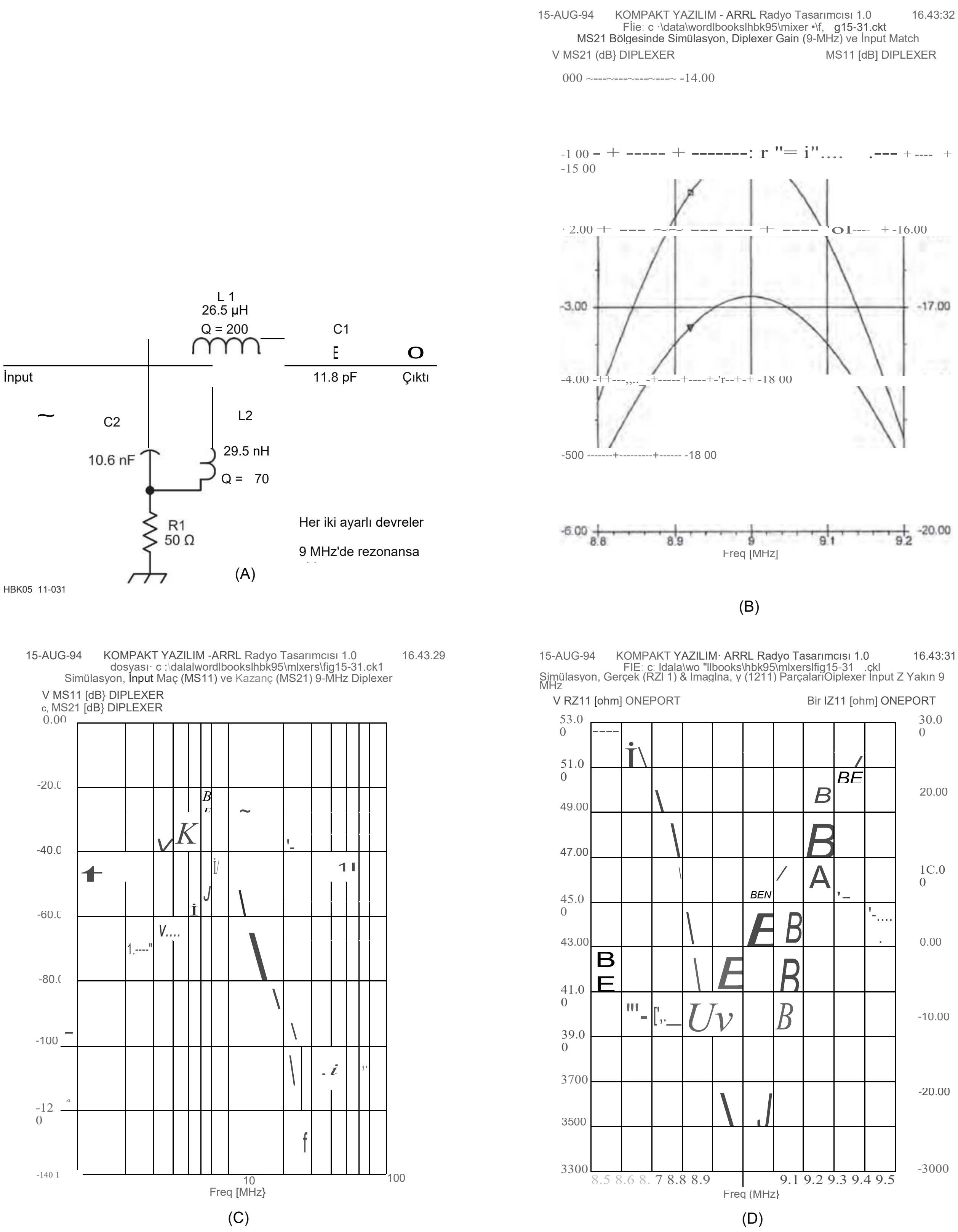
Şekil 12.33, Wes Hayward, W7ZOI ve John Lawson, K5IRK tarafından popüler hale getirilen bir BJT mikser sonrası amplifikatör tasarımını göstermektedir. RF geri bildirimi (1-kn direnci aracılığıyla) ve yayıcı dejenerasyonu (ac-bağlanmış 5.6-02 yayıcı direnci), sahnenin giriş empedansını 50 9'a yakın ve geniş bir bant genişliği boyunca eşit şekilde dirençli tutmak için birlikte çalışır. Şekil 10.28 devresi ile karşılaştırılabilir performans, **Şekil 12.34'te gösterildiği gibi paralel 2N3904s kullanılarak MF ve HF'de elde edilebilir.**

DBM ile Faz Algılama

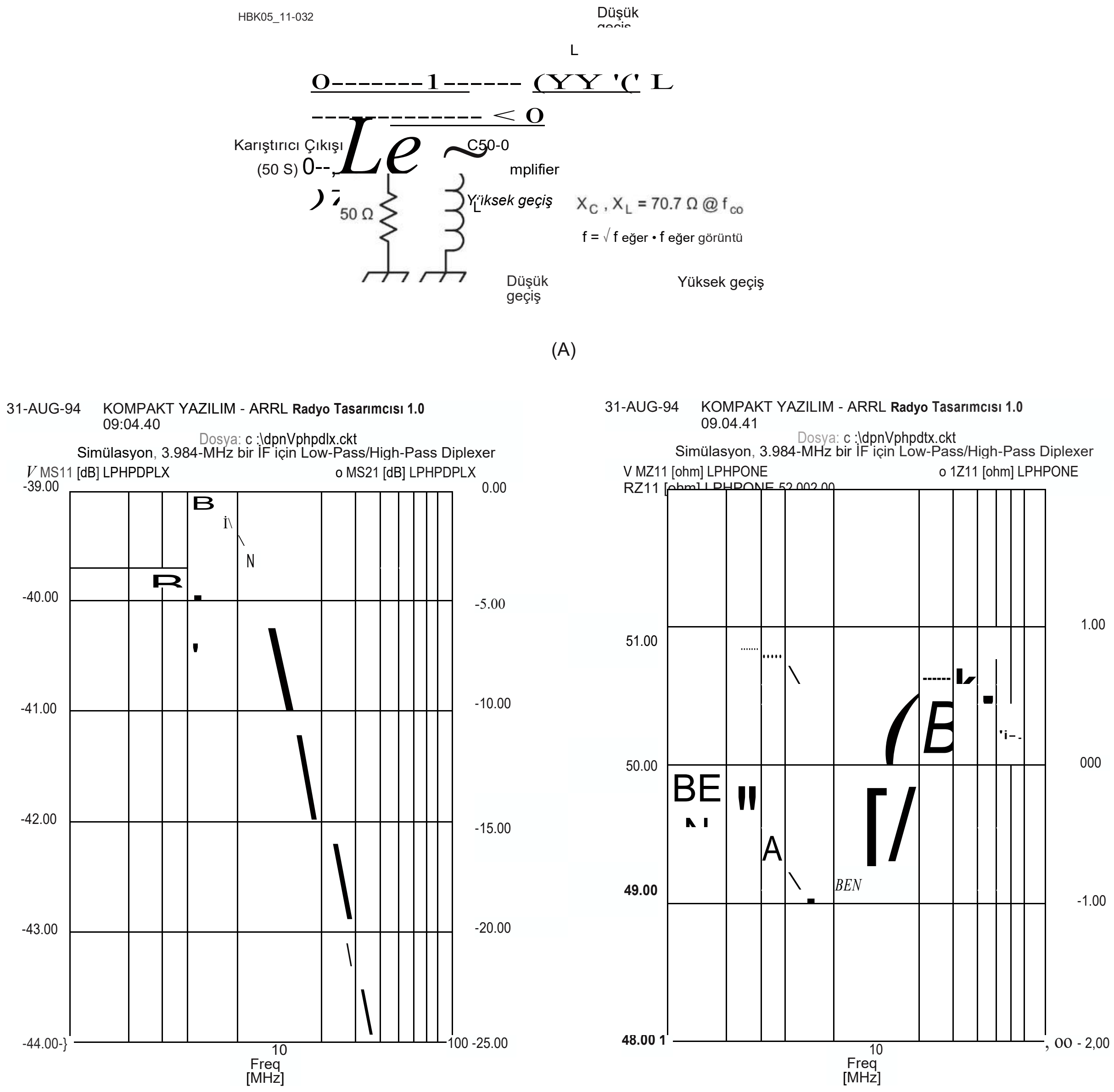
Kuadratür tespiti araştırmamızda gördüğümüz gibi, aDBMsLO veRF portlarına eşit frekansta iki sinyal uygulamak, sinyallerin faz farkının kosinüsü ile orantılı bir IF-port de çıkışı üretir **(Şekil 12.35).** Bu, DBM'nin elbette bir de-coupled İF portuna sahip olduğunu varsayar. Eğer olmazsa - ve bazı DB Ms yok - faz dedektörü işlemi bitti. Herhangi bir de çıkış ofseti bu işleme hata getirir, bu nedenle kritik faz belirleme uygulamaları bu hizmet için optimize edilmiş düşük ofset DBM'leri

12.4.4 Aktif Karıştırıcılar

Diyot DBM'lerini derinlemesine ele aldık çünkü homebrew projelerinde kullanım kolaylığı, yüksek performans ve 50-0 sistemlerine doğrudan bağlantı için uygunlukları onları amatör inşaatçılar için çekici kılıyor. Yüksek kaliteli üretimin bol mevcudiyeti -



Şekil 12.31 – Bir diplexer, istenen frekanslarda enerji geçirirken istenmeyen frekanslarda enerjiyi dirençli bir şekilde sonlandırır. Bu bant geçişli **diploexer (A),** seçici bir geçiş elemanı olarak seri ayarlı bir devre kullanırken, yüksek-C paralel ayarlı bir devre, ağın sonlandırıcı direnci R1'in istenen frekans enerjisini dağıtmasını önler. *ARRL Radio Designer 1.0 ile diplexer cevabının bilgisayar simülasyonu,* diplexer'in ekleme kaybını ve 8.8 ila 9.2 MHz (B) ve 1 ila 100 MHz (C) arasındaki iyi giriş eşleşmesini karakterize eder; ve diploexerin giriş empedansının gerçek ve hayali bileşenleri, diploexerin çıkış terminalinde (D) 50-02 yük ile 8.8 ila 9.2 MHz arasındadır. L2-C2 devresinin yüksek-C, düşük-L doğası, C2'nin minimum endüktif olmasını gerektirir; 10,000-pF çipli bir kapasitör önerilir. Bu diplexer, Rohde ve Bucher tarafından *Communications Receivers: Principles and Design, 3rd Edition'da tanımlanmıştır.*



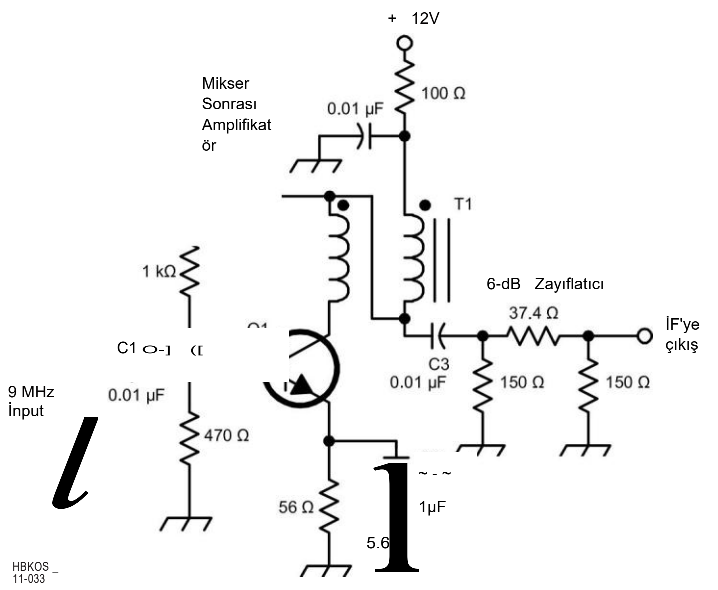
Şekil 12.32 - Bu yüksek geçişli/düşük geçişli diploexerdeki (A) tüm indüktörler ve kondansatörler, ayarlanmış **devrelerinin 3-dB kesme frekansında (İF ve İF görüntüsünün geometrik ortalaması) 70.7 n'lik bir reaktans sergiler. B ve C, 10.984-MHz bir LO kullanarak 7 MHz'i 3.984 MHz'e dönüştüren bir alıcıda kullanılmak üzere yapılandırılmış bu devrenin ARRL Radyo Tasarımcısı simülasyonlarını gösterir. İF görüntüsü 17.984 MHz'de ve 3-dB 8.465 MHz'lik bir kesme frekansı veriyor. Simülasyonda kullanılan indüktör değerleri bu nedenle 1.33 uH (25.2 MHz'de Q = 200) idi; Kapasitörler, 265 pF (Q = 1000). Bu çizim, İF görüntüsünün istenen İF'nin üzerindeki bir frekansta düştüğü bir alıcı için uygun olan rölanti yükünü ve "50-.2 Amplifikatör" bağlantılarını gösterir. İF görüntüsünün istenen İF'nin altına düştüğü uygulamalar için, 50-.2 rölanti yük direncini ve diplexer'in "50-n Amplifikatör" bağlantısını değiştirin, böylece rölanti yükü diplexer düşük geçişli filtreyi sonlandırır ve 50-92 amplifikatör yüksek geçişli filtreyi sonlandırır .**

Makul fiyatlarla türe diyot karıştırıcılar onları ev inşaat projeleri için mükemmel adaylar yapar. Diyot DBM'ler bir bütün olarak telekomünikasyonda yaygın olmasına rağmen, dönüşüm kayıpları ve nispeten yüksek LO güç gereksinimi genellikle - yüksek performanslı MF/HF Amatör Radyo alıcıları ve alıcı-vericileri üreticilerini diğer çözümlere yönlendirmiştir. Bu çözümler genellikle tek veya çift dengeli FET içerir

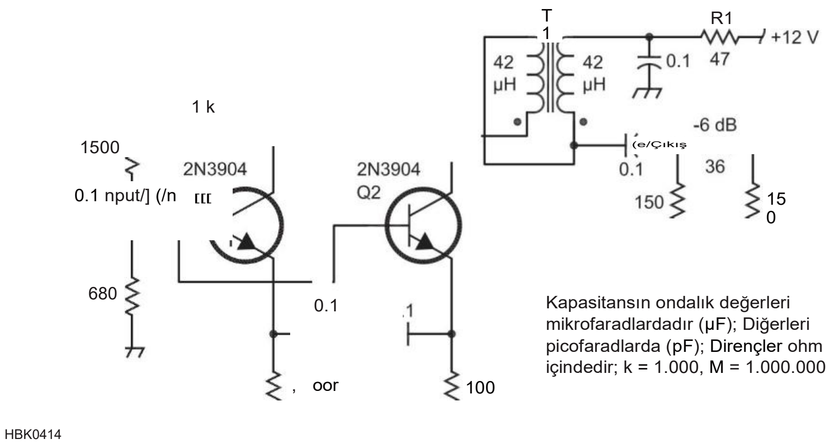
Mikserler - 1970'lerin sonlarında ve 1980'lerin başlarında MOSFET'ler, 1980'lerin başından bugüne kadar JFET'ler. Ulrich Rohde, Nl UL tarafından hazırlanan "Aktif Mikserlerin Performans Yetenekleri'adlı çeşitli aktif mikser formları arasındaki farklılıkları araştıran kapsamlı bir makale, bu *El Kitabına eşlik eden indirilebilir ek bilgilere dahil edilmiştir.*

JFET tasarımlarının çoğu, tanıtılan tek dengeli bir karıştırıcı devresinin varyasyonlarıdır.

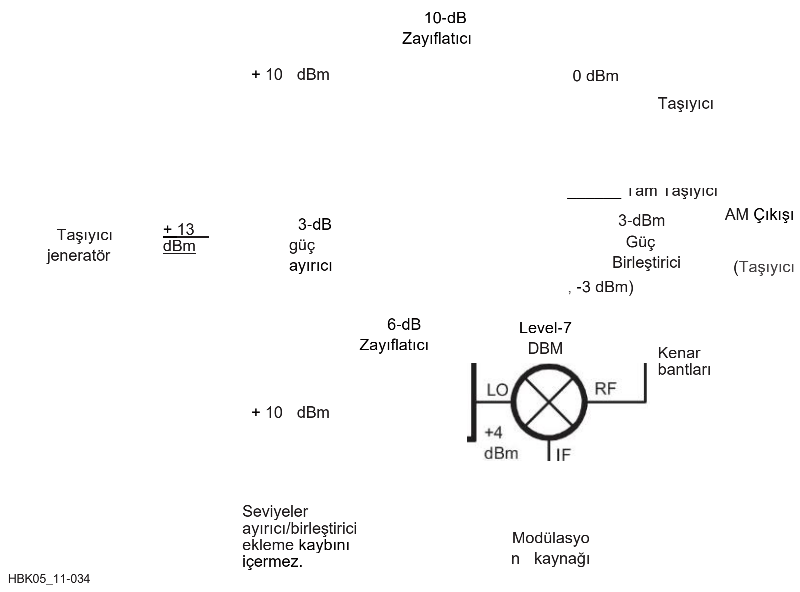
1970 yılında QSTreader'lara. **Şekil 12.36,** William Sabin tarafından "The Solid-State Receiver", *QST,* Temmuz 1970'te sunulduğu gibi devreyi göstermektedir. İki 2N4416 JFET, basmalı RF girişi ve paralel LO sürücüsü ile ortak kaynaklı bir yapılandırmada çalışır. **Şekil 12.37,** ICOM IC- 765 alıcı-vericisinde uygulanan benzer bir devreyi göstermektedir. Bu versiyonda, JFET'ler (2SK125s) ortak geçitte çalışır, LO a220-0 boyunca uygulanır



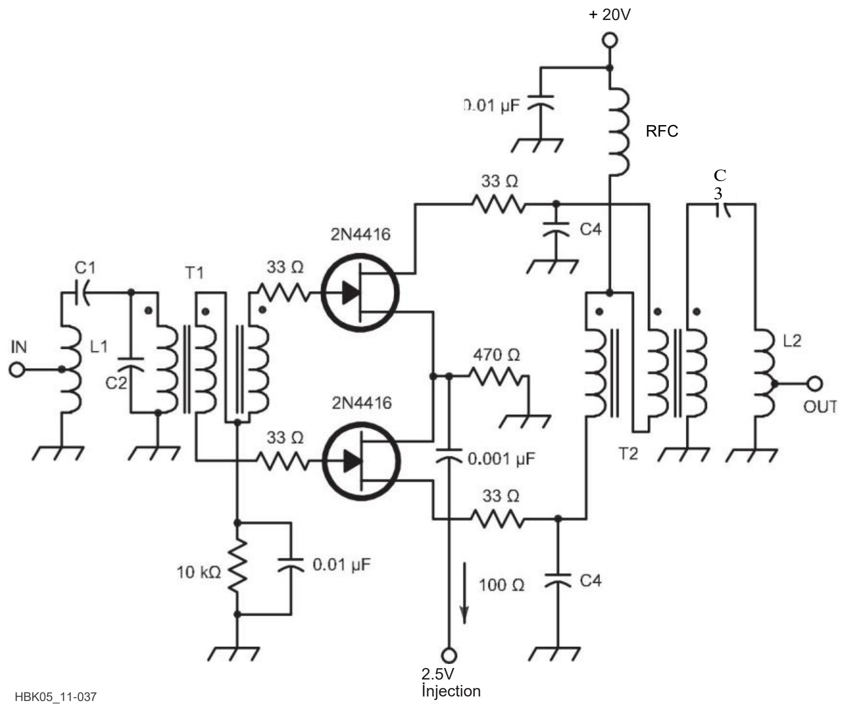
Şekil 12.33 - Hayward ve Lawson'un "Aşamalı İletişim Alıcısı'ndan (Kasım *1981 QS7) mikser sonrası amplifikatör.* Zayıflatıcı pedin 6-dB kaybı da dahil olmak üzere bu amplifikatörün kazancı yaklaşık 16 dB'dir; Gürültü rakamı, 4 ila 5 dB; Çıkış kesişim noktası, 30 dBm. Bir kristal filtre amplifikatörü takip ederse 6-dB zayıflatıcı gereklidir; Ped, amplifikatörü filtrenin yüksek reaktif giriş empedansından ayırır. Bu devrenin giriş eşleşmesi
4 MHz'in altında 50 n, 0.01-µF kapasitörler C1, C2 ve C3'ün düşük endüktanslı 0.1-µF üniteleriyle değiştirilmesiyle geliştirilebilir (çip kapasitörleri tercih edilir). Q1, aTO-39 CATV tipi bipolar transistör, f = 1 GHz veya daha büyüktür (2N3866, 2N5109, 2SC1252, 2SC1365 veya MRF586 uygundur.) Bu transistörde küçük bir soğutucu kullanın. T1 bir geniş bant ferrit transformatördür, = sarma başına 42 µH: FT 37-43 çekirdek üzerinde # 28 emaye telin 10 bifiler dönüşü .



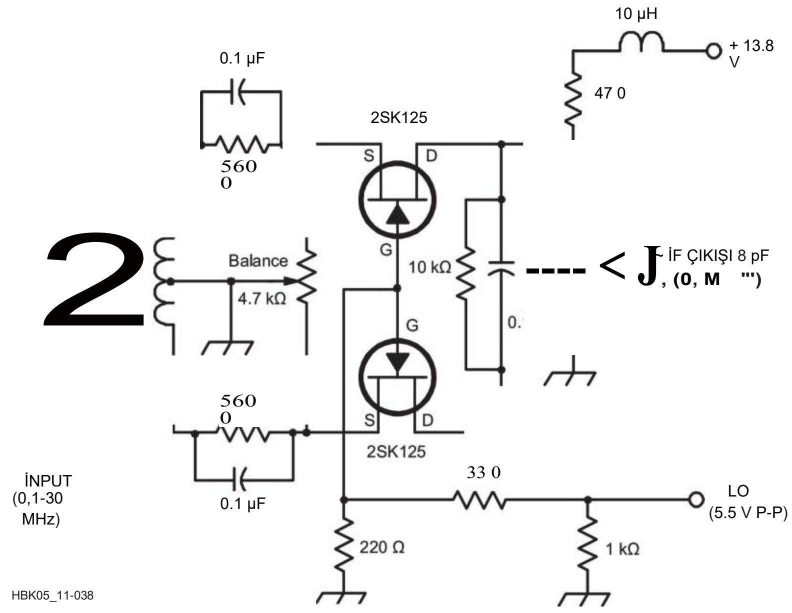
Şekil 12.34 - MF ve HF'de, BJT 2N3904 paralel olarak, Şekil 12.33 devresiyle karşılaştırılabilir performans sağlayabilir. Cihaz ayakta akım, burada çifti için "30 mA olarak ayarlanır. Ayrışma direnci R1 değeri bu küçük kritik
Değerindeki değişiklikler, 2N3904'lerin önyargı noktasında nispeten büyük bir değişikliğe neden olur. Bu devre, Hayward, Campbell ve Larkin tarafından *RF Tasarımında Deneysel Yöntemlerde tanımlanan "EZ-90 Alıcı'nın bir parçasıdır.*



Şekil 12.35 - Bir diyot DBM ile tam taşıyıcı AM üretmek. Bu tekniği kullanan pratik bir modülatör, *RF Tasarımında Deneysel Yöntemler'de açıklanmıştır.*



Şekil 12.36 - İki 2N4416 JFET, bu karıştırıcı devresinde Sabin, *QST,* Temmuz 1970'ten itibaren yüksek dinamik aralık sağlar. L 1, C1 ve C2 giriş ayarlı devreyi oluşturur; L2, C3 ve C4 mikser çıkışını İF'ye ayarlar. Trifilar giriş ve çıkış transformatörleri geniş bant iletim hattı tipleridir.



Şekil 12.37 - ICOM İC-765'in tek dengeli 2SK125 mikseri, yüksek bir dinamik aralığa ulaşır (QS7T Ürün İncelemesine göre, önceden kapatılmış 14 MHz'de 10,5 dBm'lik bir IP-). 1980'lerin ve 1990'ların birçok ticari Amatör Radyo alıcı-verici tasarımında ilk alıcı karıştırıcı, bu şekilde bir çift 2SK125s veya benzer JFET kullandı.

Kapılar ve zemin arasındaki direnç.

HF-GHz aralığındaki aktif karıştırıcılar için mevcut teknoloji, ayrık cihaz tasarımlarını Analog Cihazlar AD8342 **(www. analog.com) gibi entegre tasarımlarla değiştirir.** Bir İC kullanmak, aktif cihazların eşleşmesini büyük ölçüde iyileştirir, devre dengesini iyileştirir. TheAD8342, 3,7 dB'lik bir dönüşüm kazancına, 12,2 dB'lik bir gürültü rakamına ve 22'lik bir giriş İP 3'üne sahiptir. 7 dBm. Cihaz tek voltajlı bir güç kaynağı ile çalışır ve dijital donanım ile arayüz için çok uygundur,

Karıştırıcı performansın ı test etme

Sinyal jeneratörleri kullanarak mikserler üzerinde uygun testler yapmak için, iki giriş portu ve bir zayıflatıcı arasında en az 40 dB izolasyona sahip bir hibrid kuplör gereklidir. DeMaw ve Collins tarafından Ocak 1981'de QST'de sağlanan test kurulumu, **Şekil'de gösterilmiştir 12.C1** Bunun için idealdir. * 14 MHz'e yakın çalışan iki sinyal jeneratörü hibrit kuplörde birleştirilir, daha sonra değişken bir - zayıflatıcı ile test altında (MUT) karıştırıcıdan izole edilir. LO, 5.0-5.5 MHz'lik bir VFO tarafından sağlanır ve başka bir değişken zayıflatıcı aracılığıyla MUT'a uygulanır. Çıkış başka bir zayıflatıcı ile izole edilir, amplifiye edilir ve analiz için bir spektrum analizörüne uygulanır .

Zayıflama izolasyon sağlamak için yeterli olmalıdır (en az 6 ila 1 0 dB gerekli) ve gerekli test için uygun ve belirli karıştırıcı cihaz için uygun olarak test (MUT) altında mikser sinyal seviyeleri ile sonuçlanır.

Gösterilen 2N5109 amplifikatör son derece yüksek kesişme noktası testleri için yeterli olmayabilir, çünkü bu aşama artık yüksek sinyal seviyelerinde şeffaf olmayabilir (doğrusal olarak çalışabilir). Stabilite testleri için, karıştırıcının dengesiz hale gelip gelmediğini kontrol etmek amacıyla karıştırıcının çıkışında reaktif bir ağın olması önerilir.

İki 14 MHz osilatör son derece düşük harmonik içeriğe ve çok düşük gürültü kenar bantlarına sahip olmalıdır. 1975 - *Elektronik Tasarım* makalesine dayanan Şekil 12.C2'de uygun bir osilatör devresi sağlanmıştır. * * - *Dr Ulrich L. Rohde, N1 UL*

* DeMaw, W1 FB ve Collins, AD0W, "Yüksek Dinamik Aralık için Modern Alıcı Karıştırıcılar", QST, Ocak 1981, p 19. * * U. Rohde, "Kristal osilatör düşük sağlar Gürültü ", Elektronik *Tasarım,* 11 Ekim 1975

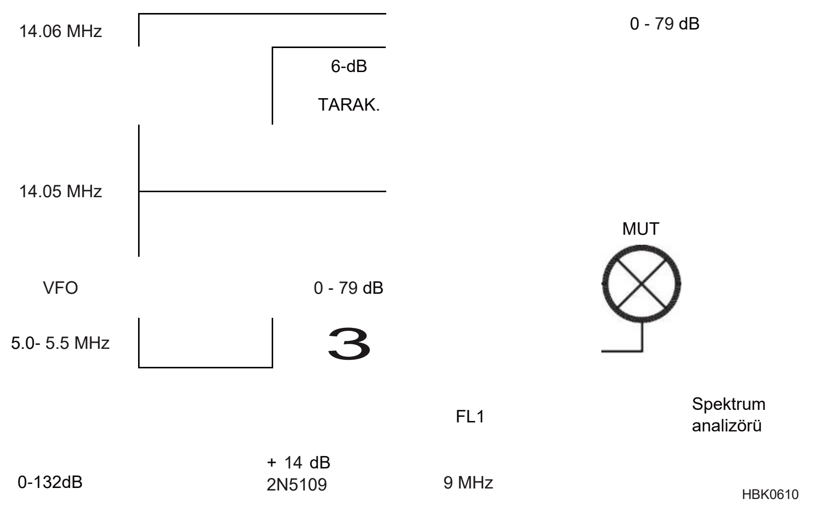
SDR uygulamaları gibi. HF ve VHF/UHF uygulamaları için referans devreleri cihazın veri sayfasında verilmiştir.

12.4.5 Tayloe Mikser

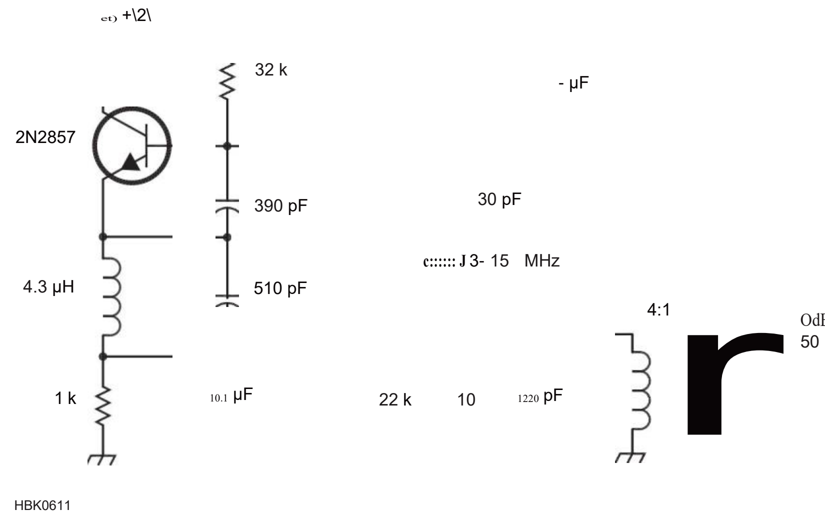
[Tayloe Ürün Dedektörünün aşağıdaki açıklaması (a. k. A. - Tayloe Mikser) Temmuz 2002 QEX makalesinden uyarlanmıştır, "Kitleler için Yazılım Tanımlı Radyo, Bölüm İ" Gerald Youngblood AC5OG, şimdi K5SDR tarafından. - Ed.]

Tayloe dedektörünün güzelliği (Tayloe - için referans listelerine bakın) hem tasarım zarafetinde hem de olağanüstü performansında bulunur. En basit haliyle, 10 $'dan daha düşük bir maliyetle sadece üç veya dört İC (daha az yerel osilatör) ile tam bir dörtgen aşağı konvertör oluşturabilirsiniz.

Şekil 12.38 Tayloe dedektörünün tek dengeli bir versiyonunu göstermektedir. Bu, taşıyıcı frekansa eşit bir hızda dönen dört konumlu bir döner anahtar olarak görselleştirilebilir. 50 £2 anten empedansı bağlandı



Şekil 12.C1 - HF'de mikser performansını ölçmek için ekipman kurulumu.



Şekil 12.C2 - Şekil 12.C1'de test edilen mikserin LO portunu sürmek için düşük gürültülü bir VXO devresi.

Rotora ve dört anahtar konumunun her biri bir *örnekleme kapasitörüne bağlanır.* Anahtar rotoru tam olarak RF taşıyıcı frekansında döndüğünden, her bir kondansatör, taşıyıcının genliğini döngünün tam olarak eşitlemesi için izleyecek ve daha sonra döngünün geri kalanı için değerini koruyacaktır. Dönen anahtar bu nedenle sinyali sırasıyla 0 °, 90 °, 180 ° ve 270 °'de örnekleyecektir .

Şekil 12.39'da gösterildiği gibi, antenin 50-Q empedansı ve örnekleme kapasitörleri, her bir anahtarın açık olduğu süre boyunca bir R-C alçak geçiren filtre oluşturur. Bu nedenle, her örnek kendi çeyrek döngüsü boyunca sinyalin integral veya ortalama voltajını temsil eder. Anahtar kapatıldığında, her örnekleme kapasitörü bir sonraki devrime kadar değerini koruyacaktır. Eğer RF taşıyıcısı ve dönen frekans tam olarak fazdaysa, her bir kapasitörün çıkışı, numunenin ortalama değerine eşit bir seviye olacaktır.

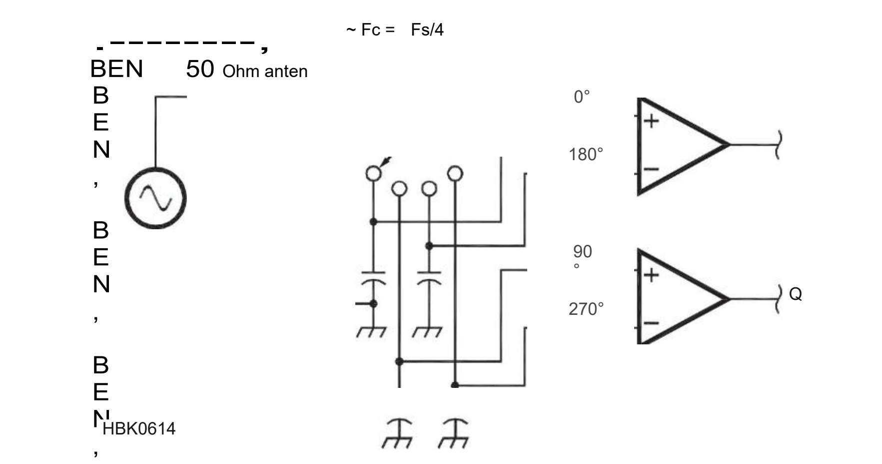
Eğer 0 ° ve 180 ° örnekleme kapasitörlerinin çıkışlarını bir op amp ile farklı şekilde toplamlarsak (bakınız Şekil 12.38), çıkış, anahtar dönüş frekansı taşıyıcı frekansa eşit olduğunda, ayrı ayrı örneklenen değerlerin değerinin iki katına eşit bir de voltaj olacaktır. İmagine, 6 dB gürültüsüz kazanç! Aynı durum 90 ° ve 270 ° kapasitörler için de geçerlidir. 0/180 ° toplamı *İ* kanalını, 90/270 ° toplamı ise bir dörtgen aşağı dönüşümünün Q kanalını oluşturur. (İ/Q modülasyonu hakkında daha fazla bilgi için Modülasyon bölümüne bakın .)

Taşıyıcının frekansını örnekleme frekansından uzaklaştırdıkça, ters çevirme fazlarının değerleri artık seviyeler olmayacaktır. Çıkış frekansı, baz bandına dönüştürülen tüm sinyal bileşenlerinin doğru bir şekilde gösterilmesini sağlamak için taşıyıcı ile anahtar dönüş frekansı arasındaki "vuruş" veya fark frekansına göre değişecektir.

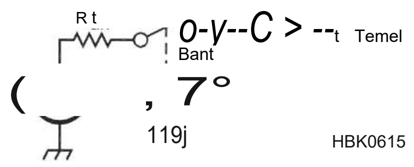
Şekil 12.40 basit, tek dengeli Tayloe dedektörü için şematiktir. İt, sinyali her birine değiştiren bir PI5V331, 1:4 FET demultiplexer'dan (bir analog anahtar) oluşur. 74AC74 çift flip-flop, demultiplexer çipine iki fazlı saat sağlamak için dörde bölünmüş bir Johnson sayacı olarak bağlanır. Örnekleme kapasitörlerinin çıkışları, - sırasıyla İ ve Q çıkışlarını oluşturmak için iki LTl 115 ultra-lownoise op amper aracılığıyla farklı şekilde özetlenir.

Antenin empedansının, aşağıdaki kazanç denkleminde gösterildiği gibi op-amp kazancı için giriş direncini oluşturduğunu unutmayın. Bu empedans gerçek antene göre önemli ölçüde değişebilir. Pratik bir alıcı olarak, karıştırıcıya sunulan empedansı stabilize etmek ve kontrol etmek için bir tampon amplifikatör kullanılmalıdır.

Her anahtarın görev döngüsü %25 olduğundan, RC ağındaki etkili direnç

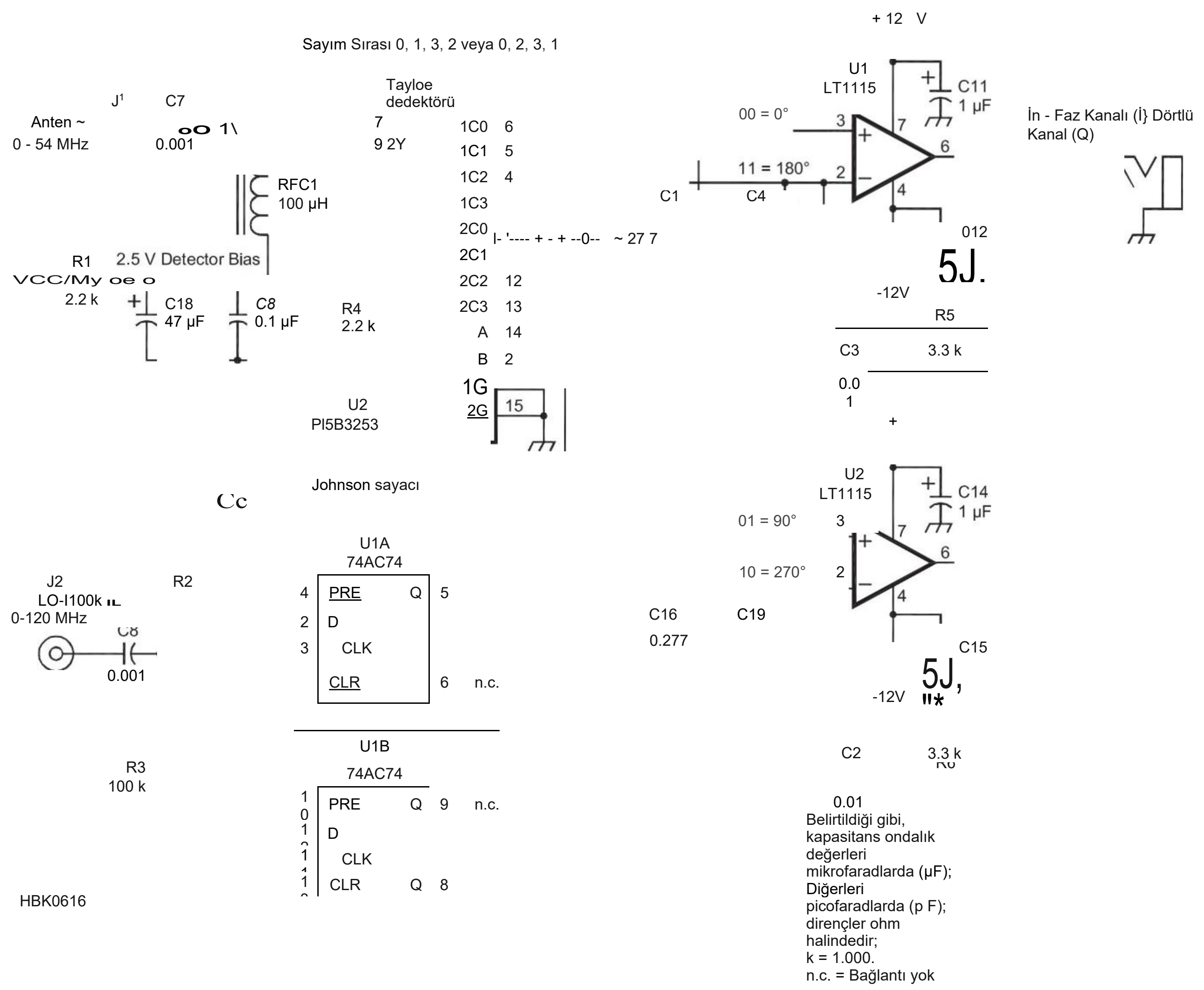


Şekil 12.38 - **Tayloe dedektörü: Anahtar, taşıyıcı frekansta döner, böylece her kapasitör, her devrimde bir kez sinyali örnekler. 0 ° ve 180 ° kapasitörler, faz içi (İ) sinyali sağlamak için farklı şekilde toplanır ve 90 ° ve 270 ° kapasitörler, kuadratür (Q) sinyalini sağlamak için toplanır .**



Şekil 12.39 - İzleme ve tutma örnekleme devresi: Tayloe dedektöründeki dört örnekleme kapasitörünün her biri bir RC izleme ve tutma devresi oluşturur. Anahtar açıldığında, kapasitör, ilgili çeyrek döngüsü boyunca taşıyıcının ortalama değerine şarj olacaktır. Kalan dörtte üç döngü boyunca, yükünü tutacak. Yerel osilatör frekansı taşıyıcı frekansa eşittir, böylece çıkış basebandda olacaktır.

Şekil 12.40 - **Tek dengeli Tayloe dedektörü.**



Anten empedansı op-amp kazanç formülünde dört ile çarpılır:

a- Br

^{4}R " mt

Örneğin, bir geri besleme direnci ile, Rs 3,3 k © ve anten empedansı, R't 50 92, giriş aşaması 1S'nin elde edilen kazancı :

G = 3300 = 16.5
4x50

Tayloe dedektörü ayrıca *dijital bir komütasyon filtresi olarak da analiz edilebilir (Kossor'un* referansına bakınız). Bu, aşağıdaki denklemin bant genişliğini belirlediği çok yüksek bir Q izleme filtresi olarak çalıştığı anlamına gelir:

BW. - 1 / Nn R'e O ,

Burada n, örnekleme kapasitörlerinin sayısıdır, Rant anten empedansıdır ve Cs, bireysel örnekleme kapasitörlerinin değeridir. Filtrenin Qdet'i:

G Qa * / pw < let

Burada f. merkez frekans ve BWe filtrenin bant genişliğidir.

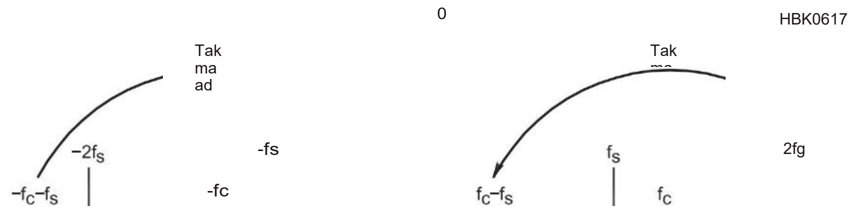
Örnek olarak, örnekleme kapasitörünün 0.27 µF ve anten empedansının 50 © 2 olduğunu varsayarsak, 4.001 MHz'lik bir çalışma frekansında BW ve Q aşağıdaki gibi hesaplanır :

BWdet = 1 / nx4 x50x (2,7x10 ") = 5895 Hz

0., - 1400110*_ 2375
< let 5895

Tayloe dedektöründeki gerçek kazanç, performansıdır. İt, *ideal komütasyon* karıştırıcısının minimum 3.9 dB'lik bir dönüşüm kaybına (gürültü rakamını belirleyen - RF Teknikleri bölümüne bakınız) sahip olduğunu belirtmiştir. Tipik yüksek seviyeli diyot karıştırıcılar, 0f 6-7 dB'lik bir dönüşüm kaybına ve kayıptan 1 dB daha yüksek gürültü rakamlarına sahiptir. Tayloe dedektörü, 1 dB'den daha az dönüşüm kaybına sahiptir. Bu nasıl olabilir? Bunun nedeni, gerçekten bir karıştırıcı değil, bir dörtlü iz tutma devresi şeklinde bir örnekleme dedektörü olmasıdır. Bu, tasarımın, karıştırmaya benzer olsa da, kendine özgü özelliklere sahip olan ayrık zamanlı örnekleme teorisine bağlı kaldığı anlamına gelir. Bir parça ve tutma aslında numuneler arasındaki sinyal değerini tuttuğundan, sinyal çıkışı asla sıfıra gitmez. (Örnekleme teorisi hakkında daha fazla bilgi için DSP ve SDR Temelleri bölümüne bakın.)

Bu, aliasing'in aslında bizim yararımıza kullanılabileceği yerdir. Tayloe dedektöründeki her anahtar ve kondansatör aslında örneklendiğinden



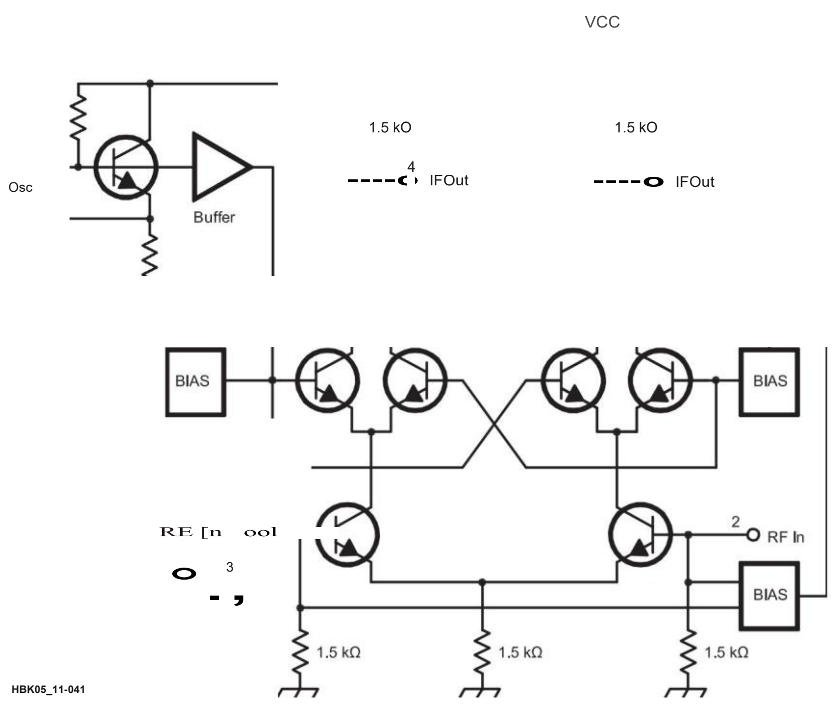
Şekil 12.41 - Tayloe dedektörü çıkışında alias toplama: Tayloe dedektörü sinyali örneklediğinden, toplam frekansı (f. + f _) ve görüntüsü (-f. - f _) ilk takma ad frekansında bulunur. Takma ad sinyalleri, geleneksel karıştırıcılarla ilişkili karıştırma ürünü kaybını ortadan kaldırmak için temel bant sinyalleriyle toplanır. Tipik bir karıştırıcıda, toplam frekans enerjisi filtreleme yoluyla kaybolur ve böylece cihazın gürültü rakamı artar .

RF sinyali her döngüde bir kez, takma ad frekanslarına ve Nyquist frekans aralığındakilere yanıt verecektir. Geleneksel bir doğrudan dönüşüm alıcısı olarak, yerel osilatör frekansı taşıyıcı frekansa ayarlanır, böylece fark frekansı veya İF, 0 Hz'de ve toplam frekans taşıyıcı frekansın iki katındadır. Normalde, düşük geçişli filtreleme yoluyla toplam frekansı kaldırırız, bu da dönüşüm kaybına ve gürültü rakamında karşılık gelen bir artışa neden olur. Tayloe detektöründe, toplam frekans, **Şekil 12.41'de gösterildiği gibi ilk takma ad frekansında bulunur.** Bir takma adın gerçek bir sinyal olduğunu ve çıktıda bir temel bant - sinyali gibi görüneceğini unutmayın. Bu nedenle, takma ad ekler

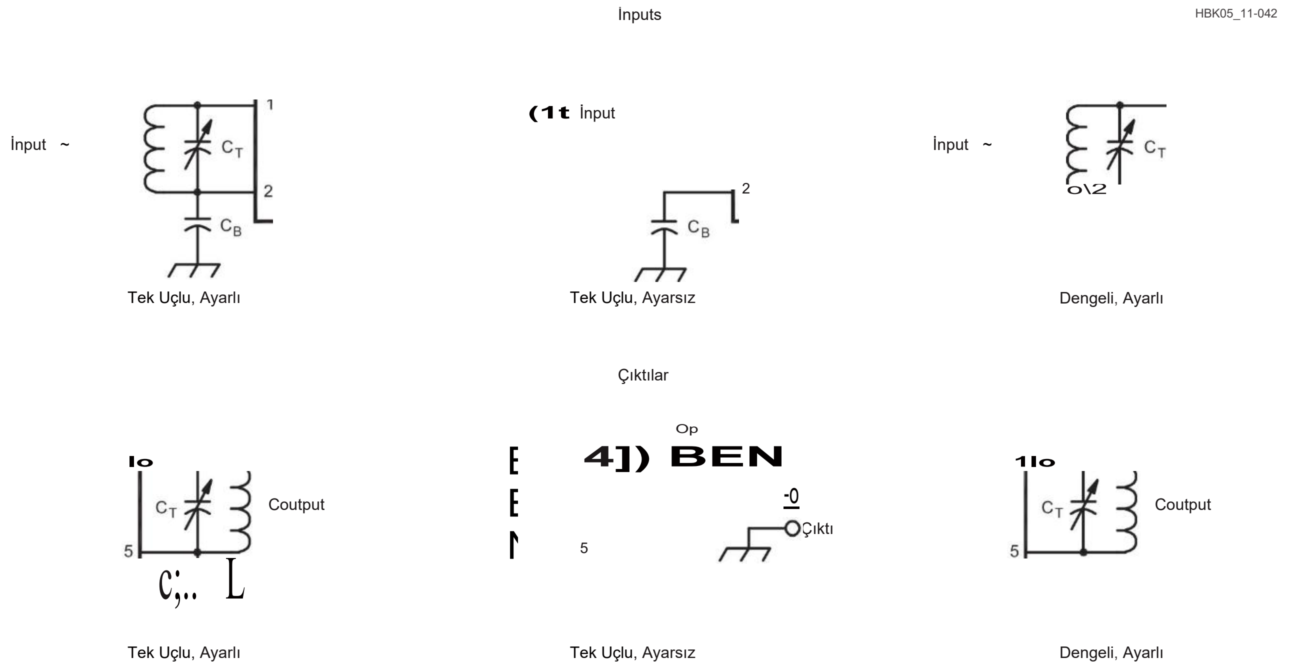
Teorik olarak kayıpsız bir dedektör için temel bant sinyali. Gerçek hayatta, anahtarın direnci ve kusurlu anahtarlama süreleri nedeniyle diyafram kaybı nedeniyle genellikle 1 dB'den az hafif bir kayıp vardır.

12.4.6 NE602/SA602/ SA612 Gilbert Hücre Mikseri

1980'lerin ortalarında Philips NE602 olarak üretilen NXP SA602/SA612 - mixeroscillator İC, alıcı mikserler, iletim mikserleri ve dengeli modülatörler için amatör deneycilerle büyük ölçüde popüler hale geldi. SA602/612 ° s karıştırıcı bir *Gilbert hücre* çarpanıdır. **Şekil 12.42** eşdeğerini gösterir



Şekil 12.42 - SA602/612'nin eşdeğer devresi, Gilbert hücresi kökenlerini ortaya koymaktadır.



Şekil 12.43 - SA602/612'nin giriş ve çıkışları tek veya çift uçlu (dengeli) olabilir. Dengeli konfigürasyonlar, ikinci dereceden İMD ve harmonik bozulmayı ve doğrudan dönüşüm hizmetinde istenmeyen zarf tespitini en aza indirir. C + indüktörünü rezonansa ayarlar; $_{C8\ bir}$ bypass veya de-bloke kondansatördür. Resimde görülen düzenlemeler olası tüm giriş/çıkış konfigürasyonlarını göstermez; Örneğin, dengeli, ayarlanmamış bir giriş veya çıkış elde etmek için merkeze bağlı bir geniş bant transformatörü kullanılabilir .

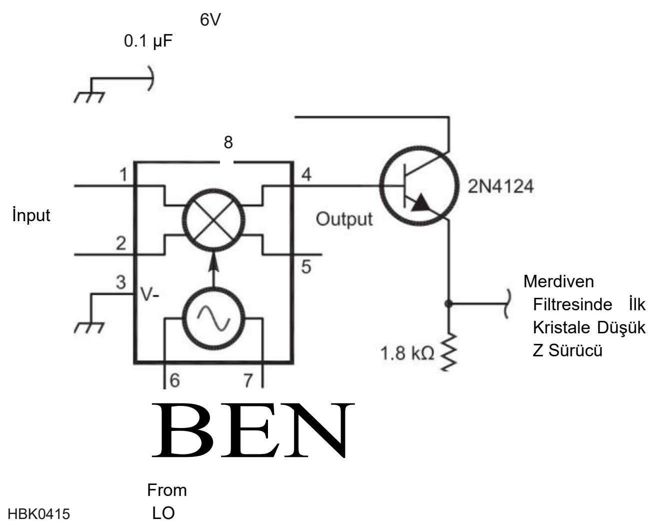
devre. Bir Gilbert hücresi, önyargı akımı giriş sinyallerinden biri tarafından kontrol edilen iki diferansiyel transistör çiftinden oluşur. Diğer sinyal diferansiyel çiftlerin bazlarını çalıştırır, ancak sadece bir diyot devresinde "önceden belirlenmiş" olduktan sonra. (Bu devre, sinyali diferansiyel çiftin doğal bozulmasına eşit ve zıt olarak bozar.) Elde edilen çıkış sinyali, giriş voltajlarının doğru bir şekilde çarpılmasıdır.

SA602/612A VARYANTS

SA602/612 hayata NE602/ SA602 olarak başladı. SA-önekli 602/612 parçaları, -NE-önekli eşdeğerlerinden daha geniş bir sıcaklık aralığında kullanılmak üzere belirtilmiştir. A soneki olmayan parçalar, A muadillerinden biraz daha düşük bir İP 3 spesifikasyonuna sahiptir. Pinout özdeş NE612A ve SA612A, daha geniş toleransların bir sonucu olarak 602 eşdeğerlerinden daha düşük maliyetlidir. Bu popüler kısmın tüm varyantları, çoğu "NE602" deneyci projesinde tatmin edici bir şekilde çalışmalıdır. Biraz daha az mikser kazancı pahasına biraz daha yüksek dinamik aralık için modifiye edilen aynı mikser/osilatör topolojisi, mikser/osilatör/FM İF yongaları NE/ SA605 (giriş İP, tipik olarak -10 dBm) ve NE/SA615 (giriş İP, tipik olarak -13 dBm) de mevcuttur.

SA602/612 KULLANIM NOTLARI

SA602/612'nin tipik akım tahliyesi 2.4

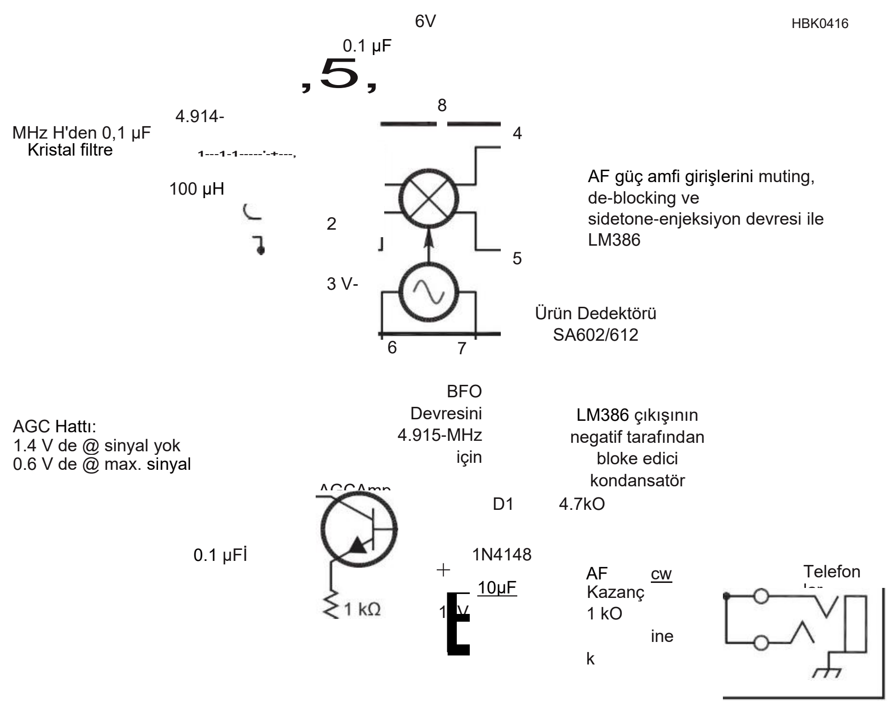


Şekil 12.44 - Bir SA602/612 mikserinin çıkışındaki bir NPN transistörü, 4.914-MHz bir kristal filtre için güç kazancı ve düşük empedanslı sürücü sağlar. Düşük reaktanslı bir kuplaj kapasitörü, de blokaj gerekliyse, yayıcı ile tahrik ettiği devre arasına eklenebilir. [Elecraft KX1 alıcı-vericisinden devre Wayne Burdick'in izniyle, N6KR]

8.0 V İts girişleri (RF) ve çıkışları (İF) tasarım gereksinimlerine göre tek veya dou hie uçlu (dengeli) olabilir **(Şekil 12.43).** Her girişin eşdeğer ac empedansı, 3 pF'ye paralel olarak yaklaşık 1.5 k'dir; Her çıkışın direnci 1.5 kn'dir. **Şekil 12.44** bir NPN transistör kullanımını gösterir

Bir kristal filtre için düşük empedanslı sürücü elde etmek için SA602/612 çıkış; **Şekil 12.45,** AGC'nin bir SA602/612 nasıl uygulanabileceğini göstermektedir.

SA602/612 mikseri tipik olarak 500 MHz'e kadar olan sinyalleri işleyebilir. 45 MHz'de gürültü rakamı tipik olarak 5.0 dB'dir; Tipik con -



Şekil 12.45 - Elecraft SA602/612 alıcı-vericisinden KX1 ürün dedektörü AGC. Wayne Burdick, N6KR tarafından tasarlanan bu devre ilk olarak Wilderness Radio SST alıcı-vericisinde D1'de eşzamanlı sinyal gösterimi ve düzeltme için kullanılan bir LED ile ortaya çıktı. Dedektörden önceki kristal filtre tarafından sağlanan seçicilik, kazanç azaltma ile artan dedektör bozulmasının etkilerini azaltmak için çalışır. [Devre Wayne Burdick, N6KR ve Bob Dyer, K6KK izniyle]

Sürüm kazancı, 18 dB. *Dönüşüm kaybı olan daha önce açıklanan diyot bazlı karıştırıcıların aksine, çoğu* Gilbert hücreli karıştırıcının dönüşüm *kazancı olduğunu unutmayın.* SA602/612'nin düşük akım tahliyesi göz önüne alındığında, giriş İP'si (60-kHz aralığı ile 45 MHz'de ölçülür) -15 dBm'de yararlı bir şekilde iyidir. Karıştırıcının dönüşüm kazancındaki faktoring, yaklaşık 3 dBm'lik eşdeğer bir çıkış İP'si ile sonuçlanır.

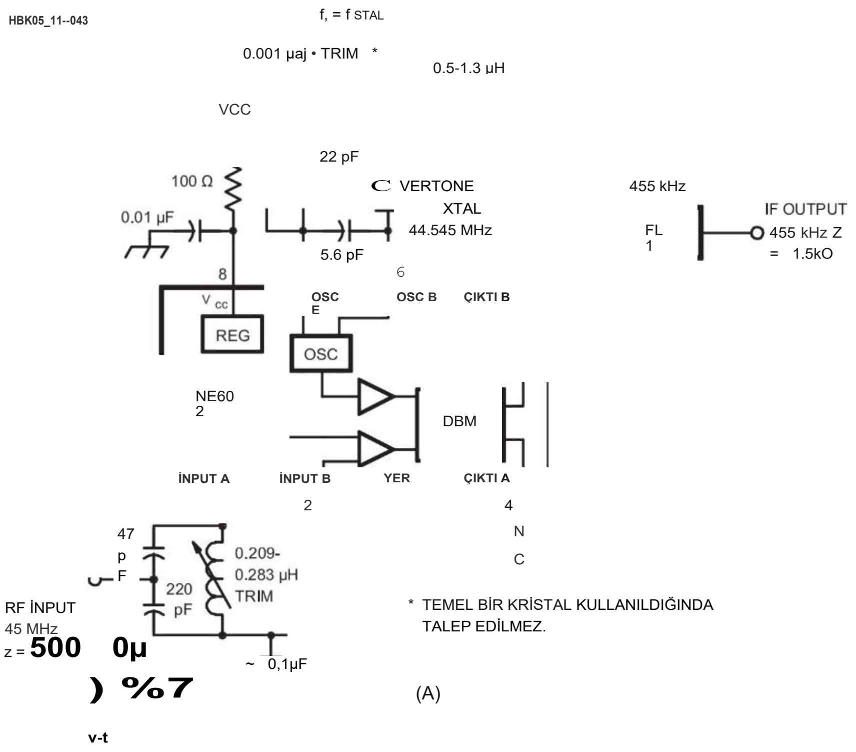
SA602/612'nin yerleşik osilatörü, LC ve kristal kontrollü konfigürasyonlarda 200 MHz'e kadar çalışabilir **(Şekil 12.46** üç olasılık göstermektedir). Alternatif olarak, harici bir LO'dan gelen enerji, bir de engelleme kapasitörü aracılığıyla çipin pin 6'sına uygulanabilir. Doğru mikser çalışması için en az 200 m VP-P harici LO sürücü gereklidir.

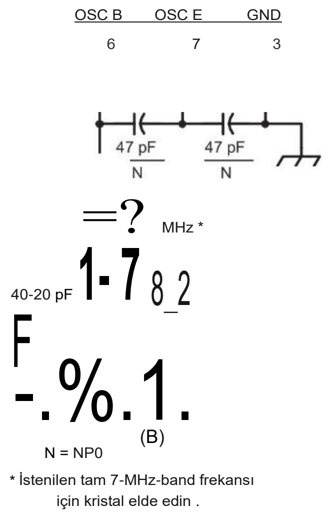
SA602/612 çift dönüşümde ikinci karıştırıcı olarak kullanılması amaçlanmıştır İlk İF'nin tipik olarak 45 MHz ve ikinci İF'nin tipik olarak 455 kHz olduğu FM hücresel radyolar. Böyle bir alıcının ikinci mikseri, - önceki birinci İF filtresinin yüksek seçiciliği tarafından sağlanan bitişik sinyal koruması nedeniyle dinamik aralık açısından nispeten zayıf olabilir. İlk karıştırıcı olarak kullanıldığında, SA602/612 80 ve 90 dB arasında iki tonlu bir üçüncü dereceden dinamik aralık sağlayabilir, ancak bu rakam büyük ölçüde azalır, sistemin gürültü rakamını iyileştirmek için SA602/612 önce ifa preamplifier kullanılır.

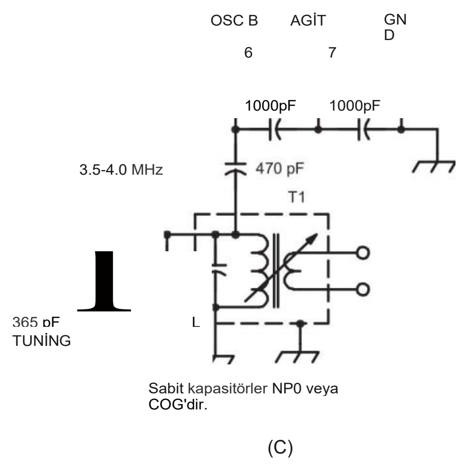
SA602/612 ikinci bir karıştırıcı olarak kullanıldığında, shouldnotexceedaboutl0dB.AnSA602/612 önceki kazançların toplamı, AGC kullanımı ve 602/612 ile onu süren İF şeridi arasında uygun zayıflama yoluyla aşırı yükten kaçınılması durumunda düşük bozulma (THD < %1) ürün dedektörü olarak kullanılabilir.

SA602/612 genellikle giriş gürültüsü ve yüksek frekanslarda azalan İMd performansı nedeniyle VHF ve yüksek frekanslı karıştırıcılar için iyi bir seçim değildir. Bununla birlikte, 6-dB gürültü rakamının ve 60 ila 70-dB dinamik aralık performansının yeterli olduğu uygulamalar vardır. Hedef - özellikleriniz bu sayıları aşarsa, VHF ve üstü diğer karıştırıcıları düşünmelisiniz.

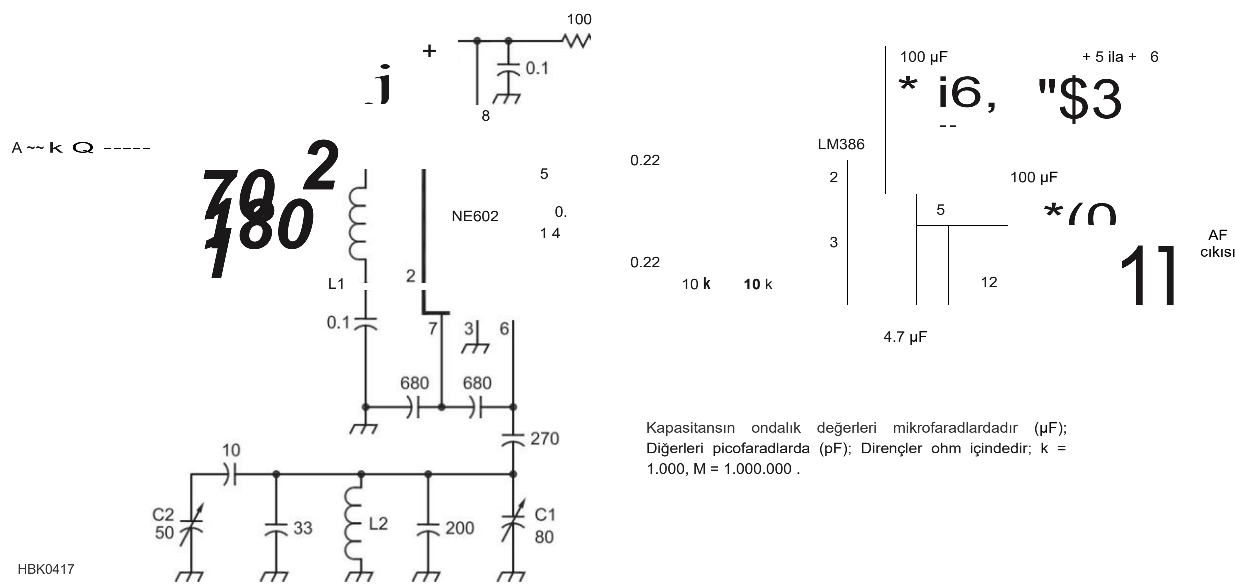
Şekil 12.47, 7-MHz l 2 ve yaygın olarak kullanılan SA602/6 AF güç amplifikatörü İC'ye dayanan tam LM386 doğrudan dönüşüm alıcısının şemasını göstermektedir. Bu tür basit ürün dedektörü tabanlı alıcılar bazen, alıcı LO'nun ayarlandığı yere bakılmaksızın, güçlü, tam taşıyıcıAM kısa dalga veya orta dalga yayın istasyonlarından gelen sesin duyulmasına neden olan arızi zarf algılamasından muzdariptir. RF zayıflaması ve/veya alıcı girişini çift veya üçlü ayarlı devre filtresi ile sınırlayan bant genellikle bu etkiyi duyulmazlığa indirebilir.







Şekil 12.46 - Üç SA602/612 osilatör konfigürasyonu: kristal overtone (A); kristal temel (B); Ve LC kontrollü (C). C'deki T1, 10.7-MHz bir İF trafosu, yeşil çekirdek, 7:1 dönüş oranı, Mouser Electronics bölüm no. 42IF123-RC.



Şekil 12.47 - 7-MHz dayalı NE602/SA602/612 bir doğrudan dönüşüm alıcısı. Bir veya iki aşamalı ses filtreleme ve iletim dönemlerinde muting aracı ile donatılmış olan böyle bir alıcı, MF ve HF'deki temel Amatör Radyo iletişimi için tamamen yeterlidir. L 1 ve L2 1.2 µH'dir. Bu alıcı, *RF Tasarımında Deneysel Yöntemlerde daha ayrıntılı olarak açıklanmıştır.*

12.5 Demodülasyon ve Algılama

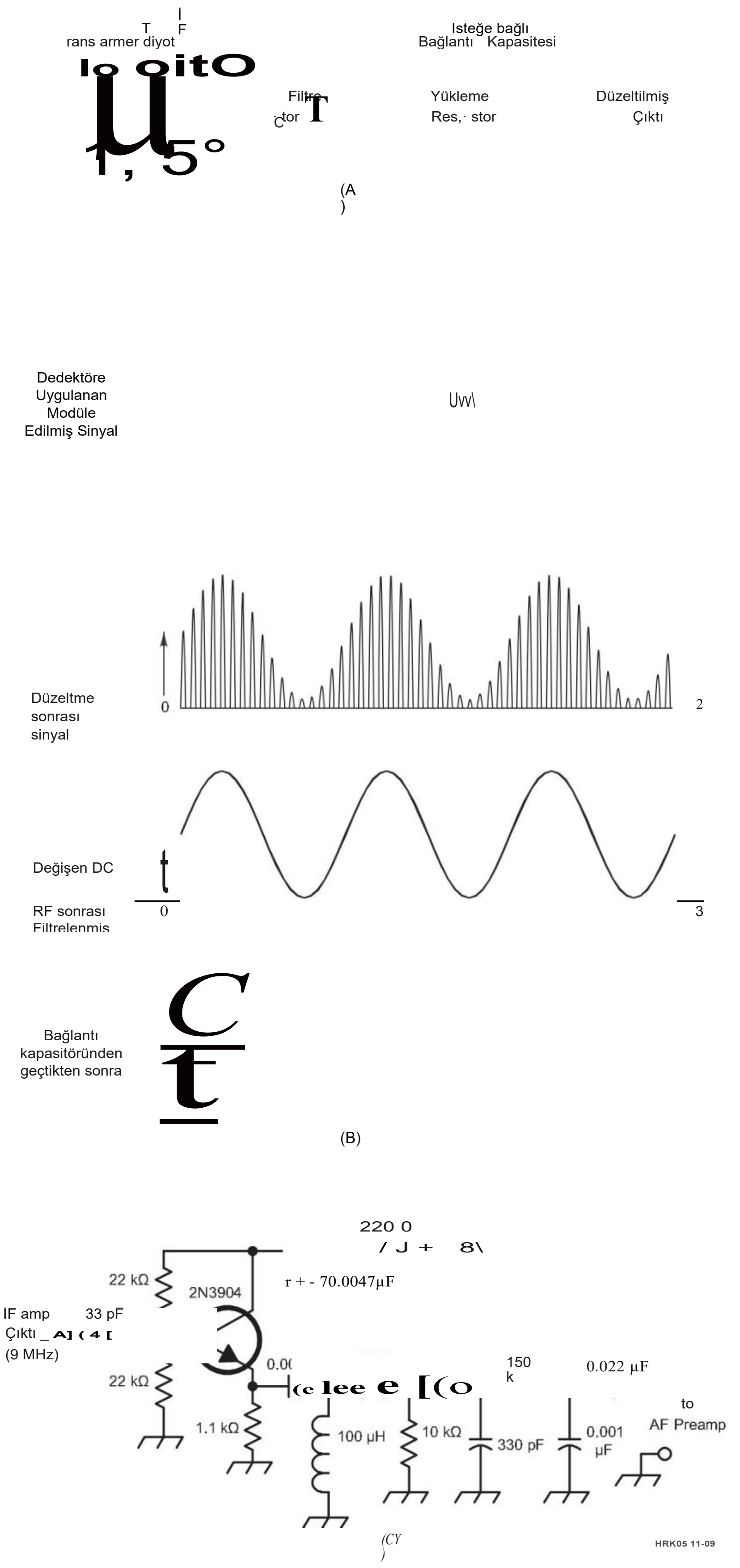
Bilgiyi radyo formundan orijinal formuna geri çevirmek - demodülasyon - geleneksel olarak *algılama olarak da adlandırılır.* Tespit etmek istediğimiz bilgi sinyali, yalnızca radyo alemine kaydırılan bir temel bant sinyal frekansından oluşuyorsa, "Mikser Matematiği: Çarpma Olarak Karıştırma" kenar çubuğuna göre çalışan hemen hemen her düşük distorsiyonlu frekans değiştirici, işi kabul edilebilir derecede iyi yapabilir.

Bazen bir radyo sinyalinin bilgisini, sinyali ara frekans kayması olmadan orijinal formuna geri kaydırarak kurtarırız. Bu doğrudan dönüşüm. Daha yaygın olarak, alınan bir sinyali ilk önce bir ara frekansa dönüştürürüz, böylece algılamadan önce onu yükseltebilir, filtreleyebilir ve seviye kontrolü yapabiliriz. Bu süperheterodin alımı.

Bununla birlikte, alıcı türü ne olursa olsun, alınan sinyal nihayetinde son bir karıştırıcıya veya demodülatöre (analog veya dijital) doğru ilerler ve bu da bilginin son çevirisini ses, video veya cihaz kontrolü veya bilgisayar işlemesi için uygun bir sinyal formuna tamamlar.

Bir heterodin alıcının son çevirisinde, gelen sinyal son bir RF sinyali ile karıştırılarak geri kazanılmış bilgi formuna dönüştürülür. Heterodin veya *ürün tespiti,* son frekans değiştirme sinyali bir BFO'dan gelir. Gelen sinyal enerjisi bir mikser giriş portuna gider, BFO enerjisi diğerine gider ve ses (veya istenen bilgi ne şekilde olursa olsun) sonuçlanır.

İn SDR alıcıları, işlem analog işlemin dijital eşdeğerini içerebilir veya başka bir matematiksel işlem kullanılabilir.



12.5.1 Zarf Algılama ve Tam Taşıyıcı AM

Eğer gelen sinyal tam taşıyıcı AM ise ve taşıyıcıyı bir ton olarak duymamıza gerek yoksa, istersek bu işlemi biraz değiştirebiliriz. Taşıyıcının kendisini, *zarf algılama adı verilen bir süreçte heterodyning enerjisini sağlamak için kullanabiliriz.*

Tam taşıyıcı bir AM sinyalinin *modülasyon zarfı,* modüle edici dalganın şekline karşılık gelir. Eğer türeyebilirsek

Şekil 12.48 - Radyonun en basit - demodülatörü olan diyot doğrultucu (A), frekans toplamları ve farklılıklar üretmek için taşıyıcı ve yan bantları çoğaltan bir anahtar görevi görerek bir AM sinyalini demodüle eder; bunlardan ikisi orijinal modülasyonun (B) bir kopyasına dönüşür. Modern alıcılar genellikle diyot dedektörleri (C) için düşük empedanslı sürücü sağlamak için bir yayıcı takipçisi kullanır.

Modüle edilmiş sinyal, modülasyon zarfına göre değişen bir voltaj, yan bantlarda bulunan bilgileri başarıyla kurtarmış olacağız. Bu işleme *zarf tespiti denir* ve modüle edilmiş sinyali bir diyot ile yarı dalga doğrultmaktan daha karmaşık bir şey yapmadan bunu başarabiliriz **(Şekil 12.48).**

Bir diyotun, taşıyıcısının yan bantlarıyla çoğalmasına izin vererek bir AM sinyalini demodüle etmesi, sadece "düzeltme'ye atfedilen diyot tespitini görmeye alışkın olanları yakalayabilir. Ama diyot kesinlikle - doğrusal değildir. İt akımı sadece bir yönde geçirir ve çıkış voltajı (limitler dahilinde) - giriş voltajının karesiyle orantılıdır. Bu doğrusal olmayışlar onun çoğalmasını sağlar.

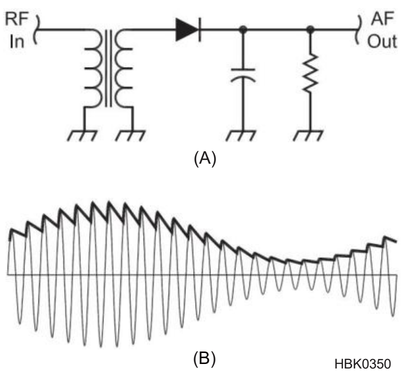
Bunu matematiksel olarak keşfetmek tam taşıyıcı AM ile sıkıcıdır, çünkü işlem üç özetlenmiş bileşeni (taşıyıcı, alt yan bant ve üst yan bant) kareler. Bir sayfanın daha iyi bir bölümünü cebirle doldurmak yerine, sonucu sözlü olarak karakterize edeceğiz: Bir DSB'yi "sadece düzelterek", tam taşıyıcı AM sinyali, bir diyot dedektörü üretir

- Doğru akım (taşıyıcının düzeltilmesi sonucu);
- Taşıyıcının ikinci bir harmonik;
- Alt kenar bandının ikinci bir harmonik;
- Üst kenar bandının ikinci bir harmonik;
- Her biri modüle edici dalga formunun frekansına eşdeğer olan ve her ikisi de kurtarılan bilgi sinyalini üreten iki fark frekanslı çıkış (üst kenar bandı eksi taşıyıcı, taşıyıcı eksi alt yan bant); ve
- Modüle eden dalga formunun ikinci bir harmoniği (iki yan bant arasındaki frekans farkı).

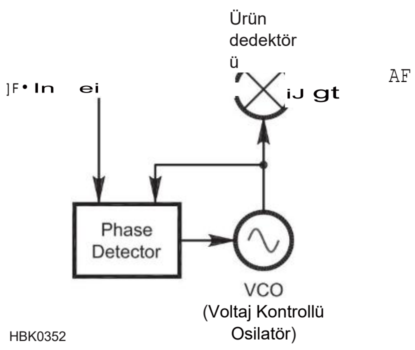
Bu ürünlerden üçü RF sinyalleridir.
Düşük geçişli filtreleme, bazen basit bir RC ağından biraz daha fazla, RF ürünlerini dedektör çıkışından çıkarabilir. Dedektör çıkış hattına sahip seri bir kapasitör, taşıyıcı kaynaklı de bileşenini bloke edebilir. Bu yapıldığında, sadece iki sinyal kalır: kurtarılan modülasyon ve daha düşük bir seviyede ikinci harmonik - başka bir deyişle, istenen bilgi sinyalinin ikinci harmonik bozulması.

12.5.2 AM Sinyallerini Algılama

Modüle edilmiş RF sinyalinin zarfının şeklinin modüle edici sinyalin şekliyle eşleştiğini unutmayın. (Bu sadece taşıyıcı ve her iki yan bant dahil tam AM için geçerlidir. Tek taraflı bir SSB sinyalinin zarfı, modüle edici sinyalin doğru bir şekilde çoğaltılması değildir, bu nedenle bir zarf dedektörü tarafından geri kazanılamaz.) Bu, olası bir demodülasyon yöntemini gösterir. Bir diyot dedektörü bir sinyal verir



Şekil 12.49 - Zarf dedektörü (A) olarak da bilinen basit bir diyot tipi AM dedektörü. Demodüle edilmiş çıkış dalga formu, RF sinyalinin (B) zarfı ile aynı şekle sahiptir. İn (B) ince çizgi, bir sinüs dalgası ile modüle edilmiş RF sinyalidir ve daha koyu çizgi, bazı artık RF dalgalanmaları ile demodüle edilmiş ses frekansıdır.



Şekil 12.50 - Senkron dedektörün blok diyagramı. Voltaj kontrollü osilatör (VCO), osilatörü gelen AM veya DSBRC sinyalinin taşıyıcı frekansına kilitleyen faz kilitli bir döngünün parçasıdır.

RF sinyalinin zarfıyla orantılı, orijinal modülasyonu geri kazanıyor. **Bakınız Şekil 12.49.** Kapasitör, RF dalgalanmasının çoğunu filtreleyecek kadar büyük olmalı, ancak daha yüksek ses frekanslarını zayıflatacak kadar büyük olmamalıdır.

AM ile ilgili bir problem, taşıyıcının genliği herhangi bir nedenle zayıflarsa, modülasyonun, özellikle %100 modülasyon (sıfır güç) noktasının yakınındaki negatif giden kısmın bozulmasıdır. Bu, *seçici solma adı verilen bir yayılma fenomeni nedeniyle olabilir.* İt, sinyal aynı anda alıcı antene yer dalgası ve gökyüzü dalgası gibi iki veya daha fazla yol üzerinden ulaştığında ortaya çıkar. İf farkı

İki yolun mesafesi, tek sayıda yarım dalga boyudur, daha sonra iki sinyal faz dışıdır. Eğer genlikler neredeyse aynı ise, iptal ederler ve derin bir solma meydana gelir. Dalga boyu frekansa bağlı olduğundan, solma frekans seçicidir. Düşük frekanslı - amatör bantlarda, iki kenar bandı hala duyulurken bir AM taşıyıcısının solması mümkündür.

Bir çözüm, taşıyıcıyı alıcıda yeniden üretmektir. Taşıyıcının kendisi modülasyon hakkında hiçbir bilgi taşımadığından, demodülasyon için gerekli değildir. İletilen sinyal standart bir tam taşıyıcı AM sinyali olabilir veya taşıyıcı bastırılabilir, bu da çift yan bant, bastırılmış taşıyıcı (DSB-SC) ile sonuçlanabilir. Taşıyıcıyı sinyalden yeniden üreten bir AM dedektörü, *senkron dedektör olarak bilinir. Genellikle* rejenere taşıyıcı osilatör, gelen taşıyıcıya kilitlenen faz kilitli bir döngünün (PLL) bir parçasıdır. **Bakınız Şekil 12.50. Senkron** dedektörler sadece seçici solmanın etkilerini azaltmakla kalmaz, aynı zamanda diyot dedektörlerinden daha doğrusaldır, böylece daha az bozulmaya sahiptirler. Bazı ticari kısa dalga yayınları, PLL tipi senkron dedektörlerle çalışmaya izin vermek için azaltılmış, ancak bastırılmamış bir taşıyıcı (DSB-RC) içerir.

1960'larda tek yan bandın ortaya çıkmasından bu yana, tam taşıyıcı çift yan bantlı AM, Amatör Radyo'da daha az popüler hale geldi. Bununla birlikte, birçok avantajı korumaktadır. Devrenin basitliğinden daha önce bahsetmiştik. Diğer bir avantaj, taşıyıcının varlığı nedeniyle, alıcıdaki otomatik kazanç kontrol sisteminin her zaman meşgul kalması ve sabit bir ses seviyesi sağlamasıdır. SSB'den farklı olarak, konuşmadaki her duraklama sırasında gürültü acelesi yoktur. Ayrıca ayarlama, SSB'den daha az kritiktir. Alıcı biraz hatalı ise "Donald Duck" sesi yoktur. Son olarak, bir AM sinyalinin ses kalitesi, iletim yolunda bir kristal filtresinin olmaması ve alıcıdaki daha geniş filtre nedeniyle genellikle SSB'den daha iyidir.

SDR AM KARE-HUKUK DEDEKTÖRÜ

(Bu bölüm Temmuz/Ağustos 2009 QEX sütunu SDR'den alınmıştır: W5IFS. ile basitleştirilmiştir) Tam taşıyıcı çift yan bant - sinyalini temel bant bilgisine dönüştürmemiz gerekiyor. Klasik AM demodülasyon yöntemlerinden biri *kare-yasa dedektörüdür.* Çok az cihaz, çok çeşitli sinyaller üzerinde gerçek bir kare yasa tepkisine sahiptir. JFET yaklaşıyor, ancak sınırlı bir menzile sahip. DSP ile, yalnızca DSP'nin işleyebileceği verilerin boyutuyla sınırlı olan bir kare yasa dedektörü uygulayabiliriz. Giriş için 16-bit veri kullanırsak, çarpanımızın 32-bitresult olması gerekir. Bu DSP için çok basit ve hızlı bir işlemdir.

Bir taşıyıcı, sin (y) ve iki yan bant, cos (x-y) ve cos (x + y) ile bir DSB-AM sinyaline kare-yasa yanıtı aşağıdaki gibidir :

Vue (1sin (y) + % cos (x-y) - % cos (x + y))? Trig özdeşlikleri uygulamak ve matematik üzerinde çalışmak :

Vue sin (y)? + sin (y) cos (x-y) -
Sin (y) cos (x + y) + % cos (x + y)? + ¼ cos 2 (x-y)

Vue = 4- % sin (2y) + % sin (x) +
½ sin (2y-x) - ½ sin (-x) - ½ sin (2y + x) +
% cos (2y + 2x) + % cos (2y + 2x)

Son olarak:

Vue 4 + 1 sin (x) - % sin (2y) +
½ sin (2y-x) - ½ sin (2y + x) +
% cos (2y + 2x) + % cos (2y-2x)

(Bu sonuç 32 bit olacaktır, ancak filtre matematiğimiz sadece 16 bit olmalıdır. Daha sonraki işlemler için sinyali tekrar menzile almak için sonucu 65536'ya bölebiliriz. Yazılım, bu sadece sonucu saklamadan önce alt 16 bit veriyi attığımız anlamına gelir.)

İstediğimiz sinyal sin (x), ancak önemli bir de bileşen (¾) ve taşıyıcı frekansın iki katına veya iki katına yakın bir sürü istenmeyen sinyalimiz var. Tek gerçek sorun, istenen ses sinyaline gerçekten yakın olduğu için de bileşenidir. De ve RF bileşenlerini çıkarmak için bir bant geçirgen filtre kullanmamız gerekiyor. De hariç hepsi istenen sesten uzak olduğundan, biz Nispeten basit bir bant geçiş filtresi kullanabilir.

12.5.3 SSB Sinyallerinin Demodüle Edilmesi

SSB sinyallerini almak ve demodüle etmek için kullanılan üç ana tekniğin (filtre, faz ve Weaver) tam bir tartışması **Modülasyon bölümünde bulunabilir**. Bu yöntemleri uygulayan pratik devrelerin örnekleri, indirilebilir ek bilgilerde sağlanan alıcı projelerine dahil edilmiştir.

HETERODYNE RECEIVERS

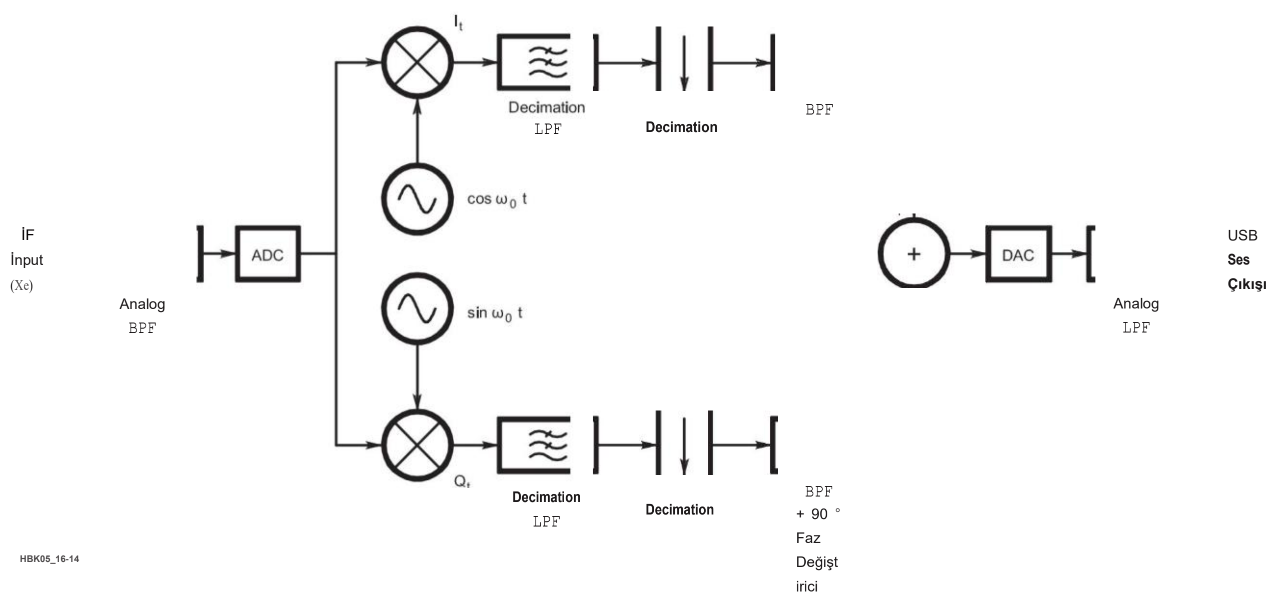
Bir AM senkron dedektöründe olduğu gibi, taşıyıcı bir süperheterodin alıcısında yeniden üretilir, ancak sadece bir yan bant - mevcut olduğundan, senkron dedektörün faz kilitli döngüsü (yukarıda açıklanmıştır) mümkün değildir. İnstead, dedektör *serbest çalışan bir beatfrequency osilatör (BFO) kullanır.* Dedektörün kendisine *ürün dedektörü denir, çünkü* çıktısı BFO ve SSB sinyalinin matematiksel ürünüdür. BFO, kurtarılan sesin bozulmasını önlemek için bastırılmış taşıyıcıyla aynı frekansa ayarlanmalıdır. Bu, yerel osilatörün (ana ayar kadranı) dikkatli bir şekilde ayarlanmasıyla yapılır, böylece ara frekansa dönüştürüldükten sonra, bastırılmış taşıyıcı BFO frekansı ile hizalanır. Bir analog heterodin alıcısında SSB sinyallerinin demodülasyonu bir ürün dedektörü veya eşdeğer bir teknik kullanılarak yapılmalıdır. Zarf algılama çalışmaz, çünkü dalga formu modüle edici dalga formunun şekline sahip değildir.

SDR RECEIVERS

SDRreceivers SSB ve diğer birçok mod için İ/Q quadrature demodülatör mimarisini kullanır. Bu teknik Modülasyon bölümünde tartışılmıştır. SSB için bir SDR demodülatörünün blok diyagramı **Şekil 12.51'de gösterilmiştir.** Bu özel sistem, -tersine SSB üretiminin aşamalı yöntemini göstermektedir. Rick Lyons'un "Tek Taraflı Demodülasyonun 'Aşamalı Yöntemini Anlamak" **(www.dsp related.com/showarticle/176.php) adlı mükemmel öğretici,** tekniği ayrıntılı olarak açıklar. Filtre yöntemi ve Weaver yöntemi, tasarımcılar tarafından kullanılan olağan yöntem olmasa da, bir İ/Q mimarisi ile de uygulanabilir.

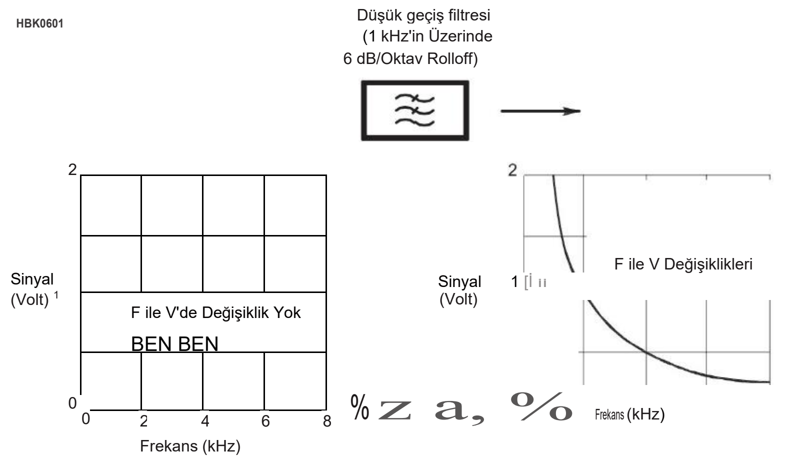
Bir quadrature İ/Q demodülatörü, yüksek frekanslı bileşenleri kaldırmak için filtrelenmiş düşük geçişli İi ve Qi sinyallerini üretir, daha sonra decimation kullanılarak aşağı dönüştürülür. İ ve Q kanalları, **DSP ve SDR Temelleri** bölümünde açıklandığı gibi Q kanalına uygulanan bir Hilbert transformatörü ile bant geçişi filtrelenmiştir. Elde edilen akışlar daha sonra Qchannel'in İ kanalından çıkarılması için birleştirilir. Bu, analog sese dönüştürülen USB sinyalini bırakır ve düşük geçişli filtrelenir .

Bir LSB sinyali alınıyorsa, İ ve Q kanallarını bir araya getirmek için DAC'den hemen önceki toplama sembolünü değiştirin. Bu, daha sonra sese dönüştürülen ve daha önce olduğu gibi filtrelenen LSB sinyalini üretir. Pratik olarak, hem LSB hem de USB sinyalleri herhangi bir zamanda kullanılabilir ve dijital ses akışı, yazılım kontrolü altında DAC ve düşük geçişli filtreye yönlendirilebilir.



Şekil 12.51 - Dijital SSB demodülatörünün blok diyagramı.

Şekil 12.52 - Sabit genlikli bir sinyalin frekans süpürülmesi ve düşük geçişli bir filtreden geçirilmesi, frekans ile genlik bakımından değişen bir çıkış sinyali ile sonuçlanır. *Bu, frekans ayrımcılığı adı verilen açı-demodülasyon sürecinin arkasındaki ilkedir.*



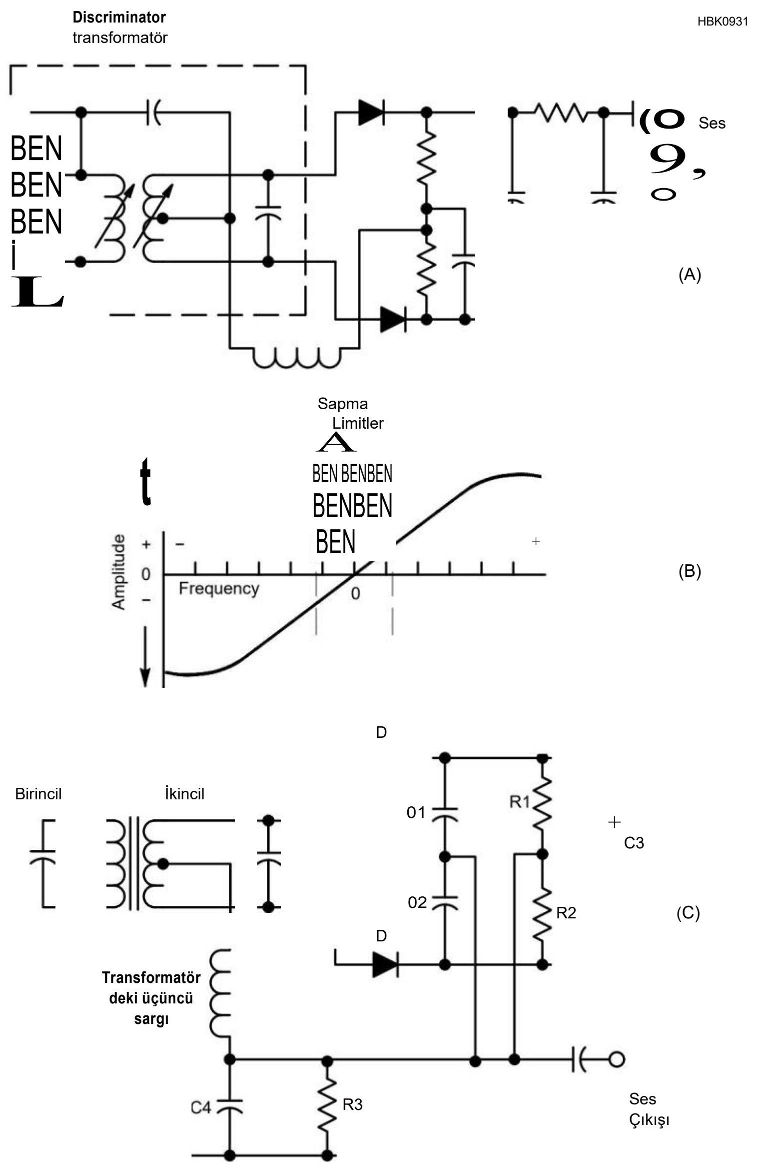
12.5.4 FM ve PM'nin demodüle edilmesi

ANALOG DEMODÜLATÖRLER

Açı modülasyonu sonsuz sayıda yan bant oluşturursa da, demodülasyon açısı modülasyonu, AM'ye dönüştürmekten ve daha sonra onu zarflamaktan veya ürün algılamaktan biraz daha fazlasını gerektirir! Ancak FM alıcılarımızın ve alıcı vericilerimizin çoğunda olan şey budur ve bu süreçte bir açı modülasyonu-toAM - dönüşümünün bir biçiminin genlik-doğrusal devre ile modülasyonun doğrusal bozulmasından yaratıldığını fark ederek bu süreci ele alabiliriz. Bu, herhangi bir doğrusal devrede, sonsuza kadar tamamen düz olan genliğe karşı frekans tepkisi olmayan açı modülasyonlu sinyallere olur.

Örneğin, sabit genlikli bir sinyali 1 kHz'den 8 kHz'e kadar frekanslı olarak süpürdüğümüzde ve bir 6-dB-per-octave filtresinden geçirdiğimizde ne olduğunu düşünün **(Şekil 12.52). Filtrenin** devrilmesi, frekans arttıkça çıkış sinyalinin genliğinin azalmasına neden olur. Şimdi, sabit genlikli sinyalimizi doğrusal olarak saniyede 3 kHz sabit bir hızda 1 kHz ve 8 kHz arasında ileri geri süpürdüğümüzü hayal edin. Filtrenin çıkış *genliği* artık zaman içinde döngüsel olarak değişir, çünkü giriş sinyalinin *sfrekansı* zaman içinde döngüsel olarak değişir. Gözlerimizin önünde, frekans değişimi genlik değişimine dönüşür. Açı modülasyonunu genlik modülasyonuna dönüştürme işlemi başladı.

Anglemodüle edilmiş bir sinyal, sonsuza kadar düz olmayan bir genlik-versus-frekans tepkisi ile devreden geçtiğinde olan şey budur. Sinyal, hangi devreden geçerse geçsin frekans-tepki eğrileri boyunca saptıkça,

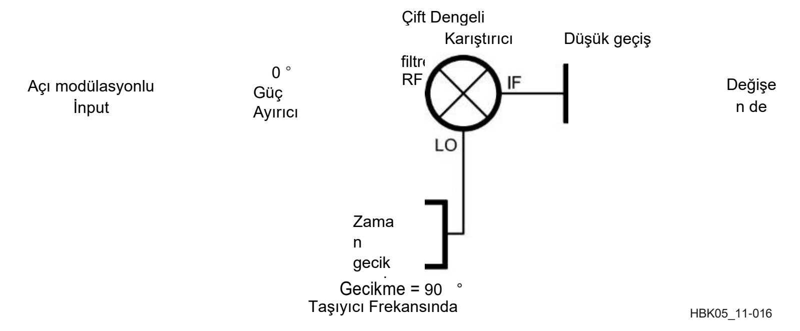


Şekil 12.53 - Bir *diskriminatör* (A), açı modüle edilmiş bir sinyalin sapmasını bir genlik varyasyonuna (B) dönüştürür ve elde edilen AM sinyalini tespit eder. Bozulmamış demodülasyon için, diskriminatörün genliğe karşı frekans karakteristiği, giriş sinyalinin sapması boyunca doğrusal olmalıdır. *Bir kristal ayırıcı,* frekans seçici devresinin bir parçası olarak bir kristal kullanır. (C)'deki oran dedektörü benzer şekilde çalışır, ancak genlik modüle edilmiş gürültünün geliştirilmiş bir reddine sahiptir.

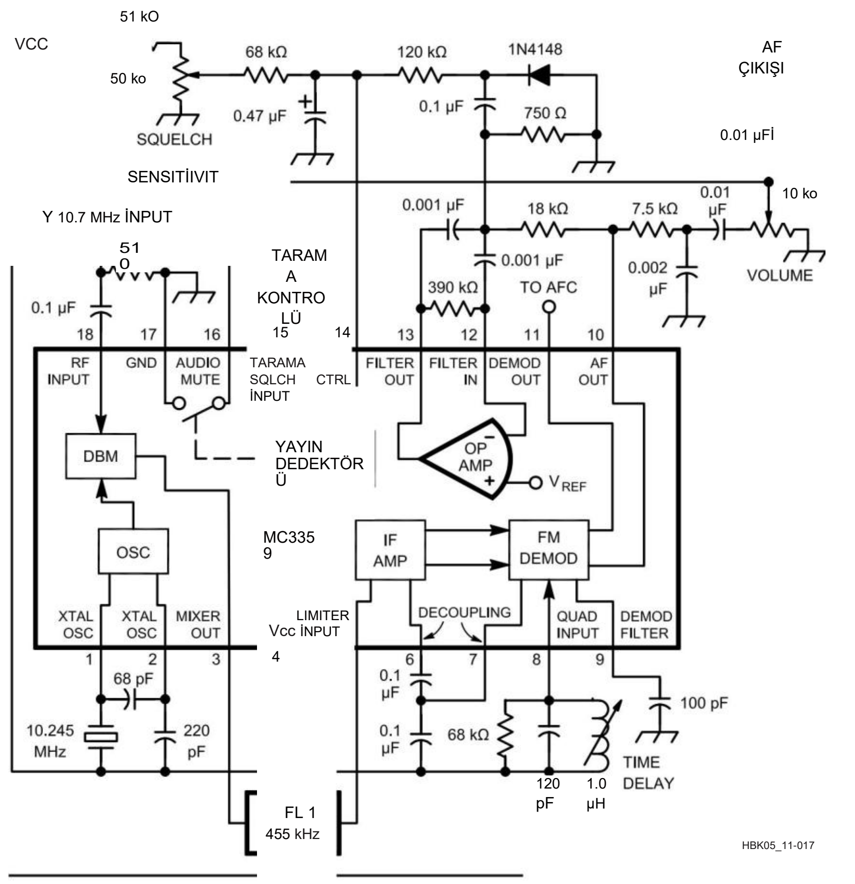
Açı modülasyonu, bir dereceye kadar AM'ye dönüştürülür - iki modülasyon türü arasında bir karışma şekli, eğer bu şekilde bakmak istiyorsak. (Sistem fazı doğrusallığındaki değişiklikler de bozulmaya ve FM-AM dönüşümüne neden olur, çünkü kenar bantları

Birbirlerine ve taşıyıcıya göre uygun faz ilişkisine sahiptir.)

Bu etkiyi pratik kullanıma koymak için yapmamız gereken tek şey, bu frekans-genlik dönüşümünü doğrusal olarak yapan bir devre geliştirmektir.



Şekil 12.54 - **Dört *köşeli algılama, açı modülasyonlu bir* sinyal, taşıyıcı frekanstan uzak faz veya frekans gezilerinin genliği ve polaritesi ile değişen bir de voltaj üretmek için kendisinin zaman gecikmeli bir kopyasıyla çarpılır. Pratik bir kuadratür dedektörü, 0 ° güç ayırıcı (yani, faz içi çıkışlı bir güç ayırıcı), bir diyot çift dengeli karıştırıcı, taşıyıcı frekansta % -7 (elektrik) uzunluğunda bir koaksiyel kablo uzunluğu kadar basit olabilir. ve dedektör çıkışının RF bileşenlerini çıkarmak için bir miktar düşük geçişli filtreleme. İC quadrature dedektörleri zaman gecikmesini sağlar**
Bir veya daha fazla direnç yüklü ayarlı devre ile (Şekil 12.55).



Şekil 12.55 - Freescale MC3359/NTE680, sınırlayıcı ve dörtgen algılama devresi içeren birçok FM alt sistemi İC'sinden biridir. TİME DELAY bobini, minimum geri kazanılmış ses bozulması için ayarlanır.

Modüle edilmiş sinyalin sapmasının frekans aralığı boyunca. Sonra ortaya çıkan AM'yi zarf-demodüle ediyoruz ve açı demodülasyonunu elde ettik.

Şekil 12.53, böyle bir devreyi (bir Foster-Seeley *ayırıcı)* ve **ondan beklediğimiz genliğe karşı frekans yanıtını göstermektedir. (www.electronics-notes.com/ articles/radio/modulation/fm-frequencyd em ud u la tio n-foster-seeley-detectordraisator.php) Sinyali** "off-tuning" yaparak dar açı modülasyonlu bir sinyalden anlaşılabilir sesi kurtarmak için bir AM alıcısı kullanmak aslında mümkündür, böylece sapması alıcının İF seçicilik eğrisinin bir tarafında yukarı ve aşağı doğru hareket eder. Bu *eğim algılama* işlemi, FM İt için tasarlanmamış alıcılarda erken, suboptimal bir frekans ayrımcılığı biçimi olarak, bir AM alıcısı ile dar bantlı FM almanın son çare sınıfı bir aracı olarak her zaman denemeye değer.

Şekil 12.53C'deki oran dedektörü, FM sinyaliyle karıştırılmış AM gürültüsünü reddetmede daha iyi olan ayırıcı üzerindeki bir varyasyondur. **(www.electronics-notes.com/ articles/radio/modulation/fm-frequencydemodulation-ratio-detectordiscriminator.php)** Diyotların bu devrede seri olduğunu unutmayın. Sinyal, ayarlanan transformatör sargısının frekansından uzaklaştıkça üçüncü transformatör sargısında benzer bir faz kayması meydana gelir. Bu, transformatörde ikincil bir dengesizliğe neden olur ve üçüncü sargıda akım akar. Bu sinyal daha sonra alıcının ses aşamalarına geçmeden önce Cy ve R tarafından filtrelenir.

KUADRATÜR DEDEKTÖRLERİ

Ayrıca, anglemodüle edilmiş bir sinyali, Şekil **12.54'te gösterildiği gibi, iki dengelenmiş bir karıştırıcıda kendisinin zaman gecikmeli bir kopyasıyla çarparak demodüle etmek de mümkündür;** Kenar çubuğu, "Mixer Math: Quadrature Demodulation", süreci sayısal olarak açıklar .

İdeal bir kuadratür dedektörü, herhangi bir modülasyon olmadığında O V de ortaya çıkarır (taşıyıcı f,). Gerçek bir dörtlü dedektörün çıktısı, tazminat gerektiren küçük bir de ofset içerebilir. İfwe'nin dedektörün - cevabına ihtiyacı var. De'ye kadar. Değilse, sadece ac-sadece bağlantı için çıkış hattına uygun bir bloke kondansatör koyabiliriz.

Dörtlü algılama, mevcut alıcılarda frekans ayrımcılığından daha yaygındır, çünkü özel bir ayırıcı transformatör veya rezonatör gerektirmez ve gerekli dengeli dedektör - devresi, sınırlayıcılar ve diğer alıcı devreleri ile birlikte İC yapılarında kolayca uygulanabilir. NXP Semiconductor SA604A FM İF İC bunun bir örneğidir; **Şekil 12.55** başka gösterir, Freescale Semiconductor (eski! Y Motorola) 59 MC33

(eşdeğer, NTE860). SDR tasarımlarında dörtlü algılamanın gerçekleştirilmesi de kolaydır.

AMPLITUDE LIMITİNG

FM radyo iletişim sistemleri, statik, insan yapımı elektrik gürültüsünü bastırma ve görmezden gelme yeteneklerinde AM'den daha üstündür.

Ve (yakalama *etkisi adı verilen bir özellik aracılığıyla)* eş kanal sinyalleri istenen sinyalden yeterince zayıf. AM-gürültü bağışıklığı ve yakalama etkisi, açı modülasyonuna özgü değildir; Açı modülasyonu alıcısına sinyal genliği *sınırlaması şeklinde tasarlanmalıdır*.

Bir dörtlü dedektörün giriş sinyalinin genliği, bir dörtlü dedektörün üç çıkış sinyalinin genliğini etkiler. Bu nedenle bir kuadratür dedektörü AM'ye yanıt verir ve bir frekans ayırt edici de yapar. FM'in mükemmel genlik gürültü bağışıklığını elde etmek için, bu açı demodülatörlerinden önce, gelen sinyalden tüm genlik varyasyonlarını ortadan kaldıran sınırlayıcı devre olmalıdır.

Karıştırıcı Matematik: Kuadrature Demodülasyon

Açı modülasyonlu bir sinyali, yalnızca çift dengeli bir karıştırıcıda kendisinin zaman aşamalı bir kopyasıyla çarparak demodüle etmek, kuadratür demodülasyonuna neden olur (Şekil 12.54). Bunu matematiksel olarak göstermek için, basitlik uğruna, karıştırıcının RF giriş sinyalini, genliği A olan bir sinüs dalgası olarak göstereceğiz:

Bir günah (2ft)

ve zaman gecikmeli ikizi, karıştırıcının LO girişine beslenen, genliği, *A* ve d zaman gecikmesi olan bir sinüs dalgası olarak:

Bir günah [2nf (t + d)]

Bu özel karıştırma düzenlemesini harekete geçirerek, görüyoruz ki

Bir günah (2nft) x Bir günah (2nft + d)

A MI? A MI ?
= -cos (2rfd) - - cos (2rfd) cos (2 x 2nft) + - sin (2rfd) sin (2 2nft)
2 2 2

Üç çıkıştan ikisi - ikinci ve üçüncü terimler - giriş frekansının iki katı olarak ortaya çıkar; Pratikte, bunlarla ilgilenmiyoruz ve onları filtreliyoruz. Kalan terim - peşinde olduğumuz terim - genlik ve işarette, taşıyıcının dinlenme veya merkez frekansından ne kadar ve ne yönde uzaklaştığına göre değişir (bu zaman gecikmesi, d, karıştırıcının RF ve LO girişlerinin tam olarak 90 ° olmasına neden olur). Bu etkiyi, fin RF girişini ve LO giriş sinüzoidlerini f, + f "toplam terimi ile değiştirerek inceleyebiliriz; burada f, merkez frekanstır ve f _ frekans kaymasıdır. 90 ° zaman gecikmesi, f'nin çeyrek döngüsü ile aynıdır, bu nedenle d'yi

a- 1
4f

Dedektörün çıktısının ilk terimi daha sonra

A MI?
5 Cos (21 (f + f ,))

± "|"|
= - cos 2 # (f + f) –
24%

$2+ Z4%

F "_ sıfır olduğunda (yani, taşıyıcı merkez frekansında olduğunda), bu

«6)1-

Giriş sinyali f'den daha yüksek frekansta değiştikçe, dedektör kayma ile artan pozitif bir de voltaj çıkarır. Giriş sinyali fc'den daha düşük frekansta kaydığında, dedektör vardiya ile artan negatif bir de voltaj çıkarır. Bu nedenle dedektör, giriş sinyalinin frekansını veya faz modülasyonunu, f _ varies olarak işarette değişen, genlik değişen bir dc gerilimi olarak kurtarır.
Fc etrafında - başka bir deyişle, as. FM'i kuadratür algılama yoluyla demodüle ettik.

SDR AÇILI DEMODULATION

Açı demodülasyonu için popüler bir teknik, **Şekil 12.56'da gösterildiği gibi bir faz dedektörü ile başlar.** Açı modülasyonlu sinyal, uygun bir frekansa dönüştürülür ve bir çift çarpana girilir ve burada bir çift sabit frekanslı LO sinyali ile karıştırılır. Düşük geçişli filtreler daha sonra toplam frekansındaki sinyalleri kaldırır ve yalnızca İ ve Q temel bant sinyallerini bırakır.

PM demodülasyonu, faz karşılaştırması, - taşıyıcı faza karşı mutlak bir karşılaştırmadır. Giriş sinyalinin faz açısı, LO merkez frekansına göre, İ ve Q sinyallerinden şu şekilde belirlenebilir:

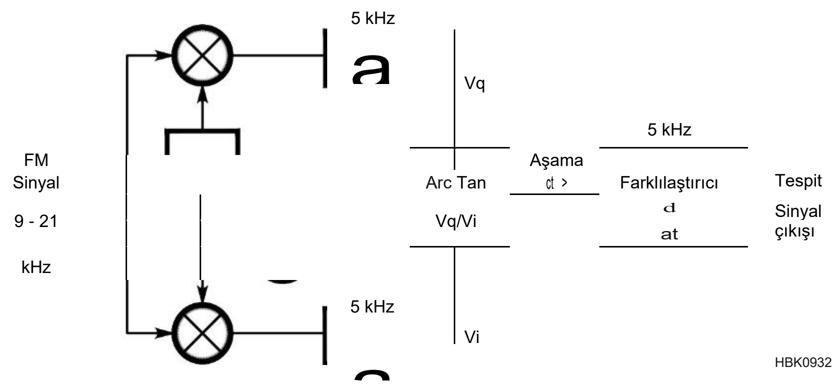
+)

Arctan fonksiyonu, sistem kaynaklarına bağlı olarak polinom yaklaşımları veya bir arama tablosu ile hesaplanabilir. Sinyal bir PM sinyali ise, faz sinyali orijinal modülasyonu içerir ve filtrelenebilir ve ses olarak çıkabilir.

FM demodülasyonu, özel bir PM durumu olarak ek adımlar gerektirir. Modüle edilmemiş taşıyıcıdan gelen açıdaki değişim sürekli olarak artmakta veya azalmakta ve normal bir çalışma parçası olarak ± 90 °'yi aşmaktadır. Bu nedenle, kurtarılan taşıyıcıyı kullanan basit bir faz karşılaştırıcısı FM'i demodüle etmeyecektir. FM, fazın değişim hızını ölçmemizi ve bu artan faz değişikliklerini toplamamızı gerektirir .

Frekans, fazın değişim hızı olarak tanımlandığından, FM modülasyon sinyalini kurtarmak için faz sinyalini ayırt etmek gerekir. DSP'de çoğaltma farklılaşması, her numunenin önceki numuneden çıkarılmasını içerir. Bu, fazın 360 °'den geçtiği ve 0 °'ye sıfırlandığı noktayı hesaba katmak için gereklidir. Bu, özel rutinler yoluyla veya hesaplamalarda sabit nokta verilerinin ölçeklendirilmesiyle yapılabilir, böylece faz rollover ve tam sayı rollover (örneğin, 16 bit matematikte 65535 ila 0) çakışır .

FM sinyali ayrıca, modülatör tarafından FM işlemi sırasında eklenen yüksek frekans kazancını iptal etmek için bir vurgu giderme filtresine (Modülasyon ve İletim bölümlerine bakınız) ihtiyaç duyacaktır.



Şekil 12.56 - Bir arktanjant faz dedektörü ve bir ayırıcı kullanan bir FM dedektörü.

12.6 Otomatik Kazanç Kontrolü (AGC)

Alıcının her noktasında istenen sinyalin genliği genellikle AGC sistemi tarafından kontrol edilir, ancak manuel kontrol de genellikle sağlanır. Her aşamada, bilinmesi gereken sinyal seviyesi karakteristiğine karşı bir bozulma vardır ve aşama giriş seviyesi aşırı olmamalıdır. Alınan sinyal, alıcı tarafından çok fazla bozulmaması gereken belirli bir sinyal-bozulma oranına sahiptir. Örneğin, bir SSB sinyalinde -30 dB bozulma ürünleri varsa, alıcı istenen sinyale göre -40 dB'den büyük olmayan ek bozulma oluşturmalıdır. Doğru AGC tasarımı, her aşamanın doğru giriş seviyesini almasını sağlar. Bu görevi yerine getirmek için bazı aşamaları yeniden tasarlamak genellikle gereklidir.

Bu bölüm çoğunlukla analog devreler kılığında AGC ile ilgilenirken, aynı işlev - DSP ve SDR alıcılarında da dijital olarak uygulanmaktadır. Her ikisinin de amacı aynıdır - alıcının tüm aşamalarında ne çok büyük ne de çok küçük olmayan bir sinyal seviyesini korumak, böylece çeşitli işlem sistemlerinin düzgün çalışmasını sağlamak. AGC ofset ve zaman sabitinin bir analog bileşen veya bir mikroişlemci çıkışı tarafından uygulanıp uygulanmadığı önemsizdir. Mesele, RF amplifikatör kazancını, genel alıcı davranışının tatmin edici olması için yönetmektir.

Bir SDR'nin alıcı sinyal zincirindeki AGC, bir analog alıcıdaki AGC ile karıştırılmamalıdır. Analog alıcıdaki AGC, alıcının sabit dinamik aralığını yukarı veya aşağı ayarlayacak ve radyonun zayıf ve güçlü sinyal performansını dinamik olarak değiştirecektir.

Yanlış çalışan bir AGC sisteminin etkileri oldukça ince olabilir veya bir alıcıyı neredeyse devre dışı bırakabilir ve AGC sisteminin nasıl oluşturulduğuna göre değişebilir. Bu bölüm gereksinimleri tanımlamaya çalışır Düzgün çalışma ve analog devre açısından uygulama ve ortak AGC arızalarının bazı örneklerini sunar, bu da yazılım algoritmalarından biraz daha kolaydır, benzer davranışların tamamen yazılım alıcılarında bile var olduğuna dikkat çeker. İlgilenen öğrenci, profesyonel tasarım ekiplerinin doğrusallık ve bozulma için bu kadar sıkı gereksinimlerle bu kadar çok kazancı yönetme problemiyle nasıl başa çıktığını anlamak için ticari alıcıların AGC sistemlerini incelemeyi düşünmelidir.

THEAGC DÖNGÜSÜ

Şekil 12.57 A, amatör süperhet alıcılarında sıklıkla kullanılan tipik bir AGC döngüsünü göstermektedir. AGC, aşamaların birbirleriyle etkileşime girmesini önleyen RF ayırma devreleri aracılığıyla aşamalara uygulanır. AGC amplifikatörü, Şekil 12.57B'in kazanç kontrol karakteristiğinin elde edilmesi için yeterli AGC döngü kazancı sağlamaya yardımcı olur. İf etkisi, AGC sistemi, alıcının daha güçlü sinyaller için daha düşük genel kazanç ile bir sıkıştırma amplifikatörü olarak hareket etmesine neden olur.

AGC eylemi, *AGC eşiği olarak adlandırılan acertain seviyesine* ulaşılana kadar başlamaz. Şekil 12.57 A'daki EŞİK VOLT girişi bu amaca hizmet etmektedir. Bu seviye aşıldıktan sonra, ses seviyesi zayıf sinyallere göre daha yavaş artar. Eşik değerinin ötesindeki ses artışı genellikle 5 ila 10 dB aralığındadır. Çok fazla veya çok az ses yükselmesi çoğu operatör için istenmeyen bir durumdur.

Bir seçenek olarak, RF amplifikatörüne AGC sinyali, diyotun 0.6 V ileri düşüşü ile dengelenir, böylece daha büyük sinyaller görünene kadar RF kazancı azalmaya başlamaz. Bu, alıcı gürültü rakamının erken bir artışını önler. Ayrıca, bir zaman sabiti veya Bu diyottan iki saniye sonra RF kazanımının kısa vadede sabit kalmasına yardımcı olur.

Şekil 12.58, analog devre kullanan belirli bir jambon bant alıcısının çeşitli aşamalarındaki sinyal seviyelerinin tipik bir grafiğidir. Her aşama uygun seviyeye sahiptir ve giriş seviyesindeki 115 dB'lik bir değişiklik ses seviyesinde 10 dB'lik bir değişiklik üretir. Manuel kazanç kontrolü de aynı etkiyi yaratabilir .

AGC PUMPNG

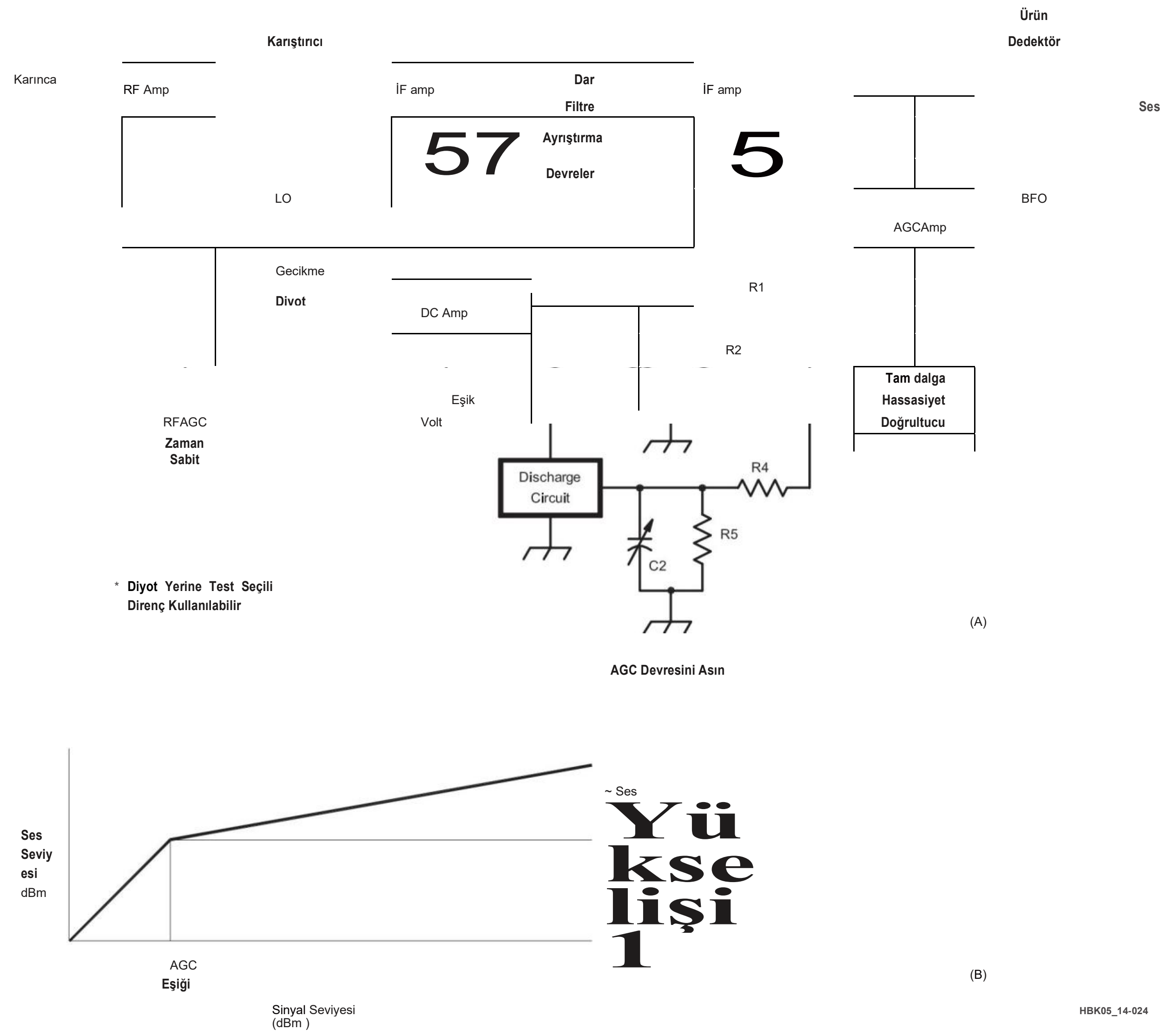
AGC *pompalama,* AGC ölçüm noktasının, AGC sisteminin erişiminin dışında ve dışında bir alıcıya bir ses filtresi eklendiğinde olduğu gibi, çalışma bant genişliğini belirleyen aşamaların önünde bulunduğu alıcılarda oluşabilir. Eğer zayıf sinyal ilk İF geçiş bandı içindeki tek sinyal ise, AGC alıcının maksimum kazanç ve optimum SNR'de olmasına neden olacaktır. Müdahale eden bir sinyal ilk İF geçiş bandı içindeyse, ancak ses DSP filtresinin geçiş bandının dışında, müdahale eden sinyali duymayacağız, ancak AGC sistemine girecek ve kazancı azaltacaktır, böylece istediğimiz zayıf sinyali duyamayabiliriz. AGC pompalama, alıcının geçiş bandında güçlü bir sinyal olmadan sinyal gücünde ani azalmalar olarak duyulabilir.

AGC pompalaması genellikle SDR alıcılarında heterodin alıcılarında olduğu kadar bir sorun değildir, ancak fenomen hala mevcuttur. Önem, SDR tarafından kullanılan algoritmaya ve kullanıcı tarafından kontrol edilen işletim yapılandırmasına bağlıdır.

AGC TİME SABITLERİ

İki ana AGC zaman sabiti vardır.

AGC *saldırı süresi,* AGC sisteminin bir sinyalin varlığına yanıt vermesi için gereken süreyi tanımlar. AGC *bozunma süresi,* AGC sisteminin bir



Şekil 12.57 - AGC ilkeleri. A'da: Birden fazla RF ve İF aşamasına uygulanan AGC'li tipik süperhet alıcısı. B'de: Anten sinyal seviyesinin bir fonksiyonu olarak ses çıkış seviyesi .

mevcut olan sinyal. AGC sistemi için optimum zaman sabitleri, alınan sinyalin türüne, yürütülen işlemin türüne ve operatörün tercihine bağlıdır.

Operatör genellikle AGC'nin iyileşmesi veya bozulması için gereken süreyi ayarlamaya izin veren bir kontrole sahiptir. İfwe, nispeten yüksek sesli iki istasyonun konuşmasını dinliyor, AGC'yi yavaşlatabiliriz. Sonra her istasyon iletmeyi durdurduğunda, gürültü zemini yükselmek için yavaştır ve gürültü zemini tekrar duyulmadan önce bir sonraki istasyonu sık sık duyarız. Aksine, AGC bozunma süresini hızlı olarak ayarlayabiliriz, bu da güçlü istasyondan hemen sonra zayıf bir istasyon duymamızı sağlar.

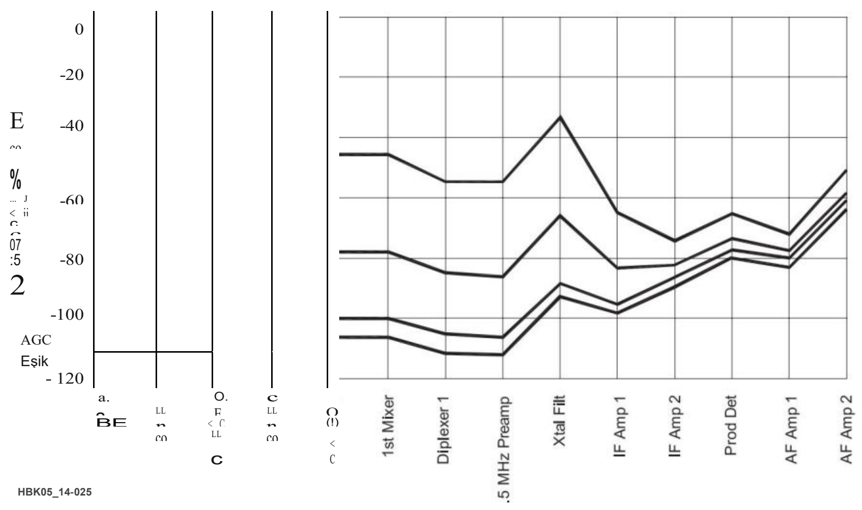
Şekil 12.57, hassas doğrultucuyu takiben, Rl ve Cl, AGC'nin aşırı hızlı uygulanmasını önlemek için bir saldırı süresi belirledi. Bir veya iki milisaniye iyi bir değerdir Rl x Cl ürünü. Anten sinyali aniden kaybolursa, AGC döngüsü açılır, çünkü hassas doğrultucu iletmeyi durdurur. Cl daha sonra R2 yoluyla deşarj olur ve Cl x R2 ürünü 100 ila 200 ms aralığında olabilir Bir noktada doğrultucu tekrar aktif hale gelir ve döngü tekrar kapatılır.

Bu davranışın isteğe bağlı bir modifikasyonu, *hang AGC devresidir*. İfwe, R2 x Cl'yi çok daha uzun, 3 saniye veya daha fazla, AGC voltajı R5'e kadar neredeyse sabit kalır, C2 devresi 100 ila 1000 ms'lik bir anahtar seçilebilir zaman sabiti ile bozulur. O zaman R3 hızla Cl'yi boşaltır ve tam alıcı kazancı hızla geri yüklenir. Bu tür bir kontrol, modülasyon, hızlı solma ve diğer ani sinyal seviyesi değişiklikleri nedeniyle AGC pompalama eksikliği nedeniyle birçok operatör tarafından takdir edilmektedir.

Bir SDR alıcısı, tipik AGC algo-Rithm, ayarlanabilir bir hızlı saldırı ve yavaş bozulmaya sahiptir. AGC algoritması, bir tampondan diğerine devam eden alıcı tamponlarına uyguladığı bir kazanç değerine sahiptir. Kazanç yüksek ayarlanırken yüksek bir sinyal ortaya çıkarsa, kulaklıklarımızda yüksek bir sesi önlemek için kazancı hemen düşürür. Ses azaldığında, kazancın yavaşça önceki değerine geri dönmesine izin verilir.

AGC DÖNGÜ YANITLAMA SORUNLARI

Çeşitli aşamalar, AGC voltajındaki her 1 V değişimin kazancı sabit bir miktarda (dB'de) değiştirmesi durumunda, AGC döngüsünün *log-lineer olduğu söylenir ve* - döngüyü analiz etmek ve tasarlamak için düzenli geri bildirim ilkeleri kullanılabilir. Ancak bu ders kitabı modelini zorlaştıran bazı zorluklar var. Biri zaten belirtilmiştir, ne zaman



Şekil 12.58 - AGC kullanarak bir ham bant alıcının kontrolünü kazanın. Manuel kazanç kontrolü aynı sonucu verebilir.

Sinyal hızla azalır, döngü açılır ve çeşitli kapasitörler açık döngü şeklinde boşalır. Sinyal eşiğin ötesinde arttıkça veya ifit yeterince yavaş azaldıkça, geri besleme teorisi daha doğru bir şekilde uygulanır.

İn SSB ve CW alıcıları hızlı değişiklikler kural ve istisna değildir. Sinyal seviyesi eşiği geçtiğinde AGC döngüsünün aşmaması veya çalmaması önemlidir. Buradaki fikir, döngü kapatıldığında ALC döngüsünü kararlı olacak şekilde tasarlamaktır. Açık olduğunda açık bir şekilde salınmaz (bozunma süresi boyunca). Ancak döngü açıktan kapalı duruma geçtiğinde döngünün yumuşak ve tutarlı geçici yanıtı olmalıdır.

Başka bir problem dar bant geçişli analog İF filtrelerini içerir. Analog filtrelerin grup gecikmesi, döngü stabilizasyonunu zorlaştırabilen döngüde bir zaman gecikmesi oluşturur. Dahası, bu filtreler neredeyse her zaman geçiş bandının kenarlarında çok daha büyük grup gecikmesine sahiptir, böylece döngü problemleri bu frekanslarda ağırlaştırılır. Gulping adı verilen overshoots ve undershoots çok yaygındır. Geri bildirim aşamasını ilerleten tazminat ağları, bu grup gecikmelerini dengelemeye yardımcı olur. Tasarım sorunu, AGC'nin bir kısmı filtreden önce, bir kısmı filtreden sonra uygulandığı için ortaya çıkar. Filtreden sonra mümkün olduğunca hızlı AGC koymak ve filtrenin önünde daha yavaş çürüyen AGC kullanmak iyi bir fikirdir. Şekil 12.57 A'daki gecikme diyotu ve RC bu açıdan yararlıdır. İki veya daha fazla telafi edilmiş döngü kullanan karmaşık AGC tasarımları da literatürdedir. İF'de ikinci bir basamaklı dar filtre kullanılırsa, AGC pompalamasına izin verme riski altında ikinci veya alt filtreyi AGC döngüsünden çıkarmak genellikle çok daha kolaydır.

Bir önceki bölümde açıklanmıştır.

Diğer bir problem, kontrol karakteristiğinin genellikle log-lineer olmamasıdır. Örneğin, çift kapılı MOSFET'ler, büyük kazanç azaltma değerlerinde çok daha büyük dB/V'ye sahip olma eğilimindedir. Birçok İC amplifikatör aynı soruna sahiptir. Sonuç, büyük sinyallerin aşırı döngü kazancı nedeniyle kararsızlığa neden olmasıdır. Değişken kazanç op amper ve diğer benzer İC'ler kazanç kontrol döngüleri için tasarlanmıştır mevcuttur.

AGC veri yolundaki ses frekansı bileşenleri, amplifikatör kazanımları ses tarafından modüle edildiğinden ve istenen sinyali bozduğundan sorunlara neden olabilir. Bir asmak AGC devresi (esasen düşük geçişli bir filtre) bu sorunu azaltabilir veya ortadan kaldırabilir.

Son olarak, ses seviyelerindeki değişimi çok düşük bir değere indirmeye çalışırsak, gerekli döngü kazancı çok büyük olur ve kararlılık sorunları çok zorlaşır. 5 ila 10 dB ses çıkışı varyasyonunu kabul etmek çok daha iyidir.

Birçok parametre dahil olduğundan ve birçoğu kesinlikle log-lineer olmadığından, ilk tasarım çabasıyla iyi bir AGC performansı elde etmek ve tasarımı deneysel olarak sonuçlandırmak en iyisidir. Antende bir sinyal jeneratörü, zayıflatıcı ve bir sinyal pulser (2 ms yükselme ve düşme süreleri, ayarlanabilir darbe hızı ve süresi) ve İF zarfına bakmak için senkronize bir osiloskop kullanın. Direnç ve kondansatör on yıl ikame kutuları aracılığıyla zaman sabitleri ve AGC dağılımı Tweak. Her filtrenin geçiş bandı boyunca test ettiğinizden emin olun. Nihai sonuç, maksimum RF kazancı ve güçlü sinyallerle bile düzgün ve hoş bir sondaj SSB/CW tepkisi olmalıdır. Sabır ve tecrübe faydalıdır.

12.6.1 Ses Türevi AGC

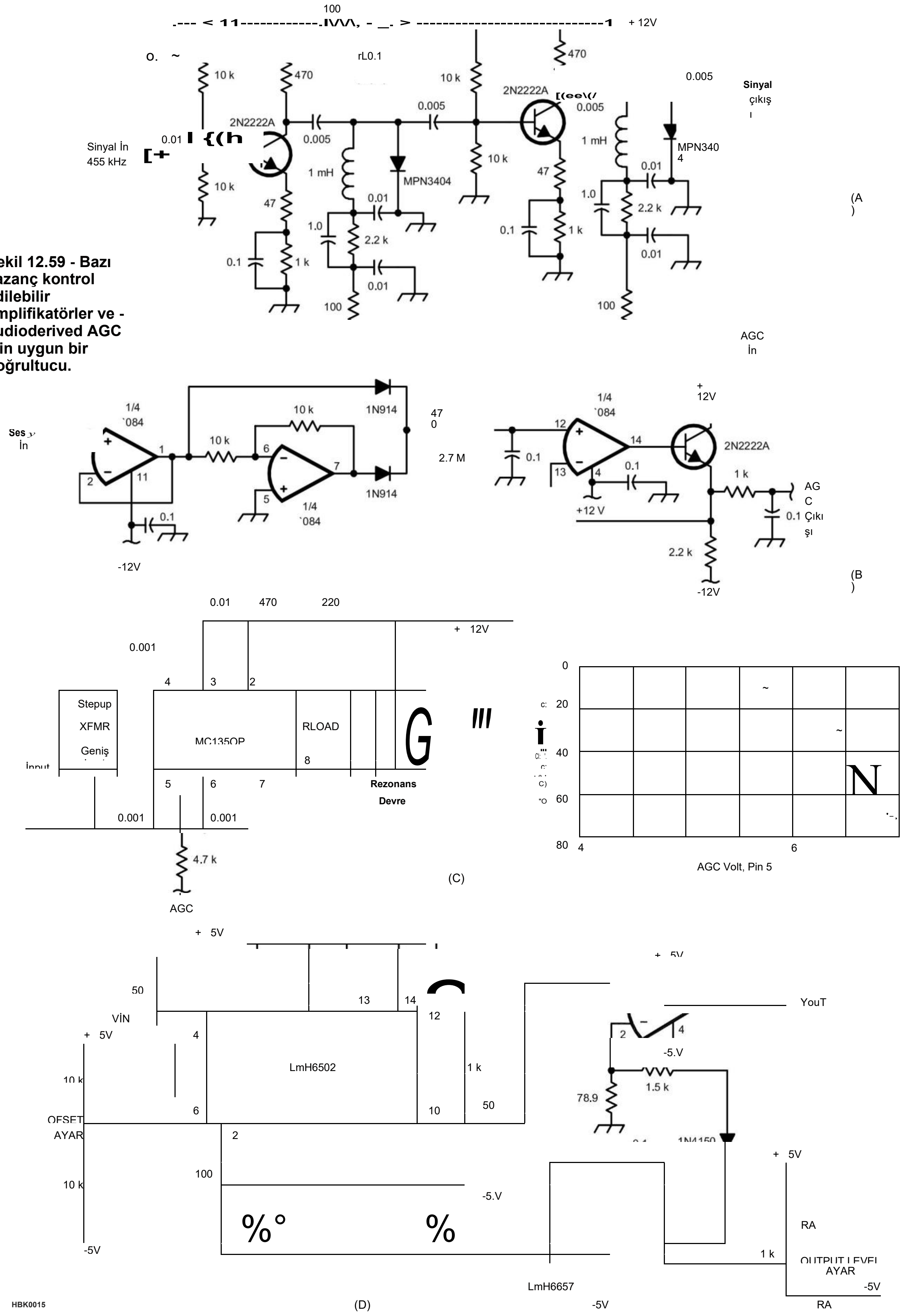
Bazı alıcılar, özellikle doğrudan dönüşüm türleri, ses kaynaklı AGC kullanır. Bu yaklaşımda da sorunlar var. Düşük ses frekanslarında AGC kontrol eyleminin gelişmesi yavaş olabilir. Yani, düşük frekanslı ses sinüs dalgalarının zirvelerine ulaşması AGC zaman sabitlerinden daha uzun sürer. Bu süre zarfında RF/İF/AF aşamaları aşırı tahrik edilebilir. RF ve İF kazanımları düşük seviyede tutulursa bu sorun azaltılabilir. Ayrıca, ilk ses amplifikatöründen önce düşük ses frekanslarını azaltmak yardımcı olmalıdır. Ses AGC'sinde, AGC voltajını pompalamak için birden fazla ses döngüsü gerektiren "şarj pompası" doğrultucularından veya diğer yavaş yanıt veren devrelerden kaçınmak önemlidir. İnstead, ilk pozitif veya negatif yarı döngüde doğru tepki veren bir tepe algılama devresi kullanın.

12.6.2 AGC Devreleri

Şekil 12.59 bazı kazanç kontrol devreleri göstermektedir. Şekil 12.59A PİN diyot kazanç kontrolü ile iki aşamalı 455-kHz İF amplifikatör gösterir. Bu devre, bir üretim alıcısından, Collins 651 S.'den basitleştirilmiş bir uyarlamadır. Gösterilen İF amplifikatör bölümünden önce seçicilik devreleri ve AGC ile ek kazanç aşamaları gelir. 1.0 µF kapasitörler döngü telafisinde yardımcı olur. Bu yaklaşımın olumlu yanı, transistörlerin optimum çalışma noktalarında önyargılı kalmalarıdır. Diyotların iletmeye başladığı noktada, IMD'de küçük bir artış fark edilebilir, ancak diyot akımı hafifçe arttıkça bu gider. İki veya daha fazla diyot seri olarak kullanılabilir, eğer bu bir problemse (çok nadiren). Başka bir çözüm, böyle bir düşük frekanslı İF için daha uygun olan bir PIN diyot kullanmaktır. τ > 10/(2pf) olan ve t'nin ms'de azınlık taşıyıcı ömrü ve f'nin MHz'deki frekansı olduğu bir cihaz arayın.

Şekil 12.59B, ses sinyalinin pozitif veya negatif gezilerine yanıt veren tam dalga doğrultucu kullanan bir ses türevi AGC devresidir. RC devresi sesi yakından takip eder.

Şekil 12.59C, MC1350P RF/İF amplifikatörü için tipik bir devreyi göstermektedir. AGC gerilimine karşı kazanç kontrolü grafiği *dB/V'deki değişimi gösterir.* Eğer kontrol ilk 20 dB kazanç azaltımı ile sınırlıysa, bu çip iyi AGC geçici yanıtı ve iyi İMD performansı için uygun olmalıdır. Bu nedenlerden dolayı tek bir yüksek kazanç aşaması yerine birden fazla düşük kazanç aşaması kullanın. MC 1350P içindeki kazanç kontrolü, sinyal akımını ilk amplifikatör aşamasından *akım lavabosuna yönlendirerek gerçekleştirilir.* Gilbert *hücre çarpanı* mimarisi olarak da bilinir. Bu türdeki diğer bir çip ise



Şekil 12.59 - Bazı kazanç kontrol edilebilir amplifikatörler ve - audioderived AGC için uygun bir doğrultucu.

NE/SA5209. Bu tür bir yaklaşım, şimdi İC tasarımları ile değiştirilmekte olan çift kapılı MOSFET'ler gibi ayrı devre yaklaşımlarından daha basittir.

Şekil 12.59D yüksek performanslı Ulusal Yarı İletken LMH6502MA (14-pin DIP plastik paket) gösterir Voltaj kontrollü amplifikatör. İt, 6 ila 40 dB arasında önceden belirlenmiş bir maksimum voltaj kazancına göre 0 ila 40 dB arasında doğru log-lineer AGC için özel olarak tasarlanmıştır. İts ± 3 dB bant genişliği 130 MHz'dir. İt, yüksek performanslı alıcı veya verici projeleri için mükemmel bir İF amplifikatörüdür .

Voltaj kontrollü amplifikatör İC'leri hakkında ek bilgi Analog Devices **web sitesinde (www.analog.com) bulunabilir.** - Çeşitli ürün örnekleri ile çeşitli kazanç kontrollü amplifikatörlerin çalışmasını açıklayan Öğretici MT-073 için siteyi arayın.

12.7 Gürültü Yönetimi

Alıcılarını dinleyenler için önemli bir sorun tarihsel yerel dürtü gürültü olmuştur. HF ve VHF alıcıları için genellikle içten yanmalı motor bujileri, elektrikli çit şarj cihazları, ışık kısma cihazları, hatalı güç hattı izolatörleri ve kısa süreli geniş bant sinyalleri veren diğer birçok benzer cihazın kıvılcımlarından kaynaklanmaktadır. UHF ve mikrodalga bölgesinde, radar sistemleri benzer sorunlara neden olabilir.

Ek gürültü kaynakları, çeşitli farklı profillere sahip atmosferik ve insan yapımı gürültülerdir - statik çökmeler, güç hattı vızıltıları ve sürekli artan beyaz gürültü ve tüketici ve endüstriyel elektronikten, özellikle de anahtar modlu cihazlardan gelen sahte sinyaller. DSP'nin yetenekleri, bu çeşitli noise türleriyle mücadele etmek için kullanılabilir.

Son olarak, gelen sinyallerden çıkarılarak gürültü önleme, algılama ve ışın yönlendirme için harici antenler kullanan bir istasyon aksesuarı olarak mevcuttur. Amatör istasyon için öncülük eden, gelen gürültü sinyallerinin mekansal özelliklerini kullanarak, istenen sinyaller ile aralarında ayrım yapmak için gerçek çeşitlilik alımı da mevcuttur. Bu tekniklerin tümü, önceki dönemlerin amatörleri için basitçe kullanılamayan gürültü yönetimi için müthiş araclar sağlar.

12.7.1 Gürültü Sınırlayıcı

Dürtü gürültüsünü sınırlamak için erken (1930'lar) bir girişimde kullanılan ilk cihaz, başlangıçta H. Robinson, W3LW tarafından tanımlandığı gibi bir gürültü sınırlayıcı veya kesme devresi olarak adlandırıldı. Bu devre, önceden belirlenmiş bir sınırı aşan gürültü (veya sinyal) zirvelerini kırpar veya sınırlar. Fikir, sınırın herhangi bir şey duymak istediğiniz kadar yüksek sesle ayarlanmasıydı ve daha yüksek bir şey geçemezdi. Bu, dürtü gürültüsünün en yüksek kısmını ve hatta yakındaki yıldırım çarpışmalarını ortadan kaldırmaya yardımcı oldu, ancak iki sorunu vardı. İlk önce gürültüyü ortadan kaldırmadı, sadece tepe gürültüsünü azalttı; İkincisi, yüksek sesli gürültü olmayan sinyallerin gürültüsünü de azalttı ve bu süreçte onları önemli ölçüde bozdu .

İkinci sorun, kısa bir süre sonra, otomatik *gürültü sınırlayıcısının* veya ANL'nin J. Dickert. ANL otomatik olarak kırpma eşiğini yüksek sesli bir sinyalin eşiğine ayarlar. Böylece dinlediğiniz sinyallerin gürültüsü zamanla değiştikçe kendini ayarlayacaktır. Bir ANL'nin uygulanması oldukça kolaydı ve 1930'ların sonlarından itibaren amatör alıcılarda standart ekipman haline geldi. ANL devreleri artık yaygın olmasa da, günümüzde kullanılan basit alıcılar bazen - sınırlı AGC yeteneklerini hesaba katmak için pasif kırpma devreleri içerir.

12.7.2 Gürültü Blanker

1950'lerde ve ötesinde alıcı seçiciliğindeki gelişmelerin, rastgele gürültüyü azaltma yeteneğini geliştirirken, aslında dürtü gürültüsüne alıcı tepkisini daha da kötüleştirdiği ortaya çıktı. Bunun nedeni, çok kısa süreli bir darbenin aslında dar bir filtreden geçerken uzatılmasıdır. Bunun nedeni, filtrenin darbenin geniş bileşen spektrumu için farklı gecikme sürelerinden kaynaklanır ve bu da bileşenlerin farklı zamanlarda filtre çıkışına ulaşmasıyla sonuçlanır. Bunu superhet alıcınızda dar bir kristal filtreye sahipse gösterebilirsiniz. Ağır darbe gürültüsüne sahip bir frekans bulun ve geniş ve dar filtreler arasında geçiş yapın. Dar filtreniz 500 Hz veya daha az ise, gürültü darbeleri dar filtre ile daha belirgin olacaktır. Üstün grup gecikme performansına sahip DSP filtreleri, analog muadillerinden daha az bulaşma sergiler.

Daha önce açıklanan gürültü sınırlayıcıların hepsi İF amplifikatörlerinin çıkışında bağlanmıştı ve bu nedenle gürültü sınırlayıcıdan önce seçiciliğin çoğunu geçmişti ve alıcı filtreler tarafından genişletilmişti. İn SSB alıcıları, birisi konuşurken sinyallerin gücü değiştiğinden, normal AGC güçlü bir sinyalin kazancını azaltmak için hızlı bir şekilde yanıt verir ve daha sonra sinyal artık orada değilse yavaşça arttırır. Bu, güçlü bir gürültü darbesinin, alıcı kazancını sürdüğünden çok daha uzun süre azaltabileceği anlamına gelir.

Çözüm - *bir gürültü blanker. Bir* analog gürültü blanker neredeyse ayrı bir geniş bant alıcısıdır. İt, çok fazla seçicilik veya AGC uygulanmadan önce girişini heterodin alıcısındaki erken bir aşamadan alır. İt güçlendirir Geniş bant sinyali ve dar gürültü darbelerini uzatmadan algılar. Hala dar gürültü darbeleri, alıcıyı seçiciliğin ve AGC'nin önündeki bir noktada kapatmak veya "boşaltmak" için kullanılır, böylece gürültünün, darbelerin uzatılacağı alıcının parçalarına ulaşmasını önler. Başka bir deyişle, alıcı gürültü darbesi sırasında kapatılır veya kapatılır.

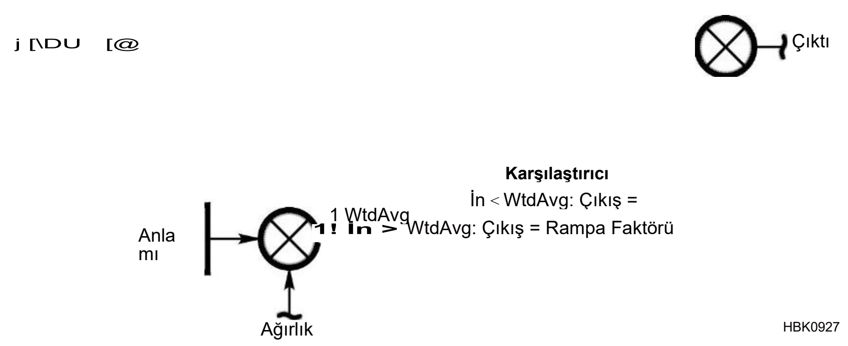
Bir ON/OFF anahtarına ek olarak, gürültü battaniyeleri THRESHOLD etiketli bir kontrol içerir. THRESHOLD kontrolü, alıcıyı boşaltacak gürültü seviyesini ayarlar. Eğer çok düşük bir seviye için ayarlanırsa, sinyal zirvelerinde ve gürültüde boşalır ve sinyalin bozulmasına neden olur.

Bir SDR gürültü giderici, bir analog alıcı ile aynı algılama ve geçit tekniğini uygulayabilir. Gürültü impulsu tespit edildikten sonra, impulsu oluşturan örnekler, impulstan hemen önce ve hemen sonra "normal" örnekler arasında bir enterpolasyon ile değiştirilir. İt, gürültü dürtüsünün asla alınmadığı gibidir.

Daha uzun gürültü çökmelerini ve diğer büyük genlikli, uzun süreli gürültü dalga formlarını da işleyen alternatif bir teknik **Şekil 12.60'ta açıklanmıştır.** Temel fikir, filtrelenmiş bir ortalama genlik oluşturmak ve SDR gürültü blanker eşiğinin nasıl kontrol edildiği olan bir ağırlıklandırma faktörü ile çarpılan ortalamayı aşan gelen sinyalleri izlemektir. Gelen sinyal bu değerin altında olduğunda, basitçe alıcının geri kalanına iletilir. Bu seviyenin üzerinde, blanker, - sinyalin artabileceği hızı sınırlayan bir rampa faktörü oluşturur. Bu, kısa, keskin darbeleri nispeten yavaş yavaş artan ve azalan rampalara dönüştürür ve normal sinyalleri etkilemez.

İyi tasarlanmış bir gürültü giderici çok etkili olabilir. Gürültüyü sadece bir gürültü sınırlayıcısının yaptığı gibi sinyal seviyesinde tutmak yerine, gürültü giderici aslında *gürültüyü ortadan kaldırabilir*. Darbeler yeterince dar ise, alıcı devre dışı bırakıldığında istenen sinyalin kaybı fark edilmez ve gürültü tamamen kaybolmuş gibi görünebilir.

Gürültü battaniyeleri, özellikle heterodin alıcılarında da sorun yaratabilir. Gürültü darbelerini algılayan geniş bant devresi



Şekil 12.60 - Bir **gürültü blanker blok diyagramı. Giriş sinyali ağırlıklı ortalama ile karşılaştırılır. Eğer aşılırsa, giriş sinyali yükselme ve düşme süreleri bir rampa faktörü ile sınırlıdır. [İletişim *Alıcılarından Sonra, 4th* ed]**

Ayrıca bu bant genişliğindeki sinyalleri de algılar. Böyle bir sinyal güçlü ve keskin zirvelere sahipse (ses ve CW sinyalleri gibi), gürültü kesici onları gürültü darbeleri olarak ele alacak ve alıcıyı buna göre kapatacaktır. Bu, muazzam bozulmaya neden olur ve gürültü gidericinin yanıt verdiği güçlü sinyal, bozulmaya neden olan sahte sinyaller üretiyormuş gibi ses çıkarabilir. (Bu, SDR alıcılarında daha az sorundur.) Güçlü sinyalin sorunlara neden olduğunu varsaymadan önce, kontrol etmek için gürültü gidericiyi açıp kapatın. Bant güçlü sinyallerle dolu olduğunda, bir gürültü giderici çözdüğünden daha fazla soruna neden olabilir.

12.7.3 Çalışma Gürültü Sınırlayıcıları ve Battaniyeleri

Birçok akım alıcısı hem bir gürültü sınırlayıcı (genellikle NL etiketli) hem de bir gürültü giderici (NB etiketli) içerir. Eğer alıcınız her ikisine de sahipse, ayrı kontrollere sahip olacaklar ve ikisini de denemek faydalı olacaktır. Vardır

Birinin diğerinden daha iyi çalışacağı zamanlar ve gürültünün özelliklerine bağlı olarak diğer tarafa gittiği zamanlar. Her ikisinin de daha iyi çalıştığı başka zamanlar da vardır. Her durumda, dinlemeyi çok daha keyifli hale getirebilirler - sadece onlara ihtiyacınız olmadığında onları kapatmayı unutmayın, çünkü her iki tür de, özellikle de dinlenmesi kolay olması gereken güçlü sinyallerde, bazı bozulmalara neden olabilir.

Tek bir gürültü boşaltıcısının çok çeşitli gürültü darbeleriyle düzgün çalışmasının zor olduğunu kabul ederek, mevcut alıcıların farklı darbe tipleri için optimize edilmiş farklı özelliklere sahip iki gürültü örtücüsüne sahip olması yaygındır. Bir gürültü blanker tipik olarak çok kısa darbeler ve diğeri daha uzun darbeler için optimize edilmiştir. Operatör, eldeki gürültüde en iyi hangisinin işe yaradığını görmek için battaniyeler arasında geçiş yapabilir.

Gürültü gidericiyi çalıştırmak için olağan yaklaşım, onu etkinleştirmek, ardından gürültü sadece temizlenene kadar THRESHOLD kontrolünü ayarlamaktır. Muhtemelen yapmanız gerekecek

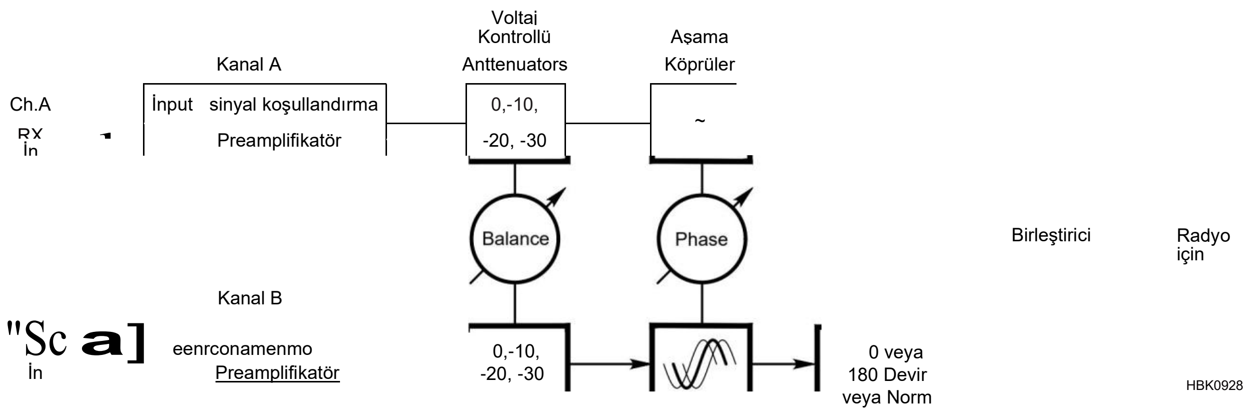
Gürültü dürtüsü özellikleri değiştikçe ara sıra ayarlamalar. Gürültü gittiğinde gürültü gidericiyi kapatmayı unutmayın.

Önceki teknikler, dürtü gürültüsünü azaltmak için en yaygın kullanılan teknikleri temsil eder. Başka çözümler de var. Burada paraziti azaltmaktan bahsetmediğimizi unutmayın. Parazit ile, dinlemek istediğimiz kanala tecavüz eden başka bir sinyal kastediyoruz. Paraziti azaltmak için bir dizi teknik vardır ve bazıları da dürtü gürültüsüne yardımcı olabilir.

Çoğu zaman dürtü sesi belirli bir yönden gelir. Böylece, yönlü bir anten kullanarak, minimum gürültü için yönü ayarlayabiliriz. Yönlü antenleri düşündüğümüzde, dev HF Yagi akla geliyor. Alma amaçları için, özellikle 160, 80 ve 40 metre gibi alt bantlarda (darbe gürültüsünün genellikle en kötü göründüğü yerlerde), *ARRL Anten Kitabında açıklandığı gibi küçük bir iç veya dış mekan alıcı döngü anteni,* müdahale istasyonlarının süslenmesini ortadan kaldırmada çok etkili olabilir (her ikisi de aynı yönde olursa).

12.7.4 Gürültü engelleme

Gürültü önleyiciler, ana antenimizden gelen sinyalleri bir "duyu" anteninden gelen sinyalle birleştirerek ve bu kombinasyonu - alıcıya besleyerek çalışır. Ayarlanabilir kazanç aşamaları ve ünite içindeki aşamalı ağlar daha sonra iki gürültü sinyalinin eşit seviyede ve 180 derece faz dışı olacak şekilde dikkatlice ayarlanmalıdır. Bu ayar - frekansa duyarlıdır, bu nedenle frekansı her değiştirdiğimizde yeniden ayarlanmalıdır. Ayrıca her gürültü kaynağı için yeniden ayarlanmalıdır. Gürültü kaynağı ile aynı yönden gelen sinyaller de iptal edilecektir, ancak bu etki



Şekil 12.61 - **DX Mühendislik NCC-2 takiben bir gürültü engelleme sisteminin blok diyagramı. [Nezaket DX Mühendislik, izin tarafından kullanılan]**

Duyu antenini gürültü kaynağına pratik olduğu kadar yakın yerleştirerek en aza indirilir. Aktif bir gürültü önleyici, tek bir gürültü kaynağını büyük ölçüde azaltabilir, ancak aynı anda birden fazla kaynakta yardımcı olmaz. **Şekil 12.61 tipik bir** gürültü önleyici ve antenlerin blok diyagramını gösterir, bu durumda DX Mühendislik NCC-2.

Alıcı-verici çıkışına uygun herhangi bir ünite kullanırken dikkatli olun; Alıcıdan iletime (yani, iletim modunda üniteyi atlayarak) geçiş yapan taşıyıcı detectdriven rölesinin, bazı ürünlerde anahtar tıklamaları (geçici) ürettiği bilinmektedir. MF J 1026 ve DX Engineering NCC-İ ve NCC-2 bu konuda genellikle iyi performans göstermektedir.

Bazı alıcı-vericiler, harici bir preamp veya alıcı antenin bağlanabileceği konektörler sağlar. Bu noktada gürültü önleyiciyi bağlayarak tıklama sorunu önlenebilir. Bazı SD R'ler birden fazla anten girişine ve bunları yazılım tanımlı "alıcılara" ayırma yeteneğine sahiptir ve bu ayrı alıcıların gürültü önleme sağlamak için gereken aşamalı ağları sağlamasına izin vermek için bazı yazılımlar yazılmıştır. Bazı yazılımlarda, bu işlev yanlış bir şekilde "Çeşitlilik Alma'olarak etiketlenmiştir. (Aşağıdaki Çeşitlilik Alımı açıklamasına bakın.)

KIRİŞ STEERNG

Gürültü önleyiciler, sinyallerin fazını iki alıcı antenden yönlendirmelerini değiştirmek için de kullanılabilir. Tek bir alıcıya tek bir besleme hattı ile bağlanan iki dikey anten, çok yönlü anten oluşturur. Yönlü desen, iki besleme hattının sağladığı faz kaymasına (ayrıca antenlerin fiziksel aralığı ve uzamsal yönü) bağlıdır ve besleme hatlarından birinin veya her ikisinin uzunluğunu değiştirerek ayarlanabilir. İki çok yönlü dikey ile kullanıldığında, örneğin, aynı sonucu elde eden iki anten arasındaki faz ilişkisini değiştirmek için bir gürültü önleyici kullanılabilir.

SIGNAL FADİNG

Çoğu periyodik (tekrarlayan) solma, aynı kaynaktan gelen sinyallerin biraz farklı yollar izleyerek iptal edilmesinin sonucudur, böylece biri diğerine saygılı bir şekilde ertelenir. Doğrudan ve yansıyan sinyaller, neredeyse eşit olduklarında ve neredeyse 180 derece dışardayken iptal olurlar. Bu 180 derecelik faz ilişkisinin var olduğu frekans (ler) zaman farkının bir fonksiyonudur; The Solma aralığı daha düşük frekanslar için daha uzundur. Bu solma mekanizması, AM yayın bandında ve 160 metrede çok yavaş solma ve VHF ve UHF'de "kazık çit'olarak duyulur.

12.7.5 Çeşitlilik alımı

Çeşitlilik alımı, sinyal solmasının etkilerini azaltmak için radyonun ilk günlerinden beri kullanılmaktadır. Alıcı çeşitlilik sistemi, her biri kendi antenine ve kendi hoparlörüne (veya stereo kulaklıkların karşıt kulaklıklarına) bağlı iki alıcıdan oluşur. İki anten bir dalga boyunun bir kısmı olarak geniş ölçüde ayrıldığında, her iki antende aynı anda meydana gelen iptal olasılığı düşüktür ve operatör en iyi sinyali sağlayan alıcıdan kopyalar.

Çeşitlilik alımı, yatay veya dikey - düzlemde farklı yönlere sahip veya farklı yönlere yönelik farklı alıcı antenleri kullanarak dinlemek için de yaygın olarak kullanılır. Bu kullanım alt HF bantlarında ve 160 metrede oldukça yaygındır. Bir operatör, bir kulaktaki iletim antenini ve diğerindeki bir İçeceği veya bir döngüyü ve bir İçeceği dinleyebilir.

Çeşitlilik alımı, araçlardaki tüketici FM alıcılarında ve canlı ses ve yayında kullanılan kablosuz mikrofon sistemlerinde yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu uygulamaların her ikisinde de, "seçmen'olarak adlandırılan bir devre, en iyi kaliteye sahip alıcıdan gelen sinyali seçer ve çıkışa geçirir. Birçok VHF ve UHF tekrarlayıcı sistemi, bir seçmenin en iyi sinyal arasında seçim yaptığı ana iletim alanına geri gönderilen birden fazla alanda alıcılara sahiptir. Çeşitlilik, farklı dalga polarizasyonuna sahip alıcı antenlerle de kullanılır; Bir alıcı anten ile dalga cephesi arasındaki çapraz polarizasyon tipik olarak 20 dB kazanç kaybına neden olur.

12.7.6 DSP Gürültü Azaltma

DSP gürültü azaltma (genellikle alıcı kontrollerinde NR olarak etiketlenir) aslında sinyal ve gürültü istatistiklerine bakabilir ve hangisinin hangisi olduğunu anlayabilir ve ardından gürültüyü önemli ölçüde azaltabilir. *Bu uyarlanabilir filtreler* gürültüyü tamamen ortadan kaldıramaz ve ne olduğunu anlamak için istenen sinyale ihtiyaç duyar, bu nedenle sinyal gürültünün çok altındaysa çalışmazlar. (Uyum hakkında bilgi için DSP ve SDR Temelleri ve Analog ve Dijital Filtreleme bölümlerine bakın-tive filtreleri.) Birçok DSP sistemi, ortaya çıkan sesi bir dereceye kadar "renklendirir". Bununla birlikte, bir sinyalin SNR'sini rastgele veya dürtü gürültüsünde geliştirirler .

Gürültü azaltma, atmosferik gürültü ve termal gürültü gibi korelasyon dışı gürültüyü azaltmak için tasarlanmıştır. Çoğu gürültü azaltma bloğu, gürültünün doğada demodüle etmeye çalıştığımız sinyallerden çok daha rastgele olduğu bilgisine dayanır. Tipik bir NR, ilişkili sinyalleri tespit etmek ve geçiş bandındaki herhangi bir şeyin genliğini azaltmak için En Az Ortalama Kareler (LMS) veya benzer bir algoritma kullanır.

Bu nasıl oluyor? Algoritma, yüksek korelasyona sahip sinyalleri arar; bu, sinyalin bir kopyasının farklı bir zamanda aynı sinyale benzediği anlamına gelir. Bunlar, geçiş bandındaki diğer sinyaller gürültü olarak değerlendirilirken korunan sinyallerdir ve vurgusuz hale getirilir veya hacim olarak azaltılır. Farklı gürültü sınıflarında gürültü azaltma sağlamak için bir dizi yöntem olduğundan, bazı satıcılar genellikle birden fazla gürültü azaltma türüne sahiptir. Her üreticinin gürültü azaltma algoritmaları, GNU *Radyo* topluluğunun (Alıcı-Verici **Tasarım Konuları bölümüne bakın)** açık kaynak tasarım yaklaşımı, gürültü azaltmanın nasıl sağlandığına dair bazı rehberlik sunmasına rağmen, genellikle tescillidir.

Gürültü battaniyelerinde olduğu gibi, alıcılar genellikle farklı koşullar için optimize edilmiş farklı gürültü azaltma algoritmaları uygulayan iki veya daha fazla gürültü azaltma ayarı sunar. Farklı gürültü kombinasyonları ve türleri, operatörün en iyi performans için gürültü azaltma sistemini seçmesini ve ayarlamasını gerektirir.

12.7.7 DSP Çentik Filtreleme

AnAutomaticNotchFilter (ANF) gerçekten bir NR filtresinin tam tersidir. Otomatik çentik filtresi aynı ilişkili sinyalleri arar, ancak bu sinyalleri korumak yerine, algoritma bu sinyalleri kaldırmaya çalışır. Bir ANF'nin yararlı olduğu klasik örnek, bir yan bant sinyalinin geçiş bandında bir birdie (mahmuz) veya istenmeyen CW sinyali olduğunda. CW sinyali veya mahmuzu, dinlediğimiz konuşmadan çok daha fazla korelasyon gösterdiğinden, bu sinyallerin istenmeyen olduğuna karar verilir ve filtre onları vurgular. Bu şekilde, NR ve ANF filtreleri, belirli gürültü azaltma hedeflerini desteklemek için birbirlerinin tersini yapan kuzenlerdir .

12.8 Kaynaklar ve Bibliyografya

KITAPLAR

B. Allison, *Amatör Radyo Alıcı-Verici Performans Testi, ARRL*, 2013.

W. Hayward, *Radyo Frekansı Tasarımına Giriş (Newington*, CT: ARRL, 1994).

W. Hayward, R. Campbell ve B. Larkin, *RF Tasarımında Deneysel Yöntemler. (ARRL*, Newington, 2009).

P. Horowitz, W. Hill, *Elektronik Sanatı, 2.* baskı (New York: Cambridge Üniversitesi Yayınları, 1989).

L. E. Larson, Kablosuz *İletişim için RF ve Mikrodalga Devre Tasarımı, (Artech* House, 1996).

M.A. Maas, RF ve Mikrodalga Devre Tasarımı Yemek Kitabı (Artech House, 1998).

N.A. Maas, *Doğrusal Olmayan Mikrodalga ve RF Devreleri, 2. baskı* (Artech House, 2003).

O.A. Maas, *Lineer ve Lineer Olmayan Devrelerde Gürültü* (Artech House, 2005).

McClanning ve Vito, *Radyo Alıcı Tasarımı, Noble* Publishing Corporation, 2001.

RF/İF Tasarımcının El Kitabı (Brooklyn, NY: Bilimsel Bileşenler, 1992).

RF İletişim El Kitabı (Philips Components-Signetics, 1992).

U. Rohde, D. Newkirk, *Kablosuz Uygulamalar için RF/Mikrodalga Devre Tasarımı* (New York: John Wiley & Sons, 2000). (Karıştırıcı bölümünde çok sayıda yararlı referans.)

V. Rohde, J. Whitaker, H. Zahnd, *İletişim Alıcıları, Dördüncü Baskı, McGraw-Hill*, 2017. (Her bölümde de çok sayıda yararlı referans.)

Synergy Microwave Corporation Ürün El Kitabı (Paterson, NJ: Synergy Microwave Corporation, 2007).

F. E. Terman, *Radyo Mühendislerinin El Kitabı (New* York: McGraw-Hill, 1943).

MİXERS HAKKINDA ARTİCLES

B. Henderson, "Mikrodalga Sistemlerinde Karıştırıcılar (Bölüm 1)", Watkins-Johnson Teknik Not, Cilt 17 No 1, 1990, WatkinsJohnson.

C. Henderson, "Mikrodalga Sistemlerinde Karıştırıcılar (Bölüm 2)", Watkins-Johnson Teknik Not, Cilt 17 No 2, 1990, WatkinsJohnson.

D. Gilbert, "Demystifying the Mixer", - yayımlanmış monografi, 1994.

S. Joshi, "Gizemi Çift Dengeli Karıştırıcılardan Çıkarmak", *QST, Aralık* 1993, pp 32-36.

T. Kazdan "Mikser Nedir?" *QST, Ağustos 1992*, sayfa 39-42 .

U. Kearney ve D. Frizelle, "Karmaşık RF Karıştırıcılar, Sıfır İF Mimarisi , Ve Gelişmiş Algoritmalar ", *Analog Diyalog,* sayı 51-02, Analog Cihazlar.

M. Kossor, "Dijital Komütasyon Filtresi", *QEX, Mayıs/Haziran 1999*, pp 3-8.

U.L. Rohde, "Modem Alıcı Tasarımının Temel Bileşenleri", Bölüm 1, *QST, Mayıs* 1994, pp 29-32; Bölüm *2, QST,* Haziran 1994, pp 27-31; Bölüm 3, *QST, Temmuz* 1994, 42-45 .

V.L. Rohde, "Alıcılarda İntermodülasyon Bozulmasının Test Edilmesi ve Hesaplanması", *QEX,* Jul 1994, pp 3-4 .

W.L. Rohde ve A. K. Poddar, "High İntercept Point Broadband, Cost Effective and Power Efficient Passive Reflection FET DBM", *EuMİC Sempozyumu,* 10-15 Eylül 2006, Birleşik Krallık .

X.L. Rohde ve A. K. Poddar, "Ultra Geniş Bantlı, Güç Verimli ve Yüksek IP3 Yeniden Yapılandırılabilir Pasif FET Karıştırıcıları Tasarlamanın Birleşik Bir Yöntemi", *IEEEİİİCUWB,* Sep 24-27, 2006, MA, ABD

Y.L. Rohde ve A. K. Poddar, "Düşük Maliyetli, Güç Verimli Yeniden Yapılandırılabilir Pasif FET Mikserleri", 20. *IEEE CCECE* 2007, 22-26 Nisan 2007, British Columbia, Kanada.

Z. Tayloe, "Editöre Mektuplar, 'İdeal' Komütasyon Mikserleri Üzerine Notlar (Kasım/Aralık *1999)", QEX, Mart/Nisan* 2001, p 61 .

*AA.*Tayloe, "A Low-noise, - Highperformance Zero İF Quadrature Detector/Preamplifier", Mart 2003, *RF Design.*

BB.Tayloe, ABD Patenti 6,230,000 , "Dolayısıyla Bir Ürün Dedektörü ve Yöntemi".

J. Vermusvuori, "AM Şanzımanlar için Senkron Bir Dedektör", *QST,* pp 28-33. Faz kilitli ve yarı senkron ürün dedektörleri olarak SA602/612 karıştırıcıları kullanır.

P. Wiers, "Ayna, Duvardaki Ayna İmage Reddini Anlamak ve İts İstenen Sinyallerde İppact ", *Analog Diyalog,* sayı 51-08, Analog Cihazlar

R. Zavrel, "NE602, Kullanma" Teknik Yazışma, *QST,* Mayıs 1990, pp 38-39.

ARTİCLES HAKKINDA RECEIVERS

ARRL Lab, "Test Prosedürleri El Kitabı**", www.arrl.org/product-review.**

B. Brannon, "Örneklenmiş Sistemler ve Saat Fazı Gürültü ve Jitter Etkileri", Analog Cihazlar, AN-756, **www.analog.com.**

C. Brannon, "Alıcı Teknolojisi Sanatında Bazı Son Gelişmeler", *Analog Diyalog,* sayı 52-08, Analog Cihazlar.

D. Farson, "HF Alıcılarında Gürültü Güç Oranı (NPR) Testi", *QEX, Mar* 2015, s. 20-27.

E. Harris, "What's Up With Digital Downconverters - Part 1 and Part 2", *Analog Diyalog, sayı* 50-07 ve 50-11, Analog Cihazlar.

F. Henderson, "7 MHz için Bir Kaya Bükme Alıcısı", *QST,* Aug 1995, pp 22-25.

G. Hirshfield, "Ham Notebook: - GeneralCoverage Preselector", *Ham Radio,* 1970 Ekim, s. 77.

H. Kester, "SINAD, ENOB, SNR, THD, THD + N ve SFDR'yi anlayın Gürültü Zemininde Kaybolmazsınız ", Analog Cihazlar, MT-003 Eğitimi, 2008**, www.analog.com/media/en/trainingseminars/tutorials/MT-003.pdf.**

W. Kester, "Gürültü Güç Oranı (NPR)", Analog Cihazlar, MT-005 Eğitimi, 2008. - **www.analog.com/media/en/trainingseminars/tutorials/MT-005.pdf.**

R. Lyons, "Tek Taraflı Demodülasyonun 'Aşamalı Yöntemini' Anlamak", **www.dsprelated.com/ showarticle/176.php**.

S. Onate, X. Fortuny, "A - SoftwareControlled Preselector", *QEX,* Mayıs/Haziran 2008, s. 11-18 .

W. Sabin, "Zarf Algılama ve AM Gürültü-Şekil Ölçümü", *RF Tasarım, Kasım* 1988, p 29.

P. Shuch, N6TX, "Sessiz ol! Preamp at Work, *"ham radyo, Kasım* 1984, pp 14-20, **www setileague.org/articles/ham/preamp.pdf..**

W. Silver, N0AX, "FM Hakkında", *QST, Jul* 2004, pp 38-42 .

W. Silver, "SSB Hakkında", *QST, Ocak* 2016, s. 51-54 .

D. Smith, "Dinamik Menzil Testi*", QEX, Temmuz/Ağustos* 2002, s. 46-52.

E. Smith, "Faz Gürültüsünün Az Bilinen Özellikleri", Analog Cihazlar, AN-741**, www.analog.com.**

12.57 alınıyor

İçerik

Bölüm 13 - İndirilebilir Ek İçerik

Makaleler

- Jim Brown, K9YC tarafından Splatter olmadan Temiz, Punchy, Rekabetçi Yarışma Ses
- SOR Basitleştirilmiş - Ray Mack, W5IFS tarafından PIO Kontrol Döngüleri Demistifying
- SOR Basitleştirilmiş - Gürültü Azaltma ve Uyarlanabilir Filtreler Ray Mack, W5IFS
- Konuşma İşleme: Jim Tonne tarafından Bazı Yeni İdeas, W4ENE

*Ayrıca **Alıcılar** ve **Alıcı-Vericiler** bölümleri için İndirilebilir İçerik bakın*

HF Verici ve Alıcı-Verici Projeleri

- Hızlı TR Anahtarı Jack Kuecken, KE2QJ
- Transistörlü Lineer Güç Yükselteçlerinin Tasarımı ve İnşası Bölüm 1 ve 2 Rick Campbell, KK7B
- MicroT2 - Rick Campbell, KK7B tarafından Kompakt Tek Bantlı SSB Verici
- Mkll - Wes Hayward, W7ZON tarafından Güncellenmiş Bir Evrensel QRP Vericisi
- Jim Veatch, TAK-40 tarafından WA2EUJ SSB/CW Alıcı-Verici
- Rockmite - Dave Benson tarafından Basit Tek Bantlı CW Alıcı-Verici, K1SWL (HEX dosyası ile makale ve klasör)
- Tuna Kalay 2 Bugün, Ed Hare, W1 RFI
- *ARRL El Kitabının önceki baskılarından verici ve alıcı-verici projeleri.*

VHF/UHF Verici ve Beacon Projeleri

- Fox Hunting için Bir 2-Meter Vericisi Mark Spencer, WA8SME
- Mikrodalga Transverter Kontrol Cihazı Hamish Kellock, OH2GAQ
- Michael Sapp tarafından 50 MHz için CW Beacon Exciter, WA3TTS (makale ve parça listesi)
- Yüksek Performanslı Basit Frekanslı Çiftler Paul Wade, W1GHZ
- VHF ve UHF CW Beacons tarafından Michael Sapp, WA3TTS
- VHF Açık Kaynaklar Rick Campbell, KK7B (makale ve parça yerleştirme)

Bölüm 13

İletme

Vericiler - yoldaş
önceki bölümde tartışılan alıcılara. Alıcı tasarımında olduğu gibi, uzun yıllardır hakim olan analog heterodin mimarisi, SOR teknikleri tarafından zorlanıyor ve yer değiştiriyor. Bununla birlikte, uygulanıp uygulanmadıklarına bakılmaksızın, aynı işlevlerin birçoğu gereklidir.
Analog elektronikte veya dijital olarak yazılımla. Bu nedenle, her bir işlev hem geleneksel analog perspektiften hem de malzemenin kullanıldığı SOR perspektifinden tartışılmaktadır.
müsait. Sonraki sürümler, uygulamalar değiştikçe ve yeni yaklaşımlar üzerinde standartlaştıkça gelişmeye devam edecektir.

Bu baskıda, Jim Brown, K9YC tarafından mikrofon seçimi ve ses optimizasyonu ve Jim Tonne, W4ENE tarafından bir dizi analog ses sinyali işleme devresi hakkında yararlı tartışmalar bulunmaktadır. Temel fonksiyonların SOR uygulamaları ile ilgili bölümler
SOR: Ray Mack, W5IFS tarafından QEX'te basitleştirilmiş sütunlar ve Steve Hicks, N5AC tarafından katkıda bulunulan materyallerden alınmıştır. PİN Diyot RF Anahtarlama bölümü için malzeme Hans Summers, G0UPL tarafından sağlanmıştır.

Bir vericinin RF güç aşamaları hala sıkı bir şekilde analog kamptadır, ancak tasarım entegre devreler ve amplifikatör modülleri aracılığıyla büyük ölçüde basitleştirilmiştir. Devreler
100 W üzerindeki güç seviyeleri için (HF'de) **RF Güç Amplifikatörleri bölümünde ele alınmıştır**. **DSP ve SDR Temelleri bölümü**
Dijital teknikler ve mimariler hakkında daha fazla bilgi.

Önceki baskılarda yer alan projeler, bu kitaba eşlik eden çevrimiçi ek bilgilerde bir dizi projede toplanmıştır.

Verici teknolojisi, alıcıların teknolojisine benzer şekilde paralel bir süreçte ilerlemiştir. Vericiler, alıcılarda kullanılanlarla aynı adlandırılmış blokların çoğundan oluşurken, önemli farklılıklar olduğunu akılda tutmak önemlidir. Bir alıcıdaki bir RF amplifikatörü, picowatt'ları yükseltmekle uğraşırken, bir vericideki bir kişi kilowatt'a kadar çıkabilir. Devreler benzer görünse de, bileşenlerin boyutu, özellikle soğutma sistemleri ve güç kaynakları, ölçek olarak önemli ölçüde farklılık gösterebilir. Yine de, aynı ilkelerin çoğu geçerlidir.

Vericiler ayrıca, filtreler ve karıştırıcılar gibi alıcılarla aynı fonksiyonel blokların çoğunu kullanır. Alıcı **bölümünde ele alınan bu işlevler hakkında ek materyaller bulacaksınız.** Osilatörler Osilatörler **ve Sentezleyiciler bölümünde ele alınmıştır.** Verici tasarımına uygun olan bu fonksiyonların unsurları bu bölümde ele alınmış ancak çoğaltılmamıştır.

Vakum tüpleri ve katı hal eşleştirme devreleri kullanan vericilerin (ve alıcı-vericilerin) tehlikeli voltajlar sunması muhtemeldir. Daha yüksek güç seviyelerinde RF maruz kalma sorunları dikkate alınmalıdır - daha fazla bilgi için Güvenlik bölümünü inceleyin. Verici ölçüm teknikleri **Test Cihazları ve Ölçümler** bölümünde ele alınmıştır.

13.1 Vericileri Karakterize Etmek

13.1.1 FCC Kuralları

Bölüm 97'deki FCC kurallarının bir araştırması, çoğunun iletilen sinyallerle ilgili olduğunu göstermektedir!
Bu nedenle, amatörler vericilerinin neyi tatmin etmesi gerektiği konusunda net bir fikre sahip olmalıdır.

FCC Bölüm 97'nin amatör sinyallere (emisyonlar olarak da bilinir) uyguladığı iki önemli tanım vardır:

97 .3 (a) (8) *Bant genişliği.* İletilen sinyalin ortalama gücünün, bant içindeki iletilen sinyalin ortalama gücünün en az 26 dB altında zayıflatıldığı bir frekans bandının genişliği. (Bu bölümde daha sonra Şekil 3.16'ya bakınız.)

97. 3 (a) (43) *Sahte emisyon.* Bir emisyon veya bir iletimin gerekli bant genişliği dışındaki frekanslar, iletilen bilgiyi etkilemeden seviyesi azaltılabilir.

Bölüm 2.1031 - 2.1060'da tüm kablosuz hizmetler için geçerli olan bazı önemli tanımlar da vardır:

2.202 *Bant genişliği.*

(a) *İşgal edilen bant genişliği. Frekans* bant genişliği, alt ve üst frekans sınırlarının üstünde, yayılan ortalama güçlerin her biri, belirli bir emisyon tarafından yayılan toplam ortalama gücün yüzde 0,5'ine eşittir.

(b) *Gerekli bant genişliği. Belirli bir* emisyon sınıfı için, kullanılan bant genişliğinin minimum değeri, belirli koşullar altında, kullanılan sistem için gerekli olan hızda ve kalitede bilgi iletimini sağlamak için yeterlidir. Alıcı ekipmanın iyi çalışması için yararlı emisyonlar, örneğin azaltılmış taşıyıcı sistemlerin taşıyıcısına karşılık gelen emisyon, gerekli bant genişliğine dahil edilecektir.
Bant genişliğinin (ve diğer özelliklerin) ölçümü
Bölüm 2.1031-2.1060.

Bölüm 97, Alt Bölüm D, sinyaller için bir dizi teknik standart ortaya koymaktadır. Bölüm 97.307 - Emisyon Standartları, sinyal kalitesinden sembol oranlarına kadar tüm sinyal özelliklerini kapsar. Bölüm 97 .313, bantla verici güç sınırlarını kapsar. Parça 97 .315 ve 97 .317, harici RF güç amplifikatörlerinin sertifikasyonu için standartları belirler.

FCC kurallarına, **www.arrl.org/part-97-amatör-radyo adresindeki ARRL web sitesi üzerinden çevrimiçi olarak kolayca erişilebilir ve** bu nedenle burada çoğaltılmaz

13.1.2 Performans ölçümleri

ARRL Lab, ürün incelemesi ve uyumluluk testleri için bir dizi standart test oluşturmuştur. Alıcılar ve vericiler için tüm test programı Bob Allison, WBlGCM, ARRL Lab Personel Mühendisi tarafından Amatör Radyo Alıcı-Verici Performans Testi kitabında açıklanmıştır. Önemli bölümler burada özetlenmiştir. Kitap ayrıca, havadaki performansın çeşitli unsurlarını etkileyen bir dizi önemli parametreyi de ele almaktadır. **Test Ölçümleri ve Ekipmanları bölümü ayrıca** alıcı-verici performansını da tartışmaktadır.

EMISSSION STANDARTLARI

Sahte sinyal, amaçlanan (temel) iletilen sinyal dışındaki herhangi bir sinyaldir (istenmeyen). Herhangi bir osilatör, mahmuzlar (sahte emisyonlar) ve harmonikler (temel frekansın katları) gibi istenmeyen ürünler yaratacaktır. Bazıları harmonikleri sahte emisyonlar olarak görüyor, ancak bu kitapta ayrı ayrı ele alınmıyorlar.

Spurs genellikle temel frekansın yakınında veya çevresinde bulunur. Azaltılabilir Uygun devre tasarımı ve bir dereceye kadar filtreleme ile. Harmonikler, bant geçişli filtreler kullanılarak kabul edilebilir bir seviyeye bastırılır. "Kabul edilebilir bir seviye", temel frekansın iki katı (ikinci harmonik), temel frekansın üç katı (üçüncü harmonik) vb.

Amatör bantlarda çalışan herhangi bir alıcı-vericinin karşılaması gereken en önemli standart, emisyonlar için FCC Bölüm 97 kurallarıdır. Bölüm 97.307 (d) ve 97.307 (e)'ye göre, bir HF alıcı-vericisinin emisyonları en az 43 dB sahte emisyon ve 30 MHz'in altındaki harmonik bastırmaya sahip olmalıdır. 30 MHz ila 225 MHz için, sahte ve harmonik bastırma 60 dB olmalıdır. (Emisyon belirteçleri **Modülasyon** bölümünde tartışılmaktadır .)

CARRIER VE SİDEBAND BASKİ

Taşıyıcının bastırılması için FCC spesifikasyonları ve SSB sinyalleri için istenmeyen yan bant bulunmamakla birlikte, ARRL Laboratuvarı iyi bir uygulama olarak 60 dB bastırma sağlamıştır. 50 dB bastırma minimum kabul edilebilir bir seviye olarak kabul edilir.

İNTERMODULATİON DISTORTION (IMD)

IMD'nin neden olduğu sahte emisyonlar kesinlikle endişe vericidir, ancak sinyal bant genişliği kurallarını karşılayabilirler. Günümüzün alıcı-vericileri için, PEP'in 30 dB altında üçüncü dereceden bir ürün ölçümü tipiktir, 35 dB iyi kabul edilir ve PEP'in altında 25 dB vasattır. Mümkün olan daha düşük İMD ürünleriyle temiz bir sinyal, bir alıcı-verici satın almak veya çalıştırmak için önemli bir husus olmalıdır. Hatırlamak da önemlidir En iyi vericinin bile, çok fazla parazit yaratan aşırı geniş bir sinyal yaymak için yanlış ayarlanabileceğini.

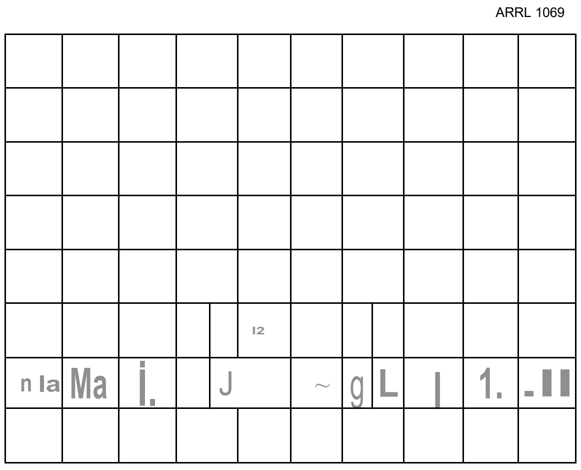
Şekil 13.1 ve **13.2,** iyi bir İMD performansına sahip tipik bir sinyal örneği - (Şekil 13 .1) ve kabul edilemez bir 1 y-ignal (Şekil 13.2) göstermektedir. ThesignalinFigure 13.1, kabul edilebilir 3. dereceden İMD ürünlerine sahiptir ve yüksek dereceli ürünler ana sinyalden hızla uzaklaşır. Bununla birlikte, Şekil 13.2'deki sinyal, 3. dereceden ürünler için vasat bir performansa sahiptir ve daha yüksek dereceli ürünler, taşıyıcı frekansından 6 kHz ± kadar çok yüksektir. Bu sinyal, her bir tarafına en az iki SSB kontağını engeller .

CW KEYNG

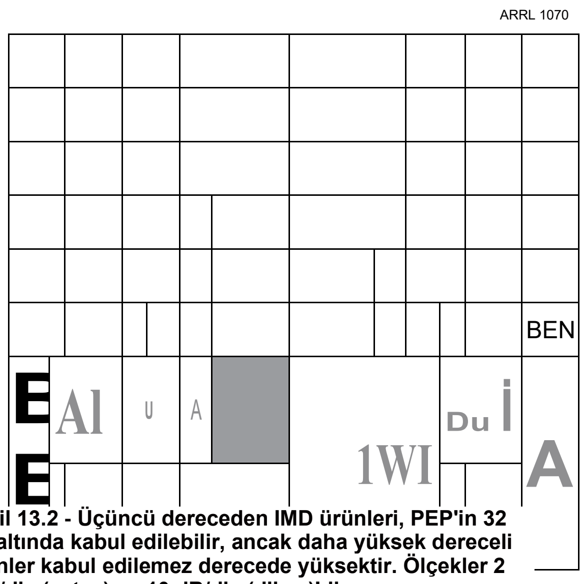
Bir vericinin anahtarlama dalga formunun şekli, yayınlarının kalitesini ve etkinliğini etkiler. Anahtarlama dalga formunu gözlemleyerek, iletilen sinyalin kalitesini ve bitişik sinyaller üzerindeki etkisini etkileyecek özelliklere sahip olup olmadığını değerlendirmek mümkündür.

Anahtarlı dalga formunun şeklini gözlemleyerek tespit edilebilecek sorunların iki ana imzası vardır. Birincisi, vericinin bir iletimin başlangıcında kısa bir yüksek güçlü geçici gönderdiği aşımdır (**bakınız Şekil 13.3**). **Bu**, güç kontrol alt sisteminin çıkış - gücündeki hızlı değişime düzgün tepki vermemesinden kaynaklanır. Geçici, bir amplifikatörün * güç koruma devresinin etkinleştirilmesine veya takılmasına neden olabilir. Ayrıca bitişik kanallarda tuş tıklamasına neden olabilir. Arızalı sistem ALC sistemi, bir yazılım sorunu veya başka bir iç güç kontrol mekanizması olabilir .

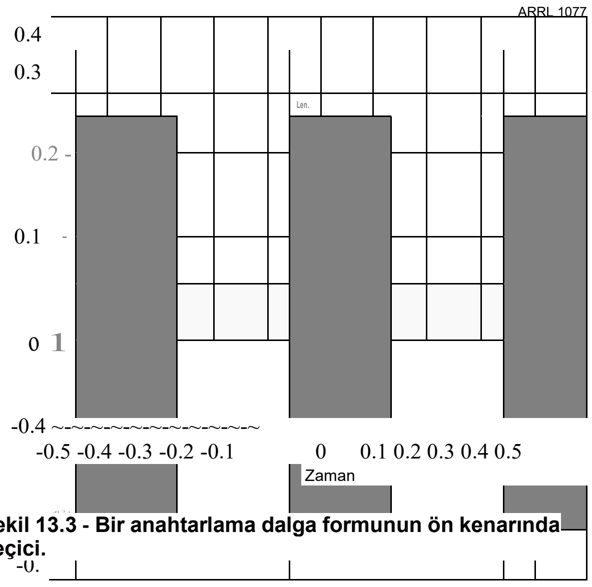
İkinci imza çok hızlı yükselme ve düşme süreleri veya ani kenarlar ve



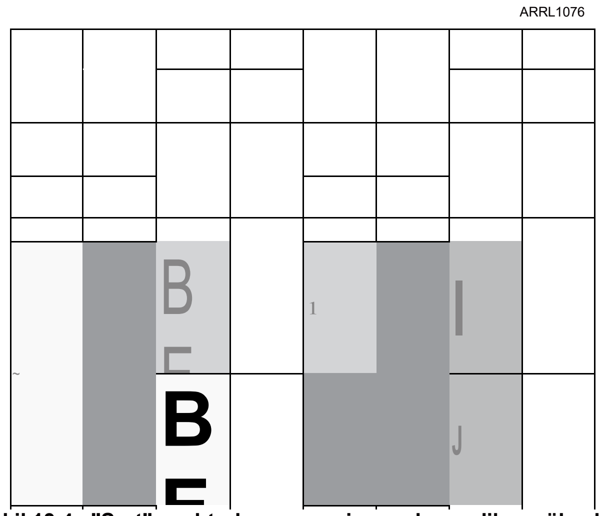
Şekil 13.1 - İyi bir iletilen sinyal için iki tonlu İMD test sonuçları. 3. sipariş ürünleri, en yüksek gücün altında 40 dB'ye yakındır. Ölçekler 2 kHz/div (yatay) ve 10 dB/div (dikey)'dir.



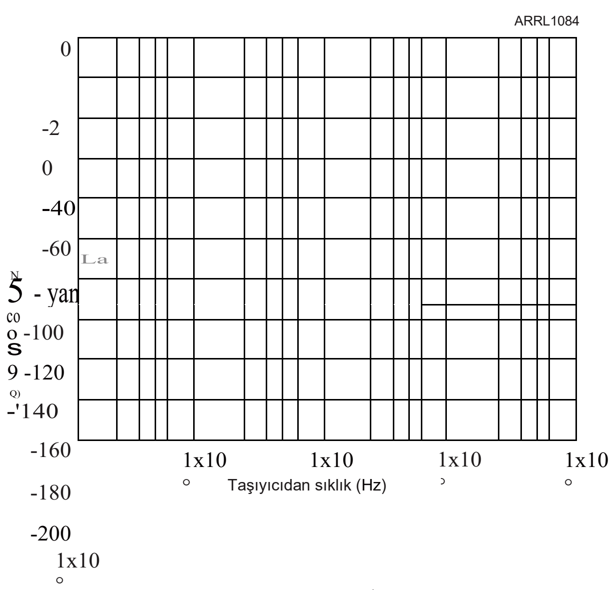
Şekil 13.2 - Üçüncü dereceden IMD ürünleri, PEP'in 32 dB altında kabul edilebilir, ancak daha yüksek dereceli ürünler kabul edilemez derecede yüksektir. Ölçekler 2 kHz/div (yatay) ve 10 dB/div (dikey)'dir.



Şekil 13.3 - Bir anahtarlama dalga formunun ön kenarında geçici.



Şekil 13.4 - "Sert" anahtarlamanın ani, neredeyse dikey yükselen ve düşen kenarları.



Şekil 13.5 - Nispeten düşük kompozit gürültü profiline sahip bir verici. Bu vericinin - bitişik kanallarda veya diğer bantlarda önemli bir girişime neden olması olası değildir.

Şekil 13.4'te gösterildiği gibi zarf. Dalga - formunun yükselen ve düşen kenarları sırasında mevcut olan süreksizlikler orartifaktlar da olabilir. Bunlar, CW sinyalinin gerekli bant genişliğinin çok ötesine, bitişik kanallara parazite neden olan anahtar tıklamaları olarak uzanan bozulma ürünleri oluşturur.

COMPOSITE (FAZ) NOISE

Kompozit gürültü, iletilen sinyal üzerindeki hem genlik hem de faz gürültüsünden oluşur. Sinyalin taşıyıcı frekansından 100 Hz'den 1 MHz'e kadar olan gürültü ile ilgileniyoruz. (Bkz. **Şekil 13.5) Kompozit** gürültü, bitişik kanalların gürültü tabanını ve ciddi durumlarda, tüm bant boyunca veya birden fazla bant üzerinde yükseltebilir. (Bu bölümdeki ve **Alıcı-Verici Tasarım Konuları** bölümündeki faz gürültüsü tartışmalarına bakın.)

13.1.3 CCS, İCAS ve İMS Derecelendirmeleri

Amatör ekipman genellikle İCAS hizmetinin bir seviyesinde derecelendirilmiş olarak ilan edilir. Birkaç ilgili işletim hizmeti türü vardır. RCA İletim Tüpleri kılavuzundan (TT-4, 1956) aşağıdaki tanımlar elde edilmiştir:

Sürekli Ticari Servis (CCS), maksimum güvenilirlik ve uzun tüp ömrünün birincil hususlar olduğu sürekli tüp çalışmasını içeren uygulamaları kapsar.

İntermittent Ticari ve Amatör Hizmet (1 CAS), yüksek tüp çıkışının uzun tüp ömründen daha önemli olduğu uygulamaları kapsar. Bu başlıktaki "İntermittent Commercial" terimi, işletme veya "açık" sürelerinin her biri 5 dakikayı geçmediği ve Ardından "kapalı" veya aynı veya daha uzun süreli bekleme süreleri gelir. "Amatör Hizmet" terimi, "amatör" vericilerde tüplerin kullanımının yanı sıra, işlemin seyrek veya oldukça aralıklı olduğu diğer uygulamaları da kapsar. ICAS derecelendirmeleri genellikle CCS derecelendirmelerinden oldukça yüksektir.

Bir tüpün daha fazla çıkış gücü üretme kabiliyetine genellikle tüp ömründe bir azalma eşlik etmesine rağmen, ekipman tasarımcısı, ICAS derecelendirmelerinde çalıştırılan küçük bir tüpün, CCS derecelendirmelerinde çalıştırılan daha büyük bir tüpten daha iyi gereksinimleri karşıladığına karar verebilir.

İntermittent Mobil Servis (İMS), en küçük pratik boyut ve ağırlıktaki ekipmanlardan kısa süreler için çok yüksek güç çıkışının gerekli olduğu uygulamaları kapsar. IMS hizmeti için tüp değerleri, vericinin'on "periyotlarının her birinin 15 saniyeyi geçmediği öncülüne dayanır ve bunu en az 60 saniye süren" kapalı "periyotlar izler. Bununla birlikte, ekipman testleri, her biri 5 dakikadan fazla olmayan maksimum "açık" süreler ve ardından'en az 5 dakikalık "kapalı sürelere izin verilir, ancak bu test sürelerinin toplam" açık "süresi, tüpün ömrü boyunca 10 saati geçmemelidir. Her ne kadar IPS dereceleri altında çalıştırılan tüpler sadece yaklaşık 100 saatlik bir ömre sahip olsa da, bu derecelerin kullanımı, çok küçük tüplerden aralıklı olarak yüksek güç elde edilmesi gereken yerlerde ekonomik olarak gerekçelendirilir.

İf ekipmanı, Sürekli Ticari Servis gereksinimlerini karşılayacak şekilde belirtilir; bu, ekipmanın veya cihazın tam olarak nasıl gerçekleştirileceğinin onaylanmasıdır. Bununla birlikte, çok az sayıda amatör verici veya amplifikatör bu karşılamak zorunda kalsalardı, oldukça expenSIVe olurdu.

Öte yandan, ICAS, ekipmanın sağlaması beklenen hizmet türü için sadece bir isimdir. Açıklama, ekipmanın 5 dakika veya daha kısa eşit "açık've" kapalı "sürelere sahip %50 görev döngüsü ile çalıştırıldığı kullanıma uygulanmak üzere tasarlanmıştır. "ICAS %50'gibi terimlerin standart bir anlamı yoktur. Bu, orijinal ICAS tanımına atıfta bulunabilir veya %50 görev süresi anlamına gelebilir Çevrim işlemi, hiç işlem yapılmayan eşit bir süre izledi. En güvenli seçenek, üreticiye doğrudan İCAS veya benzeri bir derecelendirmeyi yorumlamalarını istemek ve hiçbir şey varsaymamaktır.

Hangi derecelendirmenin kullanıldığına bakılmaksızın, amaç, ekipmanın (veya cihazların) çalıştırılabileceği ve hala uyması beklenen koşulları tanımlamaktır.

Performans özellikleri. Tipik olarak, cihazlar performans özelliklerini karşılamak için maksimum derecelendirmelerinden çıkarılır, ancak ekipman tasarlanırken dikkate alınması gereken birçok husus vardır. Örneğin, yüksek bir ortam sıcaklığında çalışmak üzere tasarlanmış ekipmanın, daha düşük bir sıcaklıkta çalıştırılan ekipmandan daha fazla derecelendirilmesi gerekir.

13.2 Verici Mimarisi

Aşağıdaki bölümde, "bant içi", istenen sinyalin bant genişliği içindeki sinyal frekanslarını ifade eder. Örneğin, 4.200 MHz taşıyıcı frekansına sahip bir üst yan bant ses sinyali için, yaklaşık 14.2003 ila 14.203 frekansları inband olarak kabul edilir. Bant dışı, bitişik kanallar gibi bu aralığın dışındaki frekansları ifade eder.

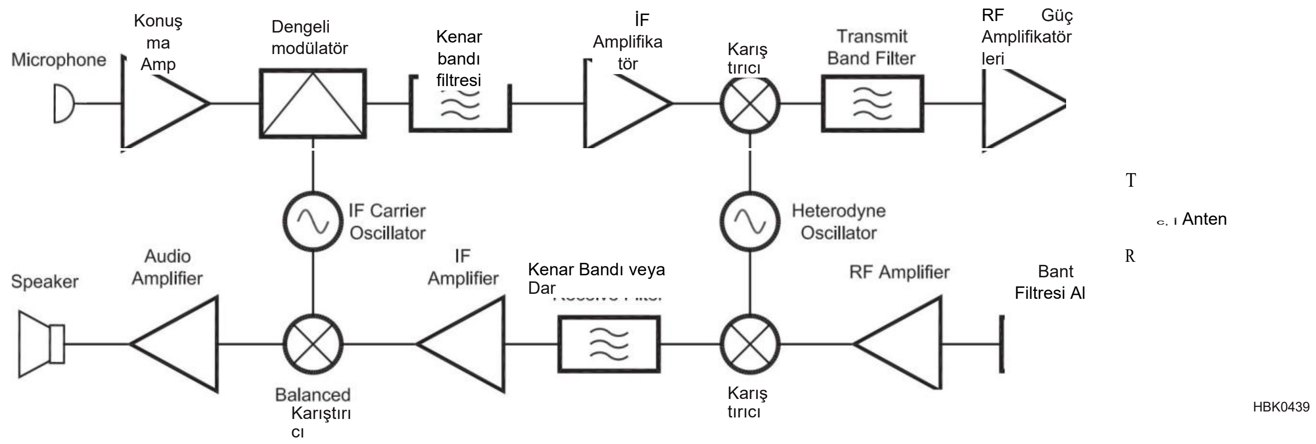
13.2.1 Heterodyne Mimarisini Dönüştürme

Şekil 13.6 geleneksel bir süperhet- gösterir Yan bant filtresinin, bazı amplifikatörlerin ve diğer filtrelerin kapsamlı anahtarlama kullanımı yoluyla iletim ve alma modları arasında paylaşıldığı alıcı vericiler için erodyne mimarisi. Bu mimarinin bir sınırlaması, ilk İF'ye yakın frekanslarda çalışma sağlamanın zor olmasıdır. Tipik alıcı-verici tasarımcısı, istenen çalışma frekanslarından uzakta ilk bir İF frekansı seçti ve bu temelde ilerledi.

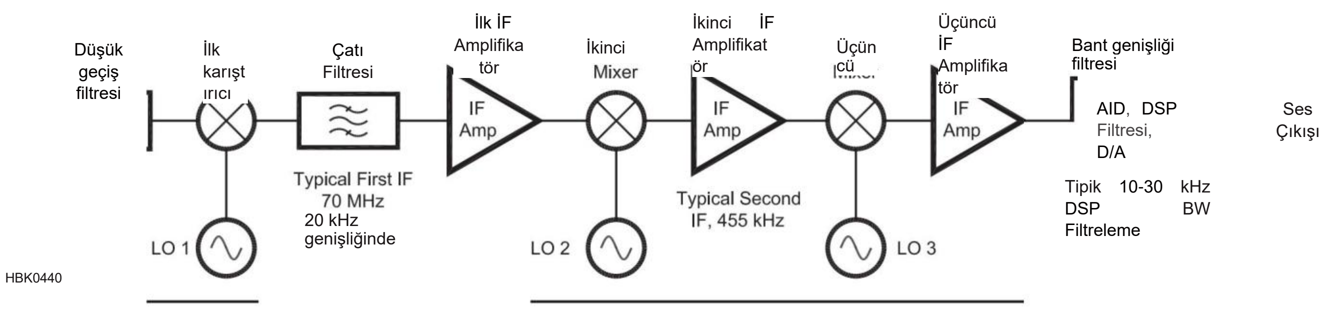
1979 ITU Dünya İdari Radyo Konferansı'nda 30, 17 ve 12 metrelik yeni amatör gruplar onaylandı. Di-

Yeni bantlarda görüntü reddinin yönetilmesi ve LF, MF ve HF bantlarının sürekli alıcı kapsama alanı arzusu (genel kapsama alma), alıcıların ve alıcı-vericilerin mimarisinde önemli bir değişiklik gerektiriyordu. Böylece, **Alıcı** bölümünde tartışılan üst üste binen mimari - 1980'lerde popüler hale geldi ve birkaç önemli istisna dışında, sonraki on yılda ticari ürünlerde neredeyse evrensel hale geldi.

Çözüm, **Şekil 13.7'de gösterilen yukarı bakan mimariye geçmekti.** Tarafından



Şekil 13.6 - Basit bir SSB alıcı-verici paylaşım osilatör frekanslarının blok diyagramı.



Şekil 13.7 - upconverting genel kapsama alıcı-vericisinin basitleştirilmiş blok diyagramı, alıcı bölümü gösterilmiştir .

En yüksek alma frekansının çok üzerinde bir ilk İF seçildiğinde, ilk yerel osilatör tüm alma aralığını boşluklar olmadan kapsayabilir. Gösterilen 70 MHz İF ile, 0 ila 30 MHz arasındaki tüm aralık, 70 ila 100 MHz, 1.5: 1 aralığından daha az bir LO ile kaplanabilir ve modem PLL veya DDS teknolojisi ile uygulanmasını kolaylaştırır. Yüksek İF'nin görüntü reddini çok kolaylaştırdığını ve normal ayarlanmış bant genişliği ön ucundan ziyade, daha evrensel düşük geçişli filtreleme kullanabileceğimizi unutmayın. Alçak geçiren filtre genellikle iletim tarafı ile paylaşılır ve verici harmonik içeriğini azaltmak için oktav kesme frekansları ile tasarlanmıştır. Tipik bir HF alıcı-verici alçak geçiren filtre kesme frekansı seti **1,** 2, 4, 8, 16 ve 32 MHz olacaktır .

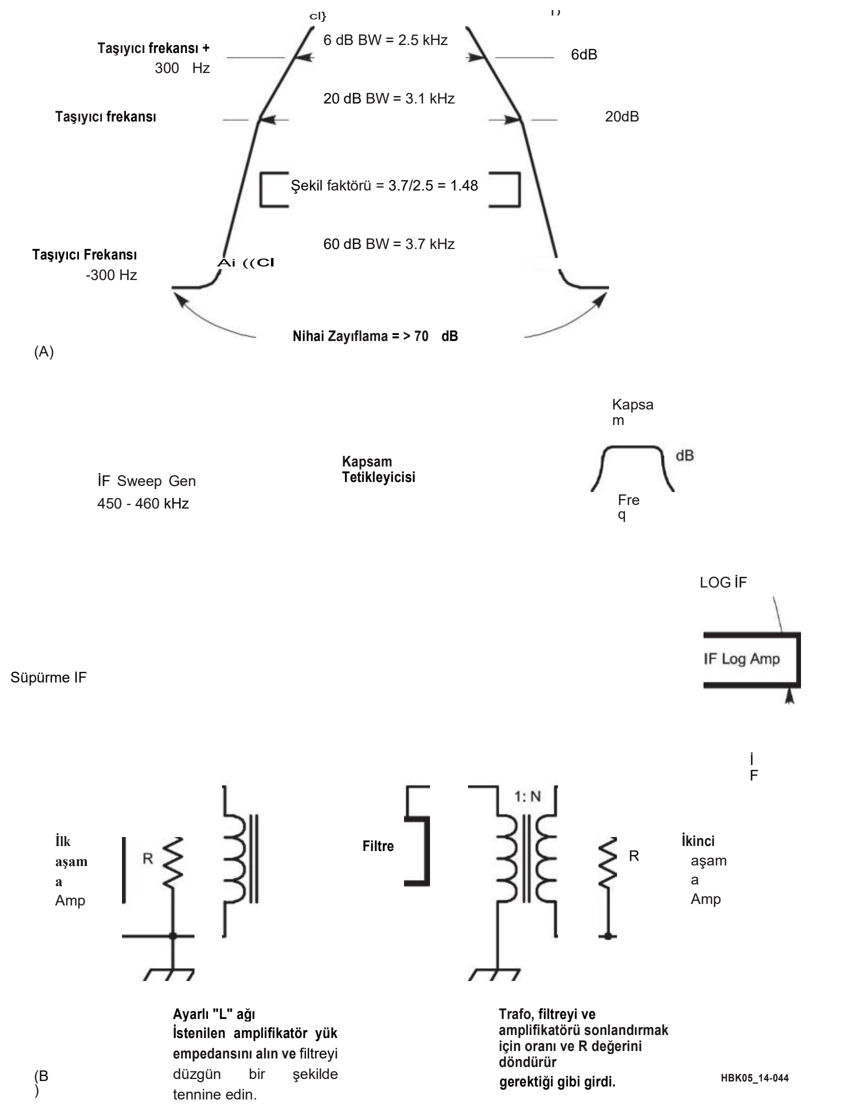
Bu mimari önemli avantajlar sunuyor. Sadece kontrol sistemi programlamasını değiştirerek, mimari veya donanım uygulamasında herhangi bir değişiklik yapılmadan herhangi bir frekans aralığı veya aralığı sağlanabilir. Daha geleneksel alıcı-verici mimarisinden (Şekil 13.6) farklı olarak, aralık boyunca sürekli alma frekansı kapsama alanı sağlamak, sağlamamaktan daha kolaydır ve kısa dalga veya yayın dinlemeyi sevenler için bir pazarlama avantajı sunar.

IFF FILTERS

İstenen İF filtre yanıtı **Şekil 13.8A'de gösterilir.** Taşıyıcı frekansının azaltılması, filtre yanıtı ile arttırılır. İt belirtmek için yaygındırFilterresponse, taşıyıcı frekansında 20 dB'nin altında olur. Karşı yan bandın reddi (umarım), karşı yan banttaki 300-Hz noktası olan taşıyıcı frekansın 300 Hz altında başlayarak 60 dB olmalıdır. Nihai zayıflama en az 70 dB olmalıdır. Bu, yüksek kaliteli bir verici için çok iyi bir spesifikasyonu temsil eder. Filtre geçiş bandı mümkün olduğunca düz olmalıdır (geçiş bandı dalgalanması 1 dB'den az olmalıdır).

USB veya LSB olarak adlandırılan özel filtreler, taşıyıcı ve karşı yan bandın reddedilmesini iyileştirmek için taşıyıcı frekans tarafında daha dik bir yuvarlanma ile tasarlanmıştır. Bunu yapan mekanik filtreler mevcuttur. Kristal merdiven filtreleri (Analog **ve Dijital Filtreleme bölümüne bakın)** sıklıkla'tek kenarlı "filtreler olarak adlandırılır, çünkü bunlar da bu özelliğe sahiptir. Dik etek, kristallerin sırasıyla sinyal yolu boyunca mı yoksa sinyal yolu ile seri mi olduğuna bağlı olarak alçak veya yüksek tarafta olabilir.

Filtreler, sonlandırılmalarına özel dikkat gerektirir. Filtreyi çevreleyen devrelerle arayüzleyen ağlar, sıcaklık üzerinde doğru ve kararlı olmalıdır. Adaptasyonu kolay olmalıdır. Onları ayarlamak için çok iyi bir yolu dar bant süpürme inşa etmektir



Şekil 13.8 - (A)'da, bir SSB İF filtresinin istenen yanıtı. (B)'de, kolay ve doğru ayar ayarlaması ve ayrıca ayarlamaları gerçekleştirmek için olası bir test kurulumuna izin veren mekanik bir filtrenin sonlandırılması için bir yöntem.

Jeneratör ve Şekil 13.8B'de belirtildiği gibi logaritmik bir amplifikatör ile çıkış İF zarfına bakın. Üç hedef vardır:

- Sürücü aşaması istenen yük empedansını görmelidir.
- Filtreden sonraki aşama istenen kaynak (jeneratör) empedansını görmelidir.
- Filtre her iki uçta da uygun şekilde sonlandırılmalıdır.

Bu koşullardan herhangi birinin olmaması, belirtilen filtre yanıtının kaybına neden olur. Şekil 13.8B iki tipik yaklaşımı göstermektedir. Bu tür bir kurulum, filtrelerin ve diğer devrelerin düzgün çalıştığından emin olmanın çok iyi bir yoludur.

Son olarak, overdriven filtreler (kristal veya mekanik filtreler gibi) doğrusal olmayan hale gelebilir ve bozulma oluşturabilir. Bu nedenle gereklidir Üreticinin özellikleri içinde kalmak. Ayar ağlarında kullanılan manyetik çekirdek malzemeler, karşılaşılan sinyal seviyelerinde yeterince doğrusal olmalıdır. İMD için ayrı ayrı test edilmelidir.

İF Doğrusallık ve Gürültü

Şekil 13.9, son SSB filtresinden sonra, SSB modülatöründen hemen sonra veya İF kesme makinesinden sonra olsun, sonraki BPF'lerin oldukça geniş olduğunu gösterir. Örneğin, 70 MHz kristal filtre 15 ila 30 kHz genişliğinde olabilir. Bu, vericide, İF amplifikatörlerinde ve karıştırıcılarında üretilen bant dışı İMD'nin bitişik kanal parazitine neden olabileceği bir "gri bölge" olduğu anlamına gelir.

Şekil 13.9'da gösterilmeyen olası bir istisna, bir ara İF olabileceğidir.

Aynı zamanda dar bir filtre içeren 10 MHz bölgesinde.

Bunun anlamı, bu devrelerin doğrusallığına özel dikkat gösterilmesi gerektiğidir. Bu gri alandaki bozulmanın, PA tarafından üretilen bozulmadan ve ayrıca son karıştırıcı tarafından üretilen faz gürültüsünden daha az olduğundan emin olmak tasarımcının işidir. Ayrıca, uyarıcı aşamalarında üretilen toplam İMD'nin, - kademeli olarak birkaç amplifikatör ve karıştırıcı aşamasının sonucu olduğunu hatırlayın; Bu nedenle, zincirdeki her eleman en az 40 ila 50 dB İMD kalitesine sahip olmalıdır. Bunu garanti etmek için çeşitli tahrik seviyeleri seçilmelidir. Çok aşamalı doğrusallık için bu gereklilik, SSB modunun ana teknik ve maliyet yüklerinden biridir.

Gri bölgede de ilgi çekici olan, SSB filtresinden sonraki ilk İF amplifikatöründen kaynaklanan ve çıkışa giderken oldukça büyütülmüş olan beyaz, termal ve aşırı seslerdir. Bu gürültü, yüksek kaliteli bir radyoda olduğu gibi, faz gürültüsü düşükse, faz gürültü seviyesi ile karşılaştırılabilir. Ayrıca faz gürültüsünün modülasyon zirvelerinde en kötü durumda olduğunu hatırlayın, ancak modülasyon olmadığında bile ilave gürültü mevcut olabilir (ve çoğu zaman). Bu, birlikte bulunan iletim ve alıcı ortamlarda sık görülen bir sorundur. Birçok Verici tasarımları 70 MHz'de dar filtrenin avantajına sahip değildir, bu nedenle güçlendirilmiş gürültü daha geniş frekans aralığını genişletebilir.

TRANSMIT MİXER IINEARITY VE NOISE

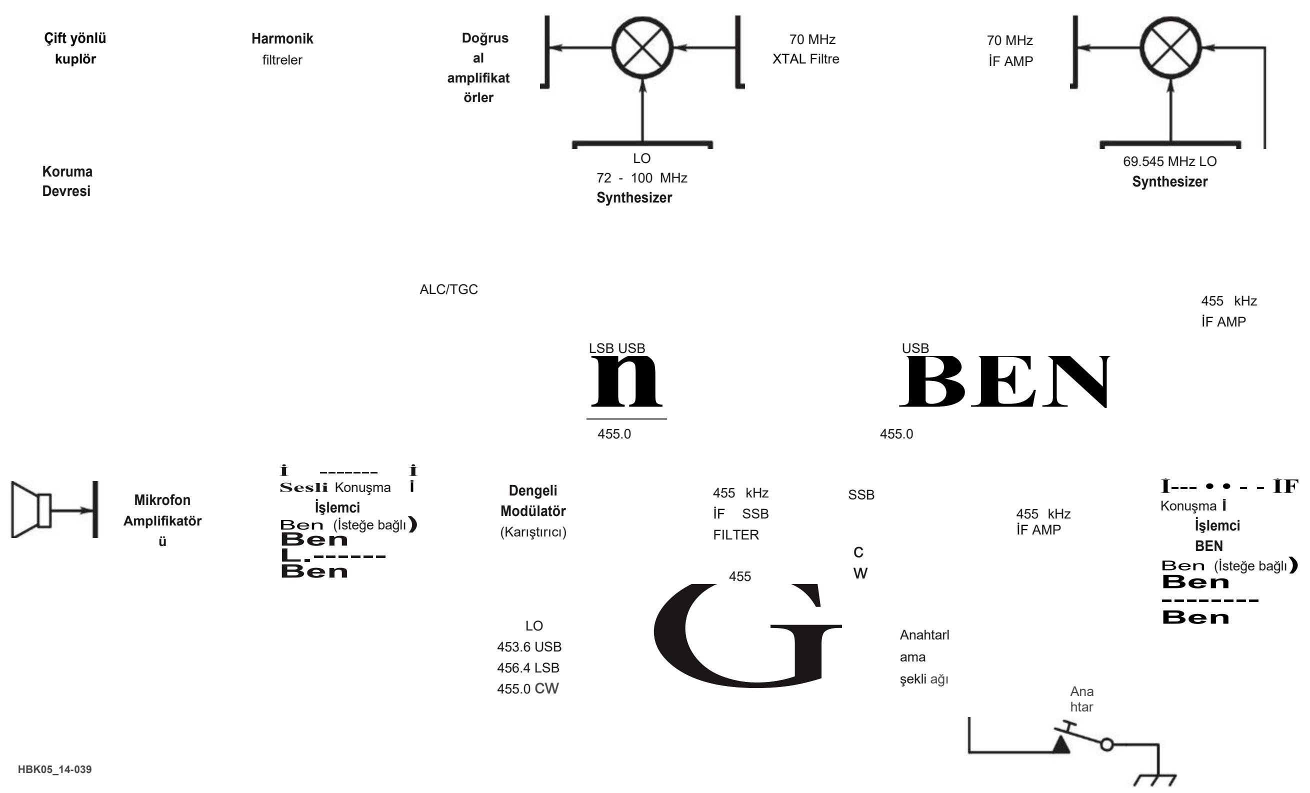
Şekil 13.9'daki son İF ve son karıştırıcı LO seçilir, böylece mümkün olduğunca harmonik İMD ürünleri, düşük geçişli filtrelerin geçiş bandının dışına düştükleri ve çalışma frekansından yeterince uzakta olurlar. Bunu, vericinin tüm frekans - aralığında gerçekleştirmek zordur. İt, - kaçınılmaz olan ürünleri en aza indirmek için yüksek seviyeli bir karıştırıcı ve yeterince düşük bir sinyal seviyesi kullanmaya yardımcı olur. Bununla birlikte, yeterince azaltılamayan düşük sıralı geçitler kabul edilemez; Tasarımcı çizim tahtasına geri dönmelidir.

13.2.2 SDR Verici Mimarisi

SDR verici mimarisi, **DSP ve SDR Temelleri ve Alma** bölümlerinde açıklandığı gibi SDRreceiver mimarisine çok benziyor. İçin Örneğin, FFT, zaman ve frekans alanları arasında ileri geri çevirmek için kendi tersi olarak yeniden kullanılabilir. İ/Q - modülasyonu, İ/Q demodülasyonuna çok benziyor. ADC'nin dijitali analoga ve tam tersini değiştirmek için bir DAC'yi değiştirin. Dijital filtreler sadece bir veri akışına ve işlem hacmini işlemek için yeterli saat hızına ihtiyaç duyar.

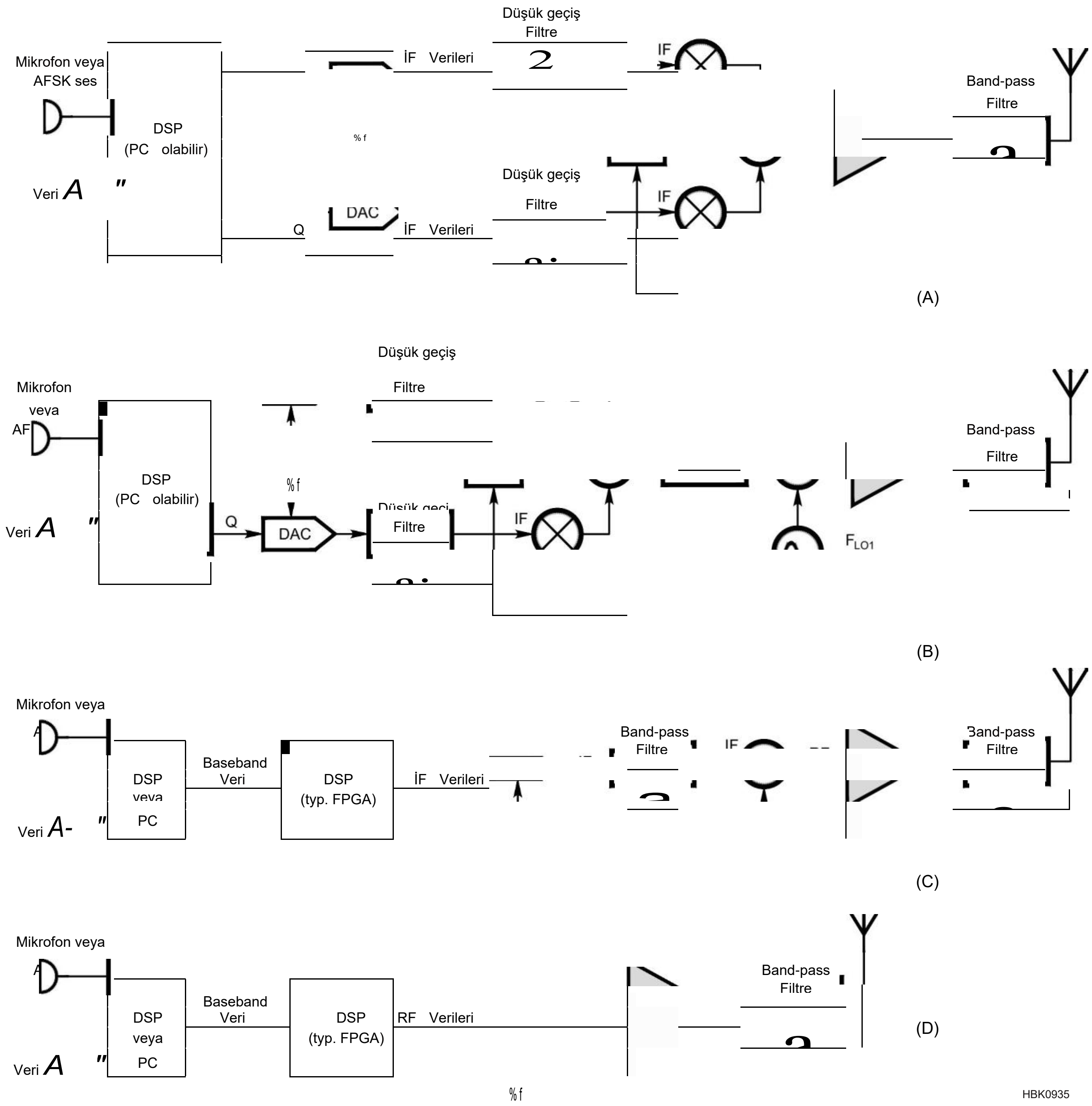
Asıl soru, yeterli bilgi işlem kaynağı sağlamak ve analogdan dijitale atlamanın nerede yapılacağına karar vermektir. Maliyet düşerken veri dönüştürücülerin hızı ve çözünürlüğü arttıkça, analog ve dijital alanlar arasındaki geçiş antene daha da yaklaşıyor. 2017 yılında tanıtılan ticari ana alıcı-verici tasarımları artık geleneksel analog süperheterodin mimarisine dayanmamaktadır. Süperheterodinin eski bir teknoloji haline gelmesi sadece bir zaman meselesidir.

Bununla birlikte, süperheterodin teknikleri hala sinyal yolundaki noktalarda kullanılmaktadır. **Şekil 13.10,** verici mimarilerinin tüm süperheterodinlerden doğrudan örneklenmiş olarak ilerlemesini göstermektedir. **DSP ve SDR Temelleri** bölümünde 8.3 ile 8.6 arasındaki SDR alıcı mimarilerine benzediklerini düşünüyorsanız, haklısınız. Onlar



Şekil 13.9 - Bir upconversion SSB/CW vericisinin blok diyagramı.

6 dB BW



Şekil 13.10 - Çeşitli SDR verici mimarileri. Direct-from-baseband (A), Hybrid superhet/SDR kombinasyonu (B), Hybrid DSP-at-İF (C), Direct-örneklenmiş (B).

Esasen, sinyalleri almak için kullanılan ancak tam tersi yerine RF'ye dönüştürmek için kullanılan aynı işlemlerdir. (Mimari artıları ve eksileri hakkında bir tartışma için Alıcı bölümüne bakın.) Bu mimarilerin tümü bugün ev yapımı ve ticari ekipmanlarda amatörler tarafından kullanılmaktadır.

Herhangi bir spesifik alıcı-vericide, alıcı ve mimariler, aynı DSP bileşenlerini kullanmaları ve Analog ve dijital arasında sinyal yolunda kabaca aynı noktada dönüştürün. Mimari, - büyük ölçüde veri dönüştürücülerin ve FPGA veya benzeri DSP hesaplama cihazlarının maliyeti ve kullanılabilirliği tarafından yönlendirilir. (Bazı alıcı-vericiler genel FPGA parçalarına dayanırken, diğerleri özel DSP veya grafik işlemcileri kullanır.) Çeşitli mimarilerle ilgili ödünleşimler, **Alıcı-Verici Tasarım Konuları** bölümünde tartışılmaktadır.

SDR teknolojisi hızla gelişiyor, bu nedenle beklenen performans seviyeleri hakkında kapsamlı açıklamalar yapmak için erken. En iyi yaklaşım, *Rob Sherwood,* **NC ~ B (www.sherweng.com/table.html) ve Jim** Brown, K9YC **(k9yc.com/publish. html),** deneyimli operatörlere görüşlerini sorun ve ardından ekipmanı kendiniz deneyin !

13.3 Modülatörler

El Kitabı'nın önceki baskıları, mikserlerin genel bir tedavisinde modülatörleri kapsıyordu. Bu tartışmanın çoğu şimdi karıştırıcı işlemi hakkında daha ayrıntılı bilgi bulabileceğiniz Alma bölümüne dahil edilmiştir.

13.3.1 Genlik Modülatörleri

Şekil 13.11'de gösterildiği gibi bir AM sinyalinin nasıl oluşturulduğunu görebilirsiniz. Şekil 13.1 lA taşıyıcıyı gösterir ve modüle edici bir tondan gelen yan bantlar 13 .11 B ve 13.11 C'de gösterilir. Bir AM sinyalinin dalga formu taşıyıcı genliğini değiştirir gibi görünür, ancak durum böyle değildir. AM sinyalinin değişen zarfı, sinyalin üç bileşeninden (taşıyıcı ve iki yan bant) bir araya gelmesinden kaynaklanır. Bileşenler birbirlerini güçlendirip iptal ettikçe, toplamları (zarf olarak görünen) yükselir ve düşer.

Eğer yakından bakarsanız, Şekil 13.llB ve 13.llC'deki dalga formlarının taşıyıcıdan biraz farklı frekanslara sahip olduğunu görebilirsiniz. Eğer iki kenar bandı birbirine eklenirse, Şekil 13'ün sinyali. L 1D - üretilmiştir. İki kenar bandı, taşıyıcı olmadan dalga formları gibi görünür. Bu *çift taraflı, bastırılmış bir taşıyıcıdır* (DSBSC).

Taşıyıcı sinyal eklendiğinde, tam AM sinyali Şekil 13.11D'de üretilir. Tüm sinyaller fazda olduğunda, ortaya çıkan sinyal maksimum genliğe sahiptir. Tüm sinyaller faz dışı olduğunda, elde edilen sinyal sıfıra gider. Eğer taşıyıcının fazı referans olarak kullanılırsa, her bir yan bandın fazı taşıyıcının arkasına kayma (alt yan bant) veya ileriye doğru hareket etme (üst yan bant) olarak görülebilir. Kenar bantları, tonun frekansında birbirleriyle faz dışıdır, böylece ortaya çıkan zarf, modüle edici tonun sinüs dalgasını yeniden üretir.

Vericide, SSB modülatörü hem taşıyıcıyı hem de istenmeyen yan bandı bastırmalıdır. Taşıyıcı bastırma normalde *dengeli bir modülatör ile gerçekleştirilir,* a

Mikser Matematiği: Genlik Modülasyonu

Taşıyıcının yan bantlarla birlikte karıştırıcının bir parçası olmasına kolayca izin verebiliriz, sadece karıştırmak istediğimiz bilgiye yeterli seviye kayması ekleyerek, böylece dalga formu asla negatif olmaz. **Alıcı** bölümündeki "Mikser Matematiği: Çarpma Olarak Karıştırma" kenar çubuğunda, mikser matematiği, giriş sinyallerinin tepe voltajını doğrudan sinüs değerlerine eşit olarak ayarlayarak nispeten basit tutuldu. Her giriş sinyalinin Tepe voltajı bu nedenle + 1 ile -1 arasında değişir, bu nedenle modülatör sinyal terimimizi (modülatör veya bilgi dalga formu olarak rolünü yansıtacak bir alt simge m ile sağlanır) negatif olmaktan korumak için yapmamız gereken tek şey buna 1 eklemektir. Taşıyıcı terimi bir alt simge c ile tanımlayarak, yazabiliriz

AM sinyali = (1 + m sin 2nf,'t) sin 2rf , t **(A)**

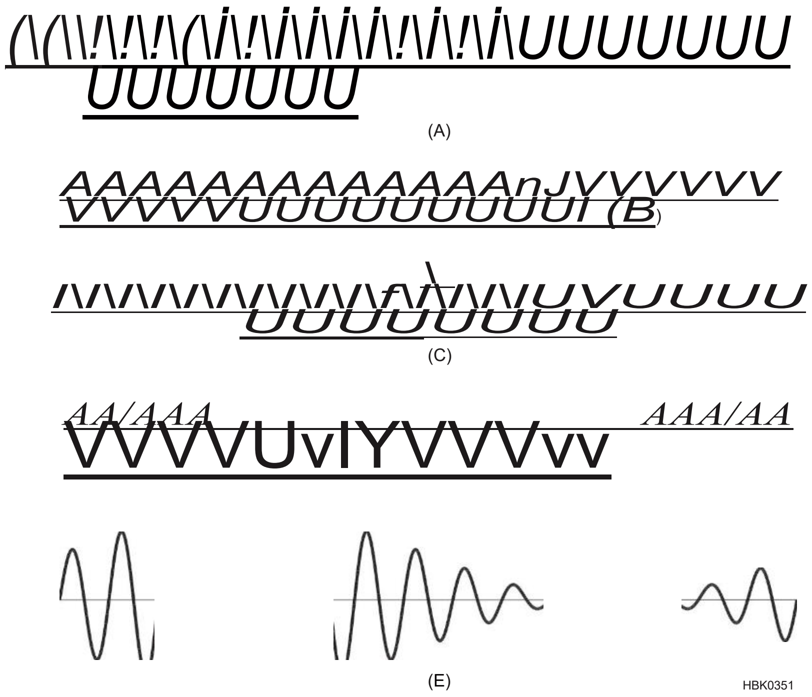
Modülasyonun (2rf,,, t) teriminin katsayı şeklinde bir şirketi olduğuna dikkat edin , m.Bu değişken, modüle edici sinyalin değişen genliğini ifade eder - sonuçta genlik modülasyonuna neden olan varyasyonlar. Denklemi genişletmek bize şunları verir:

AM sinyali = sin 2nf, t + - m cos (2nt, - 2nt,) t- -'m cos (21f, - 2mt,) t (B)
2 2

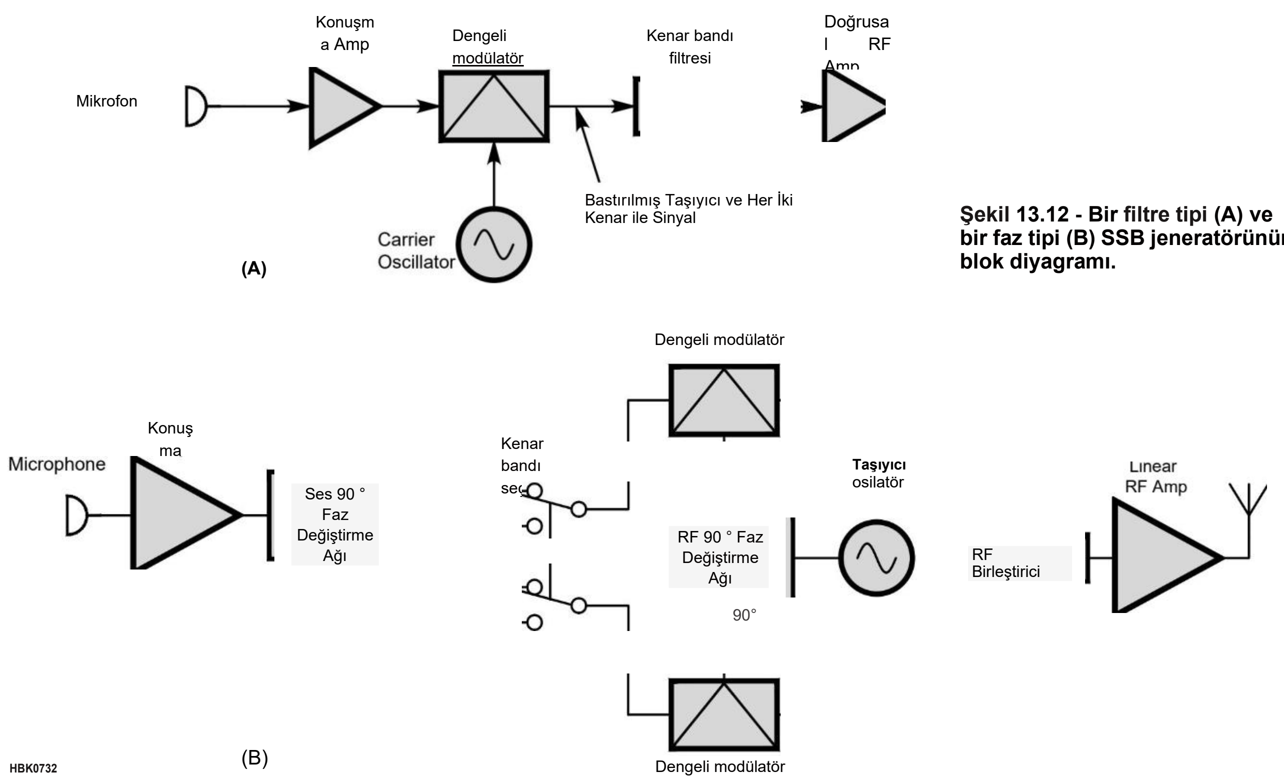
Modülatörün çıktısı artık taşıyıcıyı (sin 2rf, t), gücüne göre değişen toplam ve fark ürünlerine ek olarak içerir. Modülasyon hakkında konuşma kurallarına göre, taşıyıcınınkinden daha yüksek bir frekansta çıkan toplam ürünü, *üst yan bant (USB)* ve taşıyıcıdan daha düşük bir frekansta çıkan fark ürünü, *alt yan bant (LSB).*

Neden İt Genlik Modülasyonu Diyoruz

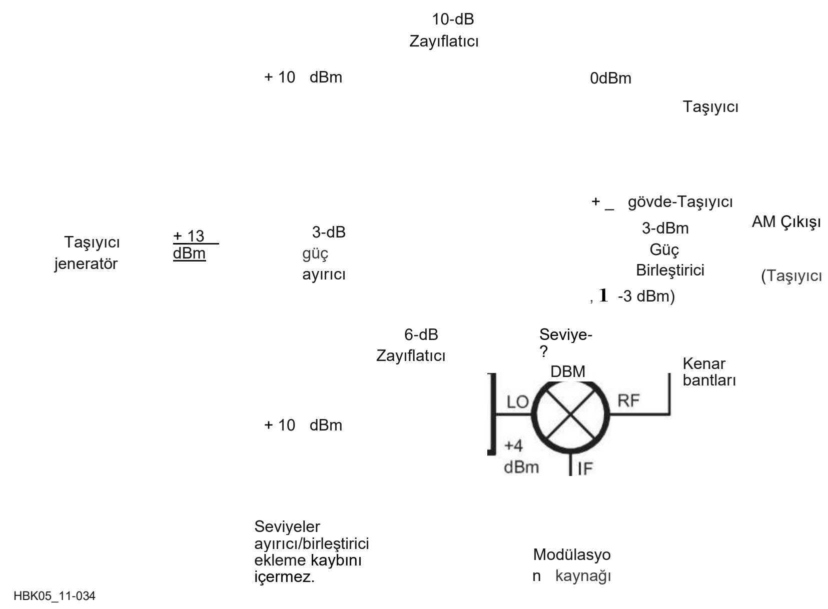
Bu işleme *genlik modülasyonu denir, çünkü* kenar bantları ve taşıyıcının toplamından oluşan karmaşık dalga formu bilgi sinyalinin büyüklüğüne (m) göre değişir. AM'nin mekanizmasını göstermek için uzun süredir kullanılan kavramlar, *taşıyıcının* modülasyonla gücünün değiştiğini düşünerek bizi yanlış yönlendirebilir, ancak yukarıdaki denklemin dikkatli bir şekilde incelenmesi bunun olmadığını gösterir. Taşıyıcı, sin 2rf, t, değişmeyen maksimum değeri J1 J olan bir sinüzoid olarak modülatöre girer. Modülatör, taşıyıcıyı bilgi sinyaline eklediğimiz de level (+ 1) ile çarpar.
(m sin 2f,'t). Sin 2rf, t'yi 1 ile çarpmak sadece sin 2nf, t'yi döndürür. Bu nedenle, taşıyıcının genliği genlik modülasyonunun bir sonucu olarak değişmez .



Şekil 13.11 - A'da **modüle edilmemiş bir taşıyıcı var. Üst (B) ve alt (C) kenar bantları, bir çift yan bant bastırılmış taşıyıcı (DSBSC) sinyal sonuçları (D) eklenir. Her bir yan bant taşıyıcının genliğinin yarısına sahipse, taşıyıcının iki yan bantla** kombinasyonu %100 modüle edilmiş bir **AM** sinyali (E) ile sonuçlanır. İki kenar bandı taşıyıcıyla faz dışı olduğunda, üç sinyalin toplamı sıfırdır. İki kenar bandı taşıyıcı ile fazda olduğunda, ortaya çıkan sinyal, modüle edilmemiş taşıyıcının iki katı genliğe sahiptir .



Şekil 13.12 - Bir filtre tipi (A) ve bir faz tipi (B) SSB jeneratörünün blok diyagramı.



Şekil 13.13 - Bir diyot DBM ile tam taşıyıcı AM üretmek. Bu tekniği kullanan pratik bir modülatör, ***RF Tasarımında Deneysel Yöntemler'de açıklanmıştır.***

Çıkışı, iki giriş sinyalinin (modüle edici sinyal ve taşıyıcı) toplam ve fark frekanslarını içeren, ancak giriş sinyallerinin kendilerini içermeyen mikser tipi. İstenmeyen kenar bandını ortadan kaldırmanın birkaç yolu vardır, ancak en yaygın olanı **Şekil'de gösterilmiştir.**

13.12A, dengeli karıştırıcının çıktısını, istenmeyen kenar bandını filtrelerken istenen yan bandı geçen bir kristal filtreden geçirmektir. Bu, bir alıcı-vericide uygundur, - çünkü aynı filtre alıcıda bir gönderme-alma anahtarı aracılığıyla kullanılabilir.

Tek yan bant oluşturmak için başka bir yöntem, *aşamalı yöntem olarak adlandırılır.* Bkz. Şekil 13.12B. Trigonometri kullanılarak, her biri ses sinyalleri ve 90 ° faz dışı RF taşıyıcıları ile beslenen iki dengeli modülatörden gelen sinyallerin toplamının sadece bir yan banttan oluştuğu matematiksel olarak gösterilebilir. Diğer yan bant bastırılır. Çıkış, girişlerden birinin polaritesini tersine çevirerek LSB ve USB arasında değiştirilebilir, bu da fazı 180 ° değiştirir. Aşamalı yöntem, - modülatörün ardından pahalı bir kristal filtre ihtiyacını ortadan kaldırır veya bir alıcı-verici durumunda, kristal filtresini verici ve alıcı bölümleri arasında değiştirme ihtiyacını ortadan kaldırır. Ek olarak, ses kalitesi genellikle daha iyidir, çünkü çoğu kristal filtrenin özelliği olan zayıf faz dağılımını ortadan kaldırır. Analog teknikleri kullanarak, on yıl genişliğindeki bir frekans bandında (300 Hz ila 3000 Hz) 90 ° diferansiyeli doğru bir şekilde koruyan bir ses faz kaydırma ağı tasarlamak ve inşa etmek oldukça karmaşıktı. Modem DSP teknikleri ile görev çok daha kolaydır .

DENGELİ MODÜLATÖRLER

Dengeli bir modülatör bir karıştırıcıdır. Kısaca, İF frekansı LO (Şekil 13.9 örneğinde 455 kHz), ses frekanslarını bir çift İF frekansına çevirir - LO artı ses frekansı ve LO eksi ses frekansı. Denge gelen

İF çıkışındaki LO portu, LO frekansının 30 ila 40 dB tarafından bastırılmasına neden olur. Ayarlamalar LO null geliştirmek için sağlanmıştır.

SSB üretiminin filtre yöntemi, yan bantlardan birini geçmek ve diğerini engellemek için bir İF bant geçirgen filtre kullanır. Şekil 13.9'da filtre 455.0 kHz'de ortalanmıştır. LO, 453.6 kHz veya 456.4 kHz'e kaydırılır, böylece üst yan bant veya alt yan bant (sırasıyla) filtreden geçebilir. Bu, radyodaki diğer LO'lar için bir sorun yaratır, çünkü artık son iletim çıkışının taşıyıcısının (bastırılmış) frekansının, radyonun ön panelindeki frekans okumasıyla çakışması için uygun şekilde dengelenmesi gerekir.

Gerekli LO ofsetlerini oluşturmak için çeşitli şemalar kullanılmıştır. Bir yöntem, seçilebilen 69.545 MHz LO için iki kristal kullanır. İn sentezlenmiş radyolar, - mikroişlemcinin programlanması çeşitli LO'ları kontrol eder. Bazı sentezlenmiş radyolar, Şekil 13.9'da gösterildiği gibi, biri USB ve biri LSB için olmak üzere iki farklı frekansta iki İF filtresi ve 455.0 kHz LO kullanır. Bu telsizler, normal AM kanalının spektrum uzayında iki ayrı kanalla sonuçlanan iki bağımsız yan bant (ISB) iletmek üzere tasarlanabilir.

Dengeli modülatörler ve mikserler için veri sayfaları, belirli bir LO seviyesi için maksimum ses seviyesini belirtir. Daha yüksek ses seviyeleri aşırı İMD oluşturur. - Modülatörü takip eden İF filtresi, geçiş bandının dışındaki yüksek dereceli İMD ürünlerini kaldırır, ancak bant içi İMD ürünleri en az 40 dB'de iki eşit test tonunun her birinin altında olmalıdır. Konuşma kırpma (AF veya İF) bunu 10 dB'ye kadar düşürebilir, ancak konuşma işlemenin yokluğunda sinyal temiz, inband olmalıdır .

AMPLITUDE MODULATİON WITH A DBM

Taşıyıcıyı RF portuna ve modüle edici sinyali İF portuna besleyerek bir DBM (çift dengeli karıştırıcı) ile DSB, bastırılmış taşıyıcı AM üretebiliriz. (DBM hakkında ayrıntılı bir tartışma için Alma bölümüne bakın.) Bu klasik dengeli bir *modülatördür ve* sonuç - taşıyıcı sinyal artı ses ve RF sinyali eksi sese karşılık gelen radyo frekanslarındaki yan bantlar - DBM'nin LO portundan ortaya çıkar. Ayrıca yan bantlarla birlikte bazı taşıyıcıları iletmek istiyorsak, İF portunu önyargısız hale getirebiliriz (10 ila 20 mA'lık bir akımla) karıştırıcının dengesini bozmak ve diyotlarının tamamen kapanmasını önlemek için. (Bu teknik bazen dengeli bir modülatörle CW üretmek için kullanılır, aksi takdirde SSH üretim sürecinin bir parçası olarak DSB üretmeyi amaçlar.) **Şekil 13.13, bir** DBM ile tam taşıyıcı AM üretmek için daha zarif bir yaklaşım göstermektedir.

AM'nin birçok yüzü göz önüne alındığında daha önce gördüğümüz gibi, taşıyıcı ve ses phasing ile birlikte kullanılan iki DBM, SSB, bastırılmış taşıyıcı AM oluşturmak için kullanılabilir. Aynı şekilde, iki DBM bir görüntü reddetme karıştırıcı olarak RF ve LO faz ile kullanılabilir.

MC1496P dengeli bir modülatör

SA602/6 12'den önce olmasına rağmen, Freescale'in MC1496 Gilbert hücre çarpanı, ürün algılama ve dengeli modülatör hizmeti için uygun bir seçenek olmaya devam ediyor. Bu on yıllardır var olmuştur ve hala en iyi ve en ucuz biridir**. Şekil 13.14,** MC1496 kullanan tipik bir dengeli modülatör devresidir. **Şekil 13.15'in devresi,** 50 dB'den daha büyük taşıyıcı bastırma yeteneğine sahip bir MC 1496 tabanlı dengeli modülatör içerir. Hayward, Campbell ve Larkin'in *RF Tasarımında Deneysel Yöntemler'deki tanımına göre,* ses sürücülü çıkışı bu devre ile yaklaşık -20 dBm'de tutulmalıdır. LO sürücü 200 ila 500 mV P-P olmalıdır.

SDR SSB JENERATÖRLERİ

(Bu bölüm SDR'den alınmıştır:
Ray Mack tarafından basitleştirilmiş sütun, *QEX'in Eylül/Ekim 2012 sayısında W5IFS.)* Bu SDR SSB jeneratör yazılımının yapısı, analog donanımda uygulanan ifit ile aynıdır**. Şekil 13.16** sistemin blok diyagramını göstermektedir. Program seri bir şekilde çalışır: Önce bir ses temel bant filtresi sesi 300 Hz ila 3 kHz bandıyla sınırlar. İkincisi, DDS aşama adımı

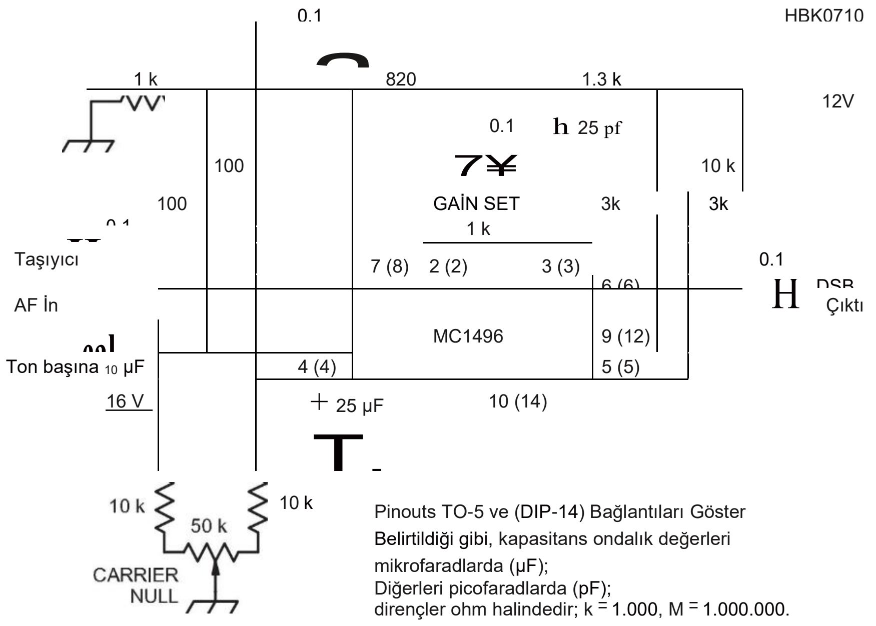
Taşıyıcı frekansını belirlemek için değer hesaplanır. Bunu takiben, dengeli karıştırıcının çarpımı yapılır. Son olarak istenmeyen yan bant kaldırılır. Tek yan bant sinyali oluşturulduktan sonra, RF'ye çevirmek için yukarı dönüşüm kullanılır.

Ses bant geçirgen filtre yanıtı yalnızca 200 veya daha fazla dokunuşta kullanışlıdır (Bkz. **Şekil 13.17).** 100 dokunuşta reddetme sadece 100 Hz'in altında 12 dB'dir. Aynı şekilde, karşı yan bant filtresi, yaklaşık 60 dB karşı yan bant bastırması vermek için 700 ila 1000 musluk siparişi gerektirir. Çok sayıda musluk da etekleri çok dik yapar, böylece filtreyi herhangi bir taşıyıcı beslemesini daha da azaltmak için kullanabiliriz. **Şekil 13.18,** eteklerin ne kadar dik olabileceğini göstermektedir. Düşük frekanslı taşıyıcı 18 kHz'de ise, taşıyıcı bastırma yaklaşık 52 dB'dir ve istenmeyen yan bant bundan daha fazladır.

Ses filtresinde gerekli olan muslukları azaltmak için bir alternatif, frekans üzerinde daha düşük bir sınır belirlemek için ses zincirinin analog kısmında bir de blok kullanmaktır. Yanıt 0 Hz'de sıfır olacak ve belirlediğimiz frekansa çok hızlı bir şekilde yükselecek. Bu, DSP'de keskin bir kesme ihtiyacını azaltır.

3 kHz'in üzerindeki sesin yakın reddedilmesi, 200 dokunuşlu filtre ile 45 dB veya daha fazladır. Ek olarak, insan sesinde 3 kHz'in üzerinde neredeyse hiç enerji yoktur, bu nedenle o bölgedeki enerji filtrelemeden sonra düşük frekansların en az 60 dB altında olacaktır.

Daha yüksek frekansları sınırlamak, daha iyi olmak için normal 3 kHz filtre yerine 6 kHz geniş kenar bandı seçim filtresinin kullanılmasına izin verir



Şekil 13.14 - MC1496 İC'yi kullanan bir İC dengeli modülatör devresi. 2 ve 3 numaralı pinler arasındaki direnç alt sistem kazancını belirler.

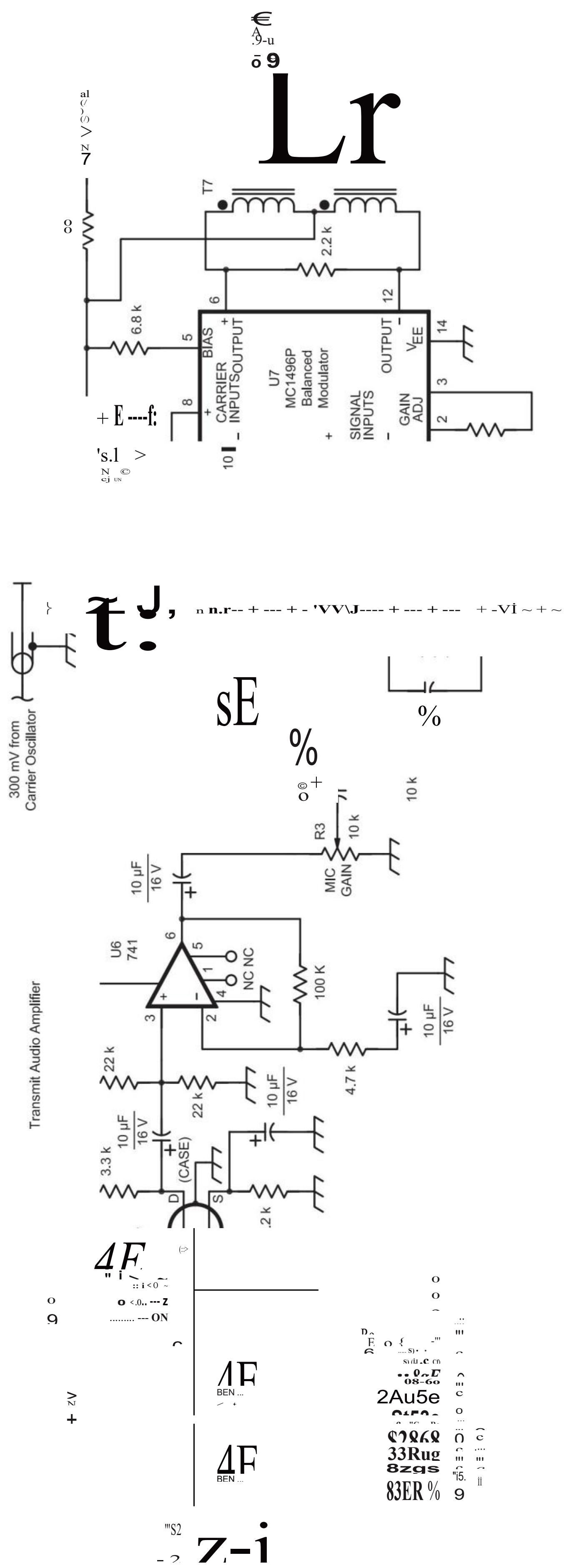


Figure 13.15 — Speech amplifier and 9-MHz balanced modulator using an MC-1496P analog multiplier IC. The transformer consists of 10 bifilar turns of #28 AWG enameled wire on an FT37-43 ferrite toroidal core with a 3-turn output link. The pin numbers shown are those of the DIP version of the 1496; builders using other package variants should consult manufacturer data to obtain the correct pinout.

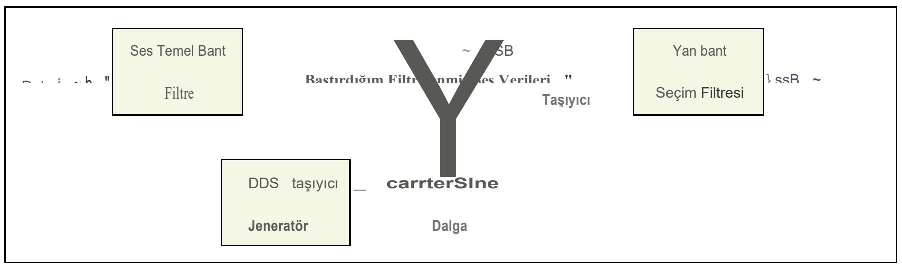
Etek yanıtı. Düşük geçişli veya yüksek geçişli bir filtre de çalışır ve yaklaşık olarak aynı etek tepkisini verir, ancak daha düşük bir yan bant iletimi durumunda temel bantta kalan enerjiyi ortadan kaldırdığımızdan emin olmak istiyoruz. Daha geniş bant genişliği, -taşıyıcımız için daha düşük frekansı sınırlar. Son RF sinyalimize dönüştürdüğümüzde görüntü tepkisini sınırlamak için taşıyıcı frekansının mümkün olduğunca yüksek olmasını istiyoruz.

Filtrelerdeki musluk sayısıyla ilgili pratik bir sınır vardır. Her dokunuş, DSP dünyasında bir MAC olan bir çarpma biriktirme işlemi gerektirir. (MAC ayrıca bir ağ donanımı kişisine Medya Erişim Kontrolü anlamına gelir!) DSP, donanım zincirinin her bir parçası için her MHz saat frekansı için bir MAC kapasitesine sahiptir. İf ses 48 kHz örnekleme hızında sayısallaştırılır, bir transmitterfilterwith200 foraudio musluklar ve kenar bandı seçimi için 1000 musluklar işini yapmak için 57 .6 MMACs gerekir. (Donanım destekleyebiliyorsa, filtre yöntemini daha verimli bir yöntem olarak uygulamak için hızlı evrişim ile ilgili olarak KA9Q'dan Alınan bölüm notuna bakın.) Ek olarak, büyük bir sayı boşlukları gecikme oluşturabilir. Bu durumda, 48 kHz'lik bir örnek akışı için, 1000 musluk 20 msec'i temsil eder. SDR'nin nasıl uygulandığına bağlı olarak, bu genel mikrofondan RF gecikmesine katkıda bulunabilir .

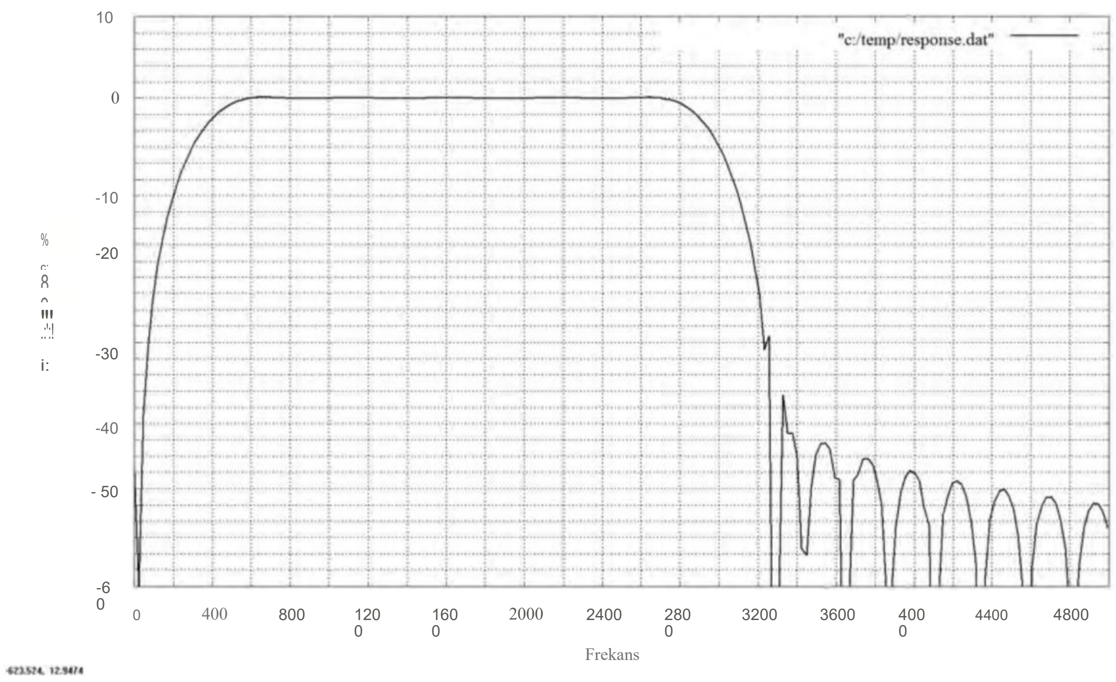
OVERMODULATION

AM kullanarak ilettiğimiz bilgiler tamamen yan bantlarında enerji olarak göründüğünden, yan bantları ne kadar enerjik yaparsak, bir AM alıcısının sinyali demodüle ettiğinde "iyileşmesi" için daha fazla bilgi enerjisi mevcut olacaktır. Bununla birlikte, ideal bir modülatörde bile, bir AM sinyalinin yan bantlarını taşıyıcısına göre ne kadar güçlü hale getirebileceğimizin pratik bir sınırı vardır. Bu sınırın ötesinde, radyo formuna çevirmek istediğimiz dalga formunu ciddi şekilde bozarız.

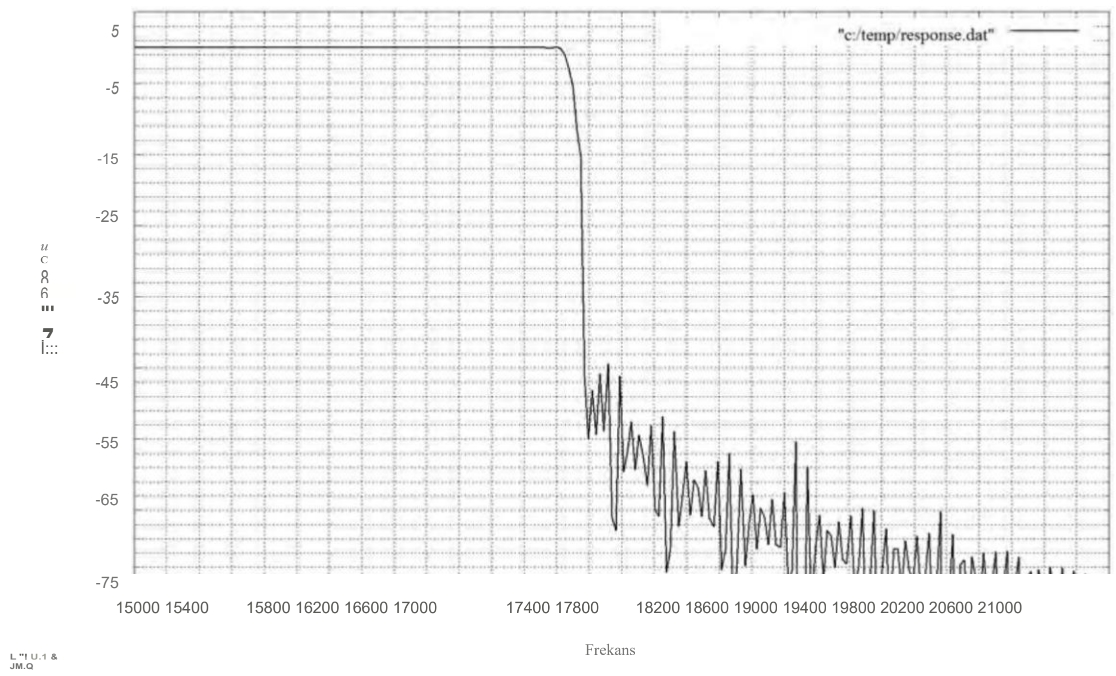
Modülatör çıkışındaki yan bantların ve taşıyıcının toplamı, modüle edici dalga formunun en negatif zirvesinde sıfıra ulaştığında AM'nin bozulmasız modülasyon sınırına ulaşırız **(Şekil 13.19).** Bu koşula *%100 modülasyon diyoruz ve* kenar çubuğundaki A denkleminde m olduğunda ortaya çıkıyor "Karıştırıcı Matematik: Genlik Modülasyonu "eşittir 1. (Modülasyon *yüzdesini* 0 ile %100 arasında numaralandırırız. Sayı ne kadar düşük olursa, kenar bantlarında o kadar az bilgi enerjisi olur. Modülasyonun, doğrudan m'ye eşit olan 0'dan 1'e kadar bir modülasyon faktörü açısından numaralandırıldığını da görebilirsiniz; 1 modülasyon faktörü %100 modülasyon ile aynıdır.) Kenar çubuğundaki denklem B, her bir kenar bandının voltajının taşıyıcının yarısı olduğunu gösterir. Güç, voltajın karesi olarak değişir, bu nedenle %100 modüle edil [illegible] in her bir kenar bandındaki güç, bu nedenle ($½^2$) kez veya taşıyıcının ¼ .



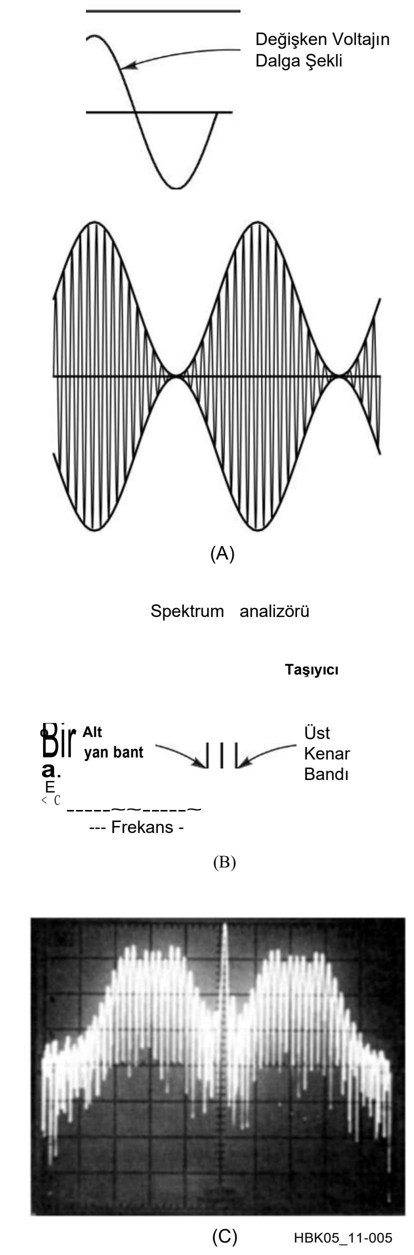
Şekil 13.16 - **Bu blok diyagramı, filtre yöntemini kullanarak yazılım SSB iletim jeneratörünü göstermektedir.**



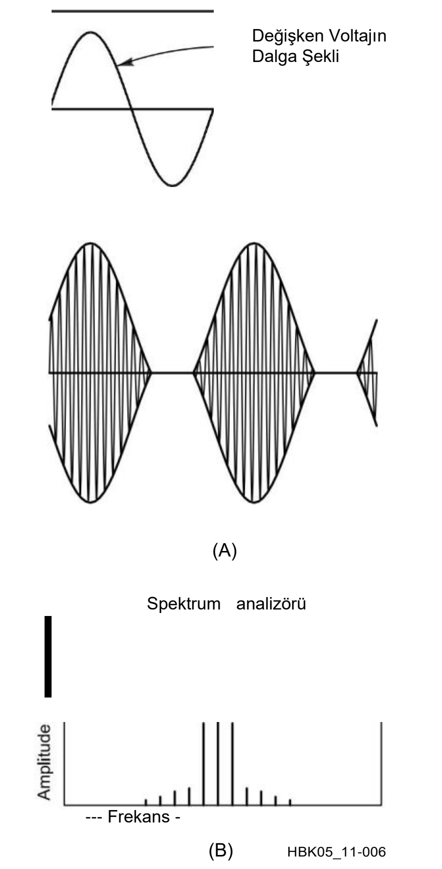
Şekil 13.17 - 200 dokunuşluk temel bant filtresi yanıtı .



Şekil 13.18 - Daha geniş bir frekans görünümü gösteren 700 musluk filtresinin tepkisi. Filtre, taşıyıcı tarafında dik bir eteğe izin vermek için 6 kHz genişliğindedir. 6 dB kesme noktası, 18.000 Hz'de olan düşük frekanslı taşıyıcıdan 300 Hz'de ayarlanmıştır (metne bakınız).



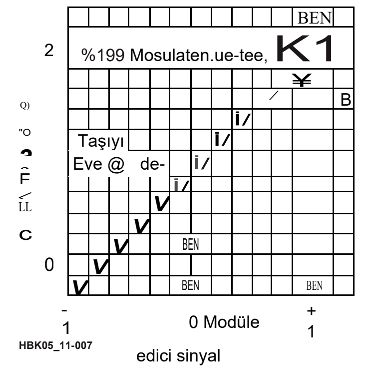
Şekil 13.19 - Zamana karşı genlik (A) açısından grafiklendirilmiş, uygun şekilde modüle edilmiş bir AM sinyalinin zarfı, bu örnekte bir sinüs dalgası olan modüle edici dalga formunun şeklini tam olarak yansıtır. Bu AM sinyali olabildiğince tam olarak modüle edilir - %100 - çünkü zarfı *sadece* sıfıra dokunur
Modüle dalganın negatif zirveleri. Aynı AM sinyalini genliğe karşı frekans (B) açısından grafiklemek
Üç spektral bileşeni: Taşıyıcı, üst yan bant ve alt yan bant. B, kenar bantlarını tek frekanslı bileşenler olarak gösterir, çünkü modüle edici dalga formu bir sinüs dalgasıdır. Karmaşık bir modüle dalga formu ile, modülatörün toplam ve fark ürünleri gerçekten taşıyıcının (C) her iki tarafında bantlar olarak görünür.



Şekil 13.20 - Bir AM vericisinin negatif giden aşırı modülasyonu, modüle edici dalga formunu sadık bir şekilde yansıtmayan bir modülasyon zarfı (A) ile sonuçlanır. Bu bozulma, iletilen sinyali (B) genişleten ek yan bant bileşenleri oluşturur. %100'ün ötesinde pozitif giden modülasyon
Bazı AM yayıncıları, negatif aşırı modülasyona neden olmadan "konuşma gücünü" artırmak için negatif tepe sınırlaması ile birlikte.

Bu nedenle, 100 W'lık bir taşıyıcı güçte çalışırken %100 modülasyon yapabilen bir verici, 50 W'ı yan bantlara atfedilebilen %100 modülasyonda bir 150-W sinyali verir. *(Çift* taraflı, tam taşıyıcı AM vericisinin %100 modülasyonda pik zarf gücü [PEP] çıkışı, taşıyıcı PEP'nin dört katıdır. Bu nedenle katı hal, "100-W" MF/HF alıcı vericileri genellikle %100 genlik modülasyonunda yaklaşık 25 W taşıyıcı çıkışından daha fazla derecelendirilmez.)

Yüzde yüz negatif modülasyon bir tuğla duvar sınırıdır, çünkü bir genlik modülatörü çıkışını sıfırdan daha aza indiremez. Negatif modülasyonu %100 noktasının ötesine çıkarmaya çalışmak, modülasyon zarfının artık modüle edici dalganın şeklini yansıtmadığı aşırı modülasyonla (Şekil 13.20) sonuçlanır (Şekil 13.20A). A



Şekil 13.21 - İdeal bir AM vericisi, anlık zarf genliği ile modüle edici sinyalinin anlık genliği arasında düz çizgi ilişkisi (A) sergiler. Bozulma ve dolayısıyla gereksiz yere geniş bir sinyal, vericinin modüle edici sinyalin tam genlik aralığı (B) boyunca doğrusal olarak yanıt verememesi durumunda ortaya çıkar.

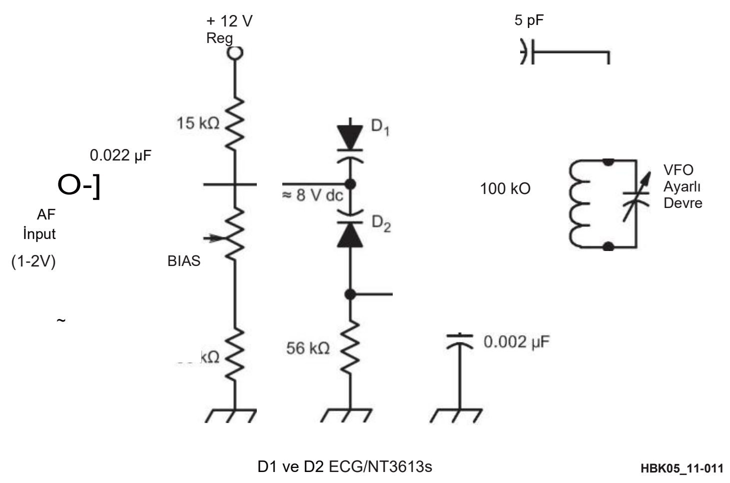
Negatif aşırı modüle edilmiş dalga, %100 modülasyonda olduğundan daha fazla enerji içerir, ancak eklenen enerjinin bir kısmı şimdi *modüle edici dalga formunun harmonikleri olarak mevcuttur* (Şekil 13.20B). Bu bozulma, modüle edilmiş sinyalin ihtiyaç duyduğundan daha fazla spektrum alanı kaplamasını sağlar. Ses işleminde, aşırı modülasyon genellikle sadece hece zirvelerinde gerçekleşir, bu da distorsiyon ürünlerinin *sıçrama olarak adlandırdığımız geçici gürültü gibi görün*

MODULATION LINEARITY

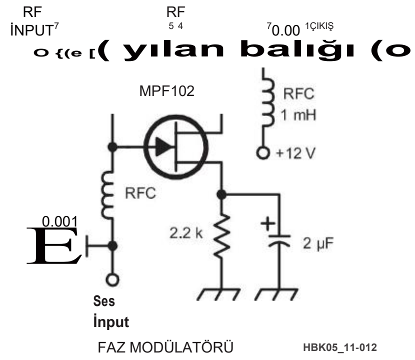
Eğer bir genlik modülatörünün modüle edici sinyal girişini belirli bir yüzdeyle arttırırsak, modüle edilmiş sinyalde orantılı bir modülasyon artışı bekleriz. *İyi bir modülasyon doğrusallığı bekliyoruz.* Bununla birlikte, suboptimal genlik modülatörü tasarımı buna izin vermeyebilir. Bazı modülasyon yüzdesinin üstünde, bir - modülatör, giriş sinyalindeki bir artışla orantılı olarak modülasyonu artıramayabilir **(Şekil 13.21).** Bozulma ve dolayısıyla gereksiz yere geniş bir sinyal, sonuçlar.

13.3.2 Açı Modülatörleri

Genlik modülasyonu, bilgiyi radyo formuna çevirmenin ilk yolu olarak hizmet etti, çünkü bir elektrik gürültü jeneratörünü açıp kapatmak kadar basit bir şekilde uygulanabilirdi. (Bir kıvılcım vericisi bundan biraz daha fazlasından oluşuyordu.) 1930'larda, bir radyo dalgasının genel genliği yerine açısal hızını (frekans veya faz) modüle ederek bilgiyi radyo formuna ve tekrar geri çevirmeyi denemeye başladık. Bu işlemin sonucu, her ikisi de genellikle gruplandırılmış olan frekans modülasyonu (FM) veya faz modülasyonudur (PM).



Şekil 13.22 - Bir veya daha fazla ayar diyotu, bir reaktans modülatöründe değişken reaktans olarak görev yapabilir. Bu HF reaktans modülatör devresi seri olarak iki diyot kullanır
Ayarlanmış devrenin RF voltaj salınımının diyotları iletime yönlendirmemesini sağlamak için. D1 ve D2, 4'lük bir önyargı voltajında 22 pF'lik bir kapasitans sergileyen "30 voltluk" ayar diyotlarıdır. BİAS kontrolü, modüle edici dalga formunun etrafında sallandığı diyotun voltaj-kapasitans karakteristiği üzerindeki noktayı ayarlar.



Şekil 13.23 - Bir seri reaktans modülatörü, - taşıyıcının geçtiği bir reaktans - bu durumda, bir 47-pF kapasitör - etrafında değişken bir şant görevi görür.

temel prensipleri nedeniyle açı modülasyonu adı altında.

Modülasyon amacıyla bir taşıyıcının frekansındaki veya fazındaki bir değişikliğe *sapma denir.* Bir FM sinyali, modüle edici dalga formunun genliğine göre sapma gösterir.

pendently modüle edici dalga formunun frekans; Modüle dalganın genliği ne kadar yüksekse, sapma o kadar büyük olur. Bir PM sinyali, modüle edici dalga formunun genliğine ve frekansına göre sapar; Modüle dalganın genliği ne kadar yüksekse

Karıştırıcı Matematik: Açı Modülasyonu

Açı modülasyonlu bir sinyal matematiksel olarak şöyle gösterilebilir:

f, (t) = cos (2rf, t + m sin (2f, t))

= cos (2nf, t) cos (m sin (2rf't)) - sin (2rf, t) **sin** (m sin (27f, t))

Bu denklemde, taşıyıcı frekansı (2mf, t) ve modüle edici sinyali görüyoruz (sin 2rf,, t) A denkleminde olduğu gibi Mixer Math: Genlik Modülasyonu kenar çubuğunda gösterilmiştir. Yine modülasyon derecesi ile ilgili bir katsayı, m ile ilişkili modüle edici sinyali görüyoruz. (İn AM denklemi, mis modülasyon faktörü; Anglemodülasyon denkleminde, *mis modülasyon indeksi ve FM* için modüle edici frekansa bölünen sapmaya eşittir.) Açı modülasyonunun, taşıyıcı frekansın (2rf, t) ve modüle edici sinyalin toplamının kosinüsü olarak gerçekleştiğini görüyoruz.
(sin 2nf,, t) çarpı modülasyon indeksi (m). Genişletilmiş formunda, taşıyıcı frekansın üstünde ve altında yan bantların görünümünü görüyoruz .

Açı modülasyonu çarpımsal bir işlemdir, bu yüzden AM gibi, yan bantlar oluşturur Taşıyıcının her iki tarafı. Bununla birlikte, AM'nin aksine, açı modülasyonu, taşıyıcının her iki tarafında sonsuz sayıda yan bant oluşturur! Bu, frekansının ve fazının doğrudan ilişkili olduğu taşıyıcının açısal hızının modüle edilmesinin doğrudan bir sonucu olarak ortaya çıkar. Bir dalganın açısal hızını, başka bir periyodik dalganın döngüsel genlik değişimlerine göre sürekli olarak değiştirirsek, modüle edilmiş dalganın *döngüsünü tekrarlama hızı* - frekansı - sonsuz sayıda değerden geçer. (Modüle edici dalganın bir döngüsünde kaç tane bireysel genlik noktası vardır? Sonsuz bir sayı. Modüle edici sinyal bir döngüyü tamamlarken karşılık gelen açı modülasyonlu dalga kaç tane ayrı frekans veya faz değerinden geçer? Sonsuz bir sayı!) İN AM, taşıyıcı frekansı bir değerde kalır, bu nedenle AM iki yan bant üretir - taşıyıcısının değişmeyen frekans değerinin ve modüle eden frekansın toplamı ve taşıyıcının değişmeyen frekans değeri ve arasındaki fark Modüle edici frekans. Açı modülasyonu, modüle eden dalga, taşıyıcının frekansını veya fazını sonsuz sayıda farklı frekans veya faz değerinden geçirerek sonsuz sayıda toplam ve fark ürünü ile sonuçlanır.

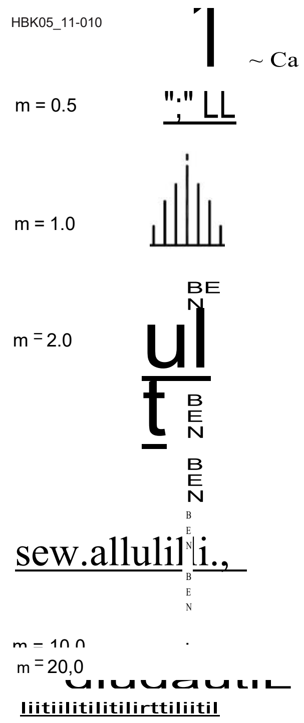
Ve/veya frekans, sapma ne kadar büyükse. Bu işlemlerin sayısal açıklaması için "Mixer Math: Angle Modulation" kenar çubuğuna bakın.

Bir osilatörün frekans belirleyici elemanlarında bir reaktansı değiştirirseniz veya bunlarla ilişkilendirirseniz, osilatörün frekansını değiştirirsiniz. Bir sinyalin geçtiği ayarlanmış bir devrenin ayarını değiştirirseniz, sinyalin fazını değiştirirsiniz. Bunu yapan bir devre bir *reaktans modülatörü olarak adlandırılır ve bir* osilatör veya amplifikatörde ayarlanmış bir devreye bağlı bir ayar diyotundan veya ikisinden biraz daha fazla olabilir **(Şekil 13.22).** Sinyalin geçtiği bir reaktansı değiştirmek **(Şekil 13.23)** aynı şeyi yapmanın başka bir yoludur .

FM ve PM arasındaki fark, yalnızca sapmanın ne kadar değil, nasıl gerçekleştiğine bağlıdır. Modüle eden dalganın genliği ve frekansı ile orantılı olarak sapmaya neden olan bir modülatör, bir faz modülatörüdür. Modüle edici sinyalin genliği ile orantılı olarak sapmaya neden olan bir modülatör, bir frekans modülatörüdür.

AÇİ MODULATION SIDDEBANDS

Açı modülasyonu sayılamayan toplam ve fark ürünleri üretmesine rağmen, çoğu pratik - sistemlerde yok denecek kadar zayıftır. Modülatörden, modüle edici frekansın tam sayı katları ile ortalama ("dinlenme", modüle edilmemiş) taşıyıcı frekansından aralıklı olarak ortaya çıkarlar **(Şekil 13.24).** Yan bantların taşıyıcıya göre gücü ve taşıyıcının - kendisinin gücü ve fazı, modülasyon derecesine (modülasyon indeksi) göre değişir. (Bununla birlikte, açı modülasyonlu bir sinyalin toplam genliği modülasyon ile değişmez; Enerji taşıyıcıdan çıktığında, yan bantlarda ortaya çıkar ve bunun tersi de geçerlidir.) Pratik olarak, açı modülasyonlu vericileri modülasyon indekslerinde çalıştırıyoruz, bu da sonsuz kenar bantlarının birkaçını genlikte küçük yapıyor.



Şekil 13.24 - Açı modülasyonu, modüle edici frekansın tam sayı katları ile ortalama ("dinlenme", modüle edilmemiş) taşıyıcı frekansından aralıklı bir taşıyıcı ve sonsuz sayıda üst ve alt yan bant üretir. (Bu çizim bir basitleştirmedir, çünkü sadece nispeten - güçlü, yakın yan bant çiftlerini gösterir; Alan kısıtlamaları onu sonsuza kadar uzatmamızı engeller.) Yan bant çiftlerinin ve taşıyıcının göreceli genlikleri modülasyon indeksi, m ile değişir.

(Bessel *fonksiyonları adı verilen matematiksel bir araç,* modülasyon indeksine göre taşıyıcı ve kenar bantlarının göreceli gücünü belirlemeye yardımcı olur. **Modülasyon bölümü** bu ilişkiyi göstermek için bir grafik içerir.) Verici ve alıcı devrelerindeki seçicilik, özellikle taşıyıcıdan uzak yan bantlar için bu ilişkiyi daha da değiştirir.

BIPHASE-SHIFT KEYNG (BPSK) MODULATİON WITH BİR DBM

Kare dalga karıştırma tartışmamızda, bir anahtarlama karıştırıcısının doğrusal girişini bir kare dalga ile çarpmanın, kare dalganın döngüsünün negatif kısmı sırasında 180 ° faz kaymasına neden olduğunu gördük. **Şekil 13.25'in** gösterdiği gibi, bu etkiyi, taşıyıcı faz geri dönüşümleri yoluyla veri aktaran dijital bir sistem olan bifaz-kaydırma anahtarlaması (BPSK) üretmek için kullanabiliriz. İlgili bir sistem olan *quadrature phase-shift keying (QPSK), bir* taşıyıcıyı 90 °'lik artışlarla faz değiştirerek verileri iletmek için iki DBM ve phasing kullanır .



Şekil 13.25 - Bir **taşıyıcının bir kare dalga ile karıştırılması, taşıyıcı fazın veri iletimi için 180 ° kaydırıldığı bifaz-kaydırma anahtarlaması (BPSK) üretir. Pratik olarak, bu çizimde olduğu gibi, taşıyıcı ve veri sinyalleri faz tutarlıdır, böylece karıştırıcı sadece taşıyıcı sıfır geçişlerinde geçiş yapar .**

DEVIATION VE FREKANS MULTİPLIMATION

Modülasyon doğrusallığını korumak, AM'de olduğu gibi açı modülasyonunda da önemlidir, çünkü istenmeyen bozulma her zaman düşmanımızdır. Belirli bir açı-modülatör devresi, bir taşıyıcıyı, modüle edici sinyalin genliği (veya PM'de, genlik ve frekans) ile sıkı orantılı olarak gerçekleşmeyi durdurmadan çok önce, frekans veya faz kayması yapabilir.

Eğer bir açı modülatörünün doğrusal olarak elde edebileceğinden daha fazla sapma istiyorsak, modülatörü istenen frekansın uygun bir alt harmonik - submultiple - çalıştırabilir ve modüle edilmiş sinyali bir dizi *frekans çarpanı ile işleyerek* istenen frekansa getirebiliriz. Sapma aynı zamanda toplam çarpma faktörü ile artar ve modülatörün hepsini doğrudan yapmak zorunda kalmasını azaltır. Belirli bir FM veya PM radyo tasarımı, son çıkış frekansını karıştırma (frekans kayması, sapma değişikliği yok) ve frekans çarpımı (frekans kayması *ve* sapma değişikliği) kombinasyonu ile elde edebilir.

"GERÇEK FM "

Biraz daha önce ele aldığımız bir şey daha yakından inceleniyor: "Bir FM sinyali, modüle edici dalga formunun frekansından bağımsız olarak modüle edici dalga formunun genliğine göre sapar; Modüle dalganın genliği ne kadar yüksekse, sapma o kadar büyük olur. Bir PM sinyali göre sapar

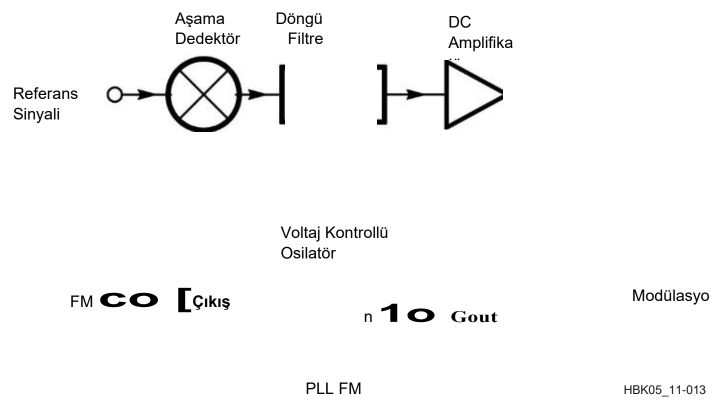
Modüle edici dalga formunun genliği ve frekansı; Modüle dalganın genliği *ve/veya frekansı ne kadar yüksekse,* sapma o kadar büyük olur ".

Bu alıntının pratik sonucu, FM üretmek için bir faz modülatörü kullanabilmemizdir. Tek yapmamız gereken, bir PM vericisinin modüle edici sinyalini, (ideal olarak) frekansın her iki katına çıkması için sinyalin genliğini yarıya indiren bir alçak geçiren filtreden geçirmektir ("6 dB başına oktav", bazen bu tür yanıtları gördüğümüz gibi) karakterize edilir). Sonuç PM değil FM sinyalidir. Bir faz modülatörü ile elde edilen FM, bazen bir frekans modülatöründen aldığımız doğrudan FM'nin aksine dolaylı FM olarak adlandırılır.

Bazen bir dişli parçasının diğerinden daha iyi olduğu iddialarını görüyoruz, çünkü dolaylı FM'nin aksine "gerçek FM" üretiyor. Bu tür iddiaları, doğrudan ve dolaylı FM'in doğru bir şekilde gerçekleştirildiğinde bir alıcıda tam olarak benzer olduğunu akılda tutarak çürütebiliriz.

CONVEYNG DC SEVİYELERİ WITH AÇILI MODULATION

Modülasyon kaynağının niteliğine bağlı olarak, bir frekans modülatörü ile bir faz modülatörü arasında pratik bir fark vardır. İki soruyu cevaplamak bize bu farkın önemli olup olmadığını söyleyebilir: Modüle edici sinyalimiz bir seviye içeriyor mu, içermiyor mu? Eğer öyleyse, biz



Şekil 13.26 - **Faz kilitli döngü (PLL) kullanarak frekans modülasyonu.**

Başarılı iletişim için radyo iletişim bağlantımız aracılığıyla bu seviyeyi doğru bir şekilde korumanız mı gerekiyor? *Her iki cevap da evet ise,* donanım ve/veya bilgi kodlama yaklaşımımızı dikkatlice seçmeliyiz, çünkü bir frekans modülatörü modüle edici dalga formunda seviye kaymalarını iletebilirken, sadece anlık değişikliklere cevap veren bir faz modülatörü frekans ve faz, yapamaz.

Faz-kilitli-loopsynthesized iletilen sinyali frekans modüle etmek istediğimizde ne olacağını düşünün. **Şekil 13.26, bir** PLL frekans modülatörünün blok diyagramını göstermektedir. Normalde, bir PLL'nin VCO'sunu modüle ediyoruz çünkü yapılması kolay bir şey. Modüle edici frekansımız, PLL'nin takip etmesi ve düzeltmesi için çok hızlı frekans gezileri ile sonuçlandığı sürece - yani modüle edici frekansımız PLL'nin *döngü bant genişliğinin dışında olduğu sürece* - aradığımız FM'yi elde ederiz. Bir de seviyesini zorla modüle etmeye çalışmak...

Bununla birlikte, VCO'yu belirli bir frekansa bağlamak ve orada tutmak başarısız olur, çünkü bir PLL'nin döngü yanıtı de içerir. Bu nedenle döngü, modülasyonun de bileşenini düzeltilebilir bir hata olarak algılar ve "düzeltir". FMing bir PLL'nin VCO'su bu nedenle bize "gerçek FM'in izin vermesi gereken cevabı satın alamaz.

Bir PLL modülatörünün modülasyonunu değiştirebiliriz, ancak bunu döngü *referansının frekansını modüle ederek yapmalıyız.* PLL daha sonra VCO'yu değişen referansa uyum sağlayacak şekilde ayarlar ve de seviyemiz geçer. Bu durumda, modüle edici frekans döngü bant genişliği içinde olmalıdır - ki bu kesinlikle de - yoksa VCO kaymayı izlemek için düzeltilmez.

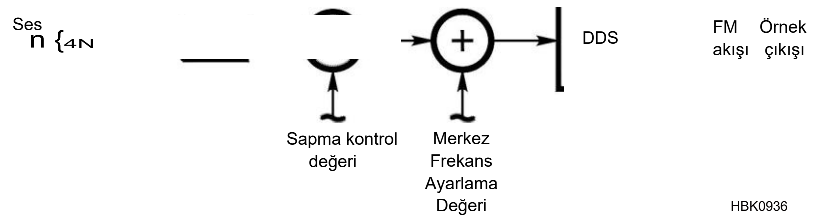
SDR AÇILI MODÜLATÖRLER Şekil 13.27, taşıyıcıyı üretmek için DSP'yi kullanan ve gerçek FM oluşturmak için ek kullanan bir FM vericisinin blok diyagramını göstermektedir.

Ses girişinden. Bir FM sinyali, DDS - akümülatörü için kullanılan ayar değerine ses voltajına karşılık gelen küçük bir değer ekleyerek veya çıkararak doğrudan DDS üzerinden üretilebilir. Frekans sapması, ses sinyaline uygulanan kazancı kontrol ederek ayarlanır. Bu yöntem gerçek frekans modülasyonu üretir. Ses sinyali DDS'nin faz birikimini kontrol etmek için kullanılırsa, sonuç PM'dir.

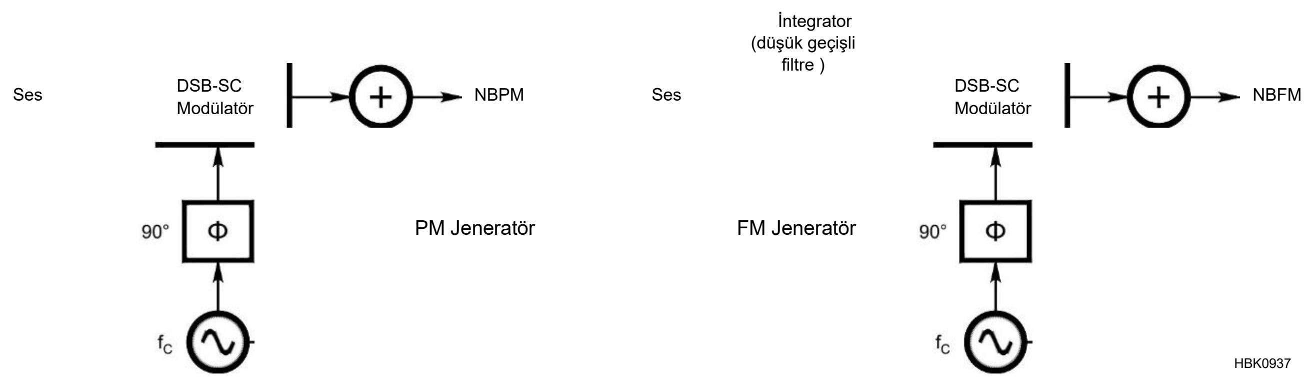
Açı modülasyonu, **Şekil 13.28'deki gibi İ/Q modülasyonu kullanılarak da üretilebilir.** Bir DSB-SC (çift yan bant, bastırılmış taşıyıcı) sinyali dengeli bir modülatör veya DSP çarpanı tarafından üretilir (bu bölümün başlarında SDR SSB Jeneratörlerine bakınız). DSB-SC sinyali daha sonra 90 ° faz farkı ile taşıyıcı sinyale eklenir. Sonuç bir PM sinyalidir .

Frekans modülasyonu, modüle edici sinyale bir entegratörün (düşük geçişli filtre) uygulanmasını gerektirir. Bunun nedeni, frekansın fazın zaman türevi olmasıdır. Entegre sinyali bir faz modülatörüne uygulayarak, FM sinyal genliğine bağlı olmayan bir sapma ile üretilir - sadece frekans.

Düşük geçişli filtre nedeniyle, konuşmaya genellikle yüksek geçişli bir ön vurgu ağı tarafından yüksek frekanslı bir destek verilir. Orijinal modüle edici sinyalin frekans yanıtını geri yüklemek için alıcıdaki kurtarılmış modülasyona karşılık gelen bir vurgusuz (low-pass) ağ uygulanmalıdır. Bu, alınan sesin anlaşılabilirliğini ve sinyal-gürültü oranını artırır.



Şekil 13.27 - Bir DDS sinyal kaynağının frekansını kontrol ederek FM oluşturma. Frekans yerine faz adımını kontrol ederek PM oluşturulacaktı.



Şekil 13.28 - Açı modülasyonlu sinyaller üretmek için İ/Q modülasyonunu kullanmanın iki yöntemi. Blok diyagramı, DSB sinyalini PM (A) veya FM (B) üretmek için faz kaydırmalı bir taşıyıcı sinyalle karıştırmanın (çarpma) ek adımıyla bir DSB jeneratörü (Şekil 13.16) içerir. FM, modüle edici sinyale bir entegratör (low-pass filter) uygular, böylece çıkış frekansı sadece modüle edici sinyalin genliğine bağlıdır, frekansına değil.

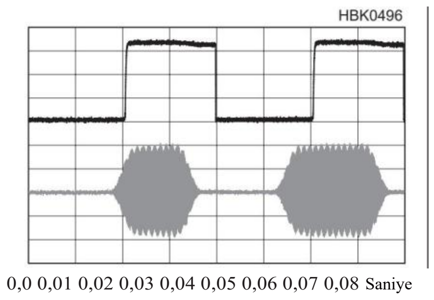
13.4 CW İletimi

Bu bölümün başlarında, bir açma-kapama anahtarlı vericinin anahtarlama darbesinin zaman zarfını şekillendirmenin önemi tartışılmıştır. Bu tasarım parametresine dikkat etmemenin ciddi sonuçları vardır. Bir verici zarfının optimum şekli, işgal edilen bant genişliği ile ardışık darbeler arasındaki örtüşme arasında bir takas ile bir güce yükseltilmiş bir sinüzoid formuna yaklaşmalıdır. Bu, doğrusal bir vericide modülasyondan önce darbe dalga formunun filtrelenmesi veya DSP kullanılarak darbe şeklinin doğrudan üretilmesi yoluyla gerçekleştirilebilir.

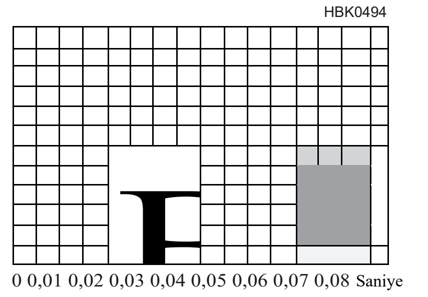
İyi tasarlanmış ve zayıf nabız şekillendirme arasındaki farklar belki de bazı sonuçlara bakarak en iyi şekilde tanımlanabilir. Aşağıdaki rakamlar, ticari çok modlu 100 W HF alıcı-vericilerinin son QST ürün incelemelerinden alınmıştır. **Şekil 13.29,** iyi spektrum kontrolüne sahip bir vericinin CW anahtarlama dalga formunu göstermektedir. Üst iz, tam giriş kullanarak 60 WPM'de sol kenarda ilk kontak kapanmasının başlamasıyla anahtar kapanışıdır. Aşağıda güzel yuvarlatılmış RF zarfı bulunmaktadır**. Şekil 13.30** ortaya çıkan sinyal spektrumunu göstermektedir. Sinyal genliğinin, gösterilen 10 kHz üzerinde -90 dB'lik bir zemin ile ± 1 kHz'lik bir aralıkta yaklaşık 80 dB olduğunu unutmayın. **Şekil 13.31** ve **13.32,** farklı bir üreticinin alıcı vericisinden alınan benzer verilerdir. RF zarfının keskin gelenleri ve ilk "dit'in geliştirilmesi için geçen süreye dikkat edin. Ortaya çıkan spektrum, ± 1 kHz'de 40 dB bile değildir ve 10 kHz aralığında -60 dB'yi tam olarak yapmayan bir zemin gösterir. Son vericinin, çalışma frekansına yakın zayıf bir sinyali dinlemeye çalışan alıcılara neden olacağı sorunları görmek kolaydır. Sinyalin istenmeyen bileşenleri bitişik kanallarda, sinyal açılıp kapatıldığında tuş tıklamaları olarak adlandırılan keskin *tıklamalar olarak duyulur*. Doğrusal bir - vericideki en iyi şekilli anahtarlama dalga formunun bile, doğrusal aralığının ötesinde harici bir güç amplifikatörü gibi bir aşamayı sürmek için kullanılıyorsa, geniş bir spektrumla keskin hale geleceğini unutmayın. Bu genellikle, zarf üzerindeki yuvarlatılmış gelenlerin daha sonra kaldırılmasıyla kırpma veya sınırlama ile sonuçlanır. Bir vericiden son birkaç dB'lik gücü almaya çalışmak genellikle bu tür

13.4.1 CW Operasyonu

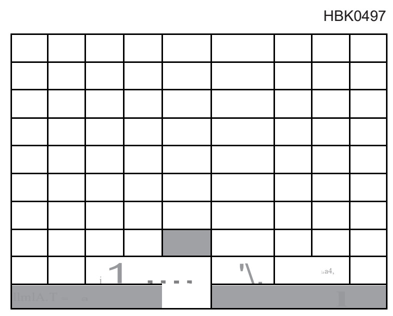
Şekil 13.33A, uygun şekilde ayarlanmış bir CW vericisi bir dizi nokta gönderdiğinde gördüğümüze çok benzer. Bir taşıyıcıyı açıp kapatmak, genliği değişen ve spektral kompozisyonda değişen çift (üst ve alt) kenar bantlarına sahip bir dalga üretir.



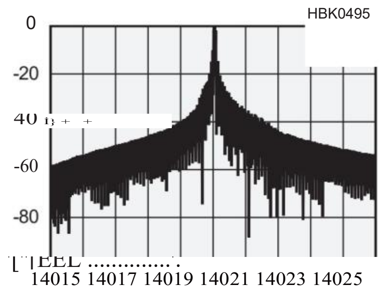
Şekil 13.29 - İyi spektrum kontrolüne sahip bir vericinin CW anahtarlama dalga formu. Üst iz, tam kesme kullanarak 60 WPM'de sol kenarda ilk kontak kapanmasının başlamasıyla anahtar kapanışıdır. Aşağıda güzel yuvarlatılmış RF zarfı bulunmaktadır.



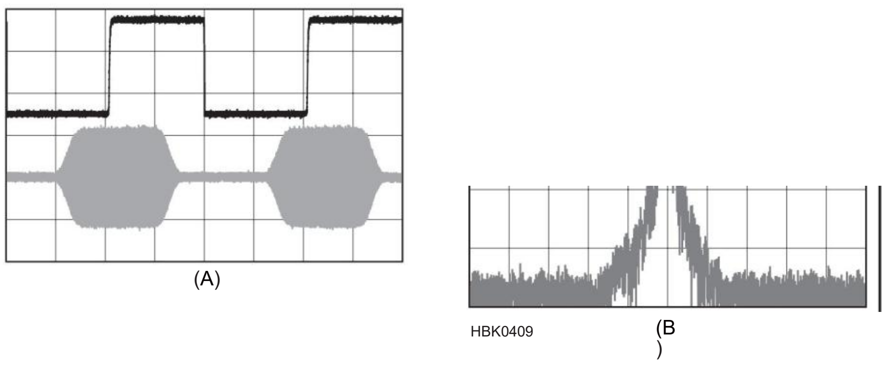
Şekil 13.31 - Zayıf spektrum kontrolüne sahip bir vericinin CW anahtarlama dalga formu. Üst iz, ilk kişi kapanışının başlamasıyla anahtar kapanışıdır
Tam breakin kullanarak 60 WPM'de sol kenar. Aşırı bant genişliği ürünlerine neden olan RF zarfının keskin köşelerine dikkat edin.



Şekil 13.30 - Şekil 13.29'da gösterilen anahtarlamadan elde edilen sinyal spektrumu. Sinyal genliğinin, gösterilen 10 kHz üzerinde -90 dB'lik bir zemin ile ± 1 kHz'lik bir aralıkta yaklaşık 80 dB olduğunu unutmayın.



Şekil 13.32 - Şekil 13.31'de gösterilen anahtarlamadan elde edilen sinyal spektrumu. Ortaya çıkan spektrum, ± 1 kHz'de 40 dB bile değildir ve 10 kHz boyunca taşıyıcının altında 60 dB'yi tam olarak yapmayan bir zemin gösterir .



Şekil 13.33 - Bir CW vericisinde dalgalanma, genellikle bir CW sinyalinin RF zarfının (A'daki genliğe karşı zaman ekranında daha düşük iz), anahtar kapatma dalga formunun (A'daki üst iz) ani geçişlerinden daha az harmonik enerji içermesine neden olur. Genliğe karşı frekans göstergesi olan B, düzgün şekilli bir CW sinyalinin bile birçok yan bant bileşenine sahip olduğunu göstermektedir.

açma-kapama geçişlerinin süresi ve zarf şekline. CW dediğimiz emisyon modu bu nedenle AM'nin bir şeklidir. Bununla - birlikte, modülasyon yüzdesi ve aşırı modülasyon kavramları genellikle kapalı anahtarlı bir Mors sinyali oluşturmak için uygulanmaz. Bu, CW'yi kulağa nasıl kopyaladığımız ve CW radyo iletişiminde, alınan sinyali genellikle orijinal ön modülatör *(baseband)* formuna geri çevirmediğimiz gerçeği ile ilgilidir.

İn CW iletim, biz genellikle açık ve kapalı iletilen taşıyıcı tum de geçişler yapmak için bir anahtarlama hattı açmak ve kapatmak. Şekil 13.33B bakın. Bununla birlikte, CW alımı genellikle bu işlemi tamamen tersine çevirmez. Bir CW sinyalinin demodüle edilmesinden, temel bant benliğine kadar - bir vites değiştirme seviyesine - taşıyıcısının varlığının ve yokluğunun uzun ve kısa ses tonları oluşturmasını istiyoruz. Taşıyıcı RF olduğundan ve AF olmadığından, yerel olarak üretilen bir RF sinyaliyle karıştırmalıyız - *bir vuruş frekansı osilatöründen (BFO)* - bu, AF'de bir fark sinyali üretmek için yeterince yakın frekansta (bu BFO, elbette, bir İF aşamasında da eklenebilir). Vites değiştirirken vericimize giren şey, nokta ve çizgi süresinin ton patlamaları olarak alıcımızdan çıkar .

Öyle ki, kodun yeterince net ses çıkarması için temel anahtarlama dalga formunun bir veya daha fazla harmoniğini her zaman duymamız gerekir. Eğer iletilen sinyal, değişen yayılımın neden olduğu solmaya maruz kalacaksa - herhangi bir uzun süreli radyo iletişimi için güvenli bir varsayım - vericinin çıkışını artırarak ve daha hızlı bir şekilde düşürerek anahtarlamamızı sertleştirebiliriz. Bu, anahtarlama kenar bantlarına daha fazla enerji koyar ve fading varlığında sinyali daha kopyalanabilir hale getirir - özellikle, modüle edilmiş bir sinyalin karmaşık dalga formunu doğrusal olarak deforme eden ve kenar bantlarının gücünü ve fazını taşıyıcıya ve birbirlerine göre rastgele değiştiren seçici solma. Uygun anahtarlama sertliği de anahtarlama hızına bağlıdır. WPM'de anahtarlama ne kadar hızlı olursa, açma-kapama süreleri o kadar hızlı olur - anahtarlama ne kadar zor olursa - sinyalin gürültü ve solma yoluyla duyulur ve makinede okunabilir kalması gerekir.

Bu süreci modülasyon yüzdesi açısından düşünmek yerine, bir CW vericisinin katı alım için yeterli anahtar bant enerjisi üretmesini sağlıyoruz. Pratik CW vericileri genellikle anahtarlamalarını bir modülatör aşaması ile yapmazlar. İnstead, taşıyıcıyı Morse ile modüle etmek için bir veya daha fazla aşama açılır ve kapatılır, aşamaların anahtarlama ve/veya güç kaynağı hatları ile ilişkili Rand Cvalues tarafından belirlenen yükselme ve düşme süreleri vardır. Bir vericinin CW *dalga genişliği bu nedenle* genellikle solma varlığında makul derecede yüksek hızlı güçlerde (35 ila 55 WPM veya benzeri) için uygun değerlere bağlanır.

Bununla birlikte, bazı alıcı-vericiler, kullanıcının bir menü seçeneği olarak istediği zaman anahtarlama sertliğini değiştirmesine izin verir. **1** ila 5 ms'lik yükselme ve düşme süreleri yaygındır; 5 ms yükselme ve düşme süreleri, solma varlığında 36 WPM'lik bir anahtarlama hızına ve solma yoksa 60 WPM'ye eşittir.

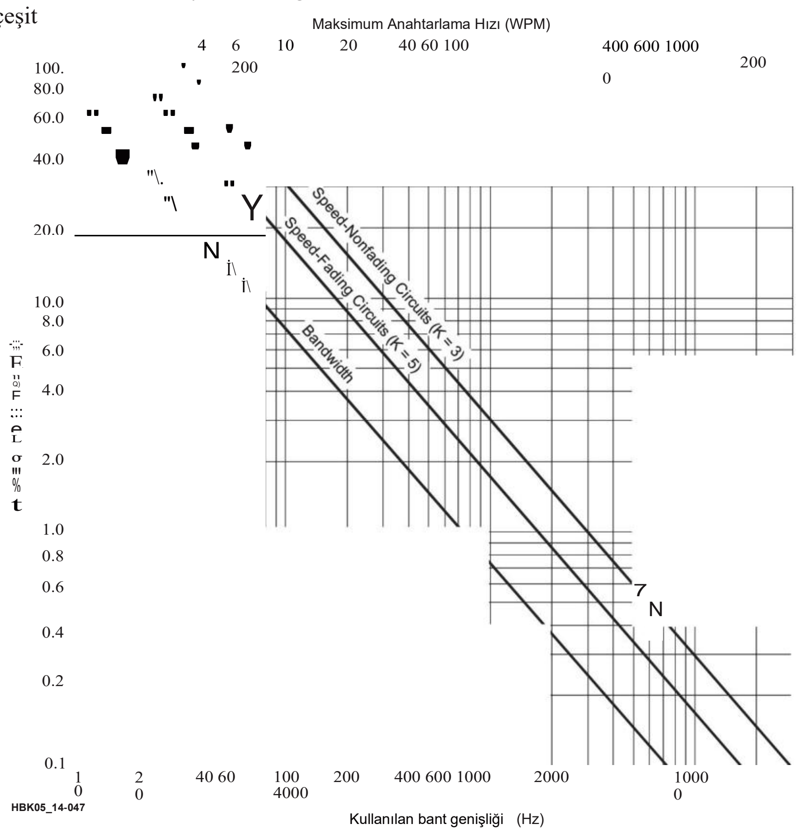
Bir CW vericisinin çıkışı sıfır ve maksimum arasında ne kadar hızlı değişirse, taşıyıcısı ve yan bantları o kadar fazla bant genişliği işgal eder. Bkz. Şekil 13.33B. Bu nedenle, bir CW sinyalinin anahtarlamasını çok zor yapmak, diğer istasyonların spektrum israfı ve düşüncesizliğidir, çünkü sinyali olması gerekenden daha geniş yapar. Gerekenden daha güçlü ve daha geniş olan tuş kenar bantları, havada nasıl ses çıkardıklarından dolayı geleneksel olarak tıklama olarak adlandırılır.

Radyotelegraf veya CW işlemi, Şekil 13.9'da gösterilen verici mimarisi tasarımından kolayca elde edilebilir. CW işlemi için, SSB filtre geçiş bandının merkezinde bir taşıyıcı oluşturulur. Bu taşıyıcıyı kullanılabilir hale getirmenin iki yolu vardır. Bir yol, dengeli modülatörün dengesini bozmaktır, böylece LO geçebilir. Her çeşit Dengeli modülatör devresinin bunu yapmak için kendi yöntemi vardır. Şekil 13.9'da seçilen yaklaşım, modülatörün ve SSB filtresinin etrafından dolaşmaktır.

Bir şekillendirme ağı, iki şeyi gerçekleştirmek için İF sinyalinin zarfını kontrol eder: Mors kodu karakterinin şeklini, girişime neden olabilecek geniş bant spektrum emisyonlarını sınırlayacak şekilde kontrol eder ve Mors kodu sinyalini kolay ve keyifli hale getirir.

13.4.2 RF Zarf Şekillendirme

Açma-kapama anahtarlaması (CW), düşük seviyeli genlik modülasyonunun özel bir türüdür (düşük sinyal seviyesi aşaması açılır ve kapatılır). İt özeldir, çünkü yan bant gücü taşıyıcı güçten çıkarılır ve üst düzey AM'de olduğu gibi ayrı bir "modülatör" devresi tarafından sağlanmaz. İt, genliği ve bant genişliği, sinyal genliği artış ve düşme oranlarından ve anahtarlanmış dalga formunun eğriliğinden etkilenen taşıyıcı frekans etrafında bir spektrum oluşturur. Ek bilgi için-



Şekil 13.34 - Solan ve solmayan iletişim devreleri için bant genişliğine karşı yükseliş ve düşme sürelerine karşı anahtarlama hızı. Örneğin, verici çıkışı dalga formu yaklaşık 6 ms'lik yükselme ve düşme süreleri için, yükseliş ve düşme süreleri ölçeğinde 6.0 ms'den bant genişliği hattına yatay bir çizgi çizin. Ardından, grafiğin altındaki işgal edilen bant genişliği ölçeğine dikey bir çizgi çizin. Bu durumda bant genişliği yaklaşık 130 Hz'dir. Ayrıca solmayan bir devre için 6.0 ms yatay çizgiyi K = 3 çizgisine kadar uzatın. Son olarak, K = 3 çizgisinden WPM eksenine dikey bir çizgi çizin. 6 ms yükselme ve düşme süresi, bu örnekte yaklaşık 50 WPM'ye kadar anahtarlama hızları için uygun olmalıdır.

Mation, bu bölümün Referanslar bölümünde Sabin'in İF sinyal işleme hakkındaki makalesine bakın.

Şimdi **Şekil 13.34'e bakın.** Dikey eksen Rise and Fall Times (ms) olarak etiketlenmiştir. 6 ms'lik bir yükseliş/düşüş süresi için (%10 ve %90 değerleri arasında) Bant Genişliği işaretli çizgiye yatay olarak gidin. Kabaca 120 Hz'lik bir -20 dB bant genişliği alt yatay eksende gösterilir. K = 5 ve K = 3 satırlarına devam edersek, üst yatay eksen sırasıyla 3 0 WPM ve 5 0 WPM kod hızlarını önerir.

Bu kod hızları, dikey eksende görüntülenen yükseliş ve düşüş süreleri ile uyumlu hale getirilebilir. Bunlardan daha büyük kod hızları için Mors kod karakterleri, özellikle ideal olmayan yayılma koşulları altında "yumuşak" ses çıkarır ve kopyalanması zorlaşır.

Sinyallerin gerekli bant genişliklerini belirlemek için ITU Emisyon Standartları Sınıflandırması, baud ve WPM arasındaki dönüşüm için 0.8 değerini kullanır ve bir -HF'de 5 K için tipik bir değer önerir.

Sinyalin solmaya maruz kaldığı kanal. 13 WPM sinyali için bant genişliği şöyle olacaktır:

BW = WPM x 0.8 x 5 = 10.4 x 5 = 52 Hz

Dar bir spektrum ve bitişik kanal girişiminden özgürlük için, başka bir gereklilik, spektrumun Şekil 13.34'te belirtilen -20 dB bant genişliğinin çok hızlı bir şekilde düşmesidir. Sadece 1 veya 2 kHz uzaklıkta olan bitişik bir kanala ayarlanmış hassas bir dar bant CW alıcısı, güçlü bir CW sinyalinin tuş-aşağı seviyesinin altında 80 ila 100 dB olan anahtarlama yan bantlarını algılayabilir.

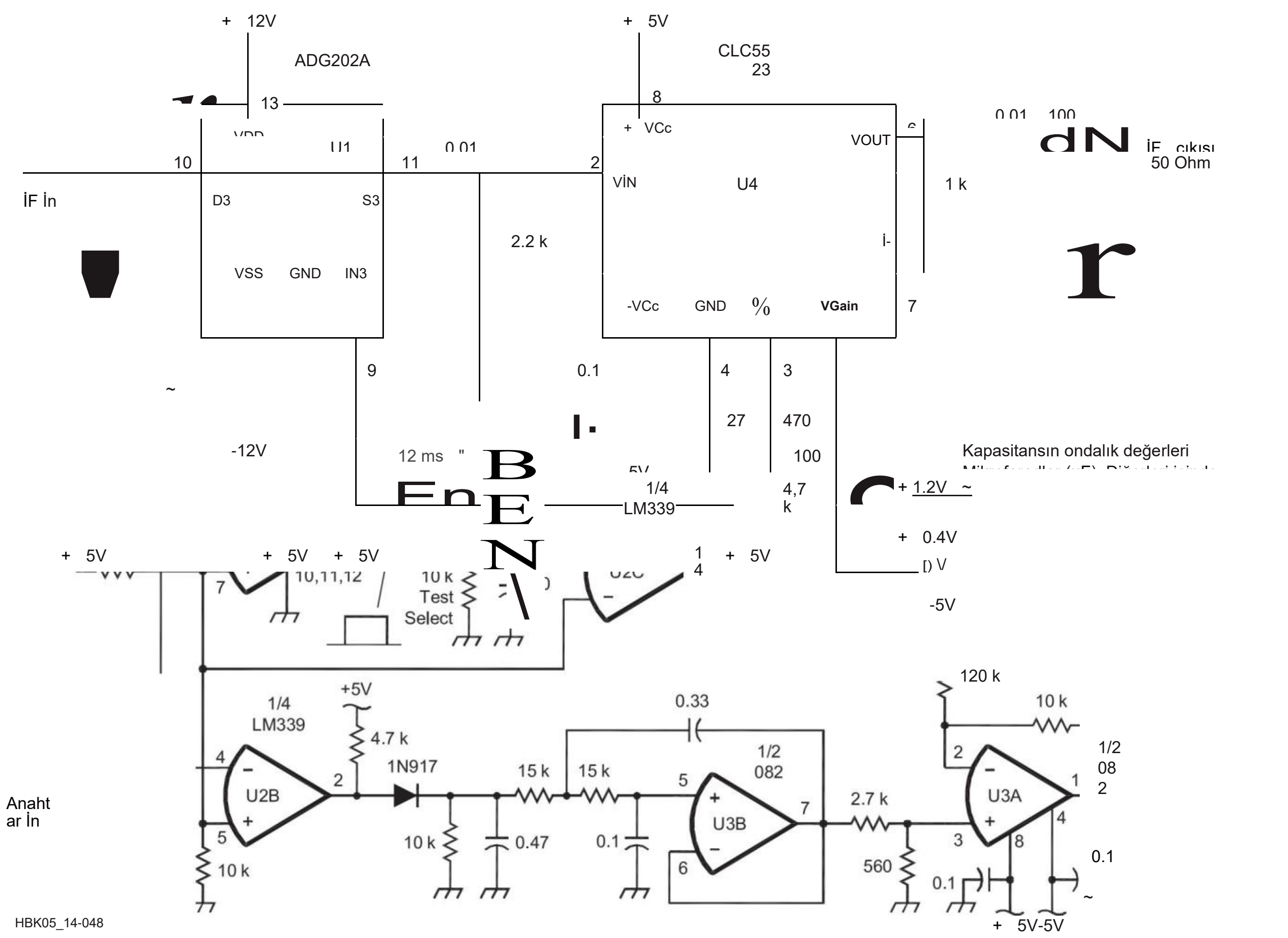
Ek bir husus, anahtarlama sırasında *geri dalga olarak adlandırılan artık bir sinyalin* yakındaki bir alıcıda fark edilmemesi gerektiğidir. Anahtar aşağı taşıyıcının en az 90 dB altında bir geri dalga seviyesi arzu edilen bir hedeftir .

Günümüzde üretilen mikroişlemci kontrollü alıcı-vericiler, yazılım aracılığıyla CW anahtarlama riseesini ve düşme süresini kontrol eder. Operatör genellikle bir menü seçimi ve ayarlaması yoluyla anahtarlama şekli parametresine erişir

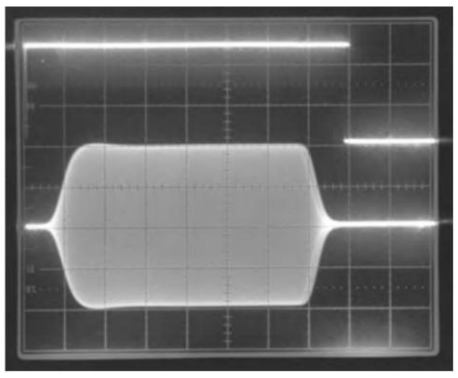
süreç. Üç ila dört ms, keskin anahtarlama - özelliklerini aşırı kanal dışı eserlere karşı dengeleyen çoğu alıcı-verici için tipik bir değerdir. Yükselme ve düşme zamanı ayarlarının dalga formları ve tartışmaları için QST Ürün İncelemeleri'ne bakın.

Homebrew ekipmanı genellikle anahtarlama dalga formlarını kontrol etmek için analog devreye dayanır. **Şekil 13.35,** - başarıyla kullanılan bir dalga eşleme devresinin şemasıdır. Bir Sallen-Key üçüncü dereceden op amp low-pass filtresi (0.1 dB Chebyshev tepkisi) anahtarlama dalga formunu şekillendirir, yükselme ve düşme oranını üretir ve ayrıca önde gelen ve takip eden gelenleri doğru miktarda yumuşatır. Anahtar kapanması, 455-kHz İF sinyalini açan CMOS anahtarını (Ul) etkinleştirir. Anahtar zamanında, dalga şekillendirme filtresine giriş kapatılır, ancak İF sinyal anahtarı 12 ms daha kapalı kalır.

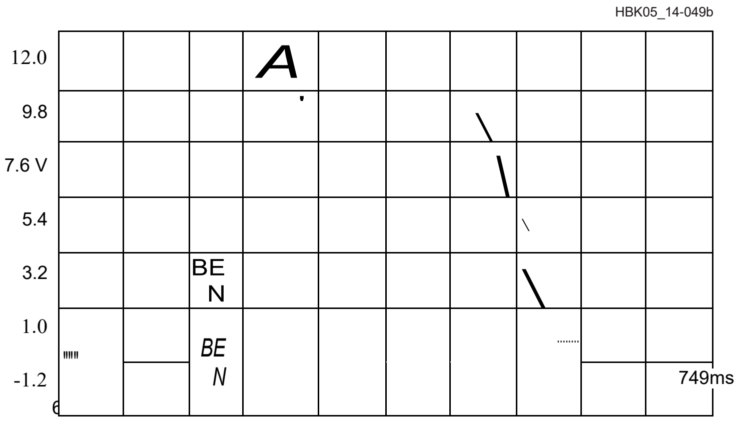
Anahtarlama dalga formu, bir CLC5523 amplifikatör İC'nin kazanç kontrol pimine uygulanır. Bu cihaz, neredeyse tüm kazanç kontrol amplifikatörleri gibi, *logaritmik bir* kazanç kontrolüne sahiptir; Bu nedenle kapasitenin bazı deneysel "tweaking" -



Şekil 13.35 - Bu şematik diyagram, Şekil 13.9'da gösterildiği gibi bir SSB/CW vericisiyle kullanıma uygun bir CW dalga şeridi ve anahtarlama devresini göstermektedir.



(A)



(B)

Şekil 13.36 - At (A) CW dalga ve anahtarlama devresi çıkışının osiloskop ekranıdır. En üstteki iz, Şekil 13.35'in S1'ine uygulanan İF anahtarlama sinyalidir. Alt iz, verici çıkışı RF spektrumudur. **At (B), dalga şekillendirme ağının bir SPİCE simülasyonudur. Bu sinyal CLC5523 amplifikatörün logaritmik kontrol karakteristiğine uygulandığında, RF zarfı (A)'da gösterilen forma hafifçe değiştirilir.**

Şekil 13.36A'de gösterilen sonucu elde etmek için itor değerleri kullanılmıştır. Üstteki iz, İF anahtarının açma/kapama çalışmasını gösterir, Ul. Sinyal, anahtarlama darbesinin yükselişi başlamadan kısa bir süre önce açılır ve anahtarlama darbesi kapatıldıktan sonra yaklaşık 12 ms boyunca açık kalır, böylece dalga formu çok düşük bir değere yumuşak bir şekilde düşer. Sonuç, mükemmel bir spektrum ve neredeyse tam bir geri dalga yokluğudur. Bunu, Şekil 13.29 ve 13.31'de gösterilen fabrika verici dalga görüntüleri ile karşılaştırın. Alt iz, sonuçta elde edilen - anahtarlanmış RF çıkış dalga boyunu gösterir. İt, kritik dinleme testleri tarafından doğrulandığı gibi mükemmel bir spektruma sahiptir. Bazı CW vericilerinde bulunan başparmak ve tıklamalar neredeyse yoktur. Yükseliş ve düşüş aralıkları, yaklaşık bir kosinüs olan bir dalga şekline sahiptir. Spreadspectrum frekans-hop dalga formları geniş bant girişimini en aza indirmek için bu yaklaşımı kullanmıştır .

Şekil 13.36B, sinyal CLC5 523 amplifikatör tarafından işlenmeden önce dalga şekillendirme devresi çıkışının doğru bir SPİCE simülasyonudur. Devrenin ayarlanmasına yardımcı olmak için, son PA çıkış zarfına bakan bir RF osiloskopunda görülebilen sabit bir 40 ms nokta akışı oluşturun. İt, mükemmel dalga çizgisinin verici çıkışına giderken bozulmadığından emin olmak için önemlidir. Tek taraflı doğrusal güç amplifikatörleri bir CW vericisi için çok uygundur, ancak doğrusal aralıklarında kalmaları ve geri dalga sorununun çözülmesi gerekir.

Hava operasyonları sırasında gelen bir CW sinyalinin spektrumunu değerlendirirken, zayıf bir alıcı tasarımı, - güçlü ancak temiz bir bitişik kanal sinyaline karşı savunmasızlığından kaynaklanan sorunlara katkıda bulunabilir. Tıklamalar, başparmaklar, ön uç aşırı yüklenmesi, karşılıklı karıştırma ve diğer sorunlar alıcıda oluşturulabilir. Suçu gerçekten ait olduğu

13.4.3 Break-İn CW Operasyonu

Mevcut 100 W sınıfı HF alıcı-vericileri, tam break-in CW uygulamak için yüksek hızlı röleler (röle aslında CW anahtarlamasını takiben) veya katı hal PİN diyotları kullanır. Bazı RF güç amplifikatörleri TR anahtarlama fonksiyonu için yüksek hızlı vakum röleleri kullanır. Bu işlevi yerine getirmek için devreler hakkında daha fazla bilgi için bu bölümün ilerleyen bölümlerinde TR Anahtarlama bölümüne bakın. Doğrusal amplifikatörlere QSK geçişi eklemek için iki proje İstasyon **Aksesuarları bölümünde yer almaktadır** .

Yarı kırılma terimi, anahtarın kapatılmasının iletimi başlattığı bir CW anahtarlama sistemini belirtmek için kullanılır, ancak almak için geri dönmek, bireysel < lits arasında değil, kelimeler arasında gerçekleşir. Bazı operatörler bunu tam girişten daha az rahatsız edici buluyor ve TR anahtarlama için daha az pahalı rölelerle uygulanması daha kolay .

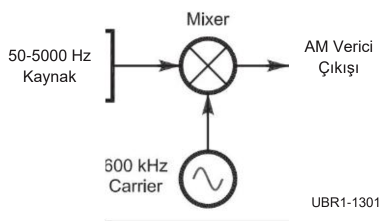
13.5 AM ve SSB İletimi

13.5.1 Genlik Modülasyonlu Tam Taşıyıcı Ses İletimi

Ses genlik modülasyonunun popüler bir şekline *yüksek seviye genlik modülasyonu denir.* Bu, bir RF taşıyıcısını bir ses sinyali ile karıştırarak (veya modüle ederek) üretilir. Şekil **13.37** bunun kavramsal görünümünü göstermektedir. Şekil **13.38,** böyle bir ses vericisinin gerçekte nasıl uygulanacağının daha ayrıntılı bir görünümüdür. Üst kısım RF kanalıdır ve alt kısım genellikle modülatör olarak adlandırılan ses frekansı veya AF kanalıdır. *Modülatör,* beslenmek üzere tasarlanmış bir ses amplifikatöründen başka bir şey değildir

Bir mikrofondan ve son RF amplifikatör aşamasının anot veya toplayıcı empedansına uyacak şekilde tasarlanmış bir çıkışla.

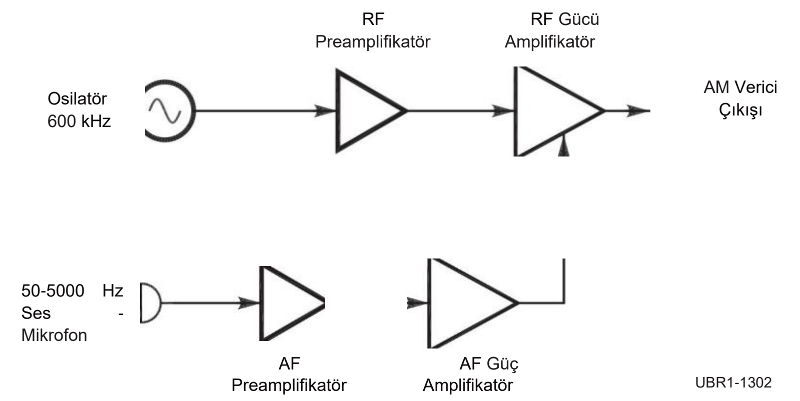
Modülatörün çıkış gücü



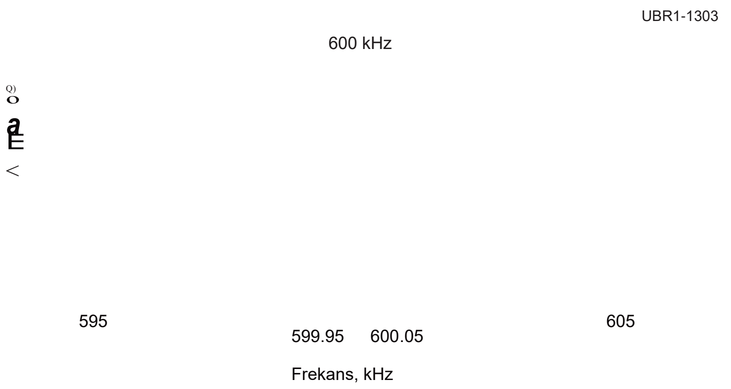
Şekil 13.37 - **Kavramsal bir AM vericisinin blok diyagramı.**

Vericinin RF kanalının çıkış aşamasının (sadece) de kaynağı ile seri olarak uygulanır. Ses zirvelerinin seviyesi, RF amplifikatör toplayıcısına kaynağı sıfır volt arasında, negatif zirvelerde ve pozitif ses zirvelerinde normal besleme voltajının iki katı arasında değiştirmek için yeterli olmalıdır. Bu genellikle, son RF amplifikatör aşamasının de giriş gücü (de collector veya plaka voltajı çarpı akım) olarak ortalama güç çıkışının yaklaşık yarısına sahip bir AF amplifikatörü gerektirir.

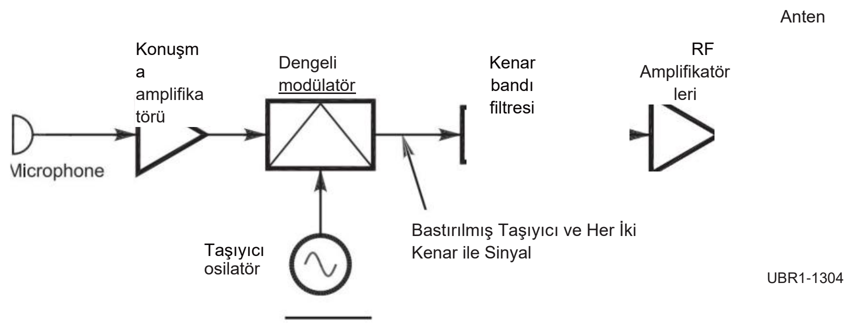
Tam taşıyıcı çift taraflı AM olarak adlandırılan çıkış sinyali, **Şekil 13.39'da gösterildiği gibi bir frekans spektrumunu kaplar.** Gösterilen spektrum, 50 Hz'den bir ses geçiş bandına sahip standart bir yayın istasyonunun spektrumu olacaktır.



Şekil 13.38 - 600 kHz AM yayın vericisinin blok diyagramı.



Şekil 13.39 - 600 kHz'de bir taşıyıcının üstünde ve altında yan bantları gösteren 600 kHz AM yayın sinyali tarafından kullanılan spektrum aralığı.



Şekil 13.40 - Bir filtre tipi tek yan bant bastırılmış taşıyıcı (SSB) vericisinin blok diyagramı.

5 kHz'e kadar. Elde edilen kanal genişliğinin iletilen en yüksek ses frekansının iki katı olduğunu unutmayın. Ses bant genişliği 300 ila 3300 Hz'lik tipik "telefon kalitesinde konuşma'ile sınırlıysa, ortaya çıkan bant genişliği 6.6 kHz'e düşürülecektir. Ayrıca, mükemmel bir çarpma işleminin sadece iki yan bantla sonuçlanacağını ve taşıyıcı olmayacağını unutmayın,

Bu uygulama aslında ürün terimlerinden taşıyıcı ve yan bantların toplamını sağlar. (Sinyal çarpımının matematiksel açıklaması için Alma bölümüne bakın.)

Tam taşıyıcı çift taraflı AM, daha az ve daha az uygulamada kullanılır. Spektral ve güç verimliliği önemli ölçüde düşüktür

Tek yan banttan (SSB) daha fazladır ve güç arttıkça ekipman oldukça maliyetli hale gelir. Birincil uygulama yayıncılıktır - büyük ölçüde AM iletimleri en basit ve en ucuz alıcılarda alınabilir. Tek bir verici ve binlerce alıcı ile, genel sistem maliyeti daha az olabilir ve daha verimli modülasyon teknikleri kullanan sistemlere göre izleyici daha büyük olabilir. Bir AM vericisinin PEP çıkışı taşıyıcı gücünün dört katı olsa da, bir sonraki bölümde tartışacağımız gibi, taşıyıcı gücünün hiçbiri bilgiyi taşımak için gerekli değildir.

13.5.2 Tek Taraflı Bastırılmış Taşıyıcı İletim

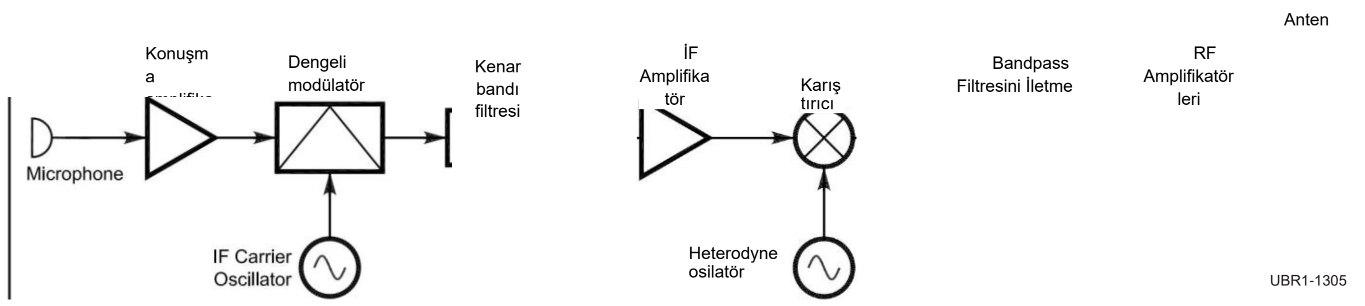
Standart bir AM vericisinin iki yan bandı aynı bilginin kopyalarını (ters çevrilmiş) taşır ve taşıyıcı esasen hiçbir bilgi taşımaz. Bilgiyi yan bantlardan sadece biriyle ve taşıyıcısız olarak daha verimli bir şekilde iletebiliriz. Bunu yaparken, bant genişliğinin yarısından biraz daha azını, kıt bir kaynağı kullanıyoruz ve ayrıca taşıyıcıyı ve ikinci yan bandı iletmeyerek çok daha az verici gücü tüketiyoruz.

SSB - FILTER METODU

Basit bir singlesideband bastırılmış taşıyıcı (SSB) vericisinin blok diyagramı - **Şekil 13.40'ta gösterilmiştir.** Bu verici, taşıyıcı olmadan çift taraflı bastırılmış bir taşıyıcı sinyal üretmek için dengeli bir modülatör olarak dengeli bir karıştırıcı kullanır. Bu sinyal daha sonra yan bantların sadece birini (alıcı istasyonla anlaşarak) geçmek üzere tasarlanmış bir filtreden gönderilir.

Taşıyıcı frekansın üstündeki veya altındaki yan bandın seçilip seçilmediğine bağlı olarak, sinyal sırasıyla üst yan bant (USE) veya alt yan bant (LSB) olarak adlandırılır. Elde edilen SSB sinyali istenen güç seviyesine yükseltilir ve bir SSB vericisine sahibiz. Amatör uygulama, daha düşük frekanslarda 10 MHz ve LSB'nin üzerinde USB kullanmaktır. Bunun istisnası, amatörlerin veri ve ses sinyalleri için USB kullanmaları gereken 60 metrelik kanallardır.

Şekil 13.40'taki tipte bir verici, istenen - iletim frekansında tüm işlemlerle birlikte çalışırken, yapılandırma sıklıkla kullanılmaz. İnstead, taşıyıcı osilatör ve yan bant filtresi genellikle **Şekil 13.41'de gösterildiği gibi çalışma frekansına heterodillenmiş bir ara frekansta bulunur. Bunun nedeni,** yan bant filtresinin karmaşık bir dar bant filtresi olması ve çoğu üreticinin, bir verici yeni bir frekans için her sipariş edildiğinde yeni bir filtre tasarımı sağlamak zorunda kalmamasıdır. Birçok SSB trans-



Şekil 13.41 - Çoklu frekans işlemi için heterodin filtre tipi SSB vericisinin blok diyagramı.

Göndericiler farklı bantlarda da çalışabilir, bu nedenle ek karıştırıcıların, osilatörlerin ve pahalı filtrelerin maliyetini önler.

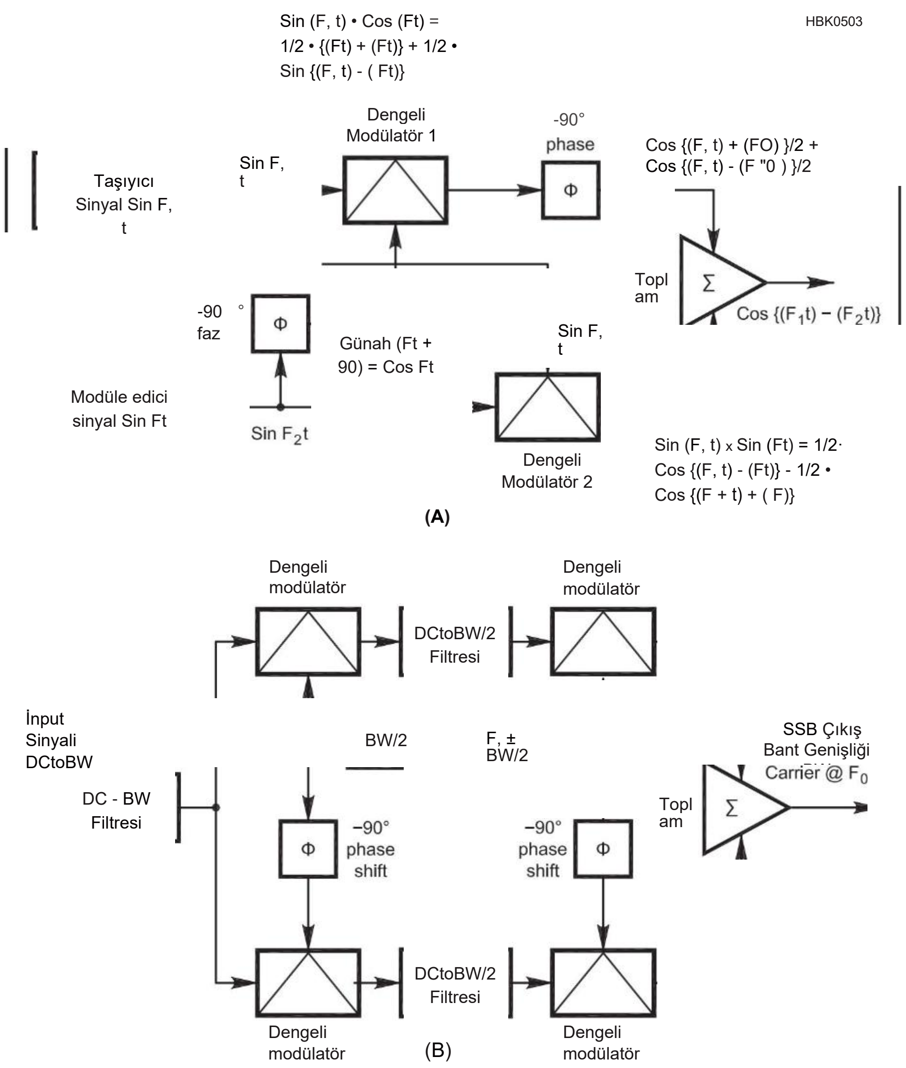
SSB vericimizin blok diyagramının, bir süperheterodin alıcısının diyagramına çarpıcı bir benzerlik gösterdiğini, ancak sinyal yolunun bilgi ile başlamak ve bir RF sinyali üretmek için tersine çevrildiğini unutmayın. Superhet alıcısı için tasarım kısıtlamaları olan ara frekans seçimi için aynı tür görüntü reddi gereksinimleri burada da geçerlidir.

Filtre yöntemi, istenmeyen kenar bandını çıkarmak için yüksek kaliteli kristal filtreler ve taşıyıcıyı ortadan kaldırmak için dikkatlice ayarlanmış dengeli bir modülatör kullanılarak analog devre ile uygulanabilir. Bir SDR ayrıca, düşük frekansta (100 - kHz'den daha düşük taşıyıcı frekansı) çok keskin DSP filtreleri kullanarak ve ardından sinyali istenen RF frekansına dönüştürerek filtre yöntemini uygulayabilir. DSP donanımı hız kazanmaya devam ettikçe, bu yöntem popülerlik kazanmaya devam etmelidir.

SSB - PHASNG METODU Çoğu güncel verici, SSB sinyalini üretmek için Şekil 13.40'ta gösterilen SSB üretimi yöntemini kullanır. Bu *filtre yöntemidir, ancak* gerçekten iki adımda gerçekleşir - ilk önce yan bantlar oluşturmak ve taşıyıcıyı ortadan kaldırmak için dengeli bir modülatör kullanılır, daha sonra istenmeyen yan bandı ortadan kaldırmak için bir filtre kullanılır ve genellikle taşıyıcı bastırmayı da geliştirir .

SSB üretiminin aşamalı yöntemi, **Alıcı bölümünde açıklanan görüntü reddeden karıştırıcıyla tamamen aynıdır**. Bu, **Şekil 13.42A'de gösterildiği gibi üst yan bant sinyalini üretmek için iki dengeli modülatör ve hem ses hem de RF taşıyıcı sinyalleri için bir faz kaydırma ağı kullanır.** Faz kaydırma ağlarından herhangi birinin işaretindeki bir kayma ile, karşı yan bant oluşturulabilir. Bu yöntem, birkaç faz kaydırma ağı ve filtre yönteminin keskin yan bant filtresi için ekstra dengeli bir modülatör kullanır.

Aldatıcı bir şekilde basit görünse de, bir - analog fazın yapımında bir sınırlama vardır.



Şekil 13.42 - Tek frekanslı çalışma için (A) faz tipi ve (B) Weaver yöntemi SSB jeneratörlerinin blok diyagramı.

Tüm ses aralığı üzerinde sabit bir 90 ° faz kayması olacak Shift ağı. Faz kaymasındaki hatalar, tam taşıyıcı ve yan bant baskılamasından daha azına neden olur. Yine de, sunulan bazı başarılı örnekler var

Yıllar boyunca.

90 ° faz kaydırma ağı, gerçekleştirdiği matematiksel işlemden sonra Hilbert transformatörü olarak da bilinir. Analog formda iyi uygulanması zor, faz kayması

Dijital olarak uygulanması kolay. Bu, aşamalı yöntemi bir SDR vericisi tarafından SSB üretimi için iyi bir seçim yapar.

SSB - DOKUMACI YÖNTEM

Aşamalı yöntemi bir adım daha ileri götüren Weaver yöntemi, tüm ses aralığı boyunca hizalanması gereken faz kaydırmalı ağlar gerektiren sorunu çözer. İnstead, Şekil 13.42B'de gösterilen Weaver yöntemi, önce mesajın bir kopyasını karıştırır (de to BW Hz bant genişliği ile gösterilir) BW/2 Hz'de bant içi bir sinyal ve BW/2 Hz'de faz kaydırmalı -90 ° olan bir sinyal içeren başka bir kopya. Mesajı phaseshifting İnstead, sadece BW/2 Hz de sinyal faz kaydırılmış olmalıdır - çok daha basit bir görev!

Her dengeli modülatörün çıktısı filtrelenir, sadece de'den BW/2'ye kadar bileşenler bırakılır. Bu sinyaller daha sonra ikinci bir - çift dengeli modülatöre daha Taşıyıcı frekansındaki geleneksel LO sinyali, fi, USB için + BW/2 ve LSB için BW/2 ile dengelenir. Dengeli modülatörlerin çıkışı, son SSB sinyalini üretmek için toplanır .

Weaver yönteminin analog devrelerde uygulanması zordur, ancak dijital sinyal işleme sistemlerine çok uygundur. Weaver yöntemi, SSB sinyalini dijital olarak üreten DSP tabanlı ekipmanlarda yaygınlaşmıştır.

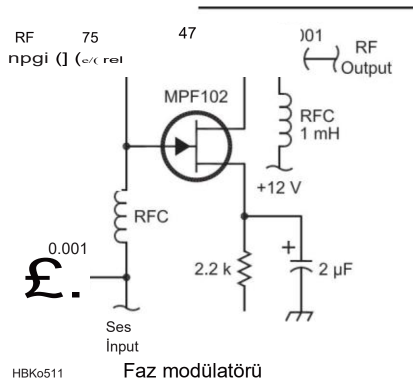
13.6 İletim Açısı Modülasyonu

13.6.1 Açı Modülasyonlu Vericiler

Frekans modülasyonu (FM) veya faz modülasyonu (PM) kullanan vericiler genellikle *açı modülasyonu kategorisinde gruplandırılır, çünkü* sonuçta elde edilen sinyaller genellikle ayırt edilemez. Frekans veya fazdaki anlık bir değişiklik, sinyali modüle etme yöntemi biraz farklı olsa da, aynı sinyalleri oluşturabilir. Bir FM sinyali üretmek için, frekansı modüle edici sinyalle değiştirilebilen bir osilatöre ihtiyacımız var.

Frekansı "ayar voltajı'ile değiştirilebilen bir osilatör kullanabiliriz. TUNNG VOLTAGE bağlantı noktasına bir ses sinyali uygularsak, uygulanan modüle edici sinyalin genliği ve frekansı ile frekansı değiştirerek bir FM sinyali elde ederiz.

Bir sinyalin fazı, bir R-C faz kaydırma ağının değerlerini değiştirerek değiştirilebilir. Faz modülasyonunu gerçekleştirmenin bir yolu, aktif bir elemanın



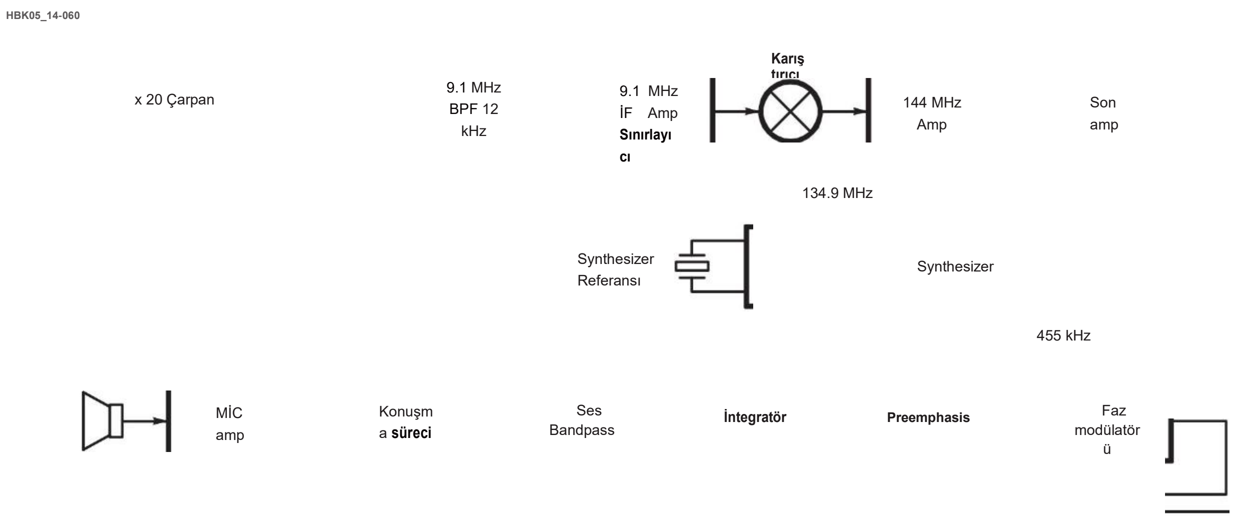
Şekil 13.43 - Basit FET tabanlı faz modülatör devresi.

Faz ve bir PM sinyali oluşturmak. Şekil **13.43,** alan etkili transistörden geçen drenaj akımı, uygulanan modüle edici sinyal ile değişir ve aşamanın çıkışında faz kaymasını değiştirir. Sahnedeki etkili yük değiştiğinden, taşıyıcı da Genlik modülasyonlu ve genlik varyasyonları kaldırmak için bir FM alıcı tipi sınırlayıcı ile çalıştırılmalıdır.

FREKANS MODÜLATİYON TRANSMİTTER DESİGN

Frekans modülasyonu, tekrarlayıcı ve diğer noktadan noktaya iletişim için VHF'de ses modu olarak yaygın olarak kullanılır. **Şekil 13.44,** birçok FM vericisinde kullanılan dolaylı FM olarak da bilinen faz modülasyon yöntemini göstermektedir. FM için en yaygın kullanılan yaklaşımdır. Faz modülasyonu düşük bir frekansta gerçekleştirilir, örneğin 455 kHz. Faz modülatöründen önce, konuşma filtreleme ve işleme dört işlevi yerine getirir :

1. Faz modülasyonunu frekans modülasyonuna dönüştürme (aşağıya bakınız).
2. Alınan sesin deemfazından (düşük geçişli filtreleme) sonra gelişmiş sinyal-gürültü oranı için konuşma sesine ön vurgu (yüksek geçişli filtreleme) uygulayın.
3. Vurgulamak için konuşma işleme



Şekil 13.44 - Dolaylı FM (faz modülasyonu) yöntemini kullanarak bir VHF/UHF NBFM vericisinin blok diyagramı.

Zayıf konuşma bileşenleri.

4. Mikrofonun frekans tepkisini ve muhtemelen operatörün ses özelliklerini telafi edin.

Çarpan aşamaları daha sonra sinyali istenen bazı yüksek İF'ye taşır ve ayrıca frekans sapmasını istenen nihai değere çarpar. 455 kHz modülatörde üretilen FM sapması 250 Hz ise, 9 .1 MHz'deki sapma 20 x 250 veya 5 kHz'dir.

13.6.2 Frekans Çarpanları

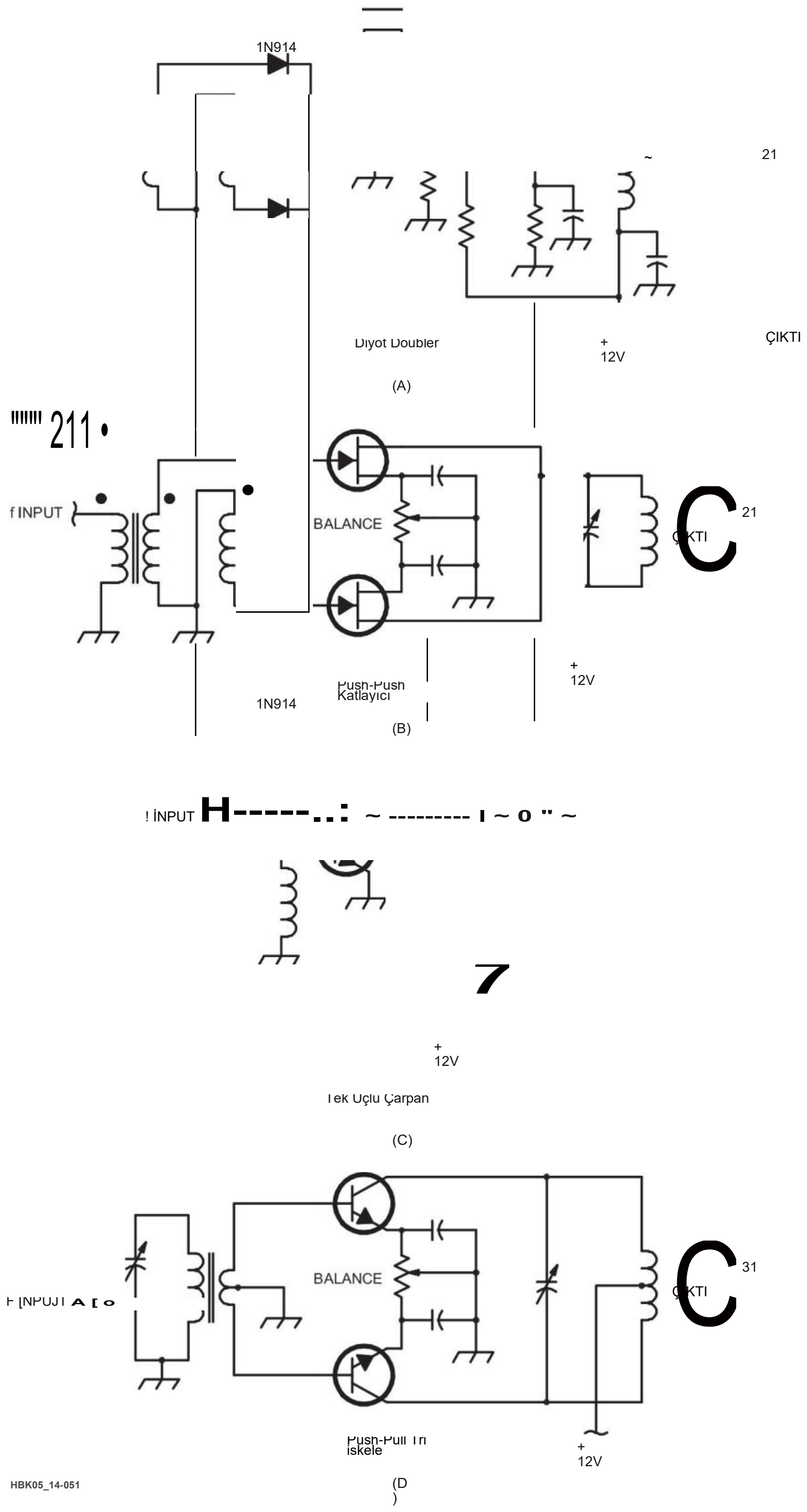
Frekans çarpanları, FM vericilerinde, taşıyıcı frekansı ile birlikte sapmayı arttırmanın bir yolu olarak sıklıkla kullanılır. Bunlar, genellikle istenmeyen bir çıkış ürünü olan yüksek düzeyde harmonik bozulma sergileyen cihazlardan oluşur. Bu durumda istenen harmonik seçilir ve filtreleme yoluyla geliştirilir. Aşağıdaki örnekler, bunun hem amplifikatörlerle hem de pasif diyot devreleriyle yapılabileceğini göstermektedir. (Frekans çarpanları ile ilgili ek tartışmalar, - *RF Tasarımında Deneysel Yöntemler'in 5.4 Bölümünde* ve Rick Campbell'ın "VHF Sinyal Kaynakları" makalesinde KK7B bu kitabın indirilebilir ek içeriğinde yer almaktadır.)

Diyotları kullanan pasif bir çarpan **Şekil 13.45A'de gösterilir.** Tam dalga doğrultucu devresi, de bileşeninin toprağa kısa devre yapması dışında tanınabilir. Temel frekans ac girişi 1.0 VgMs ise, ikinci harmonik bazı küçük diyot kayıpları da dahil olmak üzere girişin altında 0.42 V RMS veya 8 dB'dir. Bu değer, birçok ders kitabında gösterildiği gibi, tam dalga doğrultulmuş sinüs dalgası için Fourier serisi katsayıları hesaplanarak bulunur.

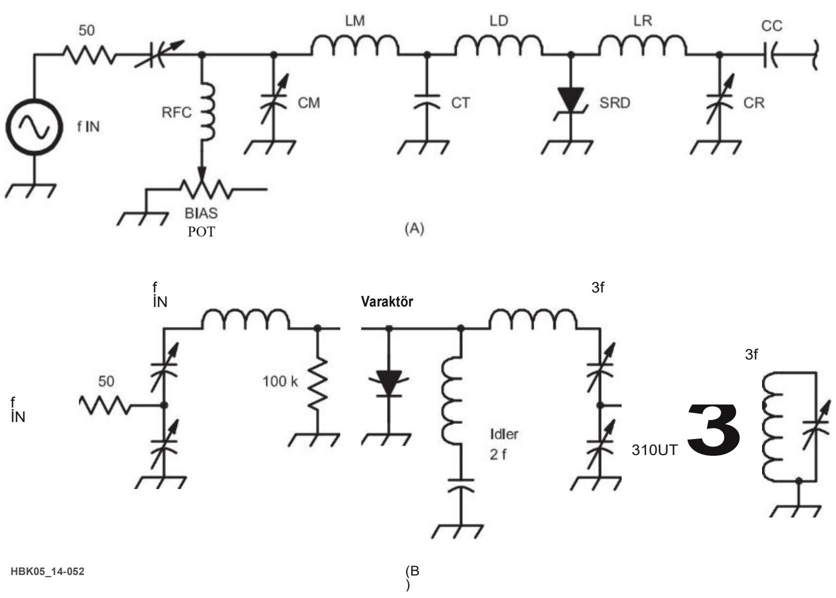
Transistör ve vakum tüpü frekans çarpanları aşağıdaki prensipte çalışır: Bir - sinüs dalgası girişi plaka/toplayıcı/tahliye akımının bozulmasına (sinüs dalgası değil) neden olursa, girişin harmonikleri üretilir. Bir çıkış rezonans devresi bir harmoniğe ayarlanırsa, harmonikteki çıkış vurgulanır ve diğer frekanslar zayıflatılır. Belirli bir harmonik için akım darbesi bu harmonik maksimize edecek şekilde bozulmalıdır. Örneğin, bir çift dalga için, akım darbesi yarım dalga doğrultulmuş sinüs dalgası (180 ° iletim) gibi görünmelidir. B sınıfı önyargılı bir transistör iyi bir seçim olacaktır. Bir tripler için, 120 ° iletim (Sınıf C) kullanın.

Belli bir noktada önyargılı olan bir FET, **Elektrik Temelleri** bölümünde açıklandığı gibi neredeyse bir kare hukuk cihazıdır. Yani, drenaj akımı değişimi, kapı voltajı değişiminin karesiyle orantılıdır. İt daha sonra, temel olanı da vurgulayan verimli bir frekans ikilisidir.

Bir push-push katlayıcı Şekil 13.45B'de gösterilir. FET'ler karede taraflı...



Şekil 13.45 - Frekans çarpanları. A: diyot çiftleyici. B: JFETS kullanarak push-push doubler. C: BJT kullanarak tek uçlu çarpan. D: BJT'leri kullanarak push-pull tripler.



Şekil 13.46 - Özelleşmiş diyot frekans çarpanları. A: adım kurtarma diyot çarpanı. B: Varaktör diyot çarpanı.

Hukuk bölgesi ve BALANCE potansiyometresi temel frekansı en aza indirir. Kapıların itme-çekme ve drenajların paralel olduğunu unutmayın. Bu, ikinci harmoniklerin çıkışa faz içi eklemesine ve temel bileşenlerin iptal edilmesine neden olur.

Şekil 13.45C, bipolar transistör kullanan tek uçlu bir katlayıcı örneğini göstermektedir. Bu tip bir çiftleyicinin verimi tipik olarak %50, bir üçlünün verimi %33 ve bir dördüncünün verimi %25'tir. Etkili bandpass filtreleme uygulanmadıkça çıkış tankının ayarlandığı harmonikler dışındaki harmonikler çıktıda görünecektir. Ll'deki toplayıcı musluk, güç çıkışı ve spektral saflık arasında en iyi uzlaşmayı sağlayan noktaya yerleştirilir.

Bir push-pull tripler Şekil 13.45D'de gösterilmiştir. Giriş ve çıkış her ikisi de pushpull. Denge potansiyometresi harmonikleri bile en aza indirir. Transistörlerin temel devrede önyargı voltajı olmadığını unutmayın; Bu, transistörleri verimli thirdharmonic üretimi için C Sınıfına yerleştirir. Harmonik çıkışı en üst düzeye çıkaran bir giriş sürücüsü seviyesi seçin.

Şekil 13.46A'de gösterilen adım kurtarma diyotu (SRD), özellikle mikrodalga frekanslarında harmonik üretim için mükemmel bir cihazdır. SRD'nin temel fikri şöyledir: Diyot ileri iletirken, diyotun difüzyon kapasitansında bir yük depolanır ve diyot hızlı bir şekilde ters taraflı ise, depolanan yük çok aniden bir LC harmonik ayarlı devreye salınır. Devre aynı zamanda çok sayıda olduğu için "tarak jeneratörü'olarak da adlandırılır.

Üretilen harmonikler. (Spektral ekran bir tarağa benziyor.) Faz kilitli bir döngü (PLL) daha sonra istenen harmonik üzerine kilitlenebilir.

Bir varaktör diyot da çarpan olarak kullanılabilir. Şekil 13.46B bir örnek göstermektedir. Bu devre, bir varaktörün kapasitansının, voltajın anlık değeri ile değişmesi gerçeğine bağlıdır, bu durumda RF uyarma voltajı. Bu, diyot aracılığıyla harmonik akımlar üreten doğrusal olmayan bir süreçtir. 25 W'a kadar güç seviyeleri bu şekilde üretilebilir.

Frekans çarpımını takiben, son çıkış frekansına ikinci bir dönüşüm gerçekleştirilir. Bu son çeviriden önce, aşırı frekans sapmasından kaynaklanabilecek bitişik kanal girişimini en aza indirmek için İF bant geçişi filtreleme yapılır. Bu, FM kenar bantlarının doğru faz ilişkilerini sürdürmesini sağlamak için iyi faz doğrusallığını besler. Bu yapılmazsa, PA aşamalarında doğrusal olmayan bozulma sorunlarına neden olabilecek bir AM bileşeni sinyale tanıtılır. Son frekans çevirisi, çıkış sinyali frekansının herhangi bir değeri için sabit bir FM sapması değerini korur.

İF/RF amplifikatörleri doğrusal olmayan C Sınıfı amplifikatörler olabilir, çünkü her amplifikatördeki sinyal, herhangi bir anda, anlık frekansın yalnızca tek bir değerini içerir ve SSB'de olduğu gibi ilişkisi korunmalıdır. Bu amplifikatörler IMD kaynağı değildir, bu nedenle "doğrusal" olmaları gerekmez. Yan bantlar ki

Çıkışta görünen sadece FM işleminin bir sonucudur. (Bir FM sinyalinin spektrumu Bessel fonksiyonları tarafından tanımlanır.)

Faz modülasyonu, frekans sapması ses sinyalinin frekansı ile doğru orantılıdır. (İn FM, sapma ses sinyalinin genliği ile orantılıdır.) Sapmayı ses frekansından bağımsız hale getirmek için, oktav başına 6 dB'de yuvarlanan bir ses frekansı tepkisi gereklidir. Ses amplifikatöründeki bir op-amp düşük geçiş devresi bu işlevi yerine getirir. Bu işlem faz modülasyonunu frekans modülasyonuna dönüştürür.

Ek olarak, sesli konuşma işleme, konuşma genliğinin sabit bir değerini ve dolayısıyla sesli konuşma seviyelerine göre sabit bir İF sapmasını korumaya yardımcı olur. Konuşma frekanslarının ön vurgusu (300 ila 3000 Hz arasında bir oktav yüksek pass yanıtı başına 6 dB), alıcı uçtaki sinyal-gürültü oranını iyileştirmek için yaygın olarak kullanılır. Analizler, bunun alıcıda karşılık gelen vurgu giderme (tamamlayıcı düşük geçiş yanıtı) kullanıldığında FM sistemlerinde özellikle etkili olduğunu göstermektedir. (Schwartz için referansa bakınız.) Daha yüksek ses frekanslarının genliğini iletimden önce arttırarak ve daha sonra alıcıda azaltarak, demodülasyon işleminden gelen yüksek frekanslı ses gürültüsü de azaltılır, bu da daha düşük tıslama ve yüksek frekanslı no1se ile "düz'bir ses tepkisi ile sonuçlanır.

Modülasyon işlemi sırasında oluşturulan herhangi bir genlik değişikliğinin giderilmesini sağlamak için bir İF sınırlayıcı aşaması kullanılabilir. Dolaylı-FM yöntemi, tüm verici yerel osilatörlerinde (LO) tam frekans sentezinin kullanılmasına izin verir, böylece çıkış frekansının kanalizasyonu çok doğrudur. İF ve RF amplifikatör aşamaları, - küçük dahili pillerle çalışan taşınabilir ekipmanlarda yardımcı olan yüksek verimli bir C Sınıfı modunda çalıştırılır.

FM, verici ve alıcı arasındaki frekans yanlış hizalanmalarına SSB'den daha toleranslıdır. Ticari SSB iletişim sistemleri, bu sorun tam PEP çıkış seviyesinin altında bir genlik 10 veya 12 dB ile bir pilot taşıyıcı ileterek çözülür. Alıcı daha sonra bu pilot taşıyıcıya faz kilitlenir. Pilot taşıyıcı ayrıca squelch ve AGC amaçları için kullanılır. - Alıcıdaki kısa süreli bir "bellek" özelliği, çok yollu boşlukların neden olduğu kısa pilot taşıyıcı kesintileri arasında köprü oluşturur.

Bir "doğrudan FM" vericisi, yüksek frekanslı (örneğin, 9 MHz veya öylesine) bir kristal osilatör, bir varaktör diyot üzerindeki voltajı değiştirerek frekans modüle edilir. Ses, dolaylı-FM'de olduğu gibi frekans modülatörünün önünde önceden vurgulanır ve işlenir.

13.7 İletilen Gürültünün Etkileri

Alıcı duyarlılığı, seçicilik ve doğrusallık olağanüstü performans seviyelerine ulaştığında, iletilen sahte emisyonlardaki bir azalma açıkça tüm amatörlerin yararına olacaktır. Kanal iletilen gürültü ve bozulma ürünleri ile doluysa, olağanüstü bir alıcı yaratmak için zaman ve çaba harcamak bize iyi gelmez! (Referans bölümünde Grebenkemper'in makalesine bakın.)

İn heterodyne vericileri son karıştırıcı ve ondan sonra amplifikatörler sadece harmonik filtreler ve anten sisteminde olabilecek herhangi bir seçicilik ile sınırlı geniş bant devreleri vardır. Son LO tarafından iletilen modülasyona aktarılan geniş bantlı faz gürültüsü (neredeyse her zaman bir çeşit sentezleyici) geniş bir frekans aralığına yayılabilir; Bu nedenle LO temizliği her zaman büyük bir endişe konusudur.

Bu karıştırıcıdan sonraki amplifikatörler aynı zamanda geniş bantlı "beyaz" veya ilave gürültü kaynaklarıdır. Bu gürültü, - modülasyon olmadığı zamanlarda bile iletilebilir ve yerel parazit kaynağı olabilir. Bu gürültüyü azaltmak için, mümkün olduğunca fazla sinyal çıkışı olan yüksek seviyeli bir karıştırıcı kullanın ve mikserden sonraki ilk amplifikatör aşamasının gürültü rakamını mümkün olduğunca düşük yapın .

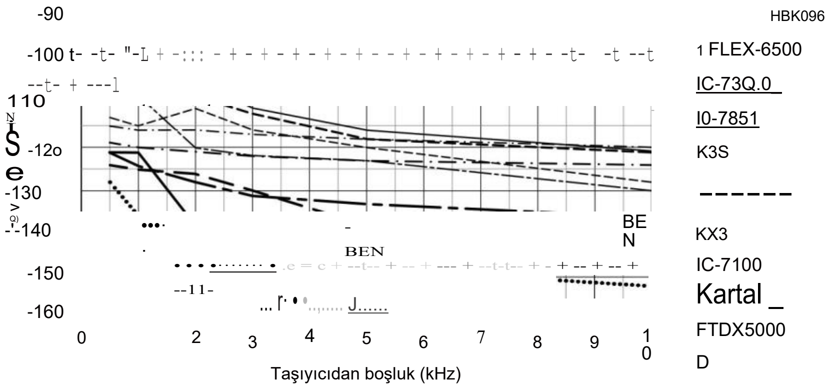
SDR vericileri analog karıştırıcılara sahip olmayabilir, ancak kesin! Veri dönüştürücüleri ve saat titremesi, doğrusal olmayan veri dönüşümü ve diğer nedenler, hatta yuvarlama hataları yoluyla faz gürültüsü üreten birçok işlem var! Havada iletilen gürültü olarak duyulan sonuç, bir analog verici tarafından üretilen gürültüyle aynı sorunlara neden olur. **Şekil 13.47,** ürün inceleme değerlendirmeleri sırasında ARRL Lab tarafından değerlendirilen birkaç akım alıcı-vericisinden elde edilen kompozit gürültü (faz gürültüsü) ve CW anahtarlama yan bandı gürültüsünün bir koleksiyonudur. Veriler tek bir banttan (14 MHz) gelir ve en iyi veya en kötü performansı temsil etmez. Bu grafik ilk olarak 2014 yılında Jim Brown, K9YC tarafından çeşitli alıcı-vericilerin gürültü performansını karşılaştırmak için oluşturuldu. (FTl000MP Mark V Field eski spektrum bugün mevcut gelişmiş performansı gösterir.) Grafikteki veri noktaları, ölçülen gürültü spektrumlarından kaynaklanan gürültü zirvelerini temsil eder. CW kenar bandı gürültü verileri için, bu - bölümün sonunda atıfta bulunulan K9YC'nin çevrimiçi makalesinde ortalama ve düzeltilmiş verilerin karşılaştırılması mevcuttur. Kağıt ayrıca birkaç eski alıcı-verici modeli için veri içerir.

QST Ürün İncelemelerinde açıklanan çeşitli modeller arasında oldukça fazla fark vardır. Varyasyon, amatörlerin gürültü performansı özelliklerine dikkat etmelerinin neden önemli olduğunu gösterir. Kalabalık HF bantlarında çalışmayı planlıyorlarsa. Artık yükseltilebilir ürün yazılımı sunan birçok alıcı-vericiyle, amatörlerin en son sürümü yüklemeleri şiddetle tavsiye edilir. Bu, hem alma hem de iletme performansını artıracak ve aynı zamanda hepimize yardımcı olacaktır. Havada daha temiz sinyaller iletir.

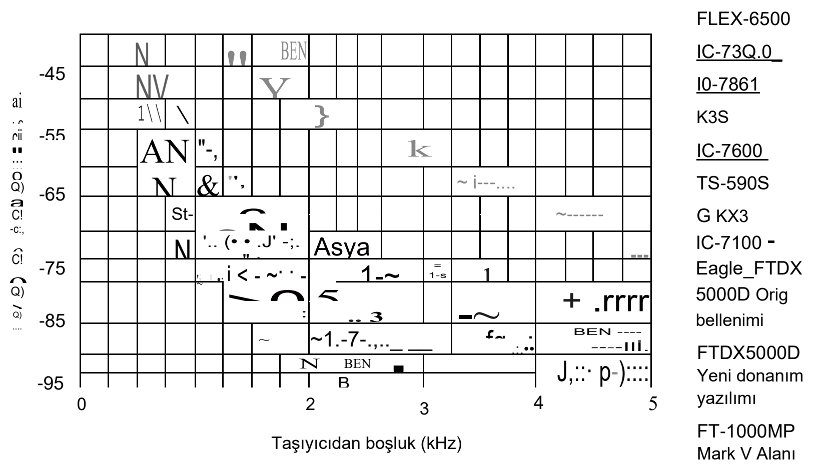
İletilen gürültü, alıcı faz gürültüsü ile parazitte aynı rolü oynar. İkisi nihayetinde katkı maddesidir ve parazit, alıcının veya alıcının düşük gürültü performansında'en zayıf bağlantı "sorunu haline gelir.

Anten Düzeni için Gürültü Değerlendirmesi *Steve Hicks, N5AC*

İletilen gürültü, antenleri Field Day veya bir yarışma istasyonu gibi çok iletimli bir alanda yerleştirirken dikkate alınması gereken bir noktadır. Alıcıda herhangi bir sinyal beliren her 10 dB daha güçlü olduğunda, parazitsiz çalışmayı sağlamak için faz gürültü performansında bir başka 10 dB iyileştirme gereklidir. Yerel vericiler çalışırken alıcılarda çok güçlü sinyaller üreten zayıf bir anten düzeni, en iyi faz gürültü performansı alıcılarını bile çalışmaz hale getirebilir. George Cutsogeorge, W2VJN'nin "Managing *Interstation İnterference*'adlı kitabı (*Inrad* **(www.inrad.net)'dan temin edilebilir)** istasyon planlama ve girişim azaltma teknikleri için mükemmel bir referanstır.



(A)



(B)

Şekil 13.47 - ARRL Lab tarafından ölçülen temsili modern vericilerin bir seçiminden aktarılan kompozit gürültü (A) ve anahtarlama kenar bantları (B). Bu grafikler, orijinal olarak Jim Brown, K9YC tarafından oluşturulan grafikleri takiben QST Ürün İncelemelerinde yayınlanan ARRL Lab test verilerine dayanmaktadır.

Verici, bir girişim probleminde suçlu olabilir. Hem genlik hem de faz gürültüsü iletilen kompozit gürültüye katkıda bulunurken, gürültü katkısının çoğu, alıcı-vericideki çeşitli osilatörlerden ve saat sinyallerinden gelen faz gürültüsüdür. (Alıcı faz gürültüsünün etkileri **Alıcı** bölümünde ele alınmıştır.)

Field Day veya bir yarışma istasyonu gibi çok vericili bir işlemde, iletilen gürültü performansı düşük olan tek bir radyo, sahadaki tüm alıcıları işe yaramaz hale getirebilir. Benzer şekilde, düşük faz gürültü performansına sahip bir alıcı, birlikte bulunan vericilerin performansının ne kadar iyi olduğuna bakılmaksızın parazit sorunlarından muzdarip olabilir. Birden fazla radyonun bir Ortak bir işlem için tek konum, iletim fazı gürültüsü tipik olarak daha güçlü bir şekilde incelenir, çünkü iletim fazı gürültü arenasındaki tek bir zayıf performans, tüm işlemi bir arıza haline getirebilir.

İletilen gürültü sadece birden fazla istasyon tek bir yerde olduğunda bir sorun değildir. Tam güçte düşük gürültü performansı, diğer istasyonlar üzerinde kilometrelerce olumsuz bir etkiye sahip olabilir. Rekabetçi ortamlarda, yakın aralıklı güçlü bir sinyalden gelen gürültü, bitişik kanalları neredeyse kullanılamaz hale getirebilir. Normal şartlar altında, iletilen gürültü, yayılmanın olduğu her yerde gürültü tabanını yükseltir. Onlarca yıllık alıcı iyileştirmesinden sonra, amatörlerin iletilen gürültü performansına daha fazla dikkat etmeleri önemlidir.

ARRL Lab, QSTmagazine Ürün İncelemelerinin bir parçası olarak iletilen gürültüyü ölçer. Bu testler **Test Ölçümleri ve Ekipman** bölümünde ve Bob Allison, WBlGCM, ARRL Lab Personel Mühendisi tarafından Amatör Radyo Alıcı-Verici Performans Testi kitabında açıklanmıştır. İndividual alıcı-verici performansı - *QSTProduct* Review'da belgelenmiştir. Şekil 13.47'yi oluşturmaya ek olarak, Jim Brown, K9YC bu incelemelerden elde edilen bilgileri çevrimiçi bir makalede derledi, "Seçilen Alıcı Vericiler için ARRL Lab Verilerinin Karşılaştırılması" **k9yc.com/publish. html.** **Şekil** 13.47, çeşitli gürültü ölçümlerini karşılaştıran kağıttaki birçok rakamın tipik bir örneğidir.

13.8 Mikrofonlar ve Konuşma İşleme

13.8.1 Konuşmanın Frekans İçeriği

İnsan konuşması yaklaşık 100 Hz ila 8 kHz arasında bir içeriğe sahiptir, ancak yalnızca yaklaşık 400 Hz ile 4 kHz arasındaki enerji konuşmanın anlaşılabilirliğine katkıda bulunur. 400 Hz'in altındaki vokal içeriği, sese "vücut" sağlar (şarkıcılar ve radyo spikerleri için harika), ancak bu düşük frekanslar, nefes patlamaları, oda gürültüsü, mikrofon işleme gürültüsü, rüzgar gürültüsü ve yankılanma. Bu düşük frekanslı enerji, mikrofon tarafından toplanan gücün yarısı kadar kolayca olabilir, ancak iletişime hiçbir katkıda bulunmaz, bu nedenle verici gücünü boşa harcar .

Aynı şekilde, 3 kHz'in üzerindeki konuşma içeriği "mevcudiyet" sağlar ve iletişime biraz yardımcı olur, ancak eklenen bant genişliği gürültü ekler (ve diğer istasyonlara ve diğer istasyonlardan QRM). Çoğu SSB verici filtre 2.7 kHz genişliğindedir, bu nedenle iyi ayarlanmış bir radyo bu filtreleri 400 Hz ile 3.1 kHz arasında ses geçirecek şekilde hizalayacaktır. Birkaç radyo, kullanıcının bu ayarı bir yapılandırma menüsü aracılığıyla ayarlamasına izin verir.

Konuşma iletişimi için bu bant genişliği sınırları, uzun mesafeli telefonun ilk günlerinde kuruldu - gerekli olana izin veriyorlar, ancak ekstra bir şey yok. Bir yüzyıldan fazla bir süredir, giderek daha fazla konuşmanın daha az bant genişliğine girmesine izin verdiler.

Bu nedenle, ilk kuralımız, ses sinyalinin herhangi bir bölümünü yaklaşık 400 Hz'in altına indirmek ve 3 kHz'in üzerinde ses ileten bant genişliğini boşa harcamamaktır. Bunun üzerinde birkaç kontrolümüz var. İlk olarak, aşırı düşük frekans tepkisi olmadan bir mikrofon seçebiliriz. Bakın Bu bölümde daha sonra "Mikrofon Seçme". Birçok alıcı-verici, ses frekansı yanıtını uyarlamak için menü ayarları sağlar. Telsiziniz için ayarları anlamak ve seçmek için kılavuzu inceleyin.

Bazı yeni alıcı-vericiler, frekans tepkisini uyarlamayı daha da kolaylaştırır - konuşma aralığını kapsayan yerleşik bir oktav-bant ekolayzırına sahiptirler. (Bir oktav 2:1 frekans adımıdır). Her bant 18 dB'ye kadar yükseltilebilir veya 1 dB'lik adımlarla kesilebilir. Çoğu mikrofon ve ses için iyi bir başlangıç noktası, en düşük üç bandın (50, 100, 200 Hz) maksimum kesimi ve dördüncü bandın (3-6 Hz) 400 dB kesimi olup, diğer tüm bantları düz (yükseltme veya kesme yok) bırakmaktadır. Bazı mikrofon veya ses sesler 400 Hz'de biraz daha fazla kesimden veya en yüksek iki bantta 3-6 dB kesim veya artırmadan yararlanabilir. Bu ayarlamaları, - size tavsiyede bulunacak eğitimli bir dinleyiciniz olduğunda kaydedin.

13.8.2 Dinamik İşleme

Konuşmanın gürültüsü, konuştuğumuz gibi, bazen 20 dB'ye kadar geniş bir aralıkta değişir. Vericimizin ses bölümü, hiçbir zaman aşırı modüle edilmeyecek şekilde ayarlanmalıdır, bu da bitişik frekanslarda (sıçrama) parazite neden olur, ancak ses seviyesini pratik olarak %100 modülasyona yakın tutmak, sinyalimizi diğer uçta daha yüksek sesle yapar. Modem alıcı vericileri, ses yüksekliği zirvelerinde aşırı modülasyonu önlemek için tepe sınırlayıcıları ve daha sessiz konuşma bölümleri için ses kazancını artırmak için kompresörleri içerir. İyi tasarlanmış ve dikkatlice ayarlandığında, bu devreler iyi çalışır, "konuşma gücümüzü" arttırır, ancak Kötü ayarlandığında, iletilen sesin bozuk, duygusal, donuk ve anlaşılması zor olmasına neden olur.

Sesin gücü, ters kare yasasıyla kaynaktan uzaklıkla düşer, tıpkı RF alan gücü antenden uzaklıkla düşer. Mikrofon ve ağız arasındaki mesafeyi iki katına çıkarmak (veya yarıya indirmek) ses yüksekliğinin 6 dB değişmesine neden olur. Bir kulaklığa bağlı bir bom mikrofon, mikrofon elemanını sabit bir mesafede tutarak daha sabit bir seviyenin korunmasına yardımcı olur .

Bu devreleri ayarlamak için, önce önceki bölümdeki gibi eşitlemeyi ayarlayın, ardından normal konuşmanın sıkıştırma devre dışı bırakıldığında %100 modülasyona neden olması için mikrofon kazancını ayarlayın. Ardından, alıcı-verici ekranını - sıkıştırmayı gösterecek şekilde ayarlayın ve ses tepe noktalarında yaklaşık 10 dB kazanç azalması sağlayacak şekilde sıkıştırmayı (veya işlemeyi) ayarlayın. Radyolar daha fazla sıkıştırma için ayarlanabilirken, 10 dB'den fazla çok az ses çok iyidir ve çok fazla sıkıştırma konuşmanın kopyalanmasını zorlaştırabilir. (Bazı alıcı-vericilerde, sıkıştırma "işleme'olarak adlandırılabilir.) - 400 Hz'in altındaki konuşma içeriğini ortadan kaldırmak ve 10 dB sıkıştırma kullanmak için eşitlemenin birleşik etkisi, - verici gücünü bir faktör 20 ile çarpmaya

13.8.3 Mikrofon Türleri

Amatör istasyondaki en yaygın mikrofonlar iki temel tipten biridir:

Dinamik mikrofonlar, bir hoparlörle aynı prensipte çalışır (bir diyaframa monte edilmiş bir bobin, havayı titreşen çevreleyen değişen manyetik alan tarafından hareket ettirilir) ancak

Tersine (titreşim mikrofondaki bir diyaframı hareket ettirir, manyetik alan içinde hareket ederken bobinde bir voltaj üretir). Bir hoparlör bir mikrofon kadar iyi çalışır ve interkom sistemlerinde yarım yüzyıldan fazla bir süredir bu şekilde kullanılmıştır.

Elektret kondenser mikrofonları çok farklıdır - diyafram bir kondansatörün bir plakasıdır; İki plaka arasına bir voltaj uygulanır (diğeri sabittir). Kaynak empedansı oldukça yüksektir (megohms) ve mikrofona yerleştirilmiş bir FET takipçisi tarafından daha düşük bir empedansa dönüştürülmelidir (böylece beslediği şey mikrofonu yüklemez). Elektret kapsülü önceden polarize edilmiştir, ancak FET takipçisinin çalışması için bir yük direncinden beslenen küçük bir pozitif voltaja ihtiyacı vardır. Bu, *önyargı voltajı olarak adlandırılır ve* mikrofonun çıkışına uygulanır: 8 V de 5.6 k © dirençle tipiktir. (Dinamik bir mikrofon elemanına önyargı voltajı uygulanırsa, sonucun boğuk, düşük ses seviyesinde olacağını unutmayın. Eğer radyonun mikrofon bağlantısı bias voltajı sağlıyorsa, bias voltajını gidermek için 0.1 ila 1 µF'lik bir seri bloke edici kapasitör kullanılmalıdır.)

Hem elektretler hem de dinamik mikrofonlar, *çok yönlü bir* desenle (her yöne eşit olarak toplanır) veya *bir kardiyoid* - desenle (mikrofonun önünde arkaya boş olarak daha iyi alır) mevcuttur. Kardiyoidler "yarım alan" mikrofonlar olarak düşünülebilir, yani mikrofonun önündeki herhangi bir yerden ses alırlar, ancak sesi her yönden arkaya doğru reddederler.

Kardiyoid mikrofonlar, mikrofona çok yakın ses kaynakları için çok güçlü bir bas desteği olan yakınlık etkisi olarak adlandırılan önemli bir özelliğe sahiptir. "Bas ağır" sesler yapmaya ek olarak, yakınlık etkisi nefes patlamalarını, rüzgar gürültüsünü ve taşıma gürültüsünü büyütür. Canlı seste kullanılan hemen hemen tüm mikrofonlar kardiyoidlerdir ve şarkıcılar tarafından kullanılması amaçlananlar, yakınlık etkisini kısmen telafi eden güçlü bir düşük frekanslı yuvarlanmaya sahiptir. Kardiyoidler oda gürültüsünü azaltsa da, yakınlık etkisi genellikle jambon kulübesinde onları kötü bir seçim yapar. Radyo iletişimi için tasarlanmış bir mikrofon daha iyi bir seçimdir.

Kardiyoidler, mikrofon muhafazasının ön ve arka açıklıkları aracılığıyla elemana ulaşan ses arasındaki akustik iptal prensibi üzerinde çalışır. (Çok yönlü mikrofonlar tek bir açıklığa sahiptir). Yakınlık etkisi bu işlemin sonucudur ve tek bir ön açıklık ve tek bir arka açıklık vardır.

Kardiyoid mikrofonun önemli bir varyasyonu, sapın uzunluğu boyunca aralıklı ekstra açıklıklar ile inşa edilir ve bu da yakınlık etkisini büyük ölçüde azaltır. Electro Voice (EV) 664 ve 666, bu tip ilk popüler mikrofonlardı. Tek bir arka açıklığa sahip'tek-D "kardiyoidlerin aksine," değişken-D "(değişken uzak açıklıklar için) olarak adlandırılır. Jambon istasyonunuz için iyi bir kullanılmış pro-kaliteli mikrofon arıyorsanız, değişken DEV REİO, 11, 15, 16, 18,20, and27 ve Shure SM53 ve SM54 mükemmel seçimlerdir. RE 16, 20 ve 27 hariç hepsi uzun süredir üretilmiyor, ancak dinamik mikrofonlar kötü muamele görmedikleri sürece süresiz olarak dayanıyor, bu nedenle güvenilir bir kaynaktan satın almak iyi bir seçenek .

Çok yönlü bir mikrofon, dinamik veya elektret veya yukarıda listelenen variableD modellerinden biri olsun, jambonlu radyo için en iyi seçimdir. Yakınlık etkisi yoktur, bu nedenle ağza yakın kullanılabilir. Bu, - nefes patlamalarını en aza indirirken, oda gürültüsünü en aza indirecek kadar yakın olur. Birçok mikrofonla birlikte verilen yumuşak köpük, nefes patlamalarını azaltmak için tasarlanmıştır.

MİCROPHONE EQUALIZATION

1950'lerin sonlarından itibaren Shure, - özellikle SSB iletimi için tasarlanmış ilk mikrofon olan 440 modelini tanıttı. Modem versiyonu 444D. Bunlar, 400 Hz'in altında yuvarlanan düşük frekans tepkisi ve SSB iletim filtresindeki kaybın bir kısmını telafi eden 3 kHz civarında belirgin bir tepe noktası olan önerilen eşitlemeye sahip çok yönlü milardır. Bunlar mükemmel ses mikrofonlarıdır ve öncelikle masaüstü modelleridir. Heil hattındaki çoğu mikrofon

13.8.4 Profesyonel veya PC Mikrofonu Kullanma

Pro mikrofonlar dengelidir ve korumalı, bükümlü çift kablolar kullanarak dengeli girişleri beslemek için tasarlanmıştır, jambon mikrofonlar ve kuleler dengesiz kablolama kullanır. Pro elektret mikrofonları jambon dişlisiyle kolayca kullanılamaz (dengeli mikrofonun FET takipçisi çıkış aşamasına güç sağlamak için kullanılan yöntem nedeniyle).

Pro dinamik mikrofonlar iyi çalışır ve jambon dişli ile bağlanması kolaydır. 3 pinli XL konektörleri dengeli devreler için kablolu olarak gelir - Pin 1 kalkan, Pin 2 ve 3 sinyali taşır. Bunları korumalı bükümlü çiftle jambon teçhizatınıza bağlamak için, kalkanı mikrofon konektörünün kabuğuna bağlayın ve sinyal çiftini MİC ve MİC RETURN'e (veya MİC GND) bağlayın.

Alternatif olarak, mikrofon ve radyo arasındaki koaksiyel kablo ile, kablo kalkanını mikrofondaki 1 ve 3 numaralı pime ve orta iletkeni 2 numaralı pime bağlayın. Radyonun mikrofon konektöründe, orta iletkeni radyonun MİC girişine bağlayın ve kablo kalkanını hem MİC RETURN'e hem de konektör kabuğuna bağlayın.

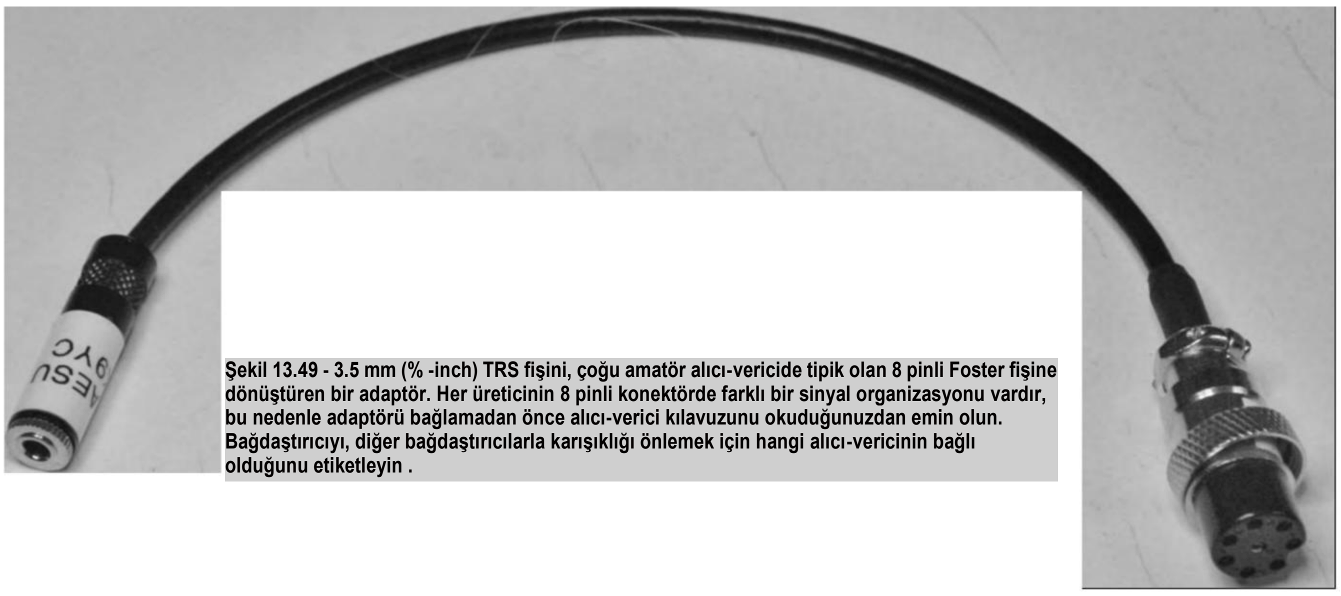
Pro mikrofonlar genellikle tek tip ("düz") frekans yanıtı. İletişim mikrofonlarından daha fazla bas tepkisi vardır ve 3 kHz civarında bir destek yoktur, bu nedenle genellikle daha fazla eşitleme gerektirirler. Ses devrelerindeki düşük frekanslı devreler, kademeler arası bağlantı kondansatörlerinin zaman sabiti ve dirençli yükleri tarafından ayarlanır. Daha küçük değerli bir kondansatör kullanmak, -3dB frekansını (✕ = R) yükseltir ve yumuşak bir düşük frekanslı rolloff (6 dB/oktav) üretir. Bir ekolayzırdan yoksun olan İn vericileri, -3dB frekansını 1-2 kHz'e yükselterek (bu zaman sabitlerini azaltarak), profesyonel bir mikrofonun iyi iletişim sesi üretmesi için gereken eşitlemenin çoğunu sağlayabilir .

Bilgisayarlarla kullanım için yapılmış bir mikrofona sahip kulaklıklar, jambon alıcı-vericileri ile iyi çalışır. **Şekil 13.48,** nefes patlamalarını en aza indiren ve ara sıra su veya kahve yudumlayan iyi bir yerleşimi göstermektedir. Bu mikrofonların çoğu, hem kulaklık hem de 3,5 mm (½ inç) telefon fişlerine (TRS veya uç halkalı kol fişleri olarak da bilinir) bağlı mikrofona sahip elektretlerdir. Bu kulaklıkların hemen hemen hepsi ham alıcı-vericilerle çalışacak, ancak bazıları diğerlerinden çok daha rahat. Yamaha CM500 ve Koss SB-45 ve CS-100 yarışçılar ve DXers arasında popülerdir. Gerekli olan tek şey, 3,5 mm mikrofon jakı bulunmayan alıcı-vericilerdeki 8 pinli mikrofon konektörüyle eşleşmek için bir Foster fişine (çoğu alıcı-vericide kullanılan yuvarlak 8 uçlu bağlantı) bir kablo adaptörüdür .



Şekil 13.48 - Bilgisayar tarzı bir kulaklık kullanarak elektret bom mikrofon. Mikrofonu ağzınızdan yeterince uzağa yerleştirin, böylece nefes almaktan ve konuşmadan kaynaklanan aşırı gürültüyü almayın. Yerleşimi dengeleme
Oda ve fan gürültüsünü en aza indirirken normal konuşma seviyeleri. Havada test, istasyon koşullarınızı ve konuşmanızı hesaba katmak için önemlidir
stil.

517.



Şekil 13.49 - 3.5 mm (% -inch) TRS fişini, çoğu amatör alıcı-vericide tipik olan 8 pinli Foster fişine dönüştüren bir adaptör. Her üreticinin 8 pinli konektörde farklı bir sinyal organizasyonu vardır, bu nedenle adaptörü bağlamadan önce alıcı-verici kılavuzunu okuduğunuzdan emin olun. Bağdaştırıcıyı, diğer bağdaştırıcılarla karışıklığı önlemek için hangi alıcı-vericinin bağlı olduğunu etiketleyin .

RJ-45 mikrofon konektörleri için adaptörler de mevcuttur**. Şekil 13.49,** kendiniz oluşturabileceğiniz tipik bir adaptörü göstermektedir.

Adaptörü yapmak için, radyonuzla eşleştirmek için bir kablolu fişe ve kulaklıktaki TRS fişiyle eşleştirmek için bir dişi ½ TRS jakına ihtiyacınız olacaktır. Mikrofon konektörünün kabloları için alıcı-vericinizin kullanım kılavuzunu kontrol edin ve adaptörü etiketleyin .

Mikrofonu radyoya bağlamak için, TRS jakının ucundan Foster fişinin mikrofon giriş pimine kadar tek iletkenli bir korumalı kablo (mini-koaksiyel veya örgü korumalı ses kablosu gibi) çalıştırın, kablo kalkanını TRS jakının kovanına ve Foster fişinin kabuğuna bağlayın.

Neredeyse tüm modern radyolar, mikrofon konektörünün bir pimi üzerinde 8 V aralığında önyargı voltajı sağlar; Bu pin ve MİC pin arasında bir 5.6 k9 direnç tel. Bu direnç çok düşük bir güç derecesine sahip olabilir, bu nedenle genellikle Foster fişinin içine sığdırmak mümkündür. Jambon satıcılarından Foster fişleri satın alın; Kadın TRS jakları Full Compass ve Sweetwater gibi profesyonel ses satıcılarından satın alınabilir (NeutrikpartnumberNYS240BG

13.8.5 Mikrofon Sesinizi Optimize Etme

İletişim için sesi optimize etme adımlarını özetlemek:

1) Radyonuzu 400 Hz'in altındaki ve 3.2 kHz'in üzerindeki ses içeriğini en aza indirecek şekilde ayarlayın.

2) Mikrofon ve ağız arasındaki mesafeyi mümkün olduğunca sabit tutun. Bir kulaklığa bağlı bir bom mikrofon bu sorunu çözer.

3) Ses kazanımlarını doğru ayarlayın: radyonun (veya bilgisayarın) mikrofon girişini ayarlayın,

Bilgisayar Ses Formatları Saniyede

Bit ve Kilobitler

Dijital bir sistemdeki bit sayısı (bit derinliği olarak adlandırılır), maksimum dinamik aralığının sınırını belirler. İdeal bir 16-bit sistem 96 dB dinamik aralık (doğru bir şekilde yeniden üretebileceği en yüksek ve en düşük anlık voltaj arasındaki fark) sağlayacaktır. Gerçek ürünlerin dinamik aralığı birkaç dB daha azdır. Her ek bit, yeniden üretilebilecek voltaj aralığını iki katına çıkarır ve çift (veya yarım) voltaj 6 dB'lik bir değişikliktir. Bu nedenle, 12 bitlik bir sistem 72 dB dinamik aralığından birkaç dB daha az kapasiteye sahip olmalıdır.

Kilobit/sn (kbps) cinsinden ifade edilen bir dijital sistemin bit hızı,
Sayısal değerin %90'ı olan ses bant genişliği, kHz cinsinden. Böylece, 48 kHz'lik bir sistem yaklaşık 22 kHz ses bant genişliği sağlayabilir. Bir ses kartı spektrum ekranının bir parçası olarak kullanıldığında, kHz'de görüntülenen maksimum bant genişliği kbps'deki maksimum bit hızına eşittir. Çoğu bilgisayar ses kartı ve ses kayıt yazılımı, standart örnek hızlarında ve bit derinliğinde maksimum değerlerinden daha az çalışabilir ve bir bilgisayar ses sistemi kullanan çoğu yazılım, bu ayarları otomatik olarak veya kullanıcı tarafından istendiği şekilde değiştirebilir.

Bir ses dosyasının boyutu hem bit derinliğine hem de bit hızına bağlıdır. 12 kbps'de kaydedilen 12 bit ses dosyası, yaklaşık 70 dB dinamik aralık ile yaklaşık 5 kHz ses bant genişliği sağlar ve Amatör Radyoda kullanım için iyi bir seçimdir. Bu formatta kaydedilen sıkıştırılmamış ses dosyaları, kaydedilen her ses kanalı için her saniye kayıt süresi için bir sabit sürücüde yaklaşık 16 kB gerektirir.

Ses verileri sıkıştırma

Dijital formdaki ses ve video sinyalleri, hem bunları iletmek için gereken bant genişliğini hem de bunları içermek için gereken dosyaların boyutunu azaltmak için sıkıştırılabilir. MP3 gibi sıkıştırma sistemleri, kulağın/beynin kaçırması muhtemel olmayan dalga formunun parçalarını dışarıda bırakarak sese yaklaşmak için akıllı algoritmalar kullanır. Oynatmada, sistem hangi parçaların dışarıda bırakıldığını tahmin eder ve bunları tekrar ekler. Bu tür sistemler kayıplı sıkıştırma olarak adlandırılır, çünkü orijinal dijital sinyalin mükemmel bir kopyasını sağlamazlar. ZIP veya FLAG (Free Lossless Audio Codec) formatları gibi kayıpsız sistemler, orijinalin tam bir kopyasını sağlar. ZIP sıkıştırılmamış ses dosyalarının çok az sıkıştırılmasını sağlar, ancak FLAG dosya boyutunu yaklaşık yarı yarıya azaltabilir.

Dosya sıkıştırma bir sabit sürücüde yer kazanabilirken, sıkıştırma ve de-sıkıştırma algoritmalarının çalışması zaman alır. MP3 sıkıştırma, bir QSO kaydetmek için mükemmel bir seçimdir, ancak bir yarışma sırasında oynatma için mesaj kaydetmek için kötü bir seçimdir. MP3 sıkıştırma, dosya boyutunu (ve iletim bant genişliğini) %75-95 oranında azaltabilir (yani, sıkıştırılmamış boyutlarının %5 ila %25'i arasında dosya ve bant genişliği).

Yarı profesyonel ses kullanıcıları ve hatta oyuncular için tasarlanmış USB ses kartları genellikle iyi performans gösterir. Genellikle bilgisayarlara, özellikle dizüstü bilgisayarlara yerleştirilmiş ses kartlarından önemli ölçüde daha iyidir. Düşük kaliteli bir ses kartı, dijital modlar için yazılımın kod çözme yeteneğini azaltabilir. Bazı yarı profesyonel üniteler, güvenli sinyal seviyelerini belirtmek için LED'lere sahiptir - örneğin, iyi seviye için yeşil, aşırı yük için kırmızı ("dijital klip'olarak da adlandırılır).

Bilgisayar ses kartının ve/veya radyonun hat girişinin çıkış kazancı.

4) Ses zirvelerinde belirtilen 10 dB için işleme ayarlayın.

5) Mikrofon kazancını veya sıkıştırmasını artırma dürtüsüne direnin - burada açıklandığı gibi seviyeler ayarlandıktan sonra, daha yüksek sesle açmak, sesinizi daha iyi *değil, daha kötü hale getirir*.

Ayrıca verici RF kontrollerinin doğru ayarlandığından emin olmalısınız:

6) RF güç amplifikatörünü dikkatlice ayarlayın .

7)RF amfisini aşırı çalıştırmayın ve TX gücünü ayarlamak için ALC kullanmayın.

8) Telsiziniz nominal 13.8 V güç kaynağı gerektiriyorsa, kaynağın mümkün olduğunca 14 V'a yakın olduğundan emin olun.

13.8.6 Dijital Modlar için Seviyeleri Ayarlama

SETTNG SES KARTI İNPUT LEVEL

Bu, maksimum sinyal-gürültü performansı elde etmek için önemlidir. Dijital klips göstergesine sahip birimler için (kenar çubuğuna bakın), kırmızı ışık en yüksek sinyallerle yanıp sönene kadar giriş kazancını artırın, ardından yanıp sönmemesi için hafifçe geri çekin. Ardından, kodlamak/kod çözmek yazılımınızdaki dijital kazancı el kitabı tarafından yönlendirildiği şekilde ayarlayın.

SETTNG SES KARTI ÇIKIŞ HIZİ

İt, bozulmuş veya aşırı modüle edilmiş bir sinyal iletmekten kaçınmak için de önemlidir. Hepsi önemli olan üç adım vardır: (1) bilgisayarın çıkışını temiz yapmak, (2) radyonun ses giriş aşamasını aşırı zorlamamak ve (3) radyodaki ses giriş kazancını ayarlamak. Hangi test ekipmanının mevcut olduğuna bağlı olarak, bilgisayardan çıkış seviyesini ayarlamak için (en azından) dört iyi yol vardır.

İlk yöntem, radyoyu besleyen ses kartının çıkışına (bu durumda USB arabirimi) bağlı bir osiloskop kullanır. Tarama ayarını, iletim modunda dijital programdan (RTTY, PSK, WSJT modları vb.) sinyali oluşturan açıkça tanımlanmış sinüs dalgalarını görecek şekilde ayarlayın. Bu modülasyon şemaları birden fazla frekans içerdiğinden, - muhtemelen ekranın senkronize edilmesini sağlayamazsınız. Sinüs dalgalarının veya "dikenli" dijital bozulmanın tepesinde kare görene kadar çıkış seviyesini azaltın, ardından çıkış seviyesini voltajın yarısı kadar azaltın.

İkinci yöntem, ses kartının çıkışına bağlı bir ses spektrum analizörü kullanır. İletim modundaki ve çıkış seviyesindeki dijital program oldukça düşük ayarlandığında, spektrum çizgilerine dikkat edin. JT65 ile, sadece WSJT-X veya JT65-HF ekranda göreceğiniz tonları, kabaca 200 Hz genişliğinde görmelisiniz. RTTY ile, 170 Hz aralıklı sadece iki ton görmelisiniz. JT9 ile Veya PSK, sadece tek bir ton görmelisiniz. Şimdi, normal tonlardan yayılan ek çizgiler görmeye başlayana kadar seviyeleri artırın. Bu ek hatlar distorsiyon ürünleridir ve QRM'ye neden olur. Sinyal tonları ile bozulma arasındaki güç farkına (dB cinsinden) dikkat edin, ardından farkın küçüldüğünü görene kadar (yüzde bozulmanın arttığını gösterir) çıktı seviyesini kademeli olarak artırın. Şimdi, fark daha büyük olana kadar çıktı seviyesinden geri çekilin (bozulma çok daha azdır). Uygun ayarlama ile, bozulma ürünleri tonların en az 40 dB altında olmalıdır.

Üçüncü yöntem, ses kartının çıkışına bağlı bir ses voltmetresi kullanır. İletim modundaki dijital programla, çok düşük çıkışla başlayın ve voltajın arttığını görmeyene kadar kademeli olarak artırın, ardından çıkış seviyesini ölçülen maksimum voltajın yarısına geri çekin.

Dördüncü yöntem, ses kartının çıkışına bağlı kulaklıklarınızı ve kulaklıklarınızı kullanır. Ses kartının düşük ayarlanmış çıkışıyla başlayın, tonlarda sertlik veya keskinlik duyana kadar kademeli olarak artırın. Bu sertlik çarpıtma ürünleridir. Şimdi, ses kartının çıkışını, sesler sesin yarısı kadar yüksek olana kadar azaltın. Bu, 6-10 dB'lik bir değişimin yarı (veya iki kez) yüksek olarak algılanması nedeniyle çalışır.

FEEDİNG COMPUTER AUDIO TOTHE RADİO

Radyonun ses girişini aşırı zorlamaktan kaçınmak için, bilgisayar ses kartını radyonun LNE İN girişine (varsa) besleyin. Eski donanımlarda, bu bir telefon yama girişi olarak veya bir donanım RTTY arabirimiyle kullanılmak üzere etiketlenebilir.

Teçhizatın hat girişi yoksa, mikrofon girişini basit bir voltaj ayırıcıdan (genellikle "ped'olarak adlandırılır - kenar çubuğuna bakın) beslemeniz gerekir, böylece mikrofon preamp'ini aşırı yüklemezsiniz. Tek gereken, biri ses yolu ile seri olarak ve biri radyonun girişine paralel olarak iki dirençtir. 20 dB (10:1 voltaj bölücü) zayıflama çoğu radyo için yeterli olmalıdır ve iki direnç arasında 10:1 oran gerektirir. Değerler kritik değildir, ancak seri direnç için 10 kn ve paralel direnç için 1 kO veya 4.7 k © ve 470 © 2 iyi seçimlerdir. Düşük voltaj dirençleri burada kullanılabilir ve doğru konektörü kullanırsanız, bilgisayar ve radyo arasındaki yama kablosunun konektörlerine sığabilir. Switchcraft tarafından üretilen RCA ve 1/8 inç konektörler, içlerinde en fazla alana sahiptir. Neutrik de iyi bir marka.

Tüm bu yöntemlerle, radyonuzun giriş kazanç kontrolünü, dijital modları iletmek için radyonun kullanım kılavuzuna göre ayarlayın. Her zaman emin olun ki herhangi Radyoda işlem kapalı.

Son bir kontrol olarak, sinyalinizi oldukça iyi alan başka bir amatörden, alınan şelale - ekranındaki yan bantları dikkatlice aramasını isteyin (önce gürültü gidericinin kapalı olduğundan ve alıcıyı aşırı yüklemediğinizden emin olun).

Mikrofon pedleri

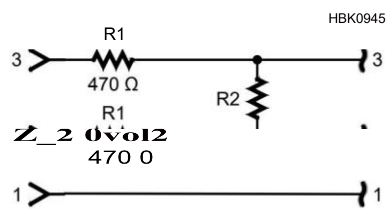
(Aşağıdaki materyal Ethan Winer tarafından sağlanmıştır. Web sitesinde daha fazla tasarım bilgisi mevcuttur: **ethanwiner.com/gadgets. html.)**

Şekil 13.A1'de gösterilen dengeli mikrofon zayıflatıcı veya ped. Karşılaşabileceğin kadar basit bir devre. Ancak optimum direnç değerlerini bulmak, yeni başlayanlar için bir zorluk ve daha gelişmiş olanlar için zaman alıcı bir sıkıntı olabilir.

Şekil aynı genel konfigürasyonu 13.A2.shows, ancak bu devre direnç ve kapasitör değerleri tarafından dikte edilen bir frekansta başlayan düşük uçlu bir rolloff verir. "R1" tanımının bu diyagramda görünmediğine dikkat edin. Rakamlar boyunca aynı bileşen numaralandırması kullanılır formüllerin anlaşılmasını kolaylaştırmak için. Ayrıca Şekil 2'deki düşük kesimli devrenin önyargı voltajını (profesyonel - seste fantom gücü olarak da bilinir) geçmeyeceğini unutmayın.

Kondansatörlerin ve direncin Şekil 13.A2'de değiştirilmesi, yüksek frekanslı bir kayıpla sonuçlanırken **(Şekil 13.A3),** bir indüktör eklenmesi, varlığı artırmak veya kardeşliği kontrol etmek için orta kademe tepkisinin ayarlanmasına izin verir **(Şekil 13.A4A** ve **13.A4B).**

İndüktörlerle ilgili bir problem, doğal seri dirençleridir, yani



R2 Bi * R Rm- R

Nerede: R =, 2 R1 / (10*)-1

A = dB'de istenen kayıp

Ry = Konsolunuzun giriş empedansı

Pin numaraları XL konektörü içindir

Şekil 13.A1 - Temel mikrofon zayıflama pedi.

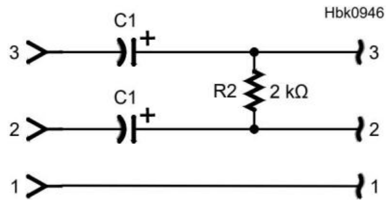
13.8.7 Konuşma Yükseltme ve İşleme

AUDIO SIGNAL DÜZEYLERİ

Çoğu modem mikrofonunun çıkış seviyesi, ağza yakın kullanıldığında yaklaşık 10 m V ila birkaç yüz m V arasında değişir. Mikrofon girişleri bu aralıktaki sinyalleri kabul edecek şekilde tasarlanmıştır ve muhtemelen aşılır- daha güçlü sinyallerle yüklenir. Mikrofon girişlerine ek olarak, çoğu jambon ekipmanı, yaklaşık 100 m V ve 2V arasındaki sinyalleri kabul etmek üzere tasarlanmış hat girişlerine de sahiptir.

İMPEDANCE İN AUDIO CIRCUITS Katı hal elektroniği standart hale geldiğinden, ses devreleri artık engel değildir. eşleşti. İnstead, ses devreleri voltaj uyumlu. *Çıkış devreleri* düşük bir kaynak empedansına sahiptir, tipik olarak pro line seviyesi için 100.92, tüketici hattı seviyesi için 300 n ve çoğu modem mikrofonu için 200 n civarındadır. Ses *giriş devreleri* yüksek giriş empedansına sahiptir, tipik olarak pro line seviye girişler için 10 kn, tüketici hattı seviyesi girişleri için 50 kn ve mikrofon girişleri için en az 1 Mn.

Yapıldıkları tel nedeniyle kaçınılmaz. Belirli bir indüktör ne kadar küçük (fiziksel olarak) inşa edilirse, tel daha küçük bir çap olması gerektiğinden direnç o kadar yüksek olur. Mouser 43LH ve 43LJ serisi indüktörler, teli bir ferrit çekirdeğinin etrafına sararak bunu en aza indirir. Düşük akımlarda ferrit çekirdeği bir



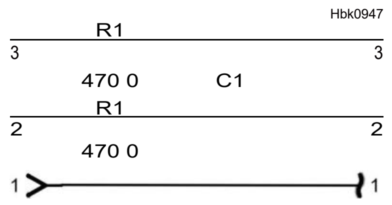
1 C1 = 2x- 2
1fR

Nerede: f = İstenen kesme frekansı

R = R m * 2000 / Rμ + 2000

Pin numaraları XL konektörü içindir

Şekil 13.A2 - Düşük frekanslı rolloff pad.



1 C1 = --- 2
1fR

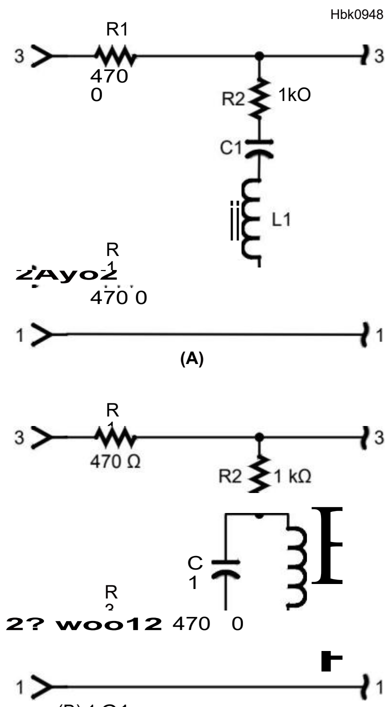
Nerede: f = İstenen kesme frekansı

R _ 940 x R IN 940 - / R IN

Pin numaraları XL konektörü içindir

Şekil 13.A3 - Yüksek frekanslı rolloff pad.

Seri direncini nispeten düşük tutan çok sayıda tel dönüşü gerektirmeden indüktansı arttırmak için harika bir iş. Ayrıca, bu bobinler, montaj sırasında ince tellere zarar verme tehlikesini ortadan kaldıran sağlam bir fenolik durumda kapsüllenir.



(B) 1 C1 = --- 2000
TT f

L1 = C = 10 °

Nerede: f = İstenen kesme frekansı 1

Aso f ° " LC

Pin numaraları XL konektörü içindir

Şekil 13.A4 - Orta kesim (A) ve boost (B) pedleri.

Bu kenar çubuğunda gösterilen orta kademe ağlar için, yanıtı yaklaşık 4 veya 5 dB kadar değiştirmeyi bekleyebilirsiniz, ancak bu, R2 değerini yukarı veya aşağı ayarlayarak değiştirilebilir. Yüksek ve ow-end rolloffs ile, kesme eğimi 6 dB'dir. Seçilen frekansın ötesinde oktav başına. Bu rolloff oranının değiştirilmesi zordur, çünkü ek kapasitörler ve dirençler gerekli olacaktır. Bu sadece tasarımı zorlaştırmakla kalmaz, aynı zamanda genel olarak sinyal seviyesini de azaltır.

İnşaat notları

Pedler normal metal muhafazalarda inşa edilebilir. Switchcraft tarafından yapılan S3FM konektör tertibatının - bir ucunda bir erkek XL (veya XLR) ve diğer ucunda bir dişi ile donatılmış 3,5 inçlik bir tüp - ortada bir mikrofon pedi, düşük uçlu rolloff ağı oluşturmak için yeterli alana sahip olduğunu unutmayın. polarite ters çevirici veya herhangi bir sayıda başka kullanışlı küçük alet.

Genellikle herhangi bir küçük muhafazada bir prim alanıyla, bulabileceğiniz en küçük bileşenleri kullanmanız gerekir. Mikrofon düzeyinde sinyaller için J % -watt dirençlerini kullanabilirsiniz. Başka bir alan tasarrufu, düşük voltajlı kapasitörler kullanmaktır. Bileşen değerleri büyük olduğunda, örneğin ow-frekans rolloff, tantal - kapasitörler en iyi seçimdir ve 6 veya hatta düşük olarak derecelendirilmiş ultra minyatür türleri bulabilirsiniz.
3 V. Tantalumlar standart elektrolitlerden daha pahalıdır, ancak daha küçük ve genellikle daha kalitelidir.

Tüm bileşenlerin üzerinde shrink-fit sleeving kullanın veya aksi takdirde bileşenlerin birbirine kısa olmadığından emin olun. Bu S3FM çizgileri plastik kaplı bir karton tüp ile birlikte gelir
Kasanın içi ve bu herhangi bir telin topraklanmış kasaya dokunmasını önler. Shrink borularını temizleyin
İçinde hangi parçaların olduğunu görmenizi sağlar - almanız gerekiyorsa kesin bir avantaj
Tamir için ya da sadece içinde ne olduğunu görmek için. Yalıtım için siyah elektrik bandından kaçının; Sadece içini göremiyorsunuz, aynı zamanda bir süre sonra açılması zor olan yapışkan bir karmaşaya dönüşebilir. Şemayı a üzerine çiz
Küçük bir kağıt parçası ve dış yalıtım görevi görmesi için yuvarlayın.

Bu empedans ilişkileri sayesinde mikrofon ve hat devrelerinde çok az akım akar. Çıkış aşamaları sabit voltaj kaynaklarıdır, bu nedenle birden fazla girişi paralel olarak kolayca çalıştırabilirler. Çıkış devreleri genellikle 600 © 2 yük için derecelendirilirken, 600 © 2 ile yüklenmesi performanslarını düşürür .

Hoparlör amplifikatörleri farklıdır, çünkü güç sağlarlar. Bunlar hala sabit voltaj kaynaklarıdır ve hoparlörleri çalıştıranlar tipik olarak 4-16 aralığındaki yükleri çalıştırmak için tasarlanmış birkaç on miliohm çıkış empedansına sahiptir. sabit voltaj kaynakları olduklarından, 4-02 yüküne 16-0 yüküne göre dört kat daha fazla güç sağlarlar. Yük empedansının kaynak empedansına oranı *sönümleme faktörüdür*.

Kulaklık amplifikatörleri de güç sağlar, ancak çok daha azdır. Kulaklıklar 8 n'den 600 © 2'ye kadar empedans aralığındadır ve çoğu sadece birkaç volt sürücüyle oldukça yüksek olacaktır. Çoğu kulaklık amplifikatörü paralel olarak birden fazla çift kulaklık kullanabilir. Çoğu kulaklık amplifikatörü, çıkışlarıyla seri olarak bir direnče sahiptir, böylece bir fiş düzgün takılmadığında hasar görmezler .

Bilgisayar ses kartları, kulaklıkları ve hat seviyesi girişlerini çalıştırmak için tasarlanmış stereo çıkışlara sahiptir. Birçok dizüstü bilgisayarda bulunan ses kartları, genellikle yalnızca mikrofon seviyeleri için tasarlanmış tek bir girişe sahiptir. Çoğu dıştan takmalı ses kartı ve daha iyi yerleşik ses kartları, hem mono mikrofon sağlar Ve bir stereo hat girişi veya bilgisayarın işletim sistemi veya ses sinyalini kullanan yazılım aracılığıyla mikrofon veya hat seviyesine geçirilebilen tek bir stereo girişi.

KONUŞMA SÜRECİ

Vericiler genellikle volt bölgesinde ses sinyalleri gerektirir ve iletimden önce frekans yanıtını şekillendirmek avantajlı bulunacaktır. ("Güçlendirilmiş" mikrofonlar bu tartışmanın dışındadır.) Vericideki modülatör devrelerine uygulanmadan önce, ses sinyali genlik kontrolü için bir kesme makinesine veya kompresöre uygulanır. Bu tür devreler, ilişkili filtreleme ile birlikte, vericiye sinyal seviyesinin ortalama değerini arttırır ve böylece sinyali daha yüksek sesle yapar ve işgal edilen bant genişliğini tanımlar.

PREAMPLİFİER

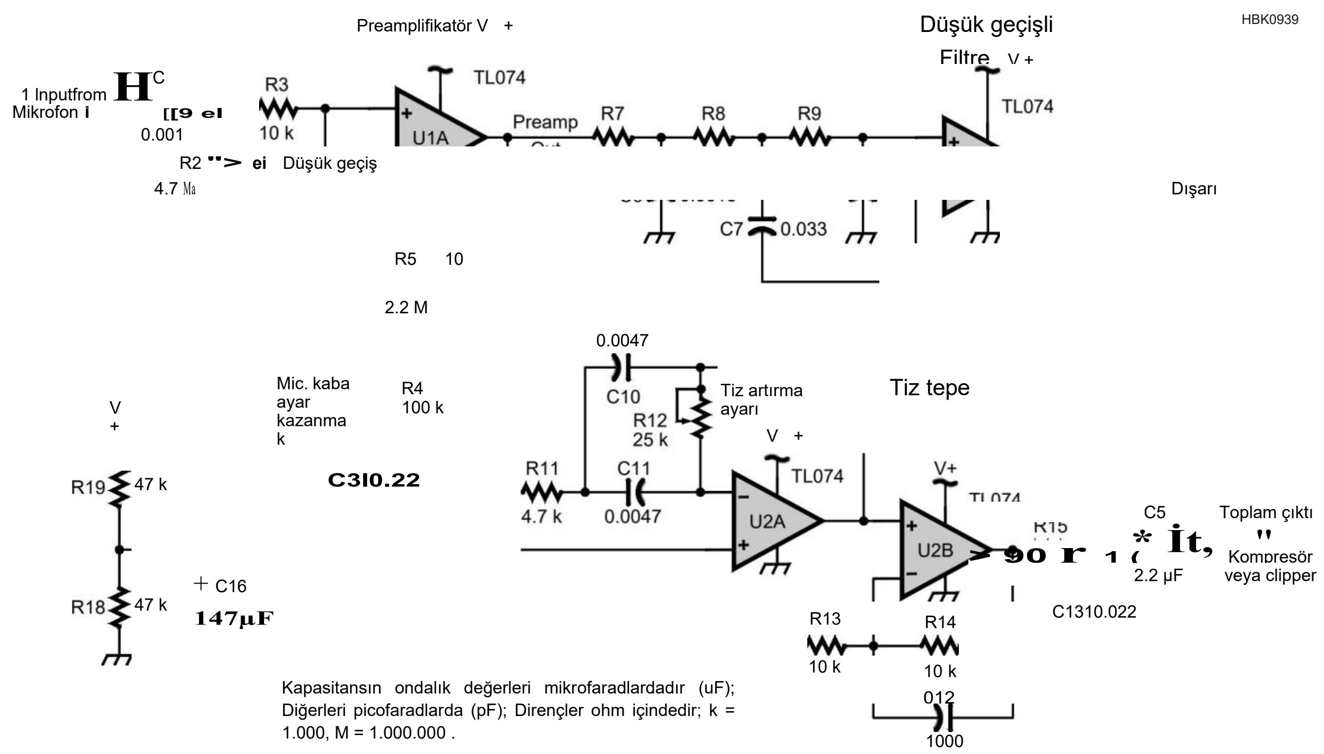
Mikrofonun çıkışı yükseltilir ve frekans yanıtı **Şekil 13.50'de gösterilen bir preamplifierada şekillendirilir.** R4, kaba kazanç ayarına izin verir ve çeşitli mikrofonlar yerleştirilecekse 100 kn potansiyometre olabilir. Alçak geçiren filtre, 2500 Hz'de (aşağıda tartışılmıştır) birkaç dB tepe noktası dahil olmak üzere yaklaşık 3 kHz'e kadar düz bir tepkiye sahiptir. Filtreler, Şekil **13.51'de gösterildiği gibi iletişim için çok uygun bir yanıt üretmek için aşağıdaki tiz pik devresi ile birlikte çalışır. Büyüklüğü** 2500 Hz'deki tepe, R12'nin değerini değiştirerek ayarlanabilir. Bu tiz zirve devresi sadece 2500 Hz bölgesindeki konuşma sinyallerini etkiler.

Gösterildiği gibi yanıt, 400 Hz'e göre 2500 Hz'de 15 dB'lik bir yükselişe sahiptir, ancak yine de 10 kHz'de 30 dB'dir. Çok düşük frekanslar yuvarlandı Preamplifikatörün çıkışı bir seviye kontrolüne ve daha sonra seviye kontrolü için bir kesme makinesine veya kompresöre uygulanır.

CLIPPER

Konuşma sinyali seviye olarak artırıldıktan ve temel yanıt şekillendirildikten sonra, ortalama ses seviyesini artırmak için bir kesme makinesine uygulanabilir. Bu noktada, vericinin tek taraflı modda çalışması durumunda kırpmanın büyük bir özenle kullanılması gerektiğine dikkat edilmelidir. SSB vericileri kırpılmış dalga formlarını incelikle işleyemez. Kırpma her zaman örneğin, durgun AGC sistemlerinden kaynaklanan ara sıra aşırı yüklemeleri yakalamak için kullanılabilir, ancak SSB sistemlerinde rutin bir hacim maksimizasyonu yöntemi olarak kullanılmamalıdır. Bununla birlikte, kırpma AM sistemlerinde büyük bir etkiyle kullanılabilir. Düşük geçişli bir filtrenin izlediği bir kırpıcı, aşağıdaki aşamaların temiz bir şekilde çalıştığını varsayarak vericinin işgal edilen bant genişliğini ayarlar.

Şekil 13.52, ilişkili filtreleme ile bir konuşma kesme makinesinin şemasını göstermektedir.



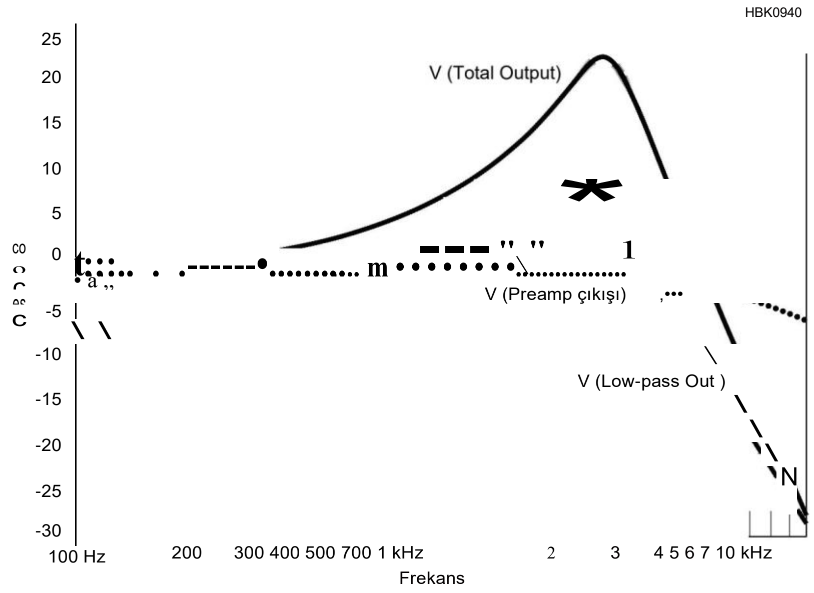
Şekil 13.50 - Kazanç aşaması, düşük geçişli bir filtre ve tiz çakma aşaması olan bir mikrofon ön yükselticinin şeması.

"Preclip" filtreleri isteğe bağlıdır ancak önerilir. "Postclip" düşük geçişli filtre, iletilen bant genişliğini sınırlamak için zorunlu bir gerekliliktir.

Kesme makinesinin önündeki 200 Hz yüksek geçiren filtre, düşük frekanslı intermodülasyon bozulması. Kırpıcının önündeki 3 kHz'lik alçak geçiş filtresi, yüksek frekanslı sesin (sibilantlar) kırpılmasını önler ve benzer şekilde yüksek frekanslı - intermodülasyon bozulmasına neden olur.

Bu devre aşırı tahrikli op-amp kullanır bir kırpıcı. İts hassasiyeti RS değerini değiştirerek değiştirilebilir. Çıkış iki faktörle (Rl 1 ve Rl2) azaltılır, böylece aşağıdaki düşük geçişli filtre sinyali doğrusal modda işleyebilir.

Bu filtre, girdisine kırpılmış bir dalga formu uygulandığında, normalde geçici tepkisinde aşırı dalgalanmalara sahip olacak keskin bir kesime sahiptir. Bu, aşırı modülasyonla sonuçlanabilir, ancak frekans tepkisinde bir adım olacak şekilde değiştirilmiştir, bunun sonucunda da aşırı çekimler "alt çekimlere" dönüştürülmüş ve böylece zararsız hale getirilmiştir. Yüksek geçişli ve her iki düşük geçişli filtreler de dahil olmak üzere bu bloktaki filtrelemenin genel tepkisi **Şekil 13.53'te gösterilmiştir .**

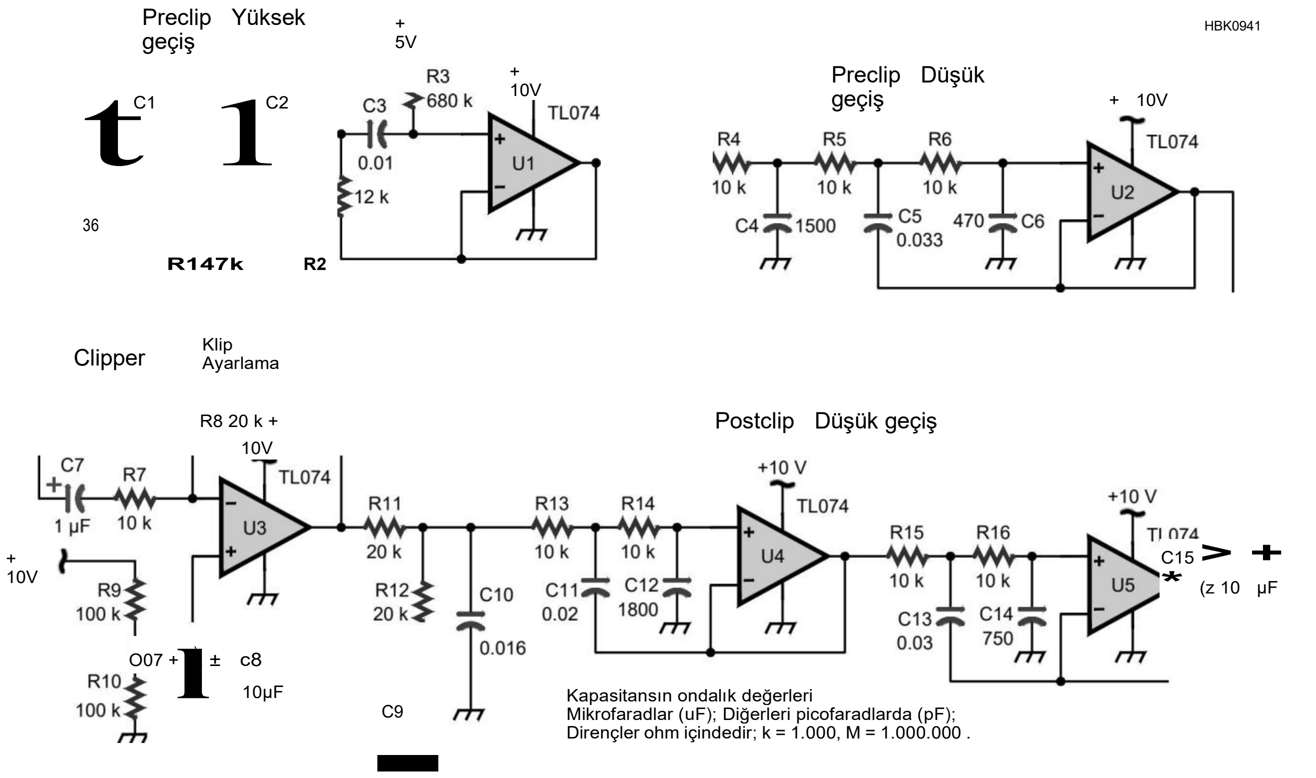


Şekil 13.51 - Konuşma amplifikatörü içindeki çeşitli noktalarda frekans tepkisi.

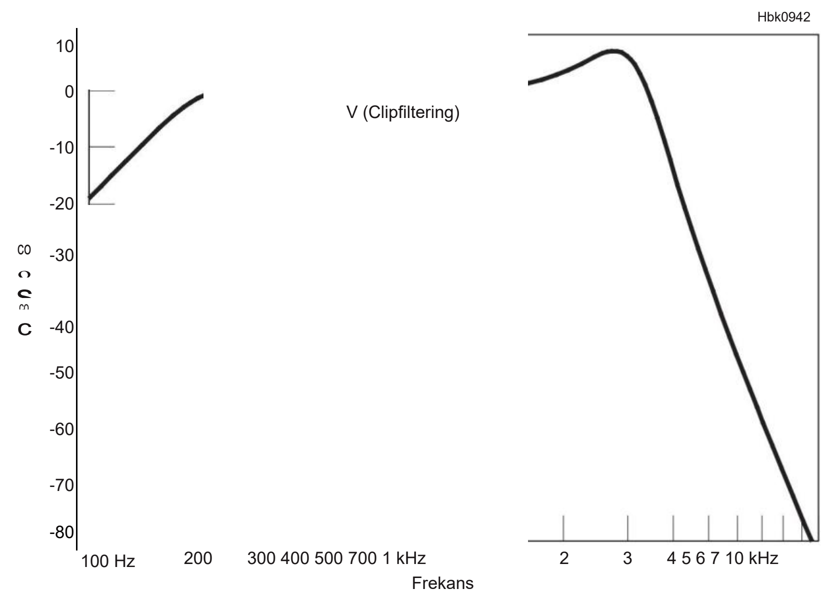
AUDIO KOMPRESÖR

Ortalama modülasyon seviyesini arttırmanın bir başka yolu da otomatik kazanç kontrolü (AGC) veya kompresör kullanmaktır. Böyle bir devre **Şekil 13.54'te gösterilmiştir. Kompresörler** herhangi bir konuşma iletimi modu için kullanılabilir. Sıkıştırma, AFSK modülasyonu kullanan dijital modlarda asla kullanılmamalıdır.

Op-amp çıkışında paralel olarak ancak zıt kutuplara sahip iki LED vardır. Her iki polaritenin ses voltajları, bir foto iletken aydınlatır ve direncinin azalmasına neden olur. Foto iletken daha sonra ilgili op-amp devresinin kazancını ayarlayacaktır. Ses seviyeleri arttıkça, LED'ler foto iletkeni daha fazla aydınlatır ve direncini azaltır.



Şekil 13.52 - Konuşma kesme makinesinin şeması ve bununla ilişkili filtreleme .



Şekil 13.53 - Kırpıcı filtreleme bloğunun genel tepkisi.

Bu, fotokondüktörlerin devre kazancını azaltmasına ve sabit bir ses çıkış seviyesini korumasına neden olur. İkinci bir foto iletken aydınlatmayı izler ve böylece sıkıştırma derecesini gösterir. Fotokondüktörler (Luna PDV-P8I 0 1 veya eşdeğeri) doğrudan beyaz LED'lerin (Cree C503D-WAN-CCBEB152 veya eşdeğeri) üzerine monte edilir. Bu, Şekil 13.54'ün iç sayfasında gösterilmiştir.

Bu devre, 2 veya 3 milisaniye içinde sinyal seviyesi artışlarına yanıt verir. Bir sonra Geçici, kazancı 100 milisaniyeden daha kısa sürede normale döndürür. Sonuç, bir kırpıcıdan çok daha düşük bozulma ile çok yüksek bir ortalama modülasyon seviyesidir. Kazanç azaltma devam ederken bazı sinyal fazlalıkları kaçacak, ancak zaman açısından, yüzde olarak, oldukça küçükler. Eğer bu devre bloğu, overshoots'u yakalamak için bir kesme makinesi tarafından takip edilirse, o zaman bu küçük overshoots bile endişe etmeyecektir.

Ön klip yüksek geçiş ve ön klip düşük Kompresörde clipper bloğunda gösterilen geçiş filtreleri kullanılabilir; Burada gösterilmediler. Eğer kullanılırsa, kompresörün girişinde olmalılar.

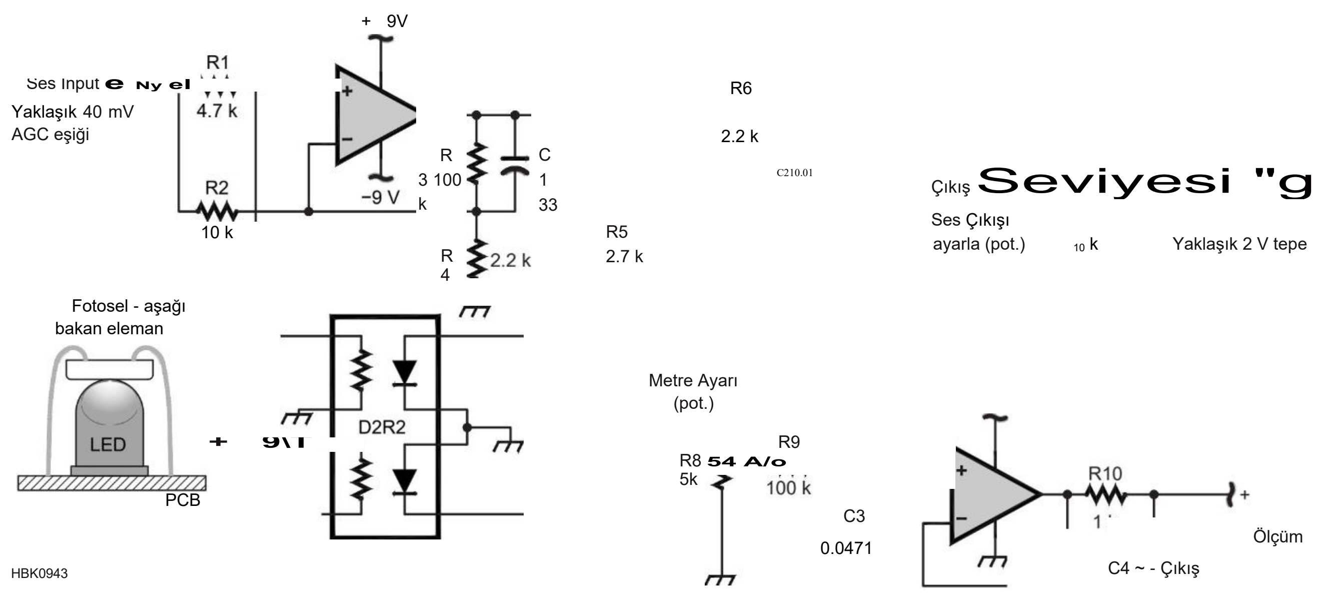
İF KONUŞMA CLIPPER

Ses kesme işlemcisi konuşma işlemcileri - önemli miktarda bant içi harmonikler ve IMD (aynı anda meydana gelen farklı konuşma frekanslarını içeren) üretebilir. - Toplam bozulma, konuşma anlaşılırlığından biraz uzaklaşır. İF kesme makineleri (RF konuşma işlemcileri olarak da bilinir) bu sorunların çoğunun, özellikle de Hilbert Transform sorununun üstesinden gelir. (Referanslar bölümünde Sabin ve Schoenike'ye bakınız.)

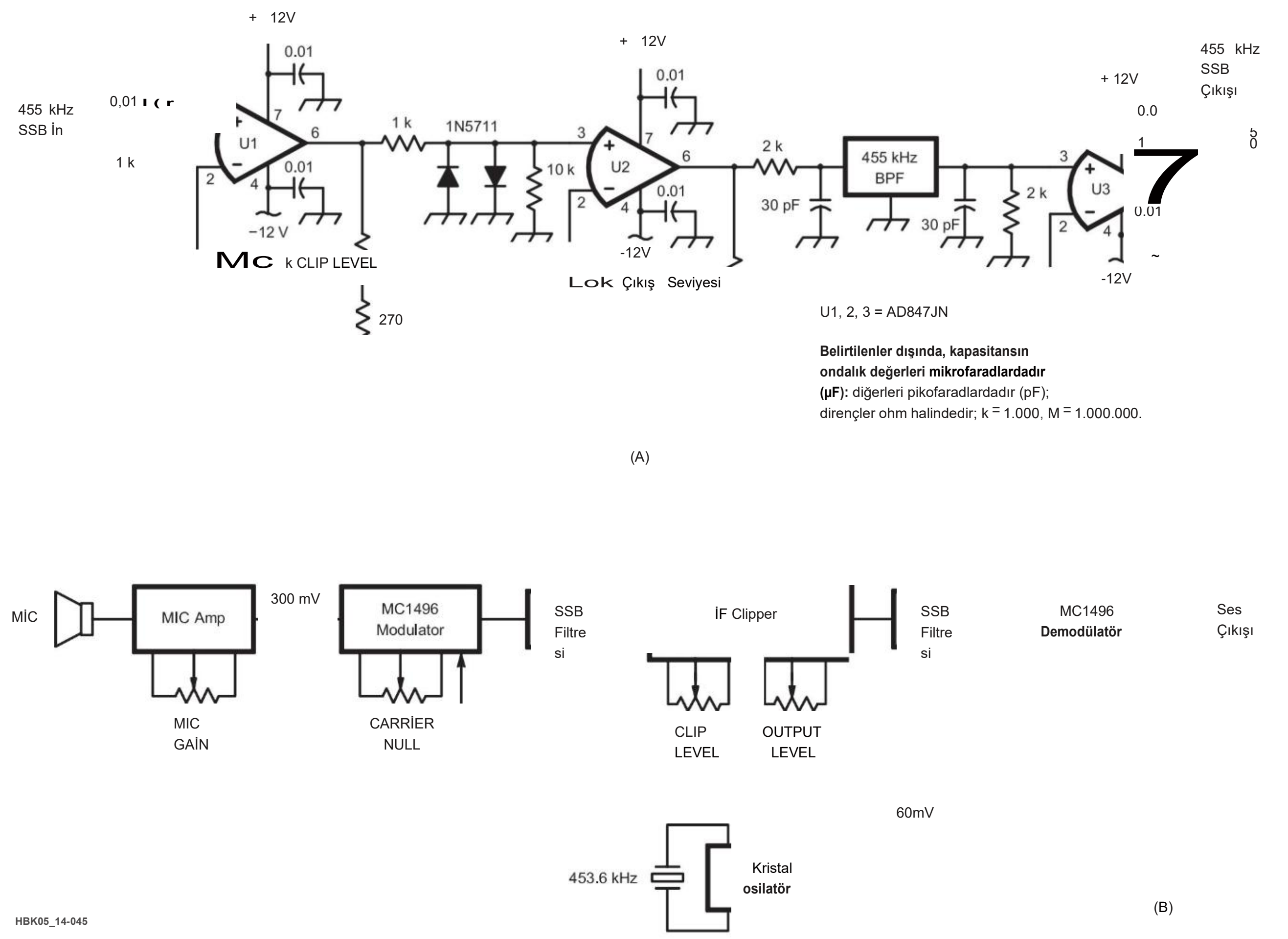
Şekil 13.55A, yüksek frekanslı op-amper kullanan 455 kHz İF kesme makinesinin şematik bir diyagramıdır. 20 dB kazanç diyot makaslarından önce gelir. İkinci bir amplifikatör istenen çıkış seviyesini belirler. Kırpma, İF frekansına yakın geniş bir İMD ürün bandı üretir. İF frekansının harmonikleri sonraki seçicilik tarafından kolayca reddedilir. "Close-in" İMD distorsiyon ürünleri 2.5 kHz geniş İF filtre ile bandlimited, böylece bant dışı sıçrama ortadan kaldırılır. İnband İMD ürünleri konuşma tonlarının en az 10 dB altındadır.

Şekil 13.55B, RF konuşma işlemenin faydalarını sağlamak için yukarıdaki sistemin herhangi bir vericinin mikrofon girişine yerleştirilebilen bir ses giriş-çıkış konfigürasyonuna uyarlanmasının bir blok diyagramını göstermektedir. Bunlar bazen satış sonrası aksesuarları olarak sunulmaktadır.

Şekil 13.56 osiloskop resimleri gösterir



Şekil 13.54 - Fotoiletkenler (kadmiyum sülfür fotoselleri) üzerinde parlayan LED'lere dayalı kompresör devresi. D2R2 nasıl üretileceğine ilişkin açıklama için metne bakın.

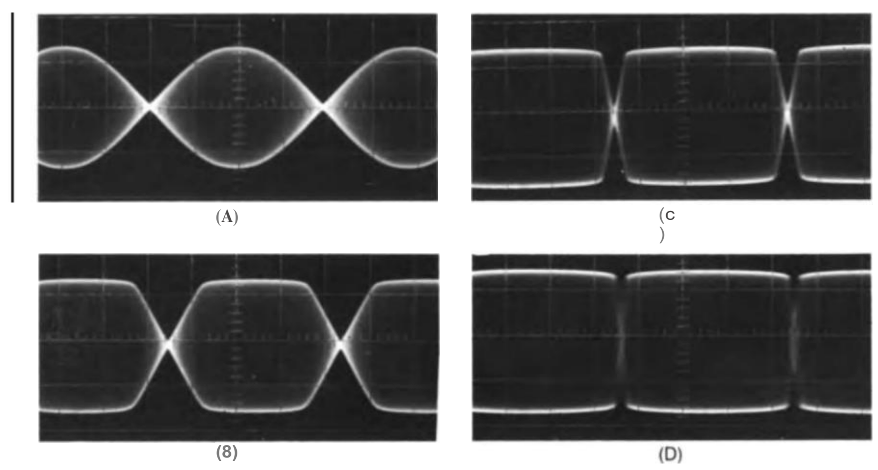


Şekil 13.55 - İF konuşma kırpma. At (A), yüksek frekanslı op amper kullanarak 455 kHz İF kesme makinesinin şematik diyagramı. Yukarıdaki sistemin bir ses giriş-ses çıkış konfigürasyonuna uyarlanmasının (B) blok diyagramında.

Bir İF, çeşitli kırpma seviyelerinde iki tonlu sinyali kırptı. Bir radyodaki kırpma seviyesi bu fotoğraflarla karşılaştırılarak tahmin edilebilir. Dinleme testleri, İMD'nin harmonik bozulma kadar kötü gelmediğini doğrular. Aslında, işlenmiş konuşma nispeten temiz ve net geliyor. Testler ayrıca bir gürültü arka planındaki konuşma anlaşılırlığının 8 dB geliştirildiğini doğrular. (Referanslar bölümünde Sabin'in RF kesme makineleri hakkındaki makalesine bakın.)

Kırpılmış İF sinyalini filtreleyen bant geçişinden gelen tekrarlama etkisi oluşur ve çıkış seviyesini ayarlarken hesaba katılmalıdır. İki tonlu bir ses testi sinyali veya bir konuşma sinyali kullanılmalıdır. ALC devresi (daha sonra tartışılmıştır), güç amplifikatörlerinde sıçramayı önlemek için İF kazancını azaltacaktır. İf İF filtresi yüksek kalitede ve sonraki amplifikatörler temiz ise, iletilen sinyal çok yüksek kalitede ve gürültülü durumlarda ve genellikle de yığılmalarda çok etkilidir.

Ekstra İF kazancı, kırpıcıya giren İF sinyalinin gürültüsüz olması gerektiği anlamına gelir,



Şekil 13.56 - Çeşitli RF kırpma derecelerine sahip iki tonlu zarf desenleri. Tüm zarf desenleri 600 ve 1000 Hz tonları kullanılarak oluşturulmuştur. A, kırpma eşiğinde; B, 5 dB kırpma; C, 10 dB kırpma; D, 15 dB kırpma,

Hum ve sahte ürünler. Temizleme filtresi - ayrıca geçiş bandının dışındaki taşıyıcı frekansını azaltmaya yardımcı olur.

İF kesme makinesine elektriksel olarak özdeş bir yaklaşım ses frekanslarında elde edilebilir. Eğer ses sinyali 455 kHz'e çevrilirse, tarif edildiği gibi işlenir ve Sese geri döndürüldüğünde, İF kırpmanın istenen tüm etkileri korunur. Bu çıkış daha sonra vericinin mikrofon jakına takılır. Şekil 13.55B temel yöntemi göstermektedir. Mikrofon amplifikatörü ve MC1496 devreleri daha önce gösterilmiştir ve kesme devresi Şekil 13.55A'deki ile aynı olabilir.

Tüm bu örneklerdeki ilginç çalışma prensibi, İF kırpılmış (veya eşdeğeri) konuşma sinyalinin özelliklerinin, sese çevrilse ve daha sonra dengeli bir modülatörde İF'ye geri çevrilse bile, frekans çevirisi sırasında değişmemesidir.

13.9 Sesli işlem

13.9.1 Ses için Push-To-Talk

Amatör istasyon değiştirmedeki bir başka ilerleme, radyo anahtarlarının yanı sıra mücadele edecek başka şeyleri olan uçak ve mobil ses operatörlerinin uzun süredir devam eden uygulamalarını izledi. Bu servislerdeki mikrofonlar, TR anahtarlamayı etkinleştirmek için dahili anahtarlar içeriyordu. Push-to-talk (PTT) olarak adlandırılan bu işlev, kısaltma çivili ortamımızda belki de en açıklayıcı açıklamadır.

Röleler, operatör PTT anahtarına bastığında çeşitli anahtarlama işlevlerini kontrol etti. Dönemin bazı üst düzey vericileri, en azından bazı röleleri dahili olarak içeriyordu ve PTT mikrofonları için tasarlanmış bir sokete sahipti. **Şekil 13.57** bir görünümdür 1930'lardan 2004'e kadar üretilen PTT standlı her yerde bulunan Astatic D-104 mikrofon, bit pazarlarında ve açık artırma sitelerinde hala popüler. PTT operasyonu, operatörün çalışırken telsiz ekipmanının erişemeyeceği bir yerde olmasını sağladı ve ilk kez'kolay sandalye "çalışmasına izin verdi.

Modem alıcı-vericileri bir çeşit PTT (veya'bir anahtar işlemi ") içerir. Röleler, diyotlar, transistörler ve diğer bileşenler, alıcı-verici içindeki sayısız iletim-alma değişim fonksiyonlarını sorunsuz bir şekilde ele alır. Çoğu alıcı-vericinin, bir ön panel anahtarı aracılığıyla PTT'yi manuel olarak etkinleştirmek için ek hükümleri vardır. Ve birçoğunun ayak anahtarları, bilgisayar - arayüzleri veya diğer cihazlar aracılığıyla harici PTT kontrolü için bir veya daha fazla jakı vardır.



Şekil 13.57 - PTT standlı klasik bir Astatik D-104 mikrofon.

13.9.2 Sesle Çalıştırılan İletim-Alma Anahtarlama (VOX)

Ses operatörlerine girmeye ne dersiniz? SSB işlemi, sesle çalışan iletim/alma anahtarlaması veya VOX'un geliştirilmesini sağladı. VOX işlemi sırasında, mikrofona konuşmak istasyonun alıcıdan iletime geçmesine neden olur; Konuşmadaki bir duraklama, alma moduna geri dönmeyle sonuçlanır. VOX teknolojisi AM veya FM ile çalışabilmesine rağmen, konuşmayı takip etmek için taşıyıcı sinyalini hızla açıp kapatmak SSB ile mümkün olan sorunsuz çalışmayı sağlamaz. (SSB iletimi sırasında, - operatör sessizken hiçbir taşıyıcı veya sinyal gönderilmez.)

VOX OPERATION

VOX, mevcut HF SSB alıcı-vericilerine yerleştirilmiştir. Çoğu durumda, ancak hepsi değil, çeşitli kontrol yöntemleri arasında geçiş yapmak için anahtarlar veya menü ayarları ile PTT işlemi için de sağlarlar. Bazı operatörler VOX'u, bazıları PTT'yi tercih eder ve bazıları çalışma ortamına bağlı olarak ileri geri geçiş yapar.

VOX kontrolleri genellikle "ayarla ve unut" kategorisinde kabul edilir ve bu nedenle bir yazılım menüsü veya arka paneldeki, üst kapağın altındaki veya bir erişim panelinin arkasındaki kontroller tarafından kontrol edilebilir. Aşağıdaki sec... Tions, VOX işlemi ile ilişkili radyo kontrollerinin çalışmasını ve ayarlanmasını tartışır. Telsizinizin özellikleri için alıcı-vericinizin kullanım kılavuzunu kontrol edin.

Radyonuzun VOX kontrollerini ayarlamadan önce, özel mikrofonunuzun nasıl çalıştığını anlamak önemlidir. PTT anahtarı yoksa, bir sonraki bölüme geçebilirsiniz! PTT'li bazı mies, PTT anahtarı serbest bırakılırsa ses sinyalini kapatır, bazıları ise sadece kontrol kontaklarını açar. Mikrofonunuz eskisini yaparsa, PTT anahtarını kilitlemeniz, VOX için farklı bir mikrofona sahip olmanız veya VOX ile çalışmasını sağlamak için dahili mikrofon bağlantılarını değiştirmeniz gerekir. VOX kontrol devresine ses sağlanmazsa, asla etkinleştirilmez. Mikrofon radyonuzla veya üreticisinden geldiyse, - muhtemelen radyo veya mikrofon

VOXGain

Şekil 13.58 bazı tipik alıcı-verici VOX kontrollerini göstermektedir. VOX kazanç ayarı, "VOX'u açma'olarak adlandırılan geçiş işlemini başlatmak için konuşmanın ne kadar yüksek olması gerektiğini belirler. Radyoda sahte bir yükle, ayarı deneyin ve ne olduğunu görün. Onu o kadar ilerletebilmelisiniz ki nefesinizle birlikte değişşin. Bu açıkça çok hassas ya da alırken nefesinizi tutmak zorunda kalacaksınız! Yeterince hassas değilse, vericinin değişmesine neden olabilir



Şekil 13.58 - VOX kontrollerinin işlevi - metinde açıklanmıştır. Farklı işletim türleri için ayarlama gerektirirler, bu nedenle ön panel düğmeleri en uygun kontrol düzenlemesini yapar. Bazı radyolarda VOX ayarları menü sistemi üzerinden ayarlanır.

Yumuşak heceler sırasında kapalı. Ayarın mikrofona ne kadar yakın olduğunuza ve ne kadar yüksek sesle konuştuğunuza bağlı olduğuna dikkat edin. Kulaklık tipi bir mikrofonun (bir "bom seti") burada bir avantajı vardır, çünkü mikrofon mesafesini her kullandığınızda aynı şekilde ayarlayabilirsiniz.

Optimum ayar, konuşmaya başladığınızda iletmeye geçen bir ayardır, ancak mikrofon, bir soğutma fanı açma veya normal ev no1ses gibi diğer sesleri aldığında geçiş yapacak kadar hassas değildir.

VOX Gecikmesi

Konuşmayı bıraktığınız anda, radyo almak için geri dönebilir. Genel olarak, bu çok hızlı bir şekilde gerçekleşirse, heceler arasında ileri geri geçiş yapar ve çok fazla ekstra ve dikkat dağıtıcı röle gürültüsüne neden olur. VOX gecikme kontrolü, konuşmayı bıraktığınızda radyonun iletim konumunda ne kadar kalacağını belirler. Çok kısa ayarlanırsa, can sıkıcı olabilir. İf seti de Uzun süre, bir soruya bir cevabı kaçırdığınızı fark edebilirsiniz, çünkü diğer istasyon hala geçiş yapmayı beklerken konuşmaya başladı.

Farklı işlem türleri için farklı gecikme ayarlarının iyi çalıştığını görebilirsiniz. Örneğin, bir yarışmada cevaplar hızlı bir şekilde gelir ve kısa bir gecikme iyidir. Sıradan konuşmalar için, daha uzun gecikmeler uygun olabilir. Yine, bu ayarları telsizinizle sahte bir yüke bağlı olarak deneyin.

Anti-VOX

Bu, ilk bakışta sizi şaşırtabilecek bir isme sahip bir kontroldür! Siz alırken, hoparlörünüz de mikrofonunuzla konuşuyor - ve VOX'unuzu açıyor - siz olmasanız bile! Erken VOX kullanıcıları genellikle bu sorunu önlemek için kulaklık kullanmak zorunda kaldı. Birisi sonunda, konuşmacının ses sinyalinin bir örneğinin mikrofon girişine, faz dışına ve uygun genlikte geri beslenmesi durumunda, sinyalin Hoparlör iptal edilebilir ve VOX devresinin vericiyi etkinleştirmesine neden olmaz. ANTİ-VOX (fotoğrafta ANTI-TRIP olarak adlandırılır), örneklenen hoparlör sesinin genliğini kontrol ederken, faz alıcı-verici tasarımı tarafından ayarlanır.

Hoparlöre giden ses çıkışı ile alıcınızdaki sinyalleri ayarlarken, VOX'un zaman zaman tetiklediğini görebilirsiniz. Bu, sesi ne kadar yükselttiğinize, hoparlörün hangi yöne işaret ettiğine ve mikrofondan ne kadar uzakta olduğuna bağlı olacaktır. Anti-VOX'u, hoparlörün normal çalışma sırasında VOX'a takılmaması için ayarlayabilmeniz gerekir.

Genel olarak, anti-VOX'u daha yüksek - değerlere ayarlamak, VOX devresini etkinleştirmeden hoparlör sesinin daha yüksek olmasını sağlar. İyi bir ayar bulduğunuzda, mikrofonunuzu veya hoparlörünüzü yeniden yerleştirirseniz değiştirilmesi gerekebileceğini unutmayın. Çoğu radyoda, hoparlörü, mikrofonu ve anti-VOX'u ayarlamak için bir yer bulmalısınız, böylece hoparlör zorlanmadan kullanılabilir .

13.10 Verici güç aşamaları

Şu ana kadar açıklanan fonksiyonlar, işlem giriş verileri ve bilgileri ve istenen çıkış radyo frekansında bir sinyal ile sonuçlanan genellikle düşük bir seviyede gerçekleşir. Tek istisna, - modülasyonun klasik olarak son amplifikasyon aşamasına uygulandığı tam taşıyıcı AM'dir. Daha modem doğrusal verici sistemleri, düşük seviyelerde, tipik olarak 1 mW ile 1 W arasında, SSB ile aynı şekilde AM üretir.

13.10.1 Güç Amplifikatörlerinin Türleri

RF Güç Amplifikatörleri bölümü, güç amplifikatörlerinin ayrıntılı bir görünümünü sağlar; Ancak, aşağıdaki tartışmalara zemin hazırlamak için buraya hızlı bir göz atacağız. Amplifikatörler, sinyallerin gücünü veya seviyesini arttırmak için aktif cihazlara uygulanan güç kullanır. Tüm gerçek cihazlar gibi, işlemde bir miktar bozulma sağlarlar ve genellikle bozulma ürünlerinin seviyesi ile sınırlıdırlar. Güç amplifikatörleri, aktif cihaz olarak katı hal cihazları veya vakum tüpleri kullanılarak yapılabilir. Daha yüksek güçlerde, tipik olarak birkaç yüz watt'ın üzerinde, vakum tüpleri daha sık bulunur, ancak tüm amatör güç seviyelerinde katı hal yönünde açık bir eğilim vardır.

Cihazdan bağımsız olarak, amplifikatörler, Üzerinde çalıştıkları giriş döngüsü. Bir sinüzoidal çıkış sinyali, bir rezonant devrenin volan hareketi veya tuma katkıda bulunan diğer cihazlar tarafından sağlanır. Her zamanki amplifikatör sınıfları **Tablo 13.1'de özetlenmiştir. Sınıf A'dan** Sınıf C'ye doğru hareket eden amplifikatörler giderek daha az - doğrusal ancak daha verimli hale gelir. Bu nedenle, LIHEAR sütununda YES olan amplifikatörlerin hepsi eşit derecede doğrusal değildir, ancak A, AB veya B Sınıfı amplifikatörler doğrusal bir verici zincirinde çalışmak için uygun olabilir. C sınıfı amplifikatörler, açık-kapalı anahtarlı sinyaller dışında, genlikte bulunan modülasyon bilgisine sahip olmayan sinyallerin amplifikasyonu için kullanılabilir. Bu nedenle, C sınıfı amplifikatörler, sinüzoidlerin, CW, FM'in amplifikasyonu için veya üst düzey AM modülasyonunun kullanıldığı doğrusal olmayan aşama olarak kullanışlıdır.

Anahtarlama tipi amplifikatörlerdeki ve tek bantlı eşleştirme ağ tasarımındaki son gelişmeler birkaç ek sınıf yarattı. Sınıf D, genellikle yüksek verimli ses amplifikasyonu için kullanılan bir anahtar modlu amplifikatördür. Sınıf E ve Sigorta, amplifikatör cihazının bir anahtar gibi hareket etmesine izin veren, ancak aynı anda yüksek voltaj ve yüksek akımı önleyen çıkış ağlarını ayarladı. Sınıf G, B Sınıfı amplifikatöre benzer, ancak düşük sinyal seviyelerinde güç dağılımını azaltmak için iki voltaj seviyesi arasında geçiş yapar. Sınıf İ, tamamlayıcı darbeyle yönlendirilen iki cihaz kullanır

Tablo 13.1
Alıcı-Verici Güç Amplifikatör Sınıflarının Özellikleri

Değerler tipik

Sınıf	*İletimidir*	*Doğrusal*	*Verimlilik*
A	360°	Evet	%30
AB	270°	Evet	55%
B	180°	Evet	65%
C	90°	Hayır	74%

Harmonikleri iptal etmek ve giriş dalga formunu takip etmek için görev döngüleri. Sınıf S, Sınıf D'nin bir varyasyonudur ve Sınıf T, daha iyi performans için bir Sınıf D amplifikatöründeki darbe genişliklerini optimize etmek için DSP kullanır. Rosu ve Silver için bu bölümün sonundaki referanslara bakın.

13.10.2 Doğrusal Amplifikatörler

MW ila 1 W arasındaki güç seviyelerindeki vericiler, spektrumun birçok bölümünde iletişim için başarıyla kullanılmış olsa da, çoğu iletişim sistemi daha yüksek güçlerde daha başarılı çalışır. Düşük seviye aşaması genellikle bir uyarıcı olarak adlandırılır, daha yüksek güç ise **Şekil 13.59'da gösterildiği gibi bir veya daha fazla doğrusal amplifikatör aşaması tarafından sağlanır.**

Çeşitli gösterilen güç seviyeleri

Şekil 13.59'daki puanlar, yüksek güçlü bir amatör istasyon için oldukça tipiktir. 1500 W PEP çıkışı, çoğu banttaki ABD amatörleri için yasal sınırı temsil eder (30 metrede 200 W PEP ve 60 metre kanallarında 100 W ERPD önemli istisnalardır). İlk amplifikatör bloğu birden fazla aşama içerebilirken, son çıkış amplifikatörü genellikle birden fazla paralel aktif cihazdan oluşur.

Amplifikatör aşamaları için tipik güç kaynağı gereksinimleri çeşitli nedenlerle belirtilmiştir. Birincisi, güç nadiren uyarıcı seviyesinde bir sorun olsa da, genellikle amplifikatörler için gösterilen güç seviyelerinde önemli bir sorundur. Güç kaynakları, güç arttıkça sistemin maliyetinin ve ağırlığının büyük bir bölümünü temsil eder. Bazı üreticiler, yüksek güçlü amplifikatörler için anahtarlama tipi güç kaynakları kullanmaya başlıyor ve bu da boyut ve ağırlıkta büyük bir azalmaya neden oluyor.

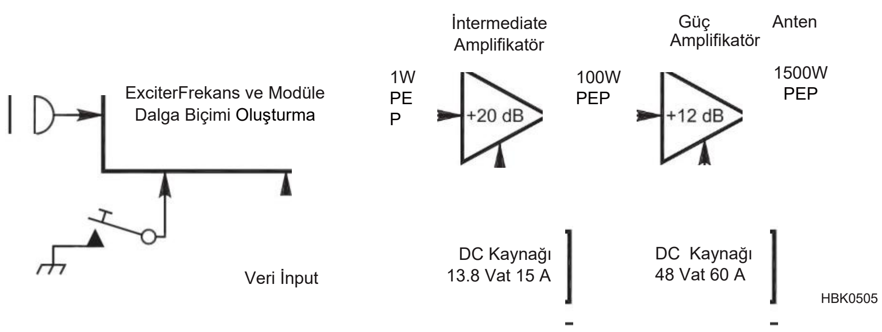
Ayrıca, amplifikatörler için yaklaşık %50'lik bir brüt amplifikatör verimliliğinin, yardımcı alt sistemlerin yanı sıra aktif cihazların doğrusal moddaki verimsizliğini dikkate alarak varsayıldığını unutmayın. Gerçek RF çıkışına neden olmayan %50, amplifikatörden ısı olarak yayılır ve bileşen hasarını önlemek için üretildiği gibi amplifikatörden çıkarılmalıdır. Bu, güç seviyesi ile hızla artan başka bir maliyet ve ağırlık faktörünü temsil eder.

Sarf malzemeleri için gösterilen voltajlar, modem katı hal amplifikatörlerinin tipik olanlarıdır. Neredeyse tüm ticari ekipmanlar artık 100 W seviyesinde katı hal amplifikatörleri içerirken, eğilim açıkça katı hale doğru ilerlemesine rağmen, vakum tüpü aktif cihazları sıklıkla daha yüksek seviyelerde bulunur. Vakum tüpü amplifikatörleri tipik olarak 2 ila 4 kV aralığında voltajlarda çalışır ve bileşenler arasında ark oluşumunu önlemek için sıkı önlemler alınmasını gerektirir. Ek olarak, vakum tüpü amplifikatörleri tipik olarak güç

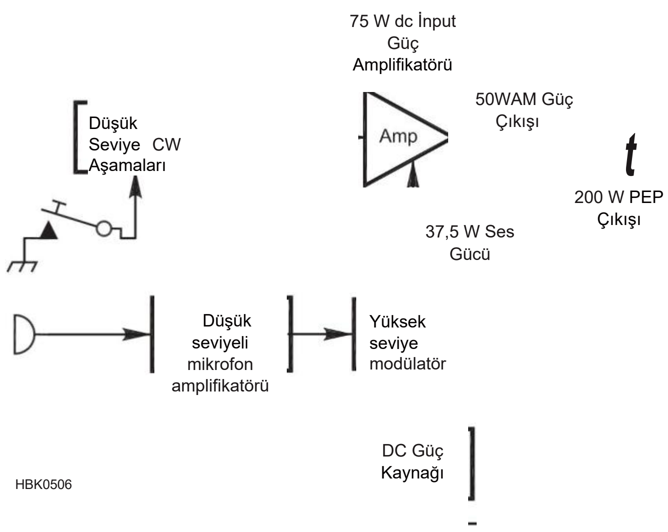
13.10.3 Doğrusal olmayan amplifikatörler

Doğrusal olmayan ileticiler mimaride daha önce tartışılan doğrusal sistemlerden biraz farklıdır. Yüksek seviyeli AM modüle edilmiş bir vericinin konfigürasyonu **Şekil 13.60'ta gösterilmiştir.** Üst RF aşamalarının ("RF zinciri") hiçbirinin özellikle doğrusal olması gerekmediğini unutmayın. Son aşama, modülasyonun uygulanması için doğrusal olmamalıdır. Böylece RF aşamaları istenirse daha güçlü olabilirC Sınıfı amplifikatörler.

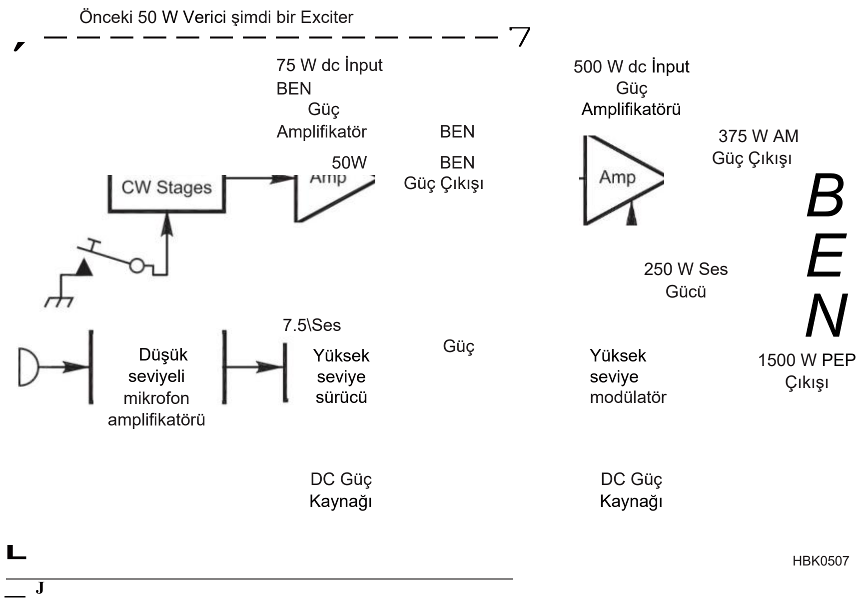
Burada yapılacak bazı gözlemler var. RF zincirinin, daha önce tartışılan SSB sistemlerinin aksine, güç ve amplifikatör bileşenleri için %100 görev döngüsü gerektiren iletim modundayken tam taşıyıcı gücü ortaya koyduğunu unutmayın. Bu, güç kaynağı sistemine önemli bir ağırlık ve ...t yü... ...rıca PEP'in



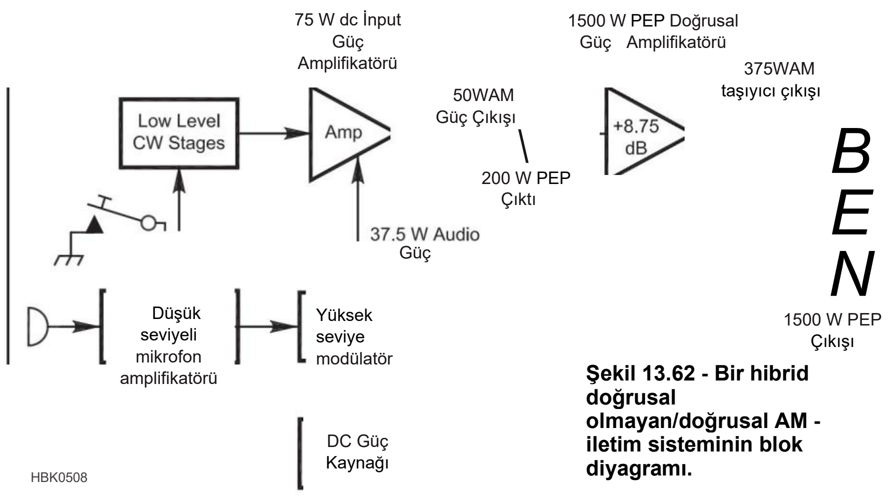
Şekil 13.59 - Çoklu amplifikatör aşamalarına sahip bir katı hal doğrusal verici zincirinin blok diyagramı.



Şekil 13.60 - Yüksek seviye AM modüle edilmiş vericinin blok diyagramı.



Şekil 13.61 - Ek çıkış aşamasına sahip yüksek seviyeli AM modüle edilmiş bir vericinin blok diyagramı.



Şekil 13.62 - Bir hibrid doğrusal olmayan/doğrusal AM - iletim sisteminin blok diyagramı.

%100 modüle edilmiş bir AM sisteminin çıkışı, taşıyıcı gücün dört katına eşittir.

Böyle bir sistemin gücünü artırmak için yapılan tipik düzenleme, yalnızca istenen gücü kullanabilen bir RF amplifikatör aşaması değil, aynı zamanda son RF aşamasını tamamen modüle etmek için ek ses gücü amplifikasyonu eklemektir. %100 yüksek seviye plaka modülasyonu için, giriş gücünün yarısına eşit bir ses gücü (bir vakum tüpü amplifikatörünün plaka voltaj çarpı plaka akımı) sağlanmalıdır. Bu düzenleme **Şekil 13.61'de gösterilmiştir.** Gösterilen örnekte, daha düşük seviyeli ses aşamaları, önceki 50 W vericilerininkiler tarafından sağlanır, şimdi güç amplifikatörü için bir uyarıcı ve modülasyon aşaması için bir sürücü olarak hizmet eder. Bu, AM döneminin bazı vericilerinde, özellikle de yüksek güçlü sistemler için bir sürücü olarak kullanılmak üzere modülasyon transformatöründe özel musluklar sağlayan popüler E. F. Johnson Ranger serisinde sıklıkla sağlandı.

O günlerde FCC ABD amatör güç sınırının son aşamaya giriş açısından ifade edildiğini ve *şu anda belirtilen 1500 W PEP çıkışı yerine 1000 W ile sınırlı olduğunu belirtmek gerekir*. Tamamen modüle edilmiş bir 1000 W de input AM vericisi, muhtemelen 750 W veya 3000 W PEP - 3 dB'lik bir taşıyıcı çıkışına sahip olacaktır. Eğer bu klasik Collins KW-1 vericisini bulursanız, son haline getirmek ve beladan uzak durmak için geri itin!

13.10.4 Hibrit Amplifikatörler

Mevcut ekipmanla uygun olan bir başka alternatif, doğrusal bir amplifikatöre sahip bir AM vericisi kullanmaktır. Bu başarılı olabilir iftherelationshipthatPEP = 4 x Taşıyıcı Gücü korunur**. Şekil 13.62,** tipik bir 50 W AM vericisini izleyen 1500 W PEP çıkış doğrusal amplifikatörünü göstermektedir. Bu örnekte, Amplifikatör, uyarıcıya modülasyon uygulanmadan 375 W taşıyıcı çıkışı sağlayacak şekilde ayarlanacaktır. Ses zirveleri sırasında özel bir PEP ölçerde veya bir osiloskop kullanılarak görülen çıkış 1500 W PEP olmalıdır.

AM işlemi sırasında, amplifikatörün SSB modunda olduğu gibi taşıyıcı olmadan olduğundan daha yüksek bir ortalama güç ürettiğini unutmayın. Amplifikatörün görev döngüsü özellikleri, daha ağır yükü kaldırabileceğinden emin olmak için kontrol edilmelidir. Eğer amplifikatör bir RTTY derecesine sahipse, gerekli açık ve kapalı zaman aralıklarını takip ederek RTTY çıkışının %66'sında bir AM taşıyıcısını çalıştırmak

13.10.5 Otomatik Seviye Kontrolü (ALC)

ALC'nin amacı, **vericideki çeşitli aşamaların** aşırı yüklenmesini önlemektir. Aşırı sürüş, çok fazla bant dışı bozulma oluşturabilir veya amplifikatörlerde veya güç kaynağında aşırı güç kaybına neden olabilir. ALC bunu şöyle yapar:

Çıkış sinyalinin modülasyonunun (zarf değişimleri) tepe genliğini arttırmak ve daha sonra Şekil 13.9'da önerildiği gibi erken bir amplifikatör aşamasına uygulanan bir de gain-kontrol voltajı geliştirmek.

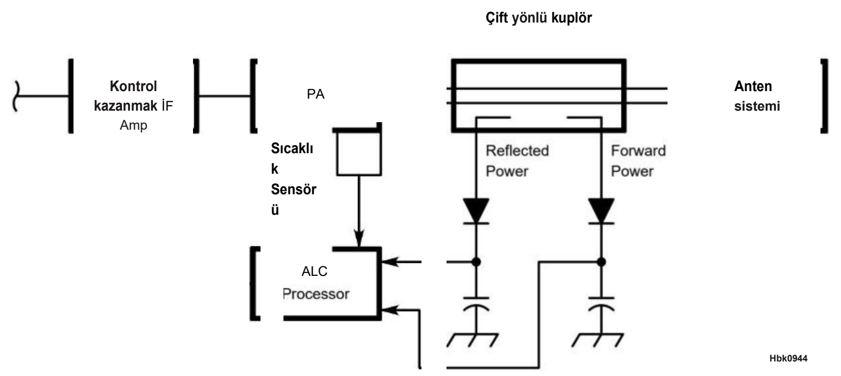
ALC genellikle bir vericideki son aşamadan türetilir. Bu, bu son aşamanın aşırı yüklenmeden korunmasını sağlar. Bununla birlikte, son aşamadan önceki diğer aşamalar iyi korunmayabilir; Aşırı bozulma yaratabilirler. Bu sorunu önleyecek şekilde birden fazla aşamadan kompozit bir ALC elde etmek mümkündür. Ancak tasarımcılar genellikle daha önceki aşamaları yeterince muhafazakar bir şekilde tasarlamayı tercih ederler, böylece bir sıcaklık aralığı ve bileşenler göz önüne alındığında, son aşama ALC'nin bir kaynağı olabilir. Kazanç kontrolü erken bir aşamaya uygulanır, böylece tüm aşamalar kazanç azaltma tarafından desteklenir.

ALC'nin çoğu dijital mod iletiminde minimum düzeyde aktif olması gerektiğini unutmayın. Bu sinyallerin modülasyonu, dalga formu şeklini korumak ve bozulma ürünlerini en aza indirmek için doğrusal amplifikasyon gerektirir. ALC eylemi, sinyalin güç seviyesini değiştirdiği için bozulma yaratır. Radyo sürücü seviyelerini ALC'nin minimum aktivite seviyesinde olacak şekilde ayarlayın - genellikle çok segmentli bir LCD metrenin alt çubuğu veya sıfırın hemen üzerindeki bir iğne konumu olarak gösterilir. (Aynı dikkat, dijital sinyalin vericinin mikrofon girişine uygulanan ses tonları tarafından üretilmesi durumunda herhangi bir ses veya konuşma işleme biçimi için de geçerlidir.)

Şekil 13.63, çift yönlü bir kuplörün bir katı hal güç amplifikatörü (PA) için ALC sağlamak için nasıl kullanılabileceğini göstermektedir. Temel fikir, PA transistörlerini hem ileri gücü hem de yansıyan gücü izleyerek aşırı SWR ve dağılımdan korumaktır.

13.10.6 İletim-Alma (TR) Anahtarlama

Bir alıcı-vericinin karmaşıklığı arttıkça, alma ve alma arasında geçiş



Şekil 13.63 - Güç seviyesini algılamak için yönlü bir kuplör kullanan bir katı hal vericisi için bir ALC koruma yöntemi.

İletim oldukça karmaşık hale gelir. Ticari olarak inşa edilmiş ekipmanlarda, bu işlev genellikle, ayrı bileşenlerle uygulamak için aşırı miktarda devre gerektiren gerekli sıralama ve kilitleme işlevlerini yöneten bir mikroişlemci tarafından kontrol edilir. TR anahtarlamanın gelişmiş bir alıcı-vericide ne kadar karmaşık olabileceğinin bir örneği için, herhangi bir modem orta seviye veya üst düzey katı hal alıcı-verici için şemaya bakın.

Bununla birlikte, TR anahtarlamanın temel işlevleri amatör bir alıcı-verici oluşturmak için iyi bir kapsamdadır. TR anahtarlamayı anlamak, daha karmaşık bir ticari radyoda sorun gidermeye de yardımcı olacaktır.

QRP TR SWITCHİNG

Bir anteni verici ve alıcı işlevleri arasında değiştirmek için çok sayıda şema popülerdir. Ancak bu şemalar, hem basit alıcılar hem de düşük güçlü vericiler geliştirirken, belki de ayrı projeler olarak ortaya çıkma eğilimindedir. Daha sonra basit bir relaybased TR şeması tercih edilir ve burada sunulur. Wes tarafından MkİÎ Güncellenmiş Evrensel QRP Vericisinde kullanılan bu sistem Hayward, W7ZOI (bu kitabın çevrimiçi ek bilgisindeki tam makaleye bakın), TR rölesi sadece anteni alıcıdan vericiye geçirmekle kalmaz, aynı zamanda kulaklıkları alıcıdan ayırır ve bunları bir sidetone osilatörüne bağlar.

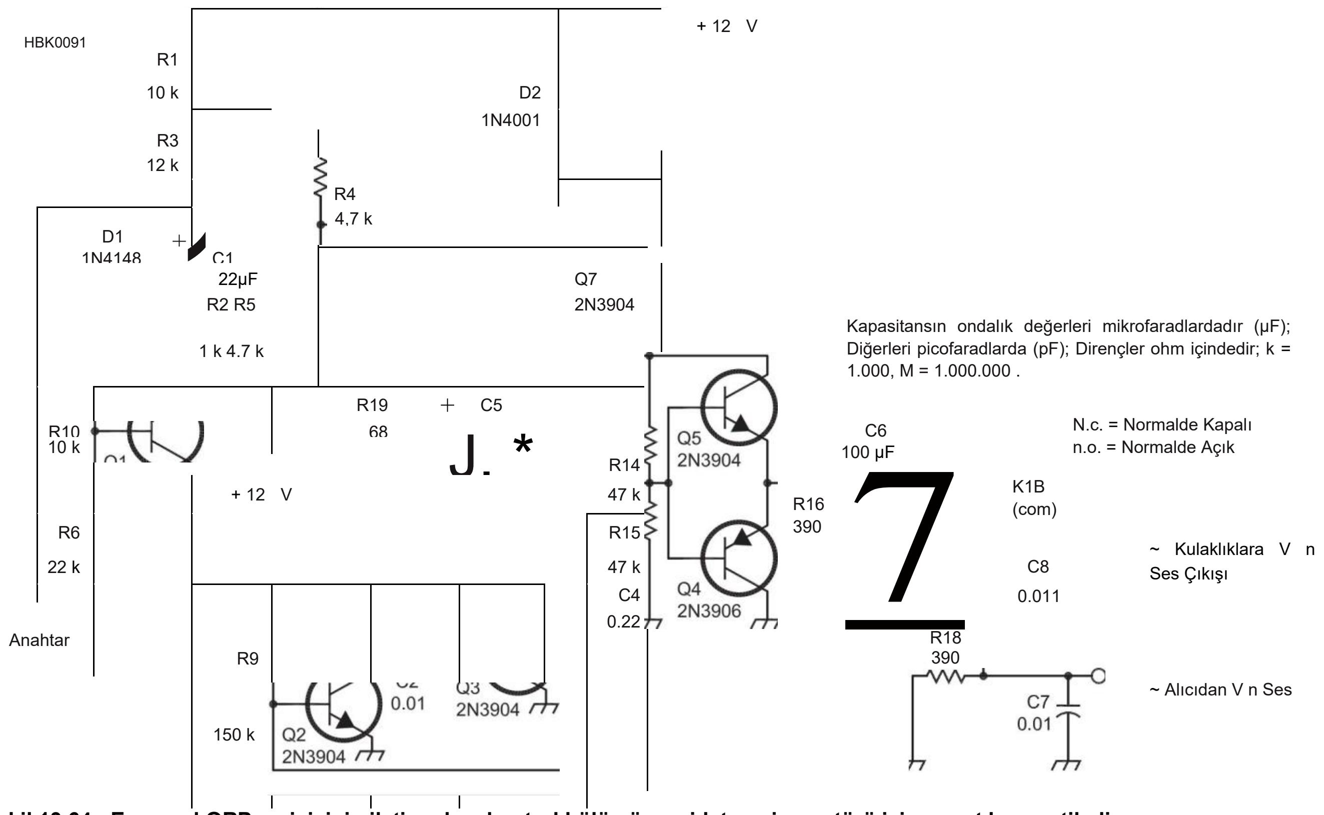
Anahtarlamanın çoğunu yapan devre **Şekil 13.64'te gösterilmiştir. Bir anahtar** kapatma, kapasitör C 1'i boşaltır. R2, C 1 ile seri 1 kn direnç, deşarj akımı sınırlar. Anahtar kapanması, Q6 doygunlaşmasına neden olur ve Q7'nin de doygunlaşmasına neden olarak röleyi açar. Bu örnek için seçilen röle, ölçülen 4 ms çekme süresine sahip 700 n, 12 V bobine sahiptir.

Tam break-in TR anahtarlama gerekiyorsa, yüksek hızlı bir reed rölesi kullanılabilir. KE2QJ, ev yapımı bir alıcı vericide dahili kullanım için uyarlanabilen devreler sağladı, ancak asıl amaç, bağımsız bir alıcıyı bir alıcı verici ve doğrusal amplifikatör ile bütünleştirmekti. Makalesinin tamamı bu kitabın indirilebilir ek bilgilerinde mevcuttur. Referanslar ayrıca, tam yasal limitli QSK işlemi için yüksek hızlı bir vakum rölesi QSK anahtarı eklemeye W8ZR ederek mükemmel bir çevrimiçi makale içerir.

Zaten bir alıcı ve vericiniz varsa ve bunları ayrı bir TR anahtarının kontrolü altında entegre etmek istiyorsanız, K8IQY "Sihirli Kutu**" (www.4sqrp.com/MagicBox. php) bir** dizi yararlı özellik içerir. Bu, 10 W'a kadar verici gücünü idare edebilen mikroişlemci kontrollü bir tasarımdır, 50 WPM'ye kadar anahtarlar ve ayrıca bir ses sidetone çıkışı içerir. Kit artık sunulmasa da, şemalar ve tasarım bilgileri de dahil olmak üzere eksiksiz belgeler çevrimiçi olarak mevcuttur. Tasarım, daha ağır bileşenlerle ve uygun devre değişiklikleriyle daha fazla iletim gücü sağlayacak şekilde genişletilebilir.

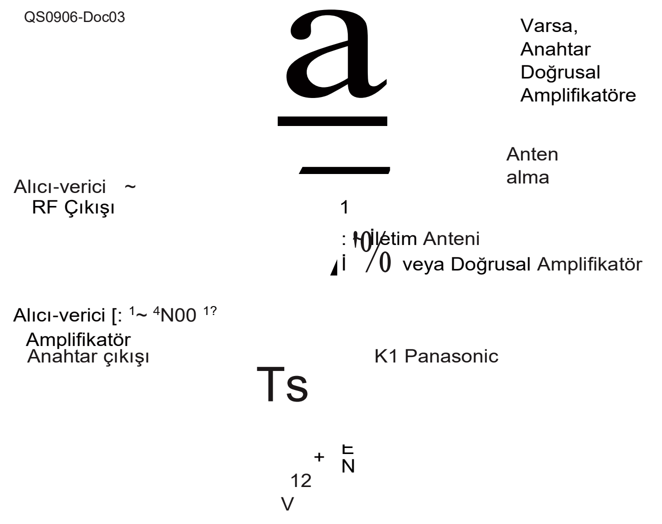
AMPLIFİER-TRANSCEIVER TR SWITCHİNG

Harici amplifikatörlerle kullanılması amaçlanan amatör alıcı-vericiler KEY OUT çıkışına sahiptir. Bu genellikle iletim modundayken harici amplifikatördeki karşılık gelen bir KEY İN girişine bağlanmayı amaçlayan bir kontak kapanmasıdır. Ekipmanınızda ne çağrıldığını öğrenmek için alıcı-verici ve amplifikatör kılavuzlarını kontrol edin. Alıcı ve ampli bağlamak için uygun kablolama bir diyagram-



Şekil 13.64 - Evrensel QRP vericisinin iletim-alma kontrol bölümü ve sidetone jeneratörü için ayrıntılı şematik diyagram ve parça listesi. Dirençler ¼ W, %5 karbon filmdir.

C1- 22 µF, 25 V elektrolitik
C2, C3, C7, CS - 0.01 µF, 50 V seramik
C4 - 0.22 µF, 50 V seramik
CS, CG - 100 µF, 25 V elektrolitik
C9 - 0.1 µF, 50 V seramik
K1 - DPDT 12 V bobin rölesi. Bir NAIS DS2Y-S-DC12, 700 (2, 4 ms röle oldu Bu örnekte kullanılmıştır.
Q1, Q4, Q6 - 2N3906, PNP silikon küçük sinyal transistörü
Q2, Q3, Q5, Q7 - 2N3904, NPN silikon küçük sinyal transistörü



Şekil 13.65 - Modern bir alıcı-vericinin TR anahtar voltajı veya alıcı-vericinin derecelendirmelerini aşan akım gereksinimleri olan doğrusal bir amplifikatörü anahtarlamasına izin veren harici bir devrenin şeması. Bir bonus olarak, düşük gürültülü bir alıcı antenden alım yapılmasına izin vermek için de kullanılabilir.

Fier kılavuzda sağlanacaktır. Amplifikatörler, TR anahtarlaması tamamlanana ve amplifikatör çalışmaya hazır olana kadar alıcı-vericiden RF çıkışını engellemek için kullanılabilecek bir çıkış sinyaline de sahip olabilir. Bu, amplifikatörün TR anahtarı hala durumu değiştirirken alıcı-verici çıkışı aktif olduğunda "sıcak anahtarlamayı" önler.

Alıcı-vericinin bir röle veya bir katı hal cihazı tarafından ne kadar voltaj ve akımın güvenli bir şekilde geçiş yapabileceğini öğrenmek için derecelendirmeleri kontrol edin. Birçok alıcı-verici, yüksek hızlı anahtarlama veya tam giriş (QSK) için kullanılan katı hal çıkışına sahiptir. Çoğu amplifikatör, akım alıcı vericilerinin anahtarlama yetenekleriyle uyumlu olmasına rağmen, röleleri daha eski bir doğrusal amplifikatörde değiştirmek için gereken voltaj ve/veya akım, derecelendirmeleri aşabilir.

Amplifikatör kılavuzunuz anahtarlama voltajının ne olduğunu söylemiyorsa, bir multimetre veya DMM ile öğrenebilirsiniz. 250 V de veya daha yüksek voltaj okumak için metre ayarlayın. Pozitif metre probunu amplifikatör anahtar jakının merkez iletkenine bağlayın ve negatif metre probunu şasi zeminine (veya topraklanmamışsa diğer anahtar jakı terminaline) bağlayın. Bu size amplifikatör anahtar jakındaki açık devre voltajının ne olduğunu söyleyecektir. Daha düşük bir voltaj aralığı denemeniz veya ac voltajını okumak için geçiş yapmanız gerekebilir .

Şimdi akımı okumak için sayacı ayarlayın. 1 A de'yi okuyabilen bir aralıkla başlayın ve daha önce olduğu gibi bağlı olan kablolarla, amplifikatör rölesini yakın duymalı ve TR rölesini veya devresini çalıştırmak için gereken akımı gözlemlemelisiniz. Doğru bir okuma elde etmek için gerekirse metre aralığını ayarlayın.

Bu iki seviye, voltaj ve akım, alıcı-vericinin değiştirmesi istenecek olan şeydir. İf her iki okuma da alıcı-vericiden daha yüksektir

Şartname, alıcı-verici ve amplifikatörü birbirine bağlamayın. Bunu yapmak muhtemelen alıcınıza zarar verecektir. Ampliferin anahtarlama voltajını ve akımını işlemek için basit bir arayüz devresine ihtiyacınız olacak.

Şekil 13.65'te gösterilen basit, düşük maliyetli röle devresi, modem alıcı-verici ile daha eski bir amplifikatörü anahtarlamak için kullanılabilir. İt ek bir avantaj sunar: Alıcı-verici KEY OUT jakının bir başka potansiyel kullanımı, alt bantlarda ayrı bir düşük gürültülü alma antenine geçmektir. Çoğu üst düzey alıcı-vericinin yerleşik olarak ayrı bir yalnızca alıcı anten bağlantısı olsa da, birçok alıcı-verici yoktur. Ekstra işlevlerden birine ihtiyacınız yoksa, bu bağlantıyı atlayın.

13.10.7 PIN Diyot RF Anahtarlama

Birçok akım alıcı-vericisi ve amplifikatör, RF anahtarlama için PIN diyotları kullanır. Çok hızlı geçiş yaparlar (nanosaniyeler kadar hızlı) ve yıpranmazlar. Aşırı ters voltaj veya ortalama ileri akım yoluyla yok edilebilirler, bu da basit bir röle kontağı çiftinden daha fazla koruma gerektirir. Yüksek hızlı, şeffaf giriş veya dijital mod işlemi gerekiyorsa, PİN diyot pratik bir seçimdir. Anahtar tasarımı hakkında daha fazla bilgi edinmek için PİN diyot kullanımı hakkında birçok bilgi içeren çevrimiçi olarak sunulan iki pratik makale önerilir - bkz. PIN diyotlarının kullanımıyla ilgili iki endüstri makalesi, Microsemi ve Skyworks'ün yanı sıra, PIN diyotları kullanan RF anahtarlarında Rosu'nun genel bir makalesinden de referans alınmıştır.

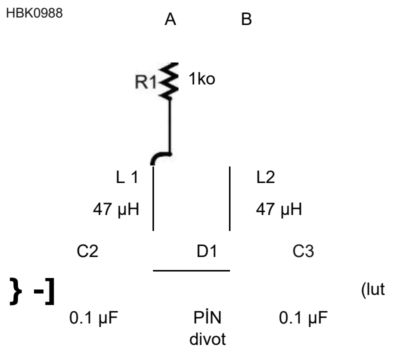
BASİC PIN DIODE OPERATİON APİN diyot arasında geniş bir katkısız "içsel yarı iletken" bölgesi olan bir diyottur

Normal bir diyotun olağan P-tipi ve N-tipi katkılı yarı iletken katmanları (Devreler **ve Bileşenler** bölümünde PİN diyotlarının tartışmasına bakın.) PİN diyotunun geniş içsel katmanı, şarj için bir depolama rezervuarı görevi görür. İleri önyargı akımı - akarken, içsel katman elektronlarla dolar. Diyot ters taraflı olduğunda, depolanan elektronların içsel tabakadan boşalması zaman alır. Yeterince yüksek frekanslarda, mevcut zaman çok kısadır ve diyot asla "döner". Tüm RF döngüsü boyunca iletken kalır.

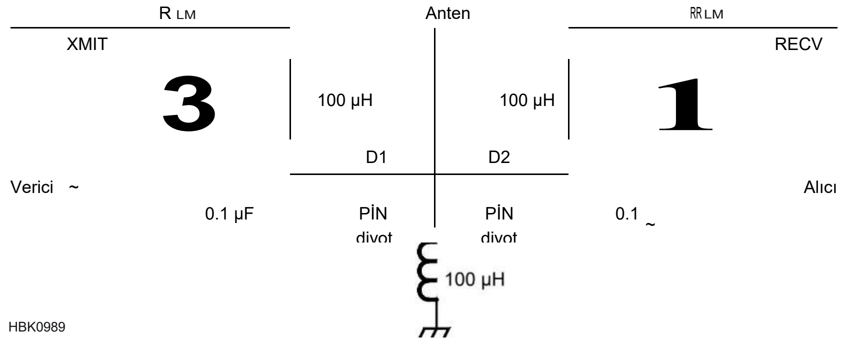
PİN diyotlar değişken dirençler gibi davranır. Direnç, de forward bias akımının miktarı ile belirlenir. Bunlar, sinyale çok az bozulma ekleyen mükemmele yakın değişken dirençlerdir. Anahtarlama için tek istediğimiz ya çok düşük bir direnç (ON) ya da çok yüksek bir direnç (OFF).

- PİN diyotunu KAPALI olarak değiştirmek için, büyük bir ters önyargı voltajı uygulayın. Voltaj, değiştirilmekte olan RF'nin tepe voltajından daha yüksek olmalıdır. Bu, anahtarın kapatıldığında yüksek güçlü RF voltajlarına dayanması için yüksek voltajın gerekli olduğu anlamına gelir.
- PİN diyot ON'u değiştirmek için, bir ileri önyargı akımı uygulayın; Akım arttıkça, ekleme kaybı azalır.

PIN diyot anahtarının temel elemanı **Şekil 13.66'da gösterilmiştir. Giriş** RF sinyali C2, sonra **D 1 ve** son olarak C3'ten çıkışa geçer. (RF her iki yönde de akabilir - soldan sağa konvansiyon burada kolaylık sağlamak için takip edilir.) De blokaj kapasitörleri C2 ve C3, D 1 için de önyargıyı izole etmek için gereklidir. HF aralığı için, 1.8 MHz'de yaklaşık 1 Q reaktans ile bir O .1 µF kapasitör tatmin edicidir. Kapasitörün tüm RF akımını taşıması gerektiğini unutmayın, böylece düşük kayıplı, düşük endüktans tipi



Şekil 13.66 - Temel PIN diyot RF anahtarı. Metne bakın.



Şekil 13.67 - Bir vericiyi veya alıcıyı bir antene bağlamak için basit bir SPDT PIN diyot RF TR anahtarı. Tasarım bilgileri için metne bakın.

Uygulamaların iletilmesi için gereklidir. Ll ve L2, RF'nin önyargı kaynağına girmesini ve devreleri değiştirmesini önleyen RF boğucularıdır. 1.8 MHz'de, 47 µH'nin reaktansı 500 ©'nin üzerindedir ve 50 © 2 sisteminde yeterli olmalıdır .

Dl'yi açmak için, Dl üzerinden bir ileri önyargı akımı uygularız. Bunun için A'yı besleme voltajına (burada + 12 V olduğu varsayılır) ve B'yi toprağa ayarlarız. Akım, Rl ile sınırlı olan diyottan akar. Diyotun ileri voltajını ihmal ederek, 1 k © 2 direnç 12/1000 = 12 mA ile sonuçlanır. Bu, düşük güçlü tasarımlar için tipiktir. Daha yüksek güçlü PIN diyotları, ekleme kaybını en aza indirmek için daha fazla önyargı akımı gerektirir .

Dl'yi kapatmak için, A'yı 0 V'ye ve B'yi besleme voltajına ayarlayarak ters bir önyargı voltajı uygularız. Ters önyargı voltajı, uygulanan RF'nin tepe voltajından biraz daha yüksek olmalıdır. Ters voltaj, diyot kapalı olduğunda devre gereksinimleri için yeterli izolasyon sağlayacak kadar yüksek olmalıdır. Karmaşık PIN diyot anahtarları birkaç onlarca dB izolasyon elde edebilir. 30 dB, bunun gibi tek diyotlu anahtarların tipik bir örneğidir.

BASİC SPDT PIN DIODE SWITCH Şekil 13.66'daki anahtar bir SPST anahtarıdır ve PİN diyodu ileri doğru önyargılı olduğunda RF akımı her iki yönde de akabilir. **Şekil 13.67'deki anahtar,** anten portu anahtar ortak noktasına bağlı olan bir SPDT anahtarıdır. Diyotlar, vericiyi veya alıcıyı antene bağlamak için dönüşümlü olarak açılır, ancak her ikisi de aynı anda olmaz. Bu tipik bir PİN diyot TR anahtarıdır.

XMIT sinyali AÇIK olduğunda (pozitif voltaj), PIN diyot D **1** ileri yanlıdır ve RF iletirken D2 ters yanlıdır ve iletken değildir. Verici antene bağlanır ve alıcı giriş yolu açık devre yapılır. RECV sinyali AÇIK olduğunda, durum tersine çevrilir ve alıcı Antene bağlı ve verici yolu açık devre. Devrenin kullanıcısı hem XMIT hem de RECV'nin aynı anda açık olamayacağından emin olmalıdır.

Kullanılan diyot türüne bağlı olarak, verici ve alıcı portları arasındaki izolasyon 28 MHz'de yaklaşık 30 dB ve 1'de 60 dB olacaktır. Dikkatli yapım teknikleri izlenirse 8 MHz. Ek izolasyon gerekiyorsa, seri olarak birden fazla diyot bölümü eklenebilir veya bir sonraki bölümde olduğu gibi şant diyot eklenebilir.

RµM değeri ve 100 µH RF boğumlarının dc direnci diyot akımını sınırlar. Tipik PIN diyotları, HF'de 0.1 dB'lik ekleme kaybına ulaşmak için 10 ila 20 mA ileri yanlılık gerektirir. Diyot seçimi, gerekli ileri önyargı akımının miktarını belirleyecektir.

Yüksek güç seviyelerinde PİN diyot anahtarlaması yapmak için, tasarımda çok daha fazla ayrıntı yer almaktadır. Garland'ın çevrimiçi makalesi, PİN diyotlarının tam yasal sınır güç seviyelerinde kullanımı hakkında daha fazla bilgi edinmek için incelenmelidir.

SERIES-SHUNT PIN DIODE SWITCH

Alıcı girip çıkarken verici antene her zaman bağlanırsa, **Şekil 13.68'in seri şant devresi** kullanılabilir. Bu devre KE2QJ tarafından tasarlanmıştır ve tam çalışması, -indirilebilir ek bilgilerle birlikte verilen makalede açıklanmıştır. Alıcı antene (RF In) bağlanacağı zaman, seri diyot Dl ileri önyargılı ve önyargı şant diyot D2 kaldırılır. (Bu ters taraflı değildir.) Verici anahtarlandığında (Anahtar Hattı toprağa kısa devre yaptığında), ileri yanlılık seri diyot Dl'den çıkarılır ve şant diyot D2 ileri yanlıdır, alıcı girişini C3 üzerinden toprağa bağlar. Tasarımcı, verici/anten ve alıcı portları arasındaki izolasyonun, önyargı akım seviyesine bağlı olarak 43 ila 53 dB arasında olduğunu bildirir.

TERS BIYAS

Bir PIN diyotunu tamamen kapatmak için, ters önyargı uygulanan RF.Fora verilen güç seviyesi, P ve empedans, Z'nin tepe voltajından daha büyük olmalıdır:

V "**= 1.414** V" "= 1.414 "/P" Z

P = 10 W, Vpg = 32 V; P = 100 W, Vpk = 100 V; Ve P = 1.5 kW'de, VpK = 387 V. Bu SWR = 1:1 varsayar. Daha yüksek SWR'de, bir vericinin veya amplifikatörün çıkışındaki voltaj daha yüksek olacaktır. (İletim **Hatları** bölümüne bakın.)

Ters önyargı voltajı için akım gereksinimleri, diyot ters kaçak akımı ve anahtarlama transistörleri aracılığıyla herhangi bir sızıntıdan oluşan çok düşüktür. Ters önyargı voltajının nasıl elde edildiğine dair iki örnek için, Summers ve Huff için Referans girişlerine bakın. Küçük bir de-to-de dönüştürücü başka bir olası seçimdir .

USİNG 1 N4007 PİN DİODES OLARAK REKTİFİERS

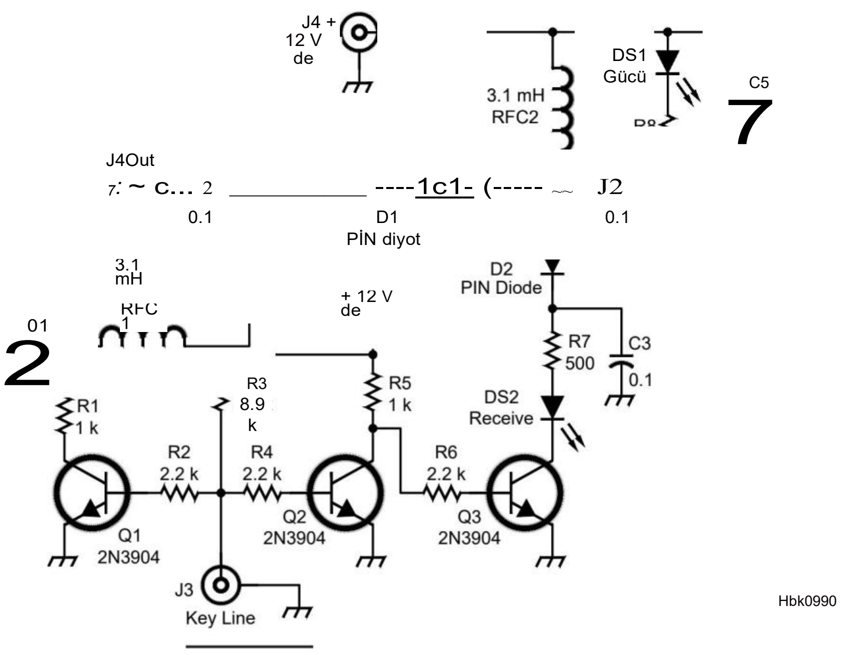
PİN diyotları pahalı ürünler olma

eğilimindedir.

Bununla birlikte, 1N4007 doğrultucu diyot, bu çok yüksek PIV derecesini elde etmek için 1000 V İn'lik bir tepe ters voltaj (PIV) derecesine sahiptir, iç yapısı "gerçek'bir PIV diyotuna çok benzer. Bu nedenle 1N4007 genellikle "Zavallı adamın PİN diyotu'olarak adlandırılır.

1N4007 bir güç doğrultucu olarak satıldığından, RF özellikleri yüksek oranda tekrarlanabilir değildir ve direnci doğrusal olarak kontrol edilemez. Bununla birlikte, HF aralığında bir ON/OFF anahtarı gibi davranmak için, 1 N4007 sadece birkaç kuruşa mal olur ve aynı uygulama ve derecelendirmeler için tasarlanmış bir PİN diyotunun yanı sıra işlev görür. Bu uygulamadaki 1N4007 performansı hakkında daha fazla bilgi için Huff ve Summers Referanslarına bakın.

Düzgün kullanılan bir 1N4007, dinamik aralığı veya üçüncü dereceden kesişme noktasını, alıcıdaki IP3'ü etkilememelidir. Mükemmel bir set



Şekil 13.68 - PİN diyot TR anahtarı için şematik ve parça listesi. Dirençler W ¼.

C1-C5 - 0.1 μF seramik kondansatör D1, D2 - IIN diyot
D3, D4 - Anahtarlama diyotu, 1 N914 veya eşdeğer
DS1, DS2 - LED
J1, J2 - Kasaya montaj BNC konnektörü
J3, J4 - Kasaya montaj fonosu bağlayıcı
Q1-Q3 - Küçük sinyal PNP transistörü, 2N3904 veya eşdeğeri
RFC1, RFC2 - 3.1 mH RF boğma, 225 dönüş # 30 AWG emaye tel yara % inç çapında, % inç uzun plastik tüp

IN30TD tarafından yapılan ölçümler, 1N4007 anahtarlama diyotu olarak HF'de kullanıma uygun olduğunu doğrulamaktadır. (www.qsl.net/in3otd/electronics/PIN_diodes/1N4007.html). **Geniş sonuçları,** HF'de (1.8 ila 30 MHz) düzgün önyargılı bir 1N4007 aşağıdaki özelliklere sahip olmasıdır:

- "ON" ekleme kaybı 10 mA ileri önyargı akımı için 0.1 dB'den az
- En az 30 dB'lik "KAPALI" izolasyon (30 MHz'de)
- IP3 > + 50 dBm

Bu nedenle, 1 N4007 PİN diyot - anahtarlarının kullanılması, verici çıkış gücünün çok az kaybına, alımda çok az hassasiyet kaybına neden olmalı ve mükemmel IP3 (ve dinamik aralık) modem alıcılarını bozmayacaktır.

13.11 Kaynaklar ve Bibliyografya

Ayrıca, **Alıcı** bölümündeki Kitapların listesine ve Mikserler hakkındaki makalelerin listesine bakın.

PIN Diyotları ile Tasarım, Skyworks Uygulama Notu, **www.skyworksinc.com/-/media/SkyWorks/Documents/Products/1-100/Design _ With _ PİN _ Diyotlar _ 200312D.pdf**

J. Garland, W8ZR, "Lineer Amplifikatörünüze Tam Break-İn QSK Anahtarlama Ekleyin", **www.w8zr.net/QSK/qsk_QST.pdf**

K. Grebenkemper, KI6WX, "Faz Gürültü ve Amatör İletişim üzerindeki Etkisi", *QST, Bölüm* 1, Mar 1988, s 14-20; Bölüm 2, Nis 1988, sayfa 22-25.

L. Hallas, WIZR, *Temel Radyo* (ARRL, 2005).

W. Hayward, W7ZOI, R. Campbell, KK7B ve B. Larkin, W7PUA, *RF Tasarımında Deneysel Yöntemler (ARRL*, 2003).

W. Hayward, W7ZOI, "Kristal Osilatör Deneyleri", Teknik Yazışmalar, *QST, Temmuz* 2006, sayfa 65-66.

W. Hayward, W7ZOI ve D. DeMaw, WIFB, *Radyo Amatörleri için Katı Hal Tasarımı (ARRL*, 1977), pp 26-27.

D. Huff, W6JL, "Homebrew PIN Diyot QRO QSK Sistemi", *Funkamateur,* Mart 2016, **www.funkamateur.de/tl_dosyaları/indirmeler/hefte/2017/w6jl_improved_qsk_system_mar_2016.pdf**

E. P. Lathi, *Modern Dijital ve Analog İletişim Sistemleri, Oxford* University Press.

F. Pozar, *Mikrodalga Mühendisliği,* Dördüncü Baskı (John Wiley ve Oğulları, 2012).

G. Rosu, Y03DACNA3IUL, "RF Güç **Amplifikatörleri", www.qsl.net/va3iul.**

İ. Rosu, Y03DACNA3IUL, "RF Anahtarları", **www.qsl.net/va3iul/RF_Switches/RF_ Switches.pdf**

W. Sabin, W0IYH, "SSB/CW için bir 455 kHz İF Sinyal İşlemcisi" *QEX, Mar/Nisan* 2002, pp 11-16 .

W. Sabin ve E. Schoenike, Editörler *Tek Taraflı Sistemler ve Devreler (McGraw-Hill*, 1987).

W. Sabin, W0IYH, "SSB için RF Clippers", *QST,* Jul 1967, pp 13-18.

W. Gümüş, N0AX, Uygulamalı Radyo, Deney # 174 "Anahtarlama *Amplifikatörleri", QST,* Temmuz 2017, s. 58-59 .

J. Scarlett, KD70, "Yüksek Performanslı Bir Dijital Alıcı-Verici Tasarımı", Bölüm 1-3, *QEX, Temmuz/Ağustos* 2002, pp 35-44; Mart/Nisan 2003, pp 3-12; Ve Kasım/Aralık 2003, pp 3-11.

M. Schwartz, *İnformation İletim, Modülasyon ve Gürültü, Üçüncü* baskı (McGraw-Hill, 1980).

H. Summers, G0UPL, "SOW HF QCX Güç Amplifikatörü kiti montaj kılavuzu", Bölüm 6.6 "İletim/Alma Anahtarlaması", **www.qrp-labs.com/50wpa. html.**

PIN Diyot Devre Tasarımcısı El Kitabı, Microsemi Corp**. www.iee.li/pdf/essay/pin _ diode _ handbook.pdf**

İçerik

Bölüm 14 - İndirilebilir Ek İçerik

*Ayrıca **Alıcılar** ve **Vericiler** bölümleri için İndirilebilir İçeriğe bakın*

Yazılım Tanımlı Radyo ve DSP Makale ve Projeleri

- Kendi İF SDR'nizi Oluşturun Alex Schwarz, VE7DXW ve Guy Roels, ON6MU
- Bölüm 14 - Audio Oscillator example.grc (GNU Radyo tasarım dosyası)
- Dijital Sinyal İşleme ve GNU Radyo Arkadaşı John Petrich, W7FU ve Tom McDermott, N5EG
- Dijital Sinyal İşleme (DSP) Projeleri: John Petrich, W7FU ve Tom McDermott, N5EG tarafından GNU Radyo ve GRC İşlevsellik Örnekleri
- Eller üzerinde SDR - FPGAs tarafından Scotty Cowling, WA2DFI
- Hands On SDR - Scotty Cowling tarafından üretilen WA2DFI
- Hands On SDR - Scotty Cowling, WA2DFI tarafından FPGA hakkında daha fazla bilgi
- Eller SDR'de - Ağda Radyo Paylaşımı Scotty Cowling, WA2DFI
- Eller SDR'de - Scotty Cowling, WA2DFI tarafından SDR Tasarımlarında FPGA'ların Kullanılması
- Scotty Cowling, WA2DFI tarafından Yüksek Performanslı SDR'ler için Donanım Yapı Taşları
- SDR Basitleştirilmiş - Ray Mack, W5IFS tarafından PID Kontrol Döngüleri Demistifying
- SDR Basitleştirilmiş - Ray Mack, W5IFS tarafından Çalışan SDR Doğru Adım Bir

Transverter Makaleler ve Projeler

- Yaesu FT-817 için 222 MHz Transverter, Paul Wade, W1GHZ
- Yaesu FT-817 için 222 MHz Transverter - Paul Wade, W1GHZ
- Mikrodalga Transverter Sisteminin Montajı Paul Wade, W1GHZ
- Ucuz ve Basit 1296 MHz Transverter Güncellemesi Paul Wade, W1GHZ
- Paul Wade, W1GHZ tarafından Basit ve Ucuz Çok Bantlı Mikrodalga Dönüştürücüler için Düzeltmeler ve İ mprovements
- Transverter Kontrolü için Sekanslayıcılar Paul Wade, W1GHZ
- Akıllı Aptallara Dayanıklı Koşullu Sıralayıcı, Paul Wade, W1GHZ
- Transverter - Yararlı Bir Cihaza Bir Üretim Bill Wageman, K5MAT
- Transverter, Tom Williams, WA1MBA
- Evrensel **MMİC Preamp** tarafından Paul Wade, W1GHZ

Alıcı-verici Tasarım Konuları

Bu bölüm, etkili bir alıcı-vericiye alma ve iletme işlevlerini entegre etmeyi amaçlayan sistem düzeyindeki endişeleri yakalamayı amaçlamaktadır. Bu bölümün, Amatör Radyo'daki SOR teknolojisinin genişletilmesiyle birlikte daha fazla malzeme bulundukça büyüyeceği tahmin edilmektedir. Amatörler tarafından dijital sistemlerde ve ağlarda yapılan yenilikler de bu *El Kitabı* bölümünde bir başlangıç noktası bulacaktır. Konuların çakışması beklenmediğinden, uygunsa her konu için referans bölümleri oluşturulacaktır.

Bu baskının bölümü öncelikle SOR tasarımı üzerine üst düzey materyaller içermektedir. N5AC Steve Hicks, sinyal zincirleri ve arayüzleri bölümlerine katkıda bulundu. W7FU yaşındaki John Petrich, *GNU Radyosu'ndaki tanıtım materyalini güncelledi* ve referans materyallerin listesini genişletti. FPGA veri motorlarına ek kısa giriş, Scotty Cowling, WA2DFI tarafından QEX sütunları "Hands-On SOR" serisine dayanmaktadır.

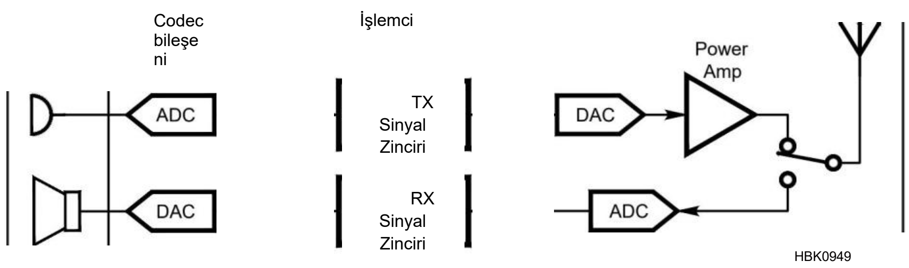
Transverterlerle ilgili materyaller Paul Wade, W1 GHZ ve Wayne Overbeck, N6NB tarafından sağlanmıştır. Eski radyolara panadapter eklenmesi ile ilgili materyaller Ed Krome, K9EK tarafından sağlanmıştır.

Alma, iletme, DSP/SDR temelleri veya ana radyo işlevlerinden herhangi birine düzgün bir şekilde uymayan çok sayıda malzeme var. Bununla birlikte, tüm işlevleri tek bir pakete (alıcı-verici) entegre etmek için bu bilgi hala gereklidir. Mimari, arayüzler, geliştirme araçları ve etkili bir alıcı-verici veya iletişim sistemi oluşturmak için ele alınması gereken diğer birçok konu var. Bu genel amaçlı bölümün amacı, radyoların belirli bir yönüne odaklanan bir bölüm için uygun olmayacak materyaller için El Kitabında bir ev oluşturmaktır. Amatör Radyo, büyük yenilik ve değişimin eşiğinde duruyor - parlak bir gelecek!

SDR Alıcı-Vericilerinde 14.1 Sinyal Zincirleri

Bir SDR'de, hem sinyal iletme hem de alma işlemindeki çoğu çalışma, dijital numuneler üzerinde çalışan bir bilgi işlem veya işleme elemanında gerçekleştirilir. **Şekil 14.1,** telefon işlemi için bir alıcı-verici kurulumunun basit bir diyagramını göstermektedir. İlk önce radyonun iletim tarafına bakıldığında, analog mikrofon sesi bir analogdan dijital dönüştürücüde (ADC) dijital örneklere dönüştürülür. Bu dijital örnekler, *iletim sinyal zincirine girdikleri işlem elemanına iletilir. İletim* sinyali zinciri tipik olarak, modülatör de dahil olmak üzere sinyal üzerinde çeşitli işlevleri yerine getiren bir dizi fonksiyonel bloğa sahiptir. Tamamen dijital bir uyarıcı kullanmak mümkün olsa da, çoğu radyo daha sonra dijital örnekleri dijital sinyali tekrar analog forma dönüştüren bir dijital analog dönüştürücüye (DAC) geçirir. Elde edilen analog sinyal bir RF güç amplifikatörü tarafından yükseltilir ve anten üzerinden iletilir.

Alıcıda, akış yönü tam tersidir: analog RF verileri antenden girer ve bir ADC'de dijital sinyallere dönüştürülür. Bu veriler, alıcı *sinyal zincirine aktarılır ve burada* filtrelenir, demodüle edilir ve duyabileceğimiz bir sinyale işlenir. RTTY gibi bazı dijital modlarda, demodüle edilmiş sinyaller filtrelenir ve analog haline getirilmeden doğrudan dijital sembollere dönüştürülür. Duymamız beklenen modlar için, dijital örnekler bir DAC'ın bunları kulaklıklar, hoparlörler veya hat düzeyinde bir çıkış yoluyla oynatmak için tekrar analoga dönüştürdüğü bir codec'e gönderilir.



Şekil 14.1 - Telefon çalışması için yapılandırılmış bir SDR alıcı-vericisinin üst düzey bir blok diyagramı.

İletim sinyali zinciri ve alma sinyali zinciri bir SDR'nin kalbindedir. Nasıl çalıştıklarına daha yakından bakalım.

14.1.1 Sinyal Zincirini Al

Çoğu alıcı, tek bir alıcı için gerekenden daha fazla dijital örnek yakalar. Bu birçok nedenden dolayı olabilir. Örneğin, spektrumun önemli bir bölümünü yakalayan ve bu spektrumda birkaç alıcı yerleştiren geniş bantlı bir örnekleme alıcımız olabilir. Bu durumda, her bir dar bant alıcısı sadece yakalanan verilerin bir kısmını gerektirir. Dar bant alıcı terimini kullandığımızda, RF spektrumunun 50-20.000 Hz'lik bir diliminde sinyalleri demodüle etmek için kullanılacak bir alıcıdan bahsediyoruz. Başka bir örnekte, alıcı bant genişliğini "ses" aralığına (0-192 kHz gibi) düşüren bir analog veya dijital karıştırma tekniği kullanılarak tasarlanabilir. Radyo, bir spektrum ekranı çizmek için bu daha büyük bant genişliğini koruyabilir, ancak dar bant alıcı işleme için azaltacaktır.

Sonraki adımları anlamak için, öncelikle örnekleme hızı ile mevcut bant genişliği arasındaki ilişkiyi anlamak önemlidir. Genel olarak, örneklenmiş bir RF sisteminde ya gerçek ya da karmaşık örnekler kullanacağız. (DSP **ve SDR Temelleri** bölümüne bakın) Ses girişi ve çıkışı için gerçek örnekler kullanılacaktır. Gerçek örnekler, her örneği temsil eden tek bir sabit veya kayan nokta numarasından oluşur.

Nyquist örnekleme teoremine göre - örnekleme hızımızın en fazla yarısını bant genişliğinde gösterebiliriz. Örneğin, 48 ksps'de (gerçek örnekler) bir mikrofon sinyali örneklersek, 0-24 kHz arasındaki sesi temsil edebiliriz. Pratik bir konu olarak, sesi işlemek için kullandığımız filtreler, bunu 20 kHz civarında bir şeyle sınırlayacak bir geçiş bandına sahip olacaktır.

RF sistemlerinde yaygın olarak kullanılan faz içi ve kuadratür örneklemesini (İ/Q) kullanarak örnekleme yaparsak, her örnek bir çift sabit veya kayan nokta sayısından oluşur, biri İ için diğeri Q için. Bu aynı zamanda - *karmaşık örnekleme olarak da adlandırılır.* Karmaşık örneklenmiş bir sistemde, örnekleme hızı ve örneklenmiş bant genişliği eşittir, filtre geçiş bantlarını göz ardı eder. Örneğin, örnek hızı 48 ksps (karmaşık örnekler) ise, örnekler - almostof 48 kHz ofRF spektrumunu temsil edebilir (yine filtre geçiş bantlarını hesaba katar). Bir için

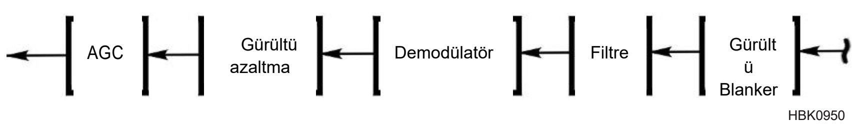
Bu genel kuralların ardındaki nedenleri daha iyi anlamak için, Richard Lyons'un "Dijital *Sinyal İşlemeyi Anlamak'adlı kitabı da dahil olmak üzere* birçok mükemmel referans var. (Bu - bölümde çoğaltmak yerine kapsamlı bir referans kümesi için DSP ve SDR Temelleri, Alma ve Aktarma bölümlerinin Referans bölümlerine bakın.)

Her iki durumda da, alıcı sinyal zincirinin bant genişliğini azaltmak için birincil ihtiyaç, alıcı sinyallerini işlemek için gereken işlem kaynakları tarafından yönlendirilir. Dijital olarak ne kadar fazla bant genişliği yakalanırsa, örnekleme hızı o kadar yüksek olur ve sonuç olarak sinyal zincirimizde daha fazla işlem gücü gerekir. Bir filtredeki ekstra bant genişliğini nihayetinde atmayı planlıyorsak, sonuçta ihtiyaç duyduğumuzdan daha geniş bir bant genişliği işleyerek değerli işlem kaynaklarını boşa harcıyoruz.

Bu durumlardan herhangi birinde, ilk adımımız genellikle gelen sinyallerin bant genişliğini azaltmaktır. (DSP **ve SDR Temelleri** bölümüne bakın) Decimation ile, - birden fazla numuneyi birleştirerek ve daha az numuneye sahip, ancak numune başına daha fazla bit (daha fazla bit genişliği) olan bir çıktı üreterek alıcıdaki numune sayısını azaltıyoruz. Ondalıktan sonra, alıcı tipik olarak 24 ila 48 ksps arasında bir örnekleme oranına sahip olacaktır. Daha sonra sinyal zincirimizin tüm unsurlarını bu oranda işleyeceğiz. Bu kesinlikle gerekli olmasa da, en uygun olanıdır. Örnekleme hızımız sinyal zincirimizin her bloğunda değişirse, sürekli olarak tamponlama ve yeniden örnekleme yapacağız, yine değerli zaman ve bilgi işlem kaynaklarını boşa harcayacağız.

Tipik bir alıcı sinyal zinciri, yine sağdan sola doğru hesaplama yapan Şekil 14.2'de gösterilmiştir. (Bu, Şekil 14.1'de "Sinyal Zinciri Al" etiketli bloktaki sinyal akışı ile aynı yöndür.) Zincirdeki her DSP bloğu, genellikle bir arabellek veya örnek bloğunda girdi örnekleri alacak, blok için algoritmayı kullanarak örnekleri işleyecek ve daha sonra elde edilen örnekleri bir sonraki bloğa geçirecektir. Bu, tüm blokların, başka bir örnek arabelleği gelmeden önce geçen süreden daha kısa sürede işlendiği alma sinyali zincirinin bir gereğidir.

Bu ne anlama geliyor? Diyelim ki sistemimiz 48 ksps'de çalışıyor ve örnek tamponlarımızın her biri 512 örnek. Her 10.67'de bir yeni arabellek alacağız. Bir sonraki örnek arabelleği işleyemiyoruz çünkü hala aldığımız son arabelleği işliyoruz.



Şekil 14.2 - Bir alma sinyali zincirini oluşturan tipik fonksiyonel bloklar.

Daha sonra tamponlar, işlenmesi gereken örneklerin bir kuyruğunu oluşturarak yığılacaktır. Daha da kötüsü, sinyal zincirinin çıkışındaki DAC'miz, bir örnek arabellek akışını sürekli bir ses sinyaline dönüştürme sorumluluğuna sahiptir. İfwe, önceki arabelleği tükettiğinde bir arabellek göndermeyerek onu "aç bırakır", boş ses çalmaya veya önceki arabellekleri tekrarlamaya zorlanacaktır. Dijital elektroniği bu şekilde inşa ettiyseniz, etkileri ilk elden deneyimlemiş olabilirsiniz. İşte diğer mühendislerin benzer bir sorunla nasıl başa çıktıklarına dair bazı örnekler:

1. İn XM uydu radyosu, uydu sinyali kısaca kaybolduğunda, bazı uydu radyoları "konfor gürültüsü", normal bir AM veya FM sinyaline benzeyen düşük seviyeli bir tıslama çalar. Bu gürültü tamamen sentetiktir ve alıcıdaki herhangi bir gerçek gürültüyü temsil etmez. Kaynak sinyali dijital olduğundan, alıcı sinyalin ne zaman solduğunu bilir ve kolayca "boş ses" çalabilir, ancak muhtemelen bu sesin tüketiciye radyonun çalıştığını, ancak bir sinyal kaybettiğini en iyi şekilde ileteceğine karar verildi.

2. Birçok CD çalar, bir çizik ve sinyali kurtaramama nedeniyle diskten dijital veriler için aç kaldığında, son dijital arabelleğin içeriğini tekrar oynatır ve bu da atlanan bir vinil kayıt oynatıcıyı anımsatan tekrarlayan bir sesle sonuçlanır. Bu ses, geleneksel (analog) vinil kullanıcılarına diskte bir sorun olduğunu iletir. (Ancak veriler, bir aracın arka koltuğunda güneş ışığında bırakıldığında bükülmez!)

Bu nedenle, tüm blokların yeni bir arabellek toplamak için gereken sürede işlenebilmesini sağlamak için bütçe işlem gücü önemlidir. Radyomuzun birden fazla alıcısı varsa, ancak tek bir işlem elemanı varsa, gereksinimimiz tüm alıcılar için tüm DSP bloklarını tek bir tampon için gerekli sürede işlemek olacaktır. Bu tartışmanın kapsamının ötesinde, hem simetrik hem de asimetrik olan çok çekirdekli işlemcilerin, DSP bloklarını ve alıcılarını sendeleyen veya boru hattı yapan ve işleme gereksinimlerinin farklı çekirdeklere yayılmasına izin veren bazı benzersiz çözümler için bir platform sağlayabileceğini belirtmek gerekir.

PASS-BAND FILTER

Sonra, tamponlanmış verileri filtreliyoruz. Filtre, gereksiz sinyalleri tampondan uzaklaştırır ve onu sadece *alıcı geçiş bandı olarak adlandırılan ilgi bant genişliğimizle sınırlar.* Filtreye giren örnekler 48 ksps/Q veri olduğundan, 40 kHz ses bant genişliği sırasına göre bir şeyle başlıyoruz. İfwe yan bant kullanıyor, sadece tipik olarak 2-5 kHz bant genişliğiyle ilgileniyoruz. CW kullanıyorsak, bant genişliğini 50-100 Hz'e düşürmek isteyebiliriz. Filtre, DSP filtreleme tekniklerini kullanarak bant genişliğinde bu azalmayı sağlar. (Analog **ve Dijital Filtreleme** bölümüne bakın)

Filtrenin gerekli şekil faktörünü oluşturmak için filtre eteğinin ne kadar dik veya keskin olması gerektiğine bağlı olarak filtre işlemini gerçekleştirmeden önce filtrenin birkaç zaman alanı örneği tamponu biriktirmesi gerekebilir. Daha önce de belirtildiği gibi, gerekli tamponları biriktirdikten sonra, filtreyi tamponlama süremiz içinde işlememiz gerekir. Örneğin, arabellek boyutumuz 512 örnek ise ve 2048 dokunuşlu bir çakışma ve kaydetme FIR filtresi kullanıyorsak, filtreyi işlemeden önce 2048 örnek toplamamız gerekecektir. Bundan sonra, bir sonraki işlem için filtreye 1024 örnek eklenecektir, çünkü 1024 örnek son işlemden kaydedilir. Toplamda, bu filtreyi 1024/48 ksps = 20.3 ms CPU süresinin altında işleyebilmeliyiz (diğer tüm sinyal zinciri işlemleri dahil).

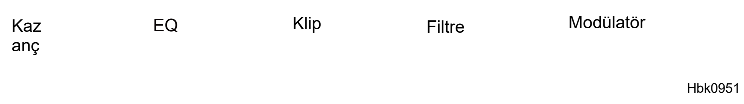
Alıcılarda kullanılan filtreler, sonlu dürtü yanıtı (FIR) ve sonsuz dürtü yanıtı (İIR) dahil olmak üzere birçok farklı topolojiye sahip olabilir. Bu iki geniş kategoride bile, geçiş bandı ve durma bandı dalgalanmasını, faz bozulmasını (bazı dijital modlara zararlı), grup gecikmesini ve diğer parametreleri etkileyen birçok ek varyasyon vardır. Ayrıca, sinyaller operatöre sunulmadan önceki son filtre olduğu için genellikle son filtre olarak adlandırılan bu filtre, alıcı gecikmesinin önemli bir bölümünü belirleyecektir (bir RF sinyalinin veri veya ses çıkışına girişi arasındaki gecikme). Neden böyle? Örnekleme hızı ne kadar yavaşsa, -numunelerin toplanması ve filtrelenmesi gecikme süresi üzerinde o kadar etkili olur.

Bazı radyolar, operatörün filtre parametrelerinde takas yapmasına izin verir, bir seferde düşük gecikmeyi tercih eder ve -diğerinde en iyi filtrelemeyi tercih eder. 4096 musluk kullanan oldukça büyük bir FIR filtresi, kabaca 1.5 x 4096 / 48 ksps = 128 ms gecikme süresi ekleyecektir. Bu, telefon görüşmeleri için büyük bir miktar değildir, ancak CW itiraz için önemli olacaktır.

SDR'nin en büyük zaferlerinden biri, elektronik veya mekanik filtreler koleksiyonuna ihtiyaç duyma bağımlılığımızı ortadan kaldırmış olmamızdır. Artık, eski elektronik ve mekanik filtre koleksiyonumuzun tasarım maliyeti veya alanı hakkında endişelenmeden, geçiş bandımızı işletme taleplerimizi karşılayacak şekilde uyarlamamızı sağlayan sürekli değişken filtrelere sahibiz. Bazı radyolarda, daha iyi filtre şekli faktörü seçmek veya işlemlerimizin belirttiği gibi daha düşük gecikme süresi seçmek için filtredeki muslukları da ayarlayabiliriz.

DEMODÜLATÖR

Demodülatör, havadaki sinyalin, duyacağımız temel bant ses sinyaline dönüşümünü gerçekleştirir. Örneğin, FM ile, sesin genliğine göre frekans değiştiren sabit genlikli bir taşıyıcıyı, kulaklarımız ve beynimizle anlayabileceğimiz zaman alanı genlikli değişen bir sinyale dönüştürmeliyiz. Çıktısı



Şekil 14.3 - Bir iletim sinyali zincirini oluşturan tipik fonksiyonel bloklar.

Demodülatör, duyabileceğimiz ve anlayabileceğimiz bir sestir.

Demodülatör bloğu, kullanılan moda göre seçilir. Ön paneldeki radyonun modunu değiştirdiğinizde, yeni seçtiğiniz mod için bir demodülatörü diğeriyle değiştirirsiniz. Elbette, filtreleme ve gürültü azaltma teknikleri de moda göre değişebilir ve bu nedenle DSP zincirindeki diğer blokları her modun gereksinimlerine göre değiştirebiliriz.

14.1.2 İletim Sinyali Zinciri

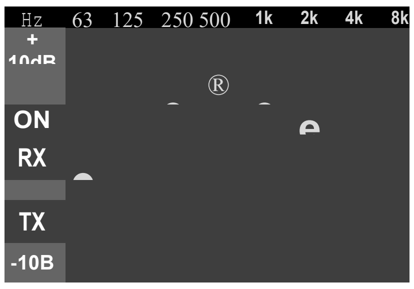
Telefon için, iletim sinyal zinciri hava üzerinden iletim için konuşulan ses hazırlayacaktır. Eğer modumuz CW veya diğer dijital modlar ise, iletim sinyali zinciri çok farklı olacaktır, belki de sadece havada göndereceğimiz tonları üreten tek veya bir çift yazılım osilatörü olacaktır. **Şekil 14.3,** telefon iletimi için tipik bir sinyal zincirini göstermektedir.

GAİN

Tasarımcının radyodaki çıkış gücünü değiştirme yeteneğini nasıl uyguladığına bağlı olarak, sinyal zincirinin başlangıcında vericinin gücünü yükseltmek veya azaltmak için ayarlanabilen bir kazanç aşaması olabilir. Bu kazanç aşaması radyonun diğer yerlerinde de uygulanabilir. Bir kazanç aşaması, arabellekteki tüm örnekleri bir giriş seviyesi değeri ile çarpar ve arabellekteki tüm ses örneklerinin seviyesini yükseltir veya düşürür.

EQUALİZATION

Yazılım tanımlı bir radyoda, frekans bantlarını bir ses arabelleğinde izole etmek ve her bir bandın göreceli gücünün yükseltilmesine veya düşürülmesine izin vermek kolaydır. Bu eşitleme fonksiyonu, alıcı tarafta en iyi sesi üretmek için bir kişinin sesini uyarlamak için kullanılabilir. Bu fonksiyon eşitleme veya basitçe EQ olarak bilinir. Eşitleme fonksiyonuna giriş, her bir ilgi bandı için göreceli artış veya azalıştır. Her ses bandı için dikey kaydırıcılara sahip tipik bir ekolayzır paneli **Şekil 14.4'te gösterilmiştir.** Eşitleme aşamasının çıkışında, iletim için hazırlanmış sesimiz var, ancak radyoda ayarlanmış olan gerekli çıkış seviyelerini aşabilir. Örneğin, bir amplifikatör girişinin aşılmasını önlemek için radyo için bağımsız olarak maksimum bir çıkış gücü ayarlamış olabiliriz. Burası bir kırpıcının faydalı olduğu yerdir.



Şekil 14.4 - İlgili her frekans bandı için ayarlamaları gösteren bir ekolayzer kontrol penceresi.

CLIPPER/ALC

Gerekli güç seviyelerini aşan sinyallerin seviyesini azaltmak için bir kesme makinesi kullanılabilir. Bunu genellikle tampondaki her numuneyi izin verilen maksimum seviye için kontrol ederek ve eşiği aşan numuneleri maksimum seviyenin karşılık gelen bir numunesiyle değiştirerek, böylece bu numunenin tepe değerini kırparak yapar.

Kırpma istenmeyen etkilere neden olabilirken, radyonun operatör tarafından sağlanan sınırların dışında çalışmasını önlemek gerekebilir. Otomatik seviye kontrolü (ALC), bir aşağı akım amplifikatörünün, seviyelerin düşürülmesini isteyen radyoya voltaj sağlaması durumunda sinyal seviyelerini azaltmak için de kullanılabilir.

Genel olarak, sinyal zincirinin farklı aşamalarında elde edilen bir dizi sayaç ekranı veya değeri, operatöre sinyal zinciri içinde meydana gelen istenmeyen etkiler hakkında bilgi sağlayacaktır. Bu, operatörün istenmeyen etkileri düzeltmek için ayarlamalar yapmasını sağlar. Radyodaki örnekleri değiştirerek sinyal seviyesi üzerinde mutlak kontrole sahip olduğumuzdan, radyoda maksimum bir güç çıkışı ayarlamak ve sinyal zincirinin uygun ayarlamaları yapmasına izin vermek, ALC'ye güvenmekten daha iyidir.

Çok aktif olan bir ALC alt sistemi, iletim sinyalini modüle edebilir. Bu, başlamak için sinyal zincirindeki uygun seviyeleri ayarlayarak önlenebilecek bozulmaya neden olur. Bu nedenle birçok dijital mod kılavuzu, sinyalin güç kontrol sistemleri tarafından istem dışı bozulmasını önlemek için ALC sisteminin devre dışı bırakılmasını belirtir.

FILTER

Ouraudio girişi, gerekli olanların çok üstünde veya iyi uygulamalara uygun frekans bileşenleri içerebileceğinden, bunları kaldırmak için bir filtre kullanılır. Normal SSB çalışması için, filtreyi 100 Hz-2.8 kHz'den ses geçirecek şekilde ayarlayabiliriz. Genişletilmiş Sinyal Kenar Bandı (ESSB) için, filtreyi 50 Hz-4 kHz veya daha fazla ses iletecek şekilde ayarlayabiliriz. İletim filtresi ayarı, iletimin gerçekleştiği ülkedeki iletişim yasalarına uyacak şekilde de ayarlanabilir.

Filtre, sinyal zincir filtresindeki benzer DSP tekniklerini kullanarak iletimden önce sinyalin gereksiz frekans bileşenlerini kaldıracaktır.

MODÜLATÖR

Modülatör daha sonra ses sinyalini alır ve çalışma modunun gerektirdiği modüle edilmiş bir RF veya İF sinyali oluşturur. Modülatör, sesi SSB için uygun kenar bandına yerleştirmeye, AM için taşıyıcıyı üretmeye ve FM için frekans modülasyonu yapmaya özen gösterir. Modülasyondan sonra sinyal iletilmeye hazırdır.

ÖZET

Sinyal zincirleri, yazılım tanımlı radyonun kalbidir. Bu genel bakış, bir sinyal zincirinin nasıl bir araya getirildiğinin ve DSP işlevlerinin her birinin gereksinimlerinin temellerini sağlar. Bir SDR'deki tipik bir sinyal zinciri, numuneleri saymak için bloklar, operatöre değerli geribildirim sağlamak, daha fazla ses uyarlama ve filtreleme blokları, hava testi için osilatörler, konuşma kompresörleri vb.

14.2 Kullanıcı İnterface'leri

Yıllar önce, radyolarımızı ayarlamak için kullandığımız topuz, genellikle topuz döndürülürken görünecek şekilde dönecek bir plastik parça üzerine yerleştirilmiş bir frekans göstergesine takılıydı. Plastik işaretleyici, bir bant anahtarı tarafından seçilen bir bant içine bir ofset görüntüledi. Gelen herhangi bir sinyalin gücü, AGC devresinden gelen voltaj tarafından uyarılan bir manyetik sayaç hareketi olan bir S metre üzerinde gösterilecektir. 1970'lerde ve 1980'lerde, *sıvı kristal ekran (LCD) ve ışık yayan diyot (LED)* ekranı popülerlik kazandı ve çoğu radyo üreticisi LCD ve veya LED'leri kullanan bir tür ekran cihazı benimsedi. Her iki teknoloji de frekans, mod seçimleri ve simüle edilmiş S sayaçlarını mekanik muadilleri olmadan göstermek için kullanıldı.

Geçmişin bu teknolojileri sadece minimum *durumsal farkındalık sağladı.* Sadece elimizdeki aletlerle sınırlı spektrumun dar bir görüşüne sahiptik, dar alıcımızdaki sinyal gücünü bir mevcut frekansımızın gösterimi. Grupta kaç tane sinyal olduğunu, ne kadar güçlü olduklarını, gruptaki gürültü tabanının yükselip yükselmediğini veya sadece yerel bir gürültünün bize parazite neden olduğu yerleri dinleyip dinlemediğimizi görmenin bir yolu yoktu.

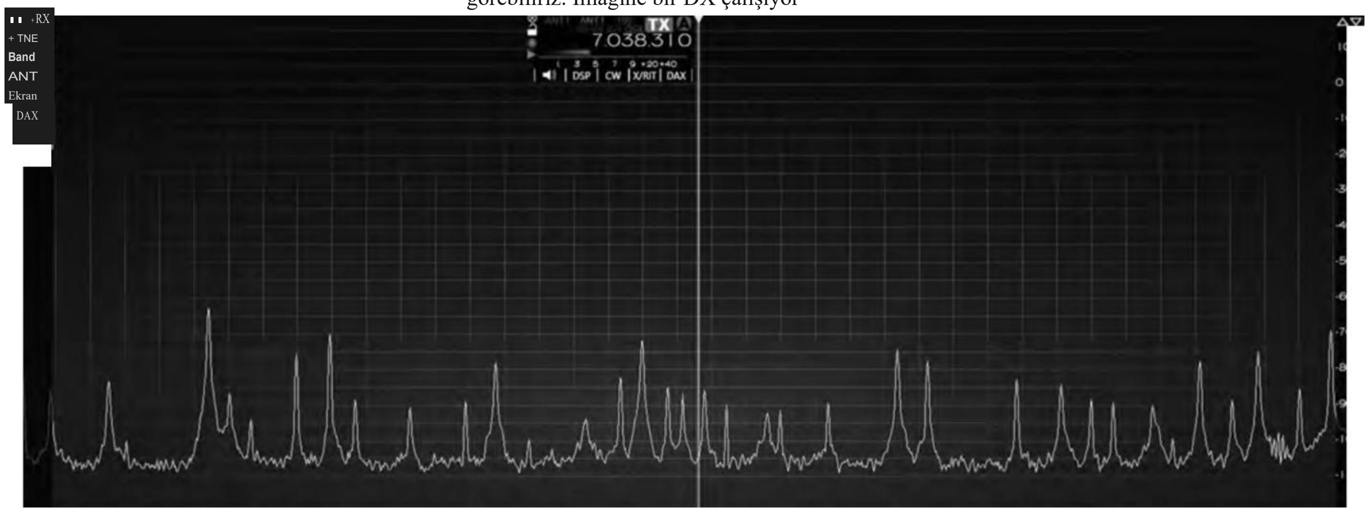
Modem alıcı-vericilerinde bulunan panadapterlerle, bant boyunca tüm sinyalleri görebiliriz. Gruplar meşgul olduğunda CQ'yu arayacak bir yer bulmak zor olabilir. Bir panadapter ile, gruba bakabilir ve boşlukların nerede olduğunu fark edebilir, hızlı bir şekilde boş bir frekansa ayarlayabilir ve CQ'yu arayabiliriz. Güçlü ve zayıf sinyallerin bandın neresinde olduğunu da anında söyleyebiliriz. Belirli bir yayılma yoluyla konumumuza ulaşan sinyalleri arıyorsak, benzer görünen veya benzer güç seviyelerini paylaşan sinyalleri arayabiliriz.

Şelale ekranı, zaman-tarihsel bir bükülme ile aynı bilgileri sağlar. Şelalenin içinde sinyallerin ve gürültünün zamanla nasıl değiştiğini görebiliriz. İmagine bir DX çalışıyor Birkaç yüz amatörün hepsinin aynı istasyonda çalışmaya çalıştığı yığılma. DX istasyonunun sistematik olarak her istasyonla temas kurmasını ve çalışma modellerini gözlemleyebiliriz. DX istasyonunun nerede dinlediğini biliyoruz, çünkü yığıntaki her istasyonun DX istasyonuna çağrıldığı gibi yanıt verdiğini görebiliyoruz. Bu paterni gözlemleyerek, şimdi DX'in daha sonra nerede dinleyeceğini biliyoruz ve bu konumdaki çağrımızı bırakıp temas kurabiliyoruz. Bugün panadapter sevenler ağıt: Bu yetenek olmadan nasıl hayatta kaldık?

Bantlar ve alıcımız hakkında durumsal bir farkındalık kazanmak için bugün mevcut olan araçlar önemli ölçüde değişti. Bu araçların her birine biraz daha ayrıntılı olarak bakalım.

14.2.1 Panadapter ekran

Şekil 14.5'te gösterilen panadapter veya spektrum ekranı genliği gösterir



Şekil 14.5 - 40 metre CW segmentinin yaklaşık 18 kHz üzerinde bir dizi sinyal gösteren tipik bir panadapter ekran.

Bir dizi frekans boyunca sinyaller. Panadapter'ın tasarım kökleri, 1950'lerde ve 1960'larda tasarlanan spektrum analizörlerinden gelmektedir. Bu enstrümanlar, bant boyunca ayarlanan süpürülmüş bir alıcıya sahipti. Alıcı bandı ayarladığında, alıcıdaki sinyal seviyesi yakalandı ve görüntülendi. Elde edilen görüntü, x ekseninde frekans ve y ekseninde genlik içeren bir grafiktir.

Spektrum analizörü, radyo tasarımı ve sorun gidermeden hava parazit problemlerinin analizine kadar birçok alanda değerini kanıtlamıştır. Spektrumun neredeyse sürekli görünümü, operatörün spektrumu hızlı bir şekilde anlamasını ve buna göre hareket etmesini sağlar. Bir spektrum analizörünün kontrolleri, çözünürlük bant genişliği *(RBW), alıcının süpürme hızı,* görüntülenen toplam bant genişliği ve diğer parametreler olarak bilinen süpürme alıcısının bant genişliğinin değiştirilmesine izin verir. (Spektrum analizörleri hakkında daha fazla bilgi için Test Ölçümleri ve Ekipmanları bölümüne bakın.)

Bir sinyalin yokluğunda, süpürülmüş alıcı, analizörün giriş portundan veya spektrum analizörünün gürültü tabanından daha yüksek gürültüyü döndürür. Görselleştirilen veya boyanan bu gürültü tabanı, kısmen süpürme alıcısının kendisinin bant genişliğinin bir fonksiyonudur: bant genişliği ne kadar geniş olursa, alıcıya o kadar fazla gürültü girilir ve gürültü zemini o kadar yüksek görünür. Süpürme üzerinde görselleştirilen gürültü zemini ilgi sinyallerinden daha yüksekse, alıcının çözünürlük bant genişliği düşürülebilir, böylece alıcıya izin verilen gürültü azaltılabilir ve ekranın gürültü zemini düşürülebilir.

Bir sinyalin yokluğunda ve eşit olarak dağıtılmış gürültü varsayıldığında, alıcıdaki toplam gürültü bant genişliği filtresi tarafından yarıya indirildiğinden, çözünürlük bant genişliği her seferinde 3 dB düşecektir. Tipik olarak, ekranda daha az bant genişliği göstermek için ekran "yakınlaştırıldığından", cihaz süpürmedeki alıcı bant genişliğini otomatik olarak azaltacaktır (çözünürlük bant genişliği) ve ekranın gürültü zemini düşecektir. Bir spektrum ekranına süpürülmüş alıcı yaklaşımı, İcom 756 Pro serisi gibi 2000'lerin başında tasarlanan radyolarda kullanılır.

Süpürülmüş alıcı tasarımının yine de bazı önemli dezavantajları vardır. İlk olarak, alıcının yerleşmesi, bir ölçüm yapılması ve alıcının bir sonraki frekansa ayarlanması için zaman gereklidir. Bu, alıcının ayarlayabileceği hızı sınırlar ve genellikle modem panadapterlerin tam çekim görünümünden yoksun ekranın yavaş bir "boyanmasına" neden olur.

Yavaş süpürme hızı durumsal farkındalığı azaltır. Örneğin, oturan birinin bir dizi CW < lit gönderdiğini hayal edin. Süpürülmüş tasarımda, alıcı tipik olarak CW < lit sinyalini geçerken bir sinyal duyar veya sinyal duymaz. Ya gürültüden güzel bir sinyal göreceğiz - ya da hiçbir şey - süpürme alıcımızla ilgili olarak ditlerin zamanlamasına bağlı olarak. Birçok canlandırıcı bir modem panadapter ile Saniyede zaman, sinyalin CW < lits ile yükseldiğini ve düştüğünü görebiliriz, bu da bize neler olup bittiğini net bir şekilde görebilmemizi sağlar .

Süpürülmüş alıcı tasarımının ikinci dezavantajı, süpürme hızı ve çözünürlük bant genişliği arasındaki değişimdir. Spektrumda daha fazla ayrıntı görmek için RBW'yi düşürdükçe, ölçüm hızı daha uzun sürdüğü için süpürme hızı yavaşlamalıdır; Öncelikle dar filtre, sinyallerin ölçüm gerçekleşmeden önce geçmesi ve stabilize olması için daha fazla zaman gerektirir. Görmek istediğimiz daha fazla ayrıntı, ekran güncellemelerimiz ne kadar yavaşsa ve durumsal farkındalığımız o kadar düşük olur.

Günümüzün alıcı-verici panadapter ekranları, dikkate değer bir istisna dışında, spektrum analizörünün aynı prensiplerinin birçoğu üzerine inşa edilmiştir: Günümüzün alıcı panadapterleri neredeyse her zaman aFastFourierTransformor FFT'den üretilmiştir (DSP **ve SDR Temelleri** bölümüne bakınız). FFT, bir analog-todigital dönüştürücüden zaman alanı örneklerinin geniş bir bant genişliğini kabul eder ve zaman alanı - sinyallerini frekans spektrumuna çevirir.

PANADAPTER TÜRLERI

Mevcut amatör ürünlerde mevcut iki ana panadapter türü vardır; *Bağımlı ve bağımsız* panadapter. Bağımlı bir panadapter tasarımında, panadapter için veriler alıcının İF sinyalinden gelir. Bu senaryoda, panadapterer her zaman merkezde gösterilen alınan frekansımızın her iki tarafındaki spektrumu gösterecektir. Örneğin, panadapter ekran 192 kHz'lik bir alana yayılırsa, alıcı frekansımız merkezde olacak ve alıcının her iki tarafında 96 kHz'lik bir spektrum göreceğiz.

Aksine, bağımsız bir ekran alıcıdan bağımsız olarak çalışır. Panadapter ekran frekansları taşınabilir ve alınan frekans ekranın merkezinde olmadan taşınabilir. Bu, soldaki DX istasyonu ile bir DX yığınını, sağdaki yığılmayı ve vericimizi spektrum ekranını değiştirmeden yığılma boyunca ayarlamayı sağlar. Bu, yalnızca radyodaki alıcılardan bağımsız olarak ayarlanan panadapter için ayrı bir alıcı gerektirir.

Panadapter'i inşa etmek için kullanılan FFT her zaman ***noktalar veya kutularla ölçülür, bunların her biri*** esasen spektrum - analizöründeki süpürme alıcımız gibi bir alıcı kanalları topluluğudur. Kutular, FFT tarafından verilen frekans aralığında eşit aralıklarla yerleştirilmiştir. Her kutunun bant genişliği, FFT'ye sunulan toplam örnekleme genişliğinin FFT noktalarının sayısına bölünmesiyle belirlenir. Örneğin, girişimiz saniyede 192 kilosample (kısaltılmış ksps) ise ve 4096 noktalı bir FFT kullanırsak, FFT'nin her kutusu 192.000/4096 = 46.875 Hz genişliğinde bir alıcıyı temsil eder. Başka bir deyişle, FFT'mizin ekranındaki her nokta, bir alıcı tarafından duyulan sinyali ve gürültüyü temsil eder.

Bant genişliği yaklaşık 4 7 Hz. Bu şekilde, panadapteri, FFT kutularımızın her birinde sinyal seviyesini sürekli olarak gösteren yanlarına yerleştirilmiş eşit aralıklı S metre serisi olarak düşünebilirsiniz.

Bir panadapter için bir FFT hesaplamak için, FFT önce FFT'nin giriş kayıtlarını doldurmak için yeterli zaman alanı örnekleri toplamalıdır. Önceki örneği kullanarak, 4096 noktalı bir FFT, 4096 noktalı bir frekansydomain çıkışı oluşturmak için 4096 zaman alanı giriş örneği gerektirdi. 192 ksps'de çalışan bir alıcı için, bu örnekleri toplamak için gereken süre 4096/192,000 = 21.3 ms. Bu süreden sonra, FFT hesaplanabilir ve operatör için bir çerçeve görüntülenebilir. Ekran için mümkün olan en yüksek kare hızı, girişi doldurma süresinin karşılıklı değeridir. Bu örnekte, l/21.3ms = saniyede 46.875 kare (46.875 Hz yenileme veya güncelleme hızı). Bu kare hızının tam olarak FFT'nin bin genişliğine eşit olduğunu unutmayın.

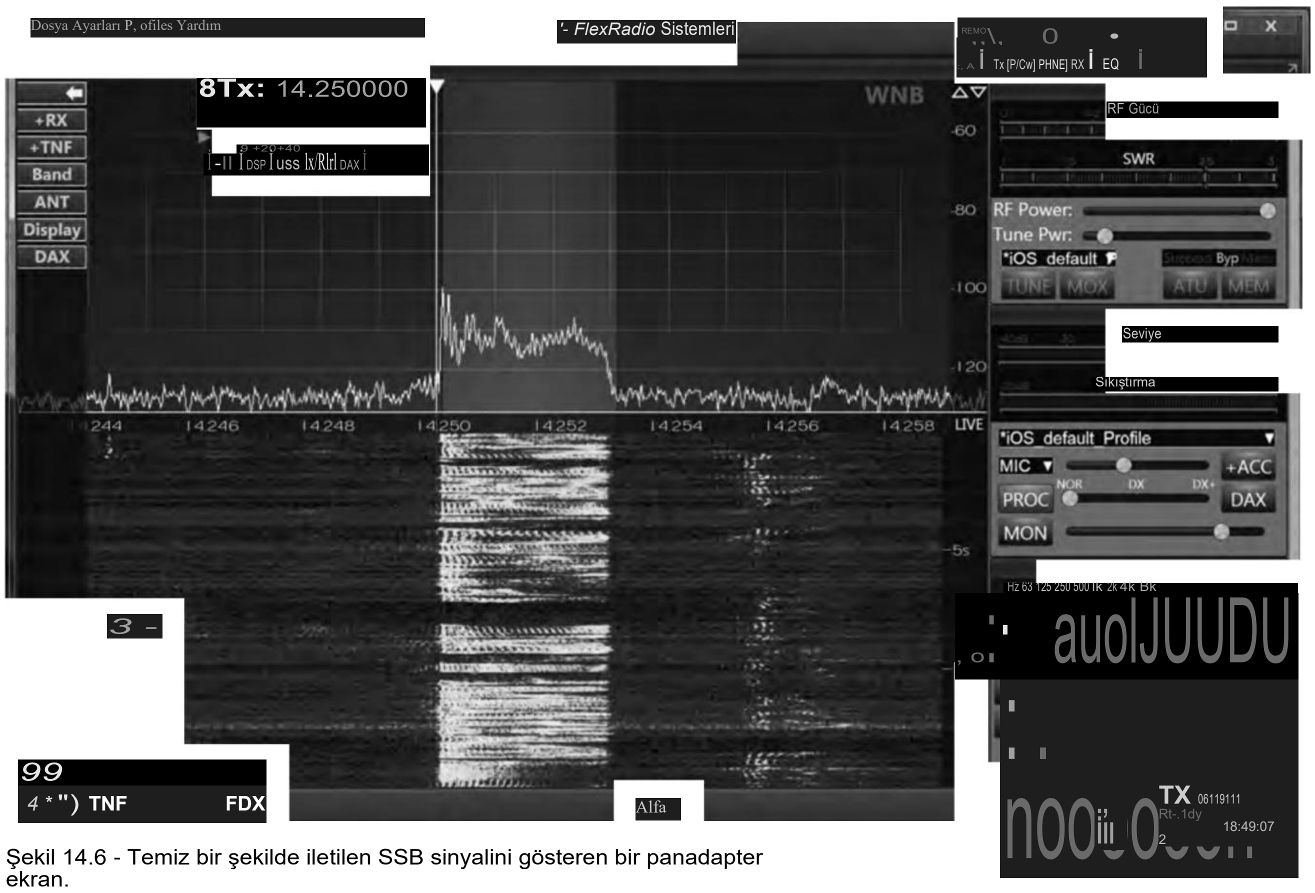
3 kHz bant genişliğine sahip tipik bir yan bant sinyali göz önüne alındığında, az önce açıklanan panadapter, alınan bir sinyalin ses aralığında 3.000 Hz İ 46.875 Hz = 64 farklı nokta gösterecektir. Yan bant sinyali, frekans olarak RF spektrumuna kaydırılan operatörün sesindeki ses olduğundan, operatör konuşurken 64 farklı frekansın her birinde operatörün sesindeki enerjiyi görebiliriz. Operatörün amaçlanan iletim bant genişliğinin dışında, istemeden iletilen herhangi bir RF'yi de gözlemleyebiliriz. Bu, bant üzerindeki sinyallerin temizliğini önemli ölçüde ayrıntılı olarak gözlemlememizi sağlar.

Şekil 14.6 oldukça temiz bir iletilen SSB sinyali gösterir, ilgi iletilen bant dışında az RF vardır, **ve Şekil 14.7** yanlış yapılandırılmış bir amplifikatör neden sıçrama gösteren önemli ölçüde daha az temiz sinyal gösterir. Bu yetenek, sinyal anomalileri olan bir vericiyi teşhis etmek için başka bir amatöre yardımcı olmak için özellikle yararlıdır. İletimlerinin görsel temsili, intermodülasyon bozulmasını, sıçramasını ve diğer sorunları tanımlamak için hızlı bir çalışma yapabilir.

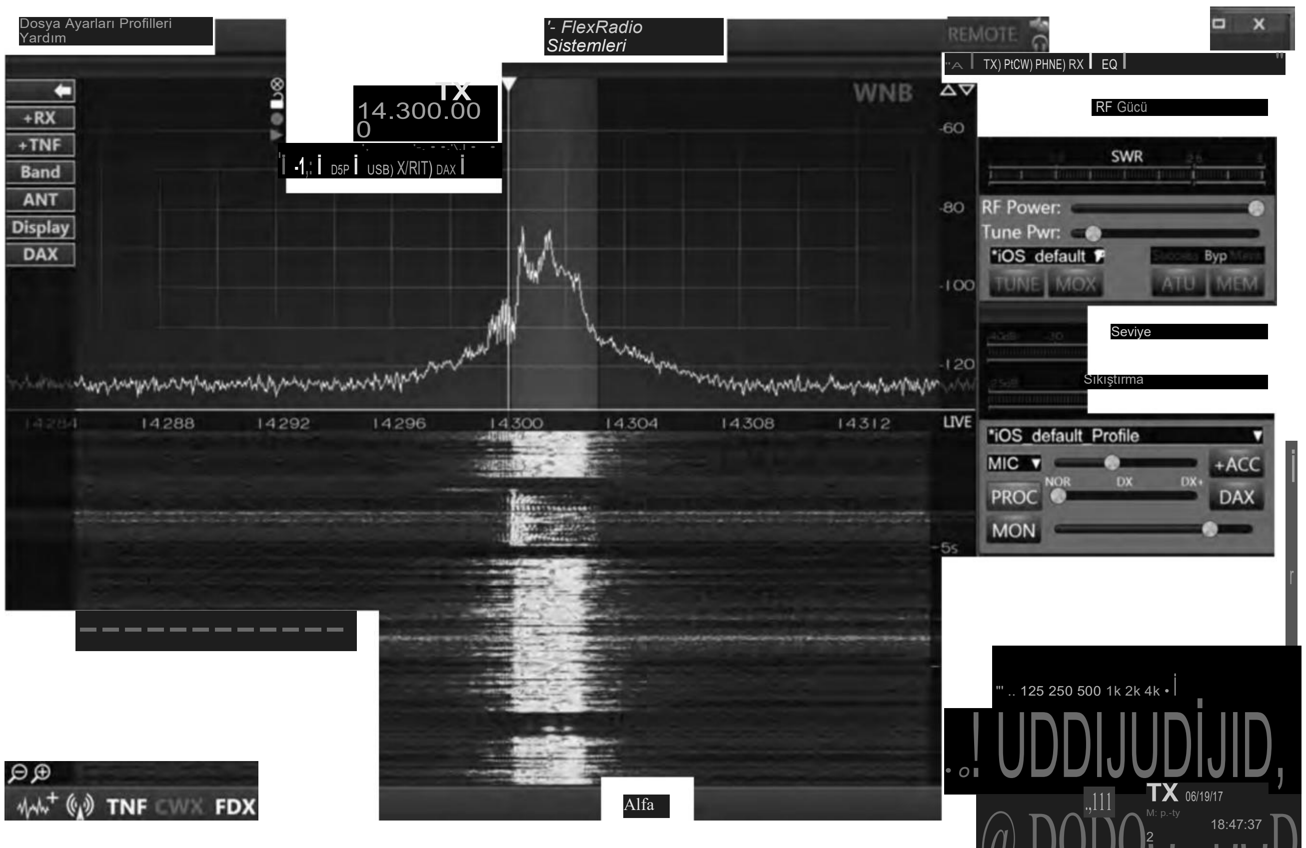
CW ornarrowbanddigitalmodeoperation için, 4 7 Hz'den daha yüksek çözünürlüğe sahip bir panadapter istenir. Daha yüksek çözünürlük elde etmenin iki yolu vardır:

1. FFT'deki nokta sayısındaki artış, her bir FFT kutusunun bant genişliğini doğrudan azaltır, hem gürültü tabanını düşürür hem de çözünürlüğü artırır.

2. ADC'den sunulan örneklerin bant genişliğindeki bir azalma da çözünürlüğü doğrudan etkiler. Örneğin, aynı anda ADC bant genişliğini 96ksps'ye düşürürsek ve FFT'yi 8192 noktaya çıkarırsak, kutu boyutumuz şimdi 96.000/8192 **= 11'dir. 7** Hz, kutu boyutunda dört azalma faktörü. Daha dar çöp kutusunun gürültü tabanı da 6 dB azalacaktır.



Şekil 14.6 - Temiz bir şekilde iletilen SSB sinyalini gösteren bir panadapter ekran.



Şekil **14.7-A Splatter** ve diğer distorsiyon ürünleri ile bir SSB sinyali gösteren panadapter ekran.

Ortaya çıkan ekran daha yüksek çözünürlük gösterir, ancak bunun bir bedeli vardır. İlk olarak, FFT'mizin kare hızı şimdi 11. Saniyede 7 kare. Bunun nedeni, FFT'yi hesaplamadan önce şimdi 8192/96,000 = 85.3 ms veri toplamamız gerektiğidir. Ayrıca, FFT artık daha büyük bir veri süresine dayandığından, ekranda ince zamansal (andan ana) ayrıntılar kaybolur. Örneğin, bir 60 WPM CW sinyali, elemanlar arasında 20 ms dit ve 20 ms boşluktan oluşur. Bu hızda bir < lit dizisi, ilk FFT örneğimizde bireysel darbeler olarak görülebilir, ancak her FFT çerçevesinde birkaç geçiş gerçekleşeceğinden yeni FFT'de biraz kaybolacaktır. Bu zaman sınırı, ince taneli bir FFT'nin bir panadapterde nasıl kullanılabileceğine dair pratik sınırlar koyma eğilimindedir. Diğer pratik sınır ise hesaplama karmaşıklığıdır. FFT'deki nokta sayısı arttıkça, panadapterin temeli olan FFT'yi hesaplamak için daha fazla bilgi işlem gücü gerekir.

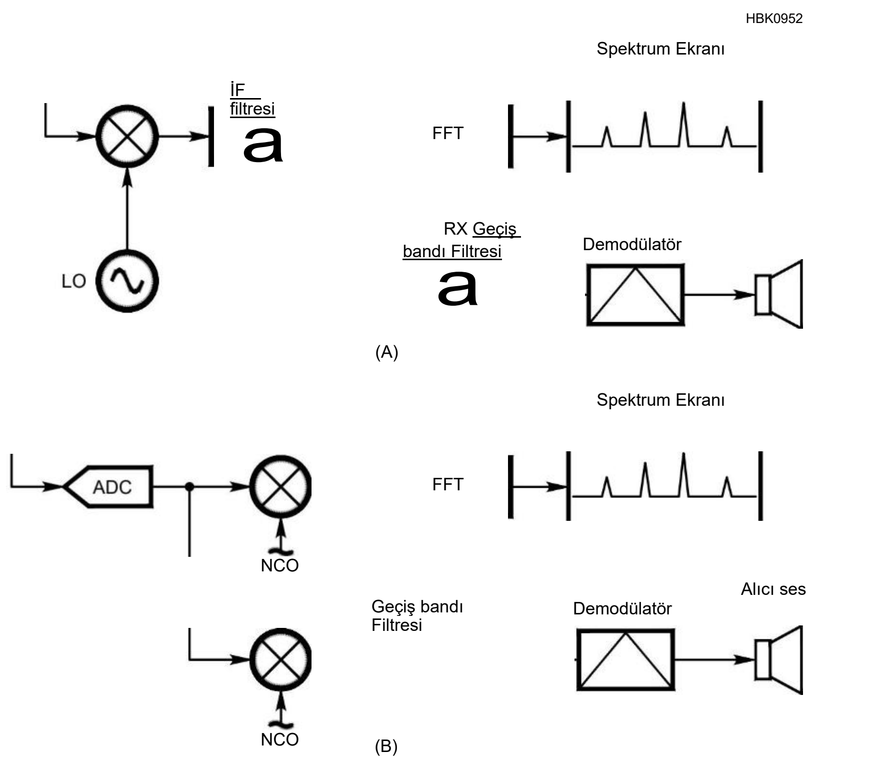
Bir panadapter ekrana ne kadar "yakınlaştırabileceğimiz", gözlemlemek istediğimiz şeyin bir işlevidir. Yaklaşık 3 kHz genişliğinde sinyallere sahip SSB için, bantlardaki diğer sinyallerin iyi bir görünümünü elde etmek için genellikle onlarca kilohertz spektrumu gözlemlemek istiyoruz. Aksine, CW ile, her bir CW sinyalinin tam frekansını belirlemek için yalnızca birkaç kHz bant genişliği görmek isteyebiliriz. İki tonlu FSK (RTTY) ve PSK (PSK3 l) sinyalleri ile, ayarlamaya yardımcı olmak için her iki bileşeni de açıkça görmek yararlı olabilir, ancak ekranın yavaş çalıştığı veya zamansal bozulmaya neden olacak kadar ince bir çözünürlükte değil. Düzgün tasarlanmış bir modem panadapter, - çalışma modumuzda en çok yardımcı olmamız gereken spektrumun görünümünü vermek için panadapterin "sadece doğru'olarak ayarlanmasını sağlamak için bu takasları yapmamıza izin verecektir.

PANADAPTER CONSTRUCTION

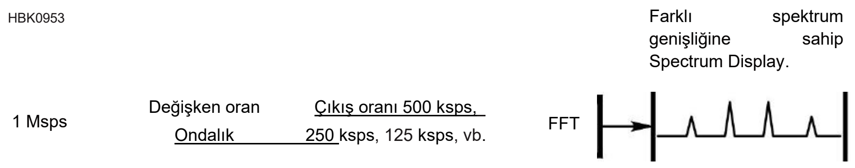
Panadapter ekranları oluşturmak için çeşitli yöntemler vardır, ancak bir panadapter ekranının iki önemli parçası alıcı ve FFT'dir. Daha önce de belirtildiği gibi, bağımlı panadapterler **(Şekil 14.8A),** çalışmaya çalıştığımız istasyonları demodüle etmek ve kopyalamak için kullandığımız aynı alıcıdan türetilmiştir. Bu durumda, birincil karar, alıcının (örnekleme hızı) ne kadar geniş yapılacağıdır, çünkü bu, panadapterimizin bant genişliğini belirleyecektir.

Alıcı sinyal zincirinin işlenmesinin bir PC'de gerçekleştirildiği bağımlı panadapterlere sahip radyo sistemleri, tasarımcı panadapter bant genişliğini sınırlamaya dikkat etmelidir, çünkü tüm bu verilerin PC'ye gönderilmesi ve PC'nin ana CPU'su kullanılarak işlenmesi gerekecektir. Bağımlı panadapter mimarisi *PowerSDR ile icat edildi* ve ilk olarak FLEX-5000 gibi orijinal FlexRadio alıcı-vericilerinde gösterildi. Bu panadapter mimarisi HPSDR ve diğer bazı radyolarda da kullanılmaktadır.

Bağımsız panadapter mimarisiyle...



Şekil 14.8 - Panadapter mimarisi. (A) Panadapter ve ana alıcı sinyal zincirinin ortak ayar ve filtreleme mekanizmalarını paylaştığı bağımlı mimari. Panadapter ve alıcı birlikte ayarlanmıştır. Bağımlı panadapterler hem süperheterodin hem de doğrudan örnekleme alıcıları olarak uygulanabilir. (B) panadapter ve alıcının kendi sinyal zincirine sahip olduğu bağımsız bir mimari gösterir. Panadapter ve alıcı birbirinden bağımsız olarak ayarlanabilir.



Şekil 14.9 - Değişken oranlı imha.

Şekil 14.8B'de gösterilen ture, alıcı ve panadapterlerin ayrı olduğunu görüyoruz. Bu mimari, panadapterin alıcıdan bağımsız olarak ayarlanmasını sağlar ve panadapter ekranının ve alıcılarının kurulmasında daha fazla esneklik sağlar. Diğer önemli husus, alıcıdan FFT'ye örnek akışının oranıdır. Yukarıda tartışıldığı gibi, bu, ekranın yenileme hızı ile birlikte ekranın bin genişliğini etkiler. Ayrıca, alıcıdan ham verileri işlemek için gereken işlem gücü miktarını da etkiler. Panadapter ne kadar genişse, ekranı üretmek için örnekleme hızı verileri o kadar yüksek olur ve veri kaybı olmadığı varsayılarak daha fazla bilgi işlem gücü gerekir.

Bağımsız panadapter archi- kullanarak "basit'bir panadapter ekran uygulamak için Tecture, 16,384 FFT noktasına sahip bir FFT'ye çalışan, örneğin 1 MHz bant genişliğine sahip bir sinyal alıcısı kullanabiliriz (FFT algoritması, kutu sayısının iki güç olmasını gerektirir, bu durumda [12). 4]Bu bize 61 Hz'lik çöp kutusu boyutları verecektir. Radyo ekranımız, diyelim ki, 600 piksel yatay genişliğe sahipse, tek bir pikselde birleştirdiğimiz kutular arasında bir MAX işlevini atarak veya kullanarak yakınlaştırma ve uzaklaştırma özelliğini uygulayabiliriz. Bu tür bir ekran, 61 Hz alıcı bant genişliği ile orantılı olarak tutarlı bir gürültü tabanına da sahip olacaktır.

Bağımsız panadapter mimarisini kullanarak daha gelişmiş bir panadapter uygulamak için, - **Şekil 14.9'da gösterildiği gibi bir değişken oran azaltma fonksiyonu uygulayabiliriz.** Decimator veya resampler bir örnek alabilir

Bir örnek hızında akış ve diğer oranlarda bir akış çıkışı. Bu şekilde, yok etme oranını değiştirerek yakınlaştırıp uzaklaştırabiliriz. Örneğin, decimator'a giriş oranının 1 Mbps olduğunu varsayalım. **1 Mbps**, 500 kbps, 250 kbps, vb. İhtiyacımız olana kadar. Bu veriler daha sonra aynı FFT fonksiyonuna girilebilir.

Elde edilen FFT çıkış kare hızı, giriş örnekleme hızının FFT noktalarının sayısına bölünmesi olacaktır ve örnekleme hızının kutu sayısına bölünmesine eşit bir bin genişliğine sahip olacaktır (İ/Q ***giriş*** verileri varsayılarak). Bu mimari, FLEX-6000 İmza Serisi alıcı-vericilerinde kullanılır ve basit uygulamadan çok daha fazla bilgi işlem kaynağı gerektirir, ancak birçok MHz spektrumuna genişleyebilen veya sadece birkaç kHz'ye yakınlaştırabilen daha yetenekli bir panadapter sağlar.

PANADAPTER ALKIŞLARI

Bir panadapterin faydaları geniş kapsamlı olabilir. En basit durumda, spektrumun anlık görünümü, bandın nerede olduğunu ve kullanılmadığını hızlı bir şekilde gösterebilir. Bandı sadece birkaç saniye izlemek, operatöre CQ'yu aramak için iyi bir yer için bir fikir verir. Aramadan önce grubun kullanılıp kullanılmadığını kontrol etmek her zaman iyi bir fikirdir, çünkü bir konuşmanın yalnızca bir tarafı QTH'nizden duyulabilir, ancak kadranı döndürerek grubun aynı farkındalığını elde etmek zordur.

Mikrodalga zayıf sinyal bantlarında çalışırken, diğer sinyalleri bulmak zor olabilir. Çok soğuk veya çok sıcak havalarda kristal kontrollü kuleler kullanan gezici (mobil) istasyonlar, kristal hatasının daha yüksek bantlar üzerindeki çarpımsal etkisi ve gezgindeki sıcaklık değişiklikleri nedeniyle kadran frekanslarından birçok kHz sürüklenmiş olabilir. Bir panadapter bu operatörleri bulmak için hızlı bir çalışma yapar. Ortak bir metodoloji, bir gezginden bir mikrodalga bandında "çizgi göndermesini" istemek ve ardından anlatım çizgilerinin görünmesi için şelaleyi izlemektir. 500 Hz gürültü tabanının derinliklerindeki sinyaller şelale ekranında görülebildiğinden, istasyonlardan gelen sinyalleri duymadan önce görebiliriz ve bu da antenlerin işaretlenmesine yardımcı olmak için kullanılabilir. Sabit bir istasyon olarak, Sinyal gücünün yükselmesi veya düşmesi için panadapteri izlerken antenlerini döndürmek için bir irtibat frekansında rover operatörü. Bazı panadapterler, [1]kutu boyutlarını azaltmak ve gürültü tabanını daha da görmelerini sağlamak için FET kutularını 27'ye çıkardılar.

İtiraz ederken, genellikle belirli bir düzende çalışan istasyonların avantajları vardır. Örneğin, panadapterde sinyalleri azaltan daha zayıf istasyonlar, bir çarpan ile sonuçlanacak DX istasyonları olabilir. Daha güçlü istasyonların çalışması daha kolaydır ve bu istasyonları ilk önce torbalamak dikkate değer bir strateji olabilir. *Çalışan bazı sprint tarzı yarışmalar,* sürekli bant üzerinde CQ çağıran ve CQ yanıt çalışma istasyonları, izin verilmez. Diğer istasyonları bulmak, bu tür işletme olaylarında hızla çok önemli hale gelir. Bir panadapter ile, istasyonları hızlı bir şekilde bulmak, panadapter ekranında zirveleri aramak için basitleştirilmiştir.

Yarışmalarda sık karşılaşılan bir sorundur ve girişim kaynaklarının hızlı bir şekilde tanımlanması ve çözülmesi önemlidir. Bitişik bir sıçrama istasyonu bir panadapterde açıktır ve bir operatörün diğer operatörün iletim - ekipmanını kontrol etmesini isteyerek doğru istasyona hızlı bir yorum yapmasına izin verebilir. Bazı durumlarda, frekans değişikliği gerekebilir ve yine panadapter nereye taşınacağını bulmaya yardımcı olabilir. Rekabetçi bir bakış açısından, bir panadaptere sahip olmak, diğer rakiplerin nerede olduğunu ve ne yaptıklarını görmek için bir yarış arabasında ekstra aynalara sahip olmak gibidir.

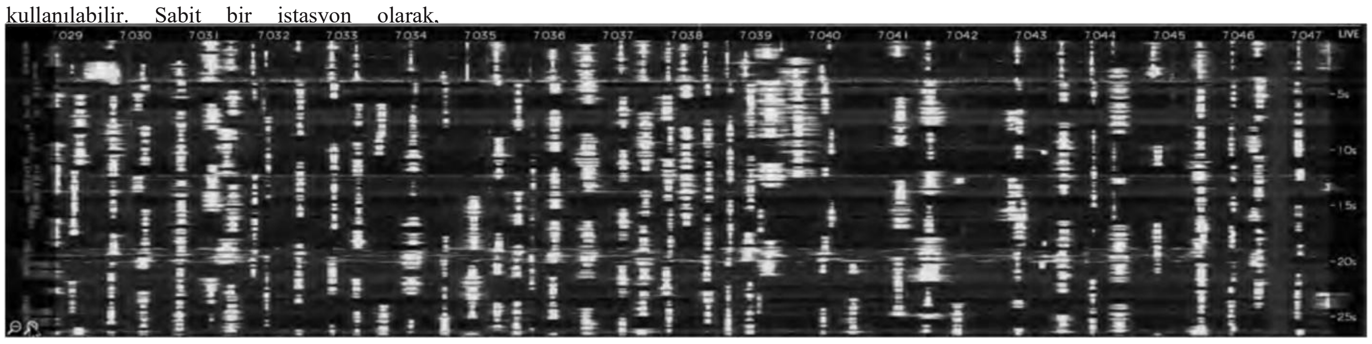
Bir bilgisayar monitöründe görüntülenen panadapterler için, ayar genellikle imleci bir sinyale veya belirli bir frekansa yerleştirerek ve tıklayarak elde edilebilir. Bu şekilde hızlı çalışan istasyonlar, geleneksel alıcılar üzerinde gerekli ayarı atlar. Bu durumda, panadapter önemli bir avantaj sağlayabilir. Bu, aynı zamanda, panadapter ekranında görülen bir sinyale dokunarak ayarlamanın gerçekleştirilebileceği dokunmatik ekranlı cihazlardaki panadapterler için de geçerlidir.

İnterferans ve gürültü bugünün RF manzarasında yaygındır. Panadapter, bir spektrum analizörünün aynı yeteneklerini Gürültünün izolasyonu ve karakterizasyonuna yardımcı olmak için spektrumun anlık görünümlerini gösterir. Bazı gürültü dar bir frekans aralığı ile sınırlıyken, diğer gürültü kaynakları belirli bir frekans aralığında tekrarlanabilir. Bir gürültü kaynağının tekrar eden frekans aralığını veya bant boyunca gürültünün benzerliklerini bilmek, gürültü türünün teşhisine yardımcı olabilir. Bazı noise türleri fazla mesai yaparken, diğerleri zamanla oldukça sabit kalır. Diğer gürültü geniş bantlıdır ve tüm bandın gürültü tabanını yükseltir. - Gürültünün bu farklı özelliklerinin tümü, bir panadapterde kolayca gözlemlenebilir ve amatöre, araştırılan gürültü türünün kapsamlı bir görünümünü verir.

14.2.2 Şelale ekranı

Şelale ekranı, xaxis boyunca frekansa sahip olması nedeniyle panadaptere benzer. Bir şelaledeki y ekseni, **Şekil 14.10'da gösterildiği gibi genlikten ziyade zamandır.** Şelale ekranı genellikle ekranın üst kısmından başlayarak line-byline olarak oluşturulur. Her zaman birimi ile ekrana yeni bir çizgi eklenir ve ekranın önceki tüm çizgileri bir çizgi aşağı kaydırılır. Bu şekilde, şelale zaman içinde spektrumda neler olduğunu gösterir. Şelalenin bu akan hareketi, yavaş yavaş düşen bir su bandı izlenimi verdiği için ekrana adını verir.

Bir panadapterin daha önceki analojisini, - yanlarında yatan eşit aralıklı S metre olarak inşa edelim. Benzer şekilde, şelale ekranı, zaman içinde eşit aralıklarla yerleştirilmiş ve yanlarında yatan bir dizi panadapter çerçeve olarak düşünülebilir, böylece onları "üstten" görürüz. Şelalede gördüğümüz şey, - panadapterdeki sinyalin (genlik) yüksekliğini temsil eden renk veya yoğunluktur. Şelalenin her çizgisi, bu süre zarfında panadapterden gelen sinyal seviyesini temsil eden her frekansta farklı renklere veya farklı yoğunluklara sahiptir. Tipik olarak, brightterormore yoğun renkler daha güçlü sinyalleri temsil eder. Şelale görüntüsüne bakarak, zaman içinde spektrumdaki frekansların işgalini görebiliriz. Şelalenin tarihi görünümü yardımcı olabilir



Şekil 14.10 - CW ve dijital sinyallerle Şekil 14.5'teki panadapter ile aynı spektrumu gösteren bir şelale ekranı. Daha yeni veriler ekranın üst kısmındadır ve sinyal gücü parlaklık ile gösterilir.

İhtiyaca bağlı olarak kullanılmakta olan veya kullanılmayan bir frekansı bulmakta.

Kuzeni panadapter gibi, şelale ekranları da bir FFT'den, bazen panadapter üretmek için kullanılan aynı verilerden hesaplanır. Şelale ayrıca aynı FFT kutularını kullanır ve panadapter ile aynı kuralları izler. Şelalede görülebilen gürültü zemini, FFT'nin çöp kutusu boyutuna göre belirlenir. FFT'deki çöp kutuları ne kadar dar olursa, çöp kutusundaki gürültü o kadar az olur ve şelalede daha zayıf sinyaller gözlemlenebilir. Amatör Radyo, genellikle gürültü tabanını 500 Hz bant genişliğine sahip bir alıcıda gözlemlenen gürültü olarak adlandırırız. FFT bin genişliğimiz 50 Hz ise, gürültü zeminimiz **1010g** (500/50) olarak hesaplanan 10 dB daha düşük olacaktır. Benzer şekilde, 5 Hz'lik bir bin, 500 Hz'lik bir alıcı bant genişliğinden 20 dB daha düşük bir gürültü tabanına sahip olacaktır. "Gürültü tabanının altındaki" sinyalleri görmek, hem panadapter hem de şelale ekranlarında kullanışlı bir özelliktir .

Bir şelalenin tarihsel görünümü, bir panadapterde her zaman görünmeyen ek bir bilgi seviyesi sağlayabilir. Aynı mikrodalga çalışma örneğini kullanarak, bir mikrodalga geziciden 10 GHz sinyal duymaya çalıştığımızı varsayalım, anten anteni yatağımızdan biraz uzakta. Ortak bir teknik, gezginden bir VHF irtibat frekansı kullanarak bir dizi yavaş CW tire "lütfen tire gönderin" göndermesini istemektir. Şelaledeki gürültü zeminini dikkatlice izleyerek, bu çizgileri temsil eden soluk bir çizgi görebiliriz. Daha sonra gezginden çanağı bir şekilde veya diğerini döndürmesini ve yoğunluğun artıp artmadığını görmesini isteyebiliriz. Nihai sonuç umarım çanağı hizalamak olacaktır Gezgini duyabileceğimiz bir yer.

Bir HF örneğini kullanarak, şelale bir DXpedition istasyonu operatörü tarafından kullanılan desenler hakkında benzersiz bir fikir verebilir. Bu kalıpları ve DX istasyonunun nerede yayın yaptığını bilmek, DXer'in DX - istasyonu tarafından duyulması ve çalışması muhtemel bir frekans seçmesine yardımcı olabilir. Örneğin, bir yığılma boyunca birkaç istasyonda çalışan DX istasyonunu gözlemleyerek, DXer bilgileri hemen kullanıma sokabilir ve dinleme frekansı değişmeden önce DX varlığını çalıştırmayı ümit eden son kişiyi "bagaj kapağı" yapabilir. Kadranı döndürerek geleneksel bir alıcıda DX varlığını tutarlı bir şekilde bulmak, karşılaştırıldığında boşunadır.

PANADAPTER VE ŞELALE COMBİN

Hem bir panadapter hem de bir şelale ekranını aynı anda göstermenin yaygın bir yolu, panadapteri şelalenin üzerine yerleştirmektir, her ikisi de frekansta sıralanır, böylece her ikisi için de ortak bir frekans ekseni kullanılır. Bu şekilde, şu anda panadapterde neler olduğunu ve geçmişte şelalede neler olduğunu görebiliriz.

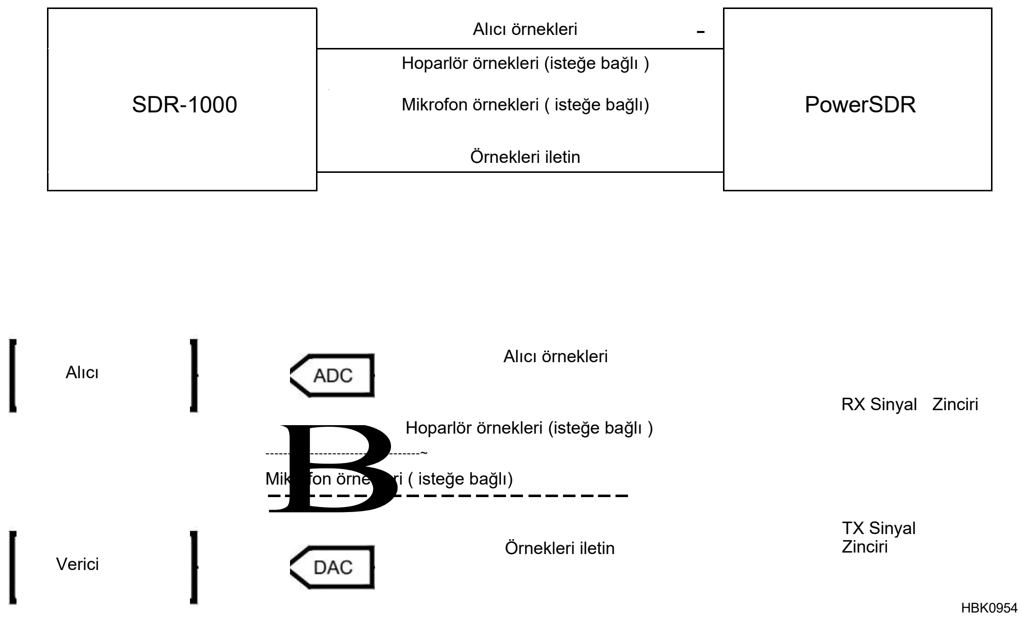
Her iki ekran aynı anda mevcut olduğunda operatöre çok miktarda bilgi sunulur. Alıcıda duyulan kısa bir gürültü patlaması herhangi bir şey olabilir, ancak panadapter ve şelalenin yakından incelenmesi, bunun spektrum boyunca yavaşça hareket eden bir sinyal olduğunu (belki de bir iyonozonde) veya belki de 10 kHz genişliğinde bir yayılmış spektrum sinyali olduğunu gösterebilir. Fark, şelalenin daha geniş bir görünümüne bakarak ve Aynı sinyal bandın etrafında hareket eder. Çoğu operatör, bir süre panadapter ve şelale kullandıktan sonra, durumsal farkındalığı artıran bu özellikler olmadan bir radyo kullanmaya kolayca geri dönemediklerini fark eder.

14.2.3 Kullanıcı Kontrolü İçyüzler

Radyonun ön paneli, burada *kullanıcı arayüzü* veya basitçe *arayüz olarak adlandırılır.* Spektrumu görselleştirmek için kontrol, metre, durum, frekans göstergeleri ve panadapter ve/veya şelale gibi görüntüler sağlar. Tipik kontroller frekans, mod, moda özgü ayarları ve radyonun diğer özelliklerini değiştirmeye izin verir.

THİK CLIENTS

Gerald Youngblood, SDR-1000 tarafından tasarlanan amatör bir SDR olan K5SDR, **DSP ve SOR Temelleri** bölümünün referanslarında listelenen 2002 QEX makaleleri serisinde yer aldı. SDR-1000 donanımının kendisi bir arayüze sahip değildi, bunun yerine arayüzü olarak bir bilgisayar programına güveniyordu. Bu ilk SDR arayüzü*, PowerSDR,* spektrumu görüntülemek ve radyoyu kontrol etmek için tasarlanmıştır. *PowerSDR* sadece SDR-1000 arayüzü değil, aynı zamanda sesi modüle etmek ve demodüle etmek ve yazılımdaki tüm spektrum ve diğer ekranları üretmek için gereken tüm sinyal işlemeyi de gerçekleştirir. Bu tür bir arayüz, bilgisayar endüstrisinde kalın bir istemci olarak bilinir. Kalın istemci terimi, istemci yazılımında önemli işler yapılması gerektiğinde kullanılır**. Şekil 14.11** nasıl gösterir



Şekil 14.11 - Sinyal işleme için ana veri akışlarını gösteren SDR-1000 bir blok diyagramı.

PowerSDR'deki sinyal işleme yazılımı radyo ile çalışır.

Genellikle kalın bir istemci ile SDR donanımı arasında akan dört gerçek zamanlı veri akışı vardır:

1) Alıcı örnekleri, SDR donanımı tarafından toplanan zaman alanı örnekleridir. Donanımın kendisi doğrudan örnekleme, bir süperheterodin (ardından bir ADC) veya doğrudan dönüşüm olabilir. İşleme için yazılıma gönderilen örnekler genellikle 48 ksps ila 384 ksps aralığındadır. Numuneler genellikle hem faz içi hem de kuadratür (İ/Q) olarak gönderildiğinden ve genellikle her biri 16-32 bit olduğundan, 384 ksps akışı 25 Mbps veri içerebilir.

2) Alıcı örnekleri ayarlanır, demodüle edilir, filtrelenir ve sonuçta genellikle kulaklıklardan veya hoparlörlerden ses çıkışı için radyo donanımına sağlanır.
3) Mikrofon örnekleri radyo donanımında yakalanır ve işleme ve iletim için hazırlık için yazılıma gönderilir. 4) İletim örnekleri, radyo - iletilirken iletim için yazılımdan radyoya geri gönderilir.

Bazı radyolar hem hoparlörlerin hem de mikrofonun radyo yerine bilgisayarda bulunmasını gerektirir. Bu durumda, hem hoparlör hem de mikrofon akışları genellikle sırasıyla radyoya ve radyodan gönderilmez.

Arayüz yazılımı alıcıdan toplanan örnekleri aldıktan sonra, ses sinyalini oluşturmak için gereken DSP işlevlerini gerçekleştirebilir. (Bu bölümün başındaki Alma ve İletme Zincirleri bölümlerine bakın.)

Benzer şekilde, iletim sinyali zinciri genellikle bir modülatör, filtre ve sınırlayıcıya sahiptir. Radyo CW veya FSK iletirken, SDR yazılımı genellikle diğer iletim sinyal zinciri elemanlarının çoğuna ihtiyaç duymadan bu modların her ikisi için de dalga formlarını sentezler. Bu nedenle, her mod için ayrı bir sinyal zinciri olması yaygındır.

PowerSDR gibi kalın istemci SDR arabirimleri, DSP işlevlerinin çoğu bilgisayarda gerçekleştirildiğinden, bilgi işlem donanımına daha yüksek bir talep verir. Ayrıca, hem alma hem de iletme taraflarındaki sürekli numune akışının kesintiye uğramamasını sağlamak için zamanlama konusunda sıkı bir gereklilik seti vardır. Alma tarafında bir kesinti meydana gelirse, ses kesintilerine neden olur. İletim tarafındaki İnterruptions, iletim sinyalinde süreksizliklere neden olabilir. İlgili donanıma bağlı olarak, iletim sinyalindeki süreksizlikler, iletilen sinyalin istenen iletim geçiş bandının dışında kalmasına neden olan yüksek frekanslı bileşenlere neden olabilir. Kalın istemci mimarisinin avantajları vardır, özellikle:

1) Bilgisayar ve yazılım gerekli olduğundan - Radyo için mentler minimumdur, radyo donanımı daha ucuz olabilir.

2) PC'de çalışan yazılımların geliştirilmesi, test edilmesi ve hata ayıklanması genellikle daha kolaydır.

3) PC donanımı daha yüksek fiyat-performans oranları elde etmeye devam ettikçe, radyoyu değiştirmeden daha fazla yetenek için daha fazla güç eklenebilir.

Kalın istemci mimarisi, büyük ölçüde açık *kaynaklı PowerSDR'nin kullanılabilirliği* ve diğer radyolara uyarlama kolaylığı nedeniyle artık yaygındır. Birden fazla HPSDR radyo, HPSDR tasarımlarından uyarlanmış ANAN radyoları gibi bu mimari kullanılarak tasarlanmıştır.

THİN CLIENTS

Kalın bir istemci arayüzüne kontrast, *ince istemci arayüzleridir*. İnce bir istemcide, radyo için ekranları modüle etmek, demodüle etmek ve üretmek için gereken çalışmaların tümü veya çoğu radyo donanımı içinde gerçekleştirilir. İnce istemci daha sonra arayüzü görüntülemek ve işlem için radyoya iletilen kontrol komutlarını kabul etmek için kullanılır. İnce istemci yaklaşımının bir örneği, FlexRadio Systems tarafından üretilen FLEX-6000 Signature Serisi radyolardır.

FLEX-6000, tüm modülasyon, demodülasyon ve radyo kontrolü, *Linux altında çalışan SmartSDR yazılımındaki radyoda gerçekleştirilir. Bu,* arayüz için kullanılan istemci sistemindeki performans gereksinimlerini azaltır. İn tum, arayüz kolayca cep telefonları, tablet bilgisayarlar ve diğer daha ucuz bilgisayar donanımları üzerinde çalıştırılabilir. İnce istemci mimarisinin temel avantajları şunlardır:

1) Çok çeşitli bilgi işlem donanımı, düşük bilgi işlem talepleri nedeniyle arayüz olarak kullanılabilir.

2) İşlem nedeniyle istemci ve radyo arasındaki ağ bant genişliğinin azaltılması- Radyoda meydana gelen ing. Bu, örneğin uzaktan doğrudan bir cep telefonuna mümkün kılan düşük hızlı ağ arayüzleri üzerinden uzaktan çalışmaya izin verir.

3) İstemci yazılımı, yalnızca görüntüleme ve kontrolden sorumlu olduğu için oldukça basittir ve bu nedenle, çok çeşitli mevcut arayüzler ve arayüz platformları ile sonuçlanan yeni bilgi işlem cihazlarına kolayca taşınabilir.

4) Müşteri için bir APİ gerekliliği nedeniyle bir uygulama programlama arayüzünün (APİ) kullanılabilirliği. Bu APİ daha sonra radyoyu sunucu veya yardımcı program olarak kullanmak isteyen diğer amatör uygulamalar tarafından kullanılabilir.

14.2.4 Eski Radyolar için Panadapterler

Panadapters ayrıca eski bir analog veya analog-dijital hibrit alıcı-vericiye de eklenebilir. Konsept basittir; Radyo normal şekilde çalışırken radyonun İF spektrumunu izlemek için bir SDR alıcısı kullanın. Radyo, ön uç ön seçici, bant geçişi filtreleme ve ilk İF filtreleme sağlar. SDR ve yazılım, sinyalleri İF geçiş bandında görüntüler. Radyo ayarlandığında, sinyaller ekran boyunca hareket eder. Bu, bu bölümde açıklandığı gibi bağımlı mimarinin bir örneğidir (bkz Şekil 14.8). Panadapter yazılımı sinyalleri radyodan bağımsız olarak demodüle eder, böylece farklı sinyaller radyo ve panadapter üzerinde aynı anda izlenebilir.

Eski bir radyoya bir panadapter eklemek, 1) alıcının İF'sini kapsayacak ekran yazılımına sahip bir SDR cihazı gerektirir; Ve 2) SDR'yi radyonun İF'sine bağlamak için bir yöntem. SDR cihazları tüm yeteneklere ve fiyat aralıklarına sahiptir. En yaygın ve en ucuz iki türü şunlardır:

Harici Panadapter Yazılımları

Ekran ve demodülasyon yazılımı SOR tipine ve PC işletim sistemine bağlıdır. Aşağıda listelenen tüm başlıklar, birden fazla işletim sistemi için mevcut sürümlere sahiptir. Aşağıdaki paketler Windows işletim sistemini destekler:

- *HDSDR:* **(hdsdr.de)** Güçlü, birçok özelleştirilebilir özellik. Bir zamanlayıcıya RF veya AF kaydedebilir. Hafif öğrenme eğrisi. Yaygın olarak kullanılır .
- *SOR Sharp:* Güçlü. Kullanımı kolay. Birçok eklenti ve özelleştirme. RTLSDR ile SOR # kullanmak için port sürücüsü Zadig (dağıtım ile birlikte verilir) gereklidir. *SDR #'nin* **RTL-SDR.com** web sitesine nasıl düzgün bir şekilde yükleneceğine dair özel talimatlar ve tam olarak takip edilmelidir**. (sdrsharp.com** tarayıcıyı SDR # *yazılımının* indirilebildiği AirSpy web sitesine yönlendirir)
- *SORuno:* **(sdrplay.com)** Tüm *SORplay* ve diğer paketleri destekler.
- *SOR Konsolu:* **(sdr-radio.com)** Son derece güçlü, çoklu pencereler. Daha gelişmiş öğrenme eğrisi.
- *RTL-SDR:* **(rtl-sdr.com)** RTL2832 + R820'yi destekler. Ayrıntılı kurulum talimatları, çok bilgi .
- *Rocky:* **(dxatlas.com)** SoftRock (veya diğer 1/Q tipi cihazlar) için. Basit ve iyi çalışıyor.

Android işletim sistemi için iki paket *RF Analyzer* ve *SOR Touch içerir. Her ikisi de bir* OTG ("On-The-Go") kablosuyla Android cihazına bağlı RTL-SOR ile kullanılmak üzere tasarlanmıştır. Daha fazla yazılım Google Play'den edinilebilir.

1) SoftRock gibi harici bir komütasyon karıştırıcı (Tayloe karıştırıcı olarak da adlandırılır - Alıcı bölümüne bakın). Bunlar, İF sinyalini dörtgende (her 90 derece) örnekleyen bir çoklayıcı İC'yi değiştirmek için sabit veya değişken bir LO kullanır. Sonuç, ekran ve demodülasyon yazılımı için bir bilgisayar ses kartına beslenen bir çift ses frekansı İ ve Q sinyalidir.

Yoğun bileşenlerin performansı ve genellikle İF'nin 4 katında çalışan bir LO gereksinimi ile sınırlıdır, bunlar genellikle maksimum 30 MHz'lik bir İF frekansı ile sınırlıdır. Ek bir sınırlama, ses kartının örnek genişliği ve kalitesidir. Dahili PC ses kartları genellikle 48 kHz ile sınırlıdır, bu nedenle 24 kHz görüntülenebilir RF bant genişliğinin sınırıdır. Daha yüksek performanslı harici veya eklenti ses kartları, 24 bit çözünürlükte 192 kHz'e kadar örnek hızlarda mevcuttur.

2) FunCube Dongle Pro + gibi USB "dongle'ları, 0.15 ila 1900 MHz RF aralığı ve 192 kHz bant genişliği olan bir USB eklentisi. Bunlar otomatik olarak dahili RF filtreleri seçmiştir ve şaşırtıcı derecede iyi performans sunar. Diğer popüler türler SD RP lay, AirSpy ve HackRF'dir. 25 MHz'den daha yüksek bir İF için, genellikle RTL-SDR olarak adlandırılan RTL2832U + R820 Avrupa TV tuner dongle, 2 MHz bant genişliği ve 8-bit çözünürlükte bir 24 - 1700 MHz alıcıya dönüştüren bir yazılım içerir. Bunların dahili filtrelemesi yoktur, ancak uygun şekilde uygulanırsa, İF izleme için Tamam çalışır .

İF'ye İnterfacing, radyoda değişiklikler gerektirir. Panadapter eklemek için değişiklikler yapmak garantiyi geçersiz kılabilir ve yanlış yapıldığında radyoya zarar verebilir. Gerekli değişiklikleri kendi başınıza yapmakta rahat değilseniz, yetenekli bir alıcı-verici teknisyenine başvurun.

Bir İF izleme musluğu eklemek basit bir iş değildir. Modem analog radyolar, İF'de düşük empedanslı devrelere sahiptir, bu nedenle mevcut İF devresine paralel olarak bir 50-92 cihazı eklemek, sahne kazancı ve dengesi için zararlı olacaktır. Bazı SDR cihazları

SDR Panadapter Donanımı

- **SDR-Kitlerinden JFET tampon amfileri. Net** ve **huprf.com**
- Funcube: **funcubedongle.com'dan FCD Pro +**
- SDRplay: **(sdrplay.com)** Çeşitli sürümleri mevcuttur; 10 MHz'e kadar bant genişliği ile 10 kHz ila 2 GHz.
- Airspy: **airspy.com**
- HackRF: **(greatscottgadgets.com)** 6 GHz'e kadar frekanslar. Yarım çift yönlü alıcı-verici. Açık kaynak .
- RTL2832 + **R820 (rtl-sdr.com**) RTL-SDR olarak da adlandırılır. Amazon, Nooelec ve diğer kaynaklardan edinilebilir.
- SoftRock: **(fivedash.com)** basit kitler ve önceden oluşturulmuş.

Ana radyo tarafından alınan tüm sinyalleri etkileyen, alıcının İF'sine enjekte edildiği giriş portundan anahtarlama gürültüsü üretir.

Radyodan İF sinyaline dokunmanın birkaç yolu vardır. Panadapter'i eklemenin en kolay olduğu telsizler, zaten yerleşik olan İF çıkışlarını tamponladı. Örnekler arasında İcom İC-R 7000 alıcısı ve Elecraft K2 ve K3 alıcı vericileri bulunur. SDR aygıt girişini bu çıkış portuna bağlamanız yeterlidir. Bazı radyolar, harici bir cihaza güç sağlamak için İF çıkışına bir de voltaj ekler. Kullandığınız SDR cihazının girişi bağlı değilse, bir de engelleme kapasitörü eklenmelidir. 1 µF ofO.0 bir değer çoğu durumda çalışacaktır. VHF ve daha yüksek frekanslarda reaktansı en aza indirmek için düşük kurşun endüktansına sahip bir seramik kondansatör kullanın.

İF sinyal yolunda tamponlanmış bir nokta bulmak mümkün olabilir. Kenwood TS-430S ve TS- 700SP alıcı-vericileri, ayrı FM demodülatör devrelerini besleyen İF yolunda bölücülere ve tamponlara sahiptir. (Bu telsizlerde, seçilen moddan bağımsız olarak tampon çıkışında her zaman bir sinyal vardı, ancak bu tüm telsizler için geçerli olmayabilir. Kontrol edin

Alıcı-verici için ayrıntılı Kullanıcı veya Hizmet Kılavuzu.) Bu noktaya bağlı bir SDR, genel alıcı performansı üzerinde çok az etkiye sahip olmalıdır, ancak yine de engelleme gerekli olabilir. Ayrı İF çıkışını eklemeden önce ve sonra dikkatli test yapılması gerekir.

Yüksek empedanslı bir tampon - amplifikatör ile İF'ye girmek için yaygın olarak kullanılan bir başka yöntem. Mükemmel bir tasarım, aJFET giriş tamponu (l 00 kn giriş empedansı) kullanan SDR-Kitlerinden (www.sdr-kits.net) ve ardından SDR cihazını çalıştırmak için bir tampon amplifikatörü ve düşük geçişli filtreden elde edilebilir. Bu arayüzler, SDR gürültüsünü İF zincirinden uzak tutmak için ters izolasyon sağlar. Arayüzün orijinal tasarımcısından (G4HUP) gelen bilgi, SDR-Kits web sitesinde tutulur .

İt ayrıca, iletim sırasında sahte ses gürültüsünü önlemek ve iletim sırasında artefaktları görüntülemek için iletim sırasında gücü azaltmak veya İF çıkışını devre dışı bırakmak için çok kullanışlıdır. Radyoda iletim sırasında kapanan bir de kaynağı veya İF çıkışını etkinleştirmek ve devre dışı bırakmak için bir kontrol sinyali yararlıdır. Öneriler için SDR-Kits web sitesindeki G4HUP bilgilerine bakın.

Yazar tarafından değerlendirilen radyo örnekleri şunlardır :

- İcom İC-R 7000: Bir panadapter eklemek için kolay bir radyo. Tamponlu 10.7 MHz İF, arka paneldeki bir jaka çıkarılır. Tampon amfi gerekmez, ancak bir de engelleme kapasitörü eklemek gerekir .
- Kenwood TS-430S: 8.83 MHz İF. SoftRock ile iyi çalıştı.
- Kenwood TS- 700SP: 10.7 MHz İF'de, TS-430S'dakine benzer bir tamponlu yol.
- Yaesu FT-817: 68.33 MHz ilk İF'de tamponlu bir yol yoktur, bu nedenle "PAT" G4HUP gibi yüksek empedanslı bir arabellek gerektirir. Aşağıdaki SDR'den önce artefaktları kaldıran 70 MHz düşük geçişli filtreli bir sürüm var. İF, ilk İF bant genişliği filtresinden önce dokunulursa, SDR giriş bant genişliği, merkez çalışma frekansından yaklaşık ± 75 kHz'dir. İlk İF filtresinden sonra SDR girişi ± 10 kHz bant genişliğine sahiptir .

14.3 Yapılandırma ve Kontrol İnterfaces

Telsizler için bilgisayar kontrol arayüzleri, telsizlerimizin kullanımında en basit operasyonların ötesinde önemli bir rol oynamaktadır. Bu arayüzler, radyolarımızın durumunu kontrol etmemize, ayarlarını değiştirmemize, ayarlamamıza ve uzaktan çalışmamıza izin verir. Günlük kaydı programları, yarışma günlüğü için sıklığı ve diğer verileri otomatik olarak elde etmek için genellikle yarışmalar sırasında bunları kullanır. Günlüğe kaydetme programları ile birlikte, arayüzler antenleri, tum rotatörleri otomatik olarak seçmek ve istasyondaki diğer ekipmanları kontrol etmek için kullanılabilir.

Her radyo üreticisi, telsizleriyle çalışmak için bir arayüz seçmiş veya tasarlamıştır. Tipik olarak bir üretici, ürün hatları boyunca ortak bir arayüz kullanacaktır. Kullanıcı kılavuzu ve servis kılavuzu, arayüz protokolü aracılığıyla değiştirilen komutlar ve veriler hakkında

14.3.1 İcom Cİ-V

Beşinci (V) Communications İnterface (Cİ) olarak adlandırılan İcom'un kontrol arayüzü Cİ-V, RS-232 elektrik arayüzünü (genellikle theRS-232 standart ± l2 V yerine 5 V ile) kullanan seri bir'tek telli "protokoldür, ancak tek bir Cİ-V iletişim hattında çoklu damla veya çoklu alıcı-vericilere izin verir .

CSMA/CD (taşıyıcı algılama, çoklu erişim, çarpışma algılama) kullanarak, birden fazla radyo iletişim arayüzünü aynı anda kullanmaktan kaçınabilir, bir çarpışma meydana geldiğinde tespit edebilir ve verileri yeniden iletebilir. Bu, koaksiyel kablonun kullanıldığı ve birden fazla bilgisayarın aynı iletişim yolunu kullandığı 10Base2 Ethernet'te kullanılan aynı tekniktir.

İn Cİ-V, her radyonun bir adresi vardır (değiştirilebilir) ve bilgisayar Cİ-V otobüsündeki radyolardan herhangi biriyle iletişim kurabilir. Cİ-V protokolü radyoyu ayarlamaya, modları değiştirmeye, bellek kanallarını ve diğer işlevleri seçmeye izin verir. Cİ-V genellikle RS-232 verilerini bayt olarak ele alır ve onaltılık değerlerini kullanarak komutlara başvurur. Bu aslında bir ikili iletişim protokolüdür. Cİ-Vis ayrıca yeni Ten-Tee telsizlerinde de kullanıldı, ancak Ten-Tee alıcı-vericilerine özgü ek komutlarla.

14.3.2 CAT (Bilgisayar Destekli Alıcı-Verici) İnterface

CAT, RS-232 elektrik standardına dayanan bir kontrol arayüzüdür. Kenwood, Yaesu, Elecraft ve FlexRadio gibi çoğu üretici CAT'i RS-232 aracılığıyla veya RS-232 sinyallerini taklit eden bir USB arayüzü aracılığıyla uygular. Her üretici tarafından kullanılan protokol, bu ekipman hattına özeldir. Cİ-V'den farklı olarak, CAT noktadan noktaya bir - protokoldür, yani beklenti, hatta tek bir radyoyu kontrol eden tek bir bilgisayarın olmasıdır. CSMA/CD protokolleri artık gerekli değildir, ancak her radyo için ek bir iletişim portu kullanılmalıdır. CAT ikili bir iletişim arayüzü değildir, ancak ASCİİ karakterlerini kullanır. Cİ-V'de olduğu gibi, her radyo yalnızca o radyo için anlamlı olan komutları uygular.

USB'nin ortaya çıkmasıyla birlikte, birçok radyo artık CAT arayüzlerini USB üzerinden bir USB iletişim portu şeklinde sunuyor. USB kablosu bir bilgisayara takıldığında, USB protokolü cihazı tanır İletişim portu olarak ve bilgisayara yeni bir port ekler. Bu şekilde, bir USB hub'ı kullanarak tek bir bilgisayara birçok radyo eklenebilir.

Bilgi işlem paletimize Ethernet ve İnternet eklendiğinden, CAT, bir İnternet standart iletişim protokolü çifti olan TCP/İP üzerinden uygulanmıştır. Örneğin, FLEX-6000'in *SmartSDR CAT programı ile,* CAT komutlarına yanıt veren bir TCP/İP portu eklenebilir. Temel protokol aynı kalır, ancak iletişim aktarım mekanizması RS-232 yerine Ethernet üzerinden TCP/İP'dir. Bu, RS-232 veya USB yerine Ethernet üzerinden radyolara erişmek isteyen programlar için nispeten basit bir dönüşüm sağlar.

FlexRadio Systems, mevcut kaydediciler ve dijital mod programları gibi eski yazılımlarla birlikte çalışmaya izin vermek için CAT'i benimsemesine rağmen, yeni bir bilgisayar kontrol arayüzü de ekledi, *SmartSDR* APL CAT, iki değişken frekanslı osilatörle ilgili komutlarla sınırlıdır (VFO), tipik olarak VFO A ve VFO B olarak adlandırılır. FLEX-6000 şu anda sekiz adede kadar dilim alıcıya sahip olabileceğinden (radyoyu kontrol etmek amacıyla bir VFO ile eş anlamlıdır)CAT standardı, radyonun kontrolünü yeterince sağlayamadı. SmartSDR APİ ayrıca ASCİİ komutlarına dayanır ve bir TCP/IPportu üzerinden veya bir Microsoft *Windows* .NET DLL arabirimi kullanarak radyonun tam kontrolünü sağlar. FlexRadio'nun *Windows* PC'de çalışan SmartSDR ince istemcisi, *SmartSDR* APL'yi kullanarak tüm ekran ve kontrol özelliklerine ulaşır

14.4 SDR Tasarım Araçları

SDR'nin nasıl çalıştığının ve sunduğu fırsatların bir açıklaması ilginçtir, ancak okuyucu SDR teknolojisi ile çalışmak için gerekli araçları edinip kullanamadığı sürece çok fazla kullanılmaz. Bu bölümde, dijital sinyal işleme (DSP) ile çalışmak ve SDR'ye uygulamak için popüler bir yazılım geliştirme ortamı olan GNU Radio tartışılmaktadır. FPGA teknolojisi ile çalışmaya kısa bir giriş de dahildir. DSP yazılımı, amatörlerin geleneksel analog teknoloji ve bir havya ile alıştıkları seviyede SDR ile etkili bir şekilde çalışmanın anahtarıdır.

14.4.1 GNU Radyosu

İNTRODUCTİON TO GNU *RADİO* SDR projeleri için yazılım oluşturma ve bunlarla çalışma yeteneği birçok kişi için yeni bir beceridir jambon. Profesyonel programcıların takip etmek için birçok seçeneği vardır. Programlama geçmişi olmayan jambonlar için, sıradan jambonların özel DSP yazılımı oluşturması için bir ağ geçidi oluşturan yazılım paketleri artık mevcuttur. Yazılım geliştirme büyük ölçüde - basitleştirilmiştir. Yazılım paketleri grafik kullanıcı arayüzleri (GUİ) içerir ve DSP kaynak kodu kitaplıklarında yararlı DSP işlevleri sunar.

Jambon deneycisinin grafiksel tabanlı DSP yazılım paketleri seçenekleri vardır: tescilli paketler, Math Works tarafından Matlab/Simulink ve National İnstruments tarafından Lab VİEW veya açık kaynaklı GNU *Radio İ GNU Radio Companion (GRC) DSP* kütüphane paketi. Bu bölüm, GNU *Radyo ve* GRC *paketinin birleşimini,* SDR projeleri için güçlü, "ham dostu'bir geliştirme ortamı olarak tanıtmaktadır. Malzeme John Petrich, W7FU (GNU *Radyo* referanslarına bakınız) tarafından hazırlanan ve bu kitabın çevrimiçi ek bilgilerinde yer alan bir çift QEX makalesine dayanmaktadır.

GNU Radyo, gelişmiş eğitim programları ve ticari ürün geliştirme laboratuvarları için tasarlanmış bir geliştirme aracı olarak tasarlandı. Biraz çaba ile, hobiler de bu araçları kullanabilirsiniz. *GNU Radio,* bir SDR'ye bağlı olmadan DSP'yi incelemek için bir simülasyon aracı olarak kullanılabilir. *GNU Radyo,* SDR vericileri, alıcıları ve alıcı vericileri ile test ekipmanları için pratik ve operasyonel olarak tatmin edici DSP yazılımı geliştirmek için de kullanılabilir.

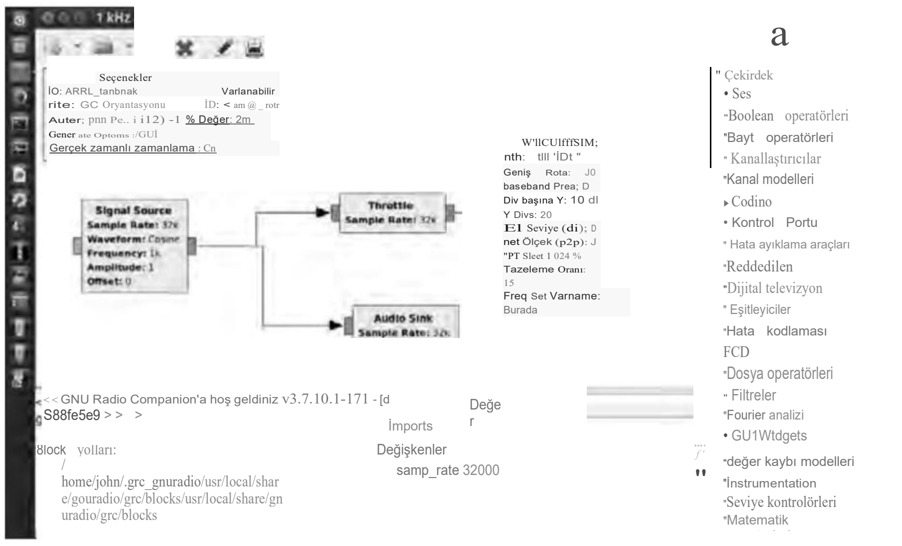
DSP yazarlığını tüm kullanıcı düzeyleri için erişilebilir kılmak için, *GNU Radio geliştiricileri GNU Radio Companion (GRC) kullanıcı seçeneğini içerir. GRC* grafiksel DSP İi-

Brary arayüzü, *GNU Radio'nun ayrılmaz bir parçasıdır.* Temel *GNU Radio DSP kütüphanesine* karakter tabanlı komut satırı girişleriyle erişilir. *GRC, GNU Radio* DSP kütüphanesine komut satırı yaklaşımıyla aynı tam işlevselliğe sahip bir grafiksel bindirmedir. *GRC* komut satırı girişlerini taklit eder ve her DSP işlevini komut satırı girişleri olmadan grafiksel bir simge olarak temsil eder. (Bütünlük uğruna, GRC DSP parametrelerinin çok azı basit Python kod komutları olarak ifade edilir. Bu Python komutları **Learning Resources: DSP Competency ve *GNU Radio bölümlerinde ele alınmıştır)***

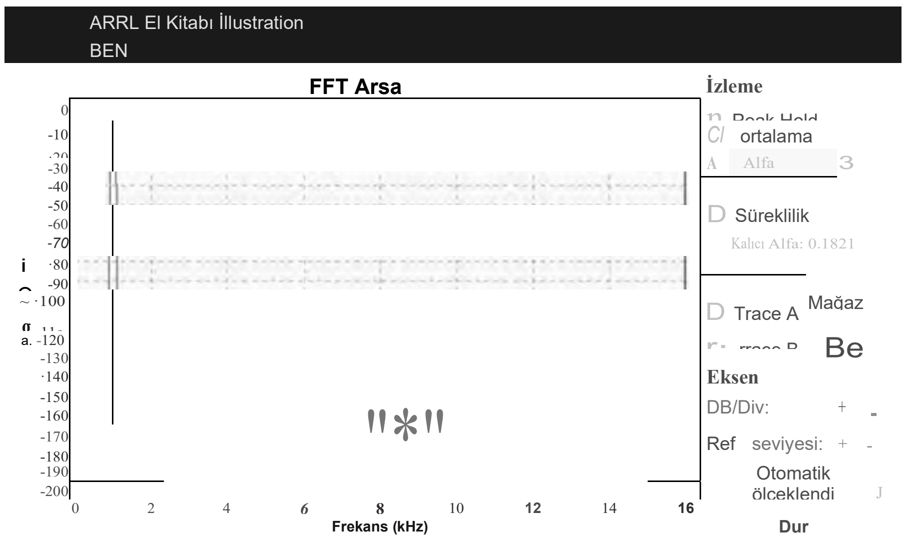
DSP simgelerinin ve dijital veri bağlantılarının bir düzenlemesi *akış grafiği olarak adlandırılır.* Yürütüldüğünde, *GRC* akış grafiği, C++ çalıştırılabilir DSP kodu için bir sarıcı olan bir Python kod dosyasına derlenir. Bu sanatsal katmanlı yapı, bir dizi yuvalama bebeği gibi, DSP işlem hızı ve verimliliği için daha düşük seviye kodun hızı ve verimliliği ile DSP yazma için yüksek düzeyde, kullanıcı dostu, grafik arayüz sağlar. Bu DSP kütüphane ortamının yapısı hakkında geliştiricilerden daha fazla bilgi **için wiki.gnuradio.org/index.php/ GNU Radio %3F nedir?**

Kullanımı kolay grafik arayüzü olan GNU RADIO ve GRC TOOL GRC, bu DSP kütüphanesini özellikle çekici kılar. Temellere indirgenmiş, işlevsel bir DSP'nin adım adım tasarımı, geleneksel bir analog sinyal işleme devresinin bir blok diyagram desenini öngörmek veya çizmekle başlar. Genel sinyal işleme modeli tasarlandıktan sonra, istenen DSP işlevini seçin(s) DSP kütüphanesinden (filtre, karıştırıcı, osilatör, amplifikatör, vb.)DSP fonksiyonlarını tasarım modeline göre çalışma ekranında grafiksel bloklar olarak düzenleyin, blokları uygun bir veri bağlantısı türüyle bağlayın, her bloğa DSP parametrelerini ekleyin ve programı çalıştırın. Bir DSP akış grafiği oluşturmanın ayrıntıları, **GNU *Radyo Araçları ile Başarı* bölümünde** ve Öğrenme - **Kaynakları: DSP Yetkinliği ve GNU *Radyo bölümünde atıfta bulunulan çevrimiçi öğreticilerde ele alınmıştır.*** Süreç basittir.

GRC çalışma ortamını ve akış grafiği kompozisyonunu en üst düzeyde veya blok düzeyinde inceleyelim. *GRC* çalışma ortamı - dört bölümden oluşur: çalışma alanı, kontrol çubuğu, kütüphane ve konsol**. Şekil 14.12,** *GRC* kullanıcı grafik kullanıcı arayüzünü (GUİ) göstermektedir. DSP, GUİ ekranının ortasındaki çalışma alanında yazılmıştır. *GRC kontrol* çubuğu çalışma alanının üst kısmında yer alır. *GNU Radio* DSP kütüphanesi ekranın sağ kenarı boyunca çalışır. İşletim konsolu çalışma ortamının en altında görünür durumdadır ve bir DSP işlevi çalıştırıldığında etkinleşir.



Şekil 14.12 - *GNU Radyo* fonksiyonel blokları için geliştirme penceresi kullanıcı arayüzü.

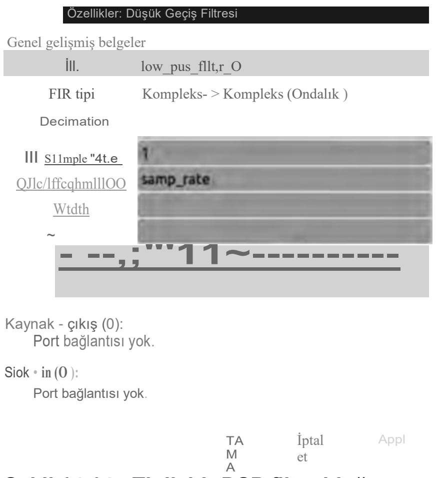


Şekil 14.13 - Çalışan 1 kHz ses tonu FFT'yi gösteren kullanıcı arabirimi penceresi.

Çalışma alanında ortalanmış, toplamda bir DSP akış grafiği oluşturan altı DSP bloğu vardır. Akış grafiği, DSP'de hem bir ses lavabosuna (bilgisayar hoparlörü) hem de bir FFT panadapter ekranına (ekranda) 1 kHz ses tonu çıkışı uygular. **Şekil 14.13,** akış grafiği çalıştırıldıktan sonra FFT ekran çıktısıdır. Sinyal sıçramasının FFT ekranında 1 kHz'de doğru bir şekilde merkezlendiğini ve 1 kHz tonun bilgisayar ses kartı aracılığıyla duyulacağını unutmayın.

Parametre seviyesine devam ederek, blok seviyesinin bir adım altında, her DSP kütüphanesi öğesi giriş/çıkış portları ile dikdörtgen şekilli bir "blok'olarak görüntülenir. Her blok, bu DSP işlevini tanımlayan parametre alanlarına erişmek için bir fare sağ tıklamasıyla "açılmalıdır". Her parametrenin bir alanı vardır Hangi değerler bir menüden eklenir veya seçilir.

Şekil 14.14, düşük geçişli filtre DSP bloğu için parametre ekranını gösterir. Dijital veri türünün *(FIR Tipi), örnek* hızının, filtre bant genişliğinin ve filtre şeklinin ve diğer parametrelerin nasıl seçilebileceğini veya belirtilebileceğini not edin. Bazı parametre değerleri sezgiseldir, analog tasarımdan doğrudan taşınır. Örneğin, bir DSP filtre bloğu için bant genişliği ve şekil faktörü parametreleri, bir analog filtre belirtildiği gibi kHz cinsinden belirtilir. Diğer parametre değerleri sezgisel değildir ve DSP'ye özgü parametrelere atıfta bulunur. Bu parametrelere örnek olarak DSP *Sample Rate* ve *FIR Type seçenekleri verilebilir*. En sık kullanılan DSP blokları ve uygun parametre seçenekleri hakkında daha fazla ayrıntı aşağıda açıklanmıştır:



Şekil 14.14 - Tipik bir DSP filtre bloğu için parametrelerin nasıl yönetildiğini gösteren bir ekran.

Aşağıdaki bölümde daha fazla ayrıntı, **Hikayenin Geri Kalanı: Bir Akış Grafiği Segmentine Uygulanan Temel DSP Teorisi.**

Şekil 14.15, bir SDR yayın FM alıcısının daha karmaşık akış grafiğini göstermektedir. Bu akış grafiği, alıcı kaynağı olarak bir RTL-SDR kullanır. Diğer SDR alıcı donanımı, ***GNU Radio,* Radio Hardware ve UHD bölümünde açıklandığı gibi kolayca değiştirilebilir.**

RTL-SDR, sol taraftaki RTL-SDR Kaynak bloğu ile temsil edilir. Sağdaki Ses Lavabosu ses sesini verir. Merkezdeki WX GUİ FFT Lavabosu bir panadapter ekran üretir. Çalışma ekranının ortasındaki DSP blokları zinciri, bu radyo için filtreleme ve sinyal demodülasyon işlevlerini yerine getirir. Temel benzerliği değerlendirmek için bu akış grafiğini basit bir analog FM alıcısı için bir blok diyagramla karşılaştırın**. Şekil 14.16,** akış grafiği yürütüldüğünde görünen çalışan alıcı GUİ'yi göstermektedir. Frekans ve ses çıkışı için radyo ayar kontrolleri ve FFT panadapter ekranı gösterilmiştir.

BAŞARİ WITH *GNU RADIO ARAÇLARI*

Ahşap işçiliğinde başarı, ahşap işleme araçlarıyla yetkinlikten geldiği gibi, *GNU Radyo ile başarı,* araçlarını öğrenmek ve kullanmaktan gelir. Akış grafiğini görüntülemek, ilk adım araçları öğrenmektir. *GNU Radyo ile başarı kaçınılmaz olarak* DSP yetkinliğine de ilerler.

GNU Radyo ile başarının önemli bir kısmı, organize ve disiplinli bir yazarlık yaklaşımından gelir. Organizasyon ve disiplinden yoksun, akış grafiği inşaatı kolayca kaotik, işlevsel olmayan bir karmaşa haline gelebilir. Bu bölüm genel - disiplinli bir yaklaşımı açıklar. Genel yaklaşımın bir açıklamasını takiben, ayrıntılı bir örnek akışı

Grafik, akış grafikleri inşası yoluyla giriş seviyesi DSP yetkinliğini oluşturur.

Yeni kullanıcılar için DSP yeterliliği ilk başarı için gerekli değildir. *GRC'deki otomatik varsayılan ayarların çoğu* giriş seviyesi akış grafikleri için yeterlidir. Sonuçta, DSP yetkinliği, basit akış grafikleriyle aşamalı olarak daha gelişmiş DSP'ler oluşturmaktan gelir.

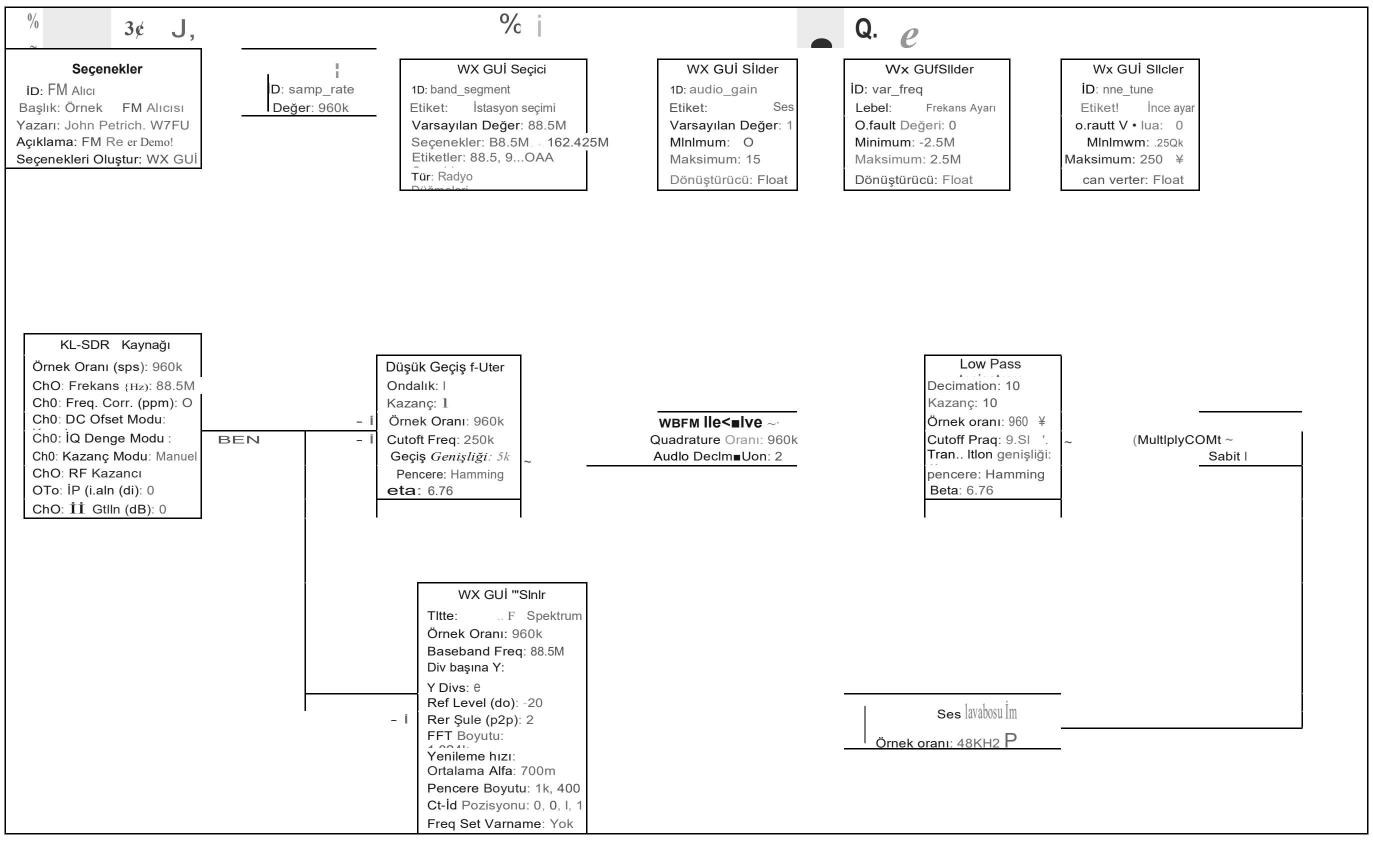
GENEL YAKLAŞIM: AKIŞ GRAFİĞİ BAŞARISININ DÖRT ADIMI

Disiplinli yaklaşım, dört temel adımdan oluşan bir modeli takip etmeyi içerir. Bu temel adımlar, DSP akış grafiği yapımı ile ilk kez başlamak ve daha gelişmiş ve karmaşık akış grafikleri oluşturmak için verimli bir yaklaşım olarak yararlıdır.

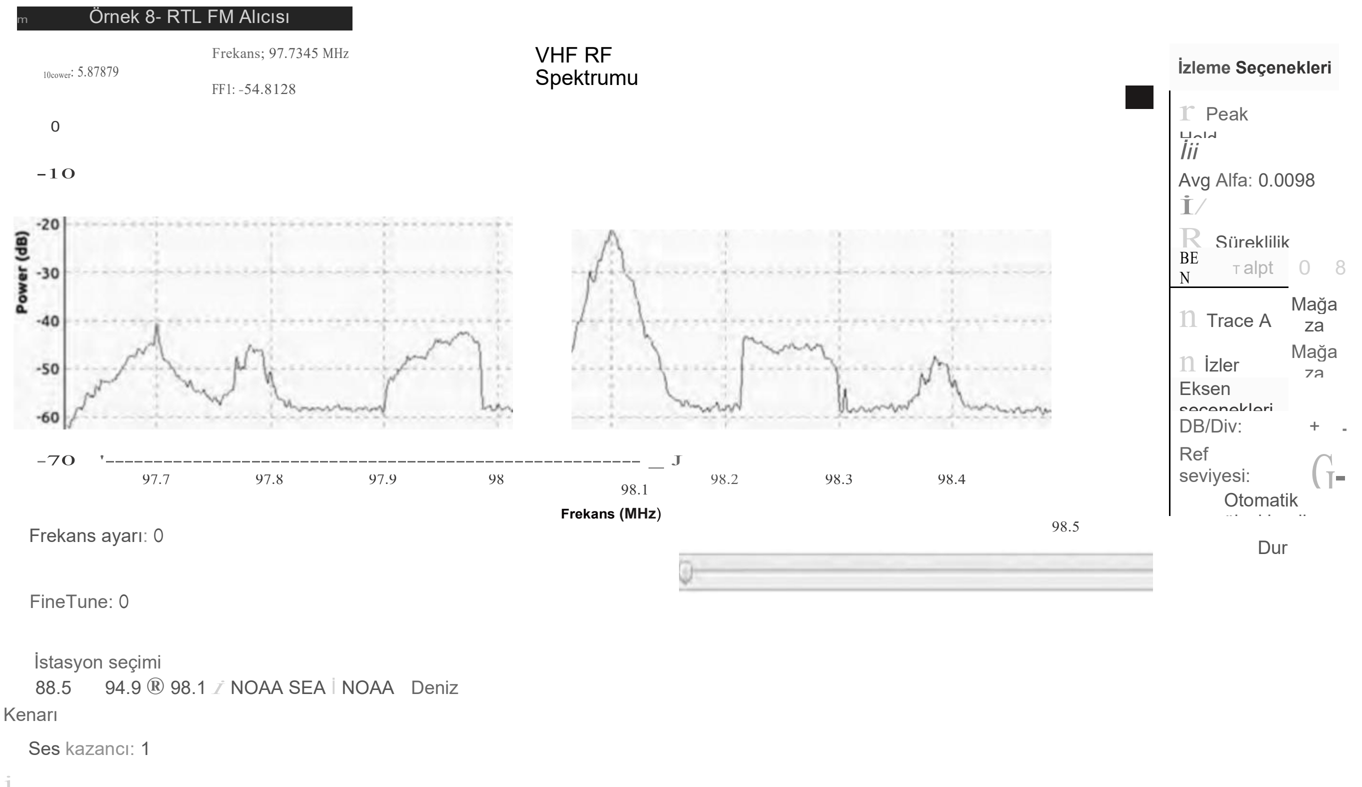
GNU *Radio GRC* grafik arayüzünü kullanarak bir DSP akış grafiği nasıl başlatılır? Herhangi bir akış grafiğini oluşturmak için dört adım gereklidir: "blok" adımı, "parametre" adımı, "mantıksal bağlantı" adımı ve "DSP" adımı. Her adım aşağıda açıklanmıştır.

Adım 1 - Bloklar: Çalışma alanında istenen devrenin bir diyagramını oluşturmak için GRC kütüphanesinden uygun DSP bloklarını düzenleyin. **Şekil 14.17'nin çalışma alanındaki örnek akış grafiğinde fonksiyonel blokların nasıl düzenlendiğini görün.**

Adım 2 - Parametreler: İstenen DSP işlevini gerçekleştirmek için, her DSP bloğu yeniden



Şekil 14.15- İlgili çeşitli fonksiyon bloklarını gösteren bir yayın FM alıcısı için akış grafiği.



Şekil 14.16 - Şekil 14.15'teki akış grafiğinden oluşturulan çalışan FM yayın alıcısı için kullanıcı arabirimi penceresi.



Şekil 14.17 - Ses osilatörü için akış grafiği.

Kullanıcı tarafından belirlenen parametreleri sorgular. Parametre adımını seçin, her bloğu sağ tıklatın, *Özellikler'i seçin* ve kullanılabilir alanlara parametre değerlerini girin. Akış grafiği diyagramındaki her blok tum olarak açılır ve istenen parametreler her bloğa girilir. Tipik parametreler, kazanç, frekans, bant genişliği ve benzeri gibi tanıdık değerlerin yanı sıra *Örnek Hızı* ve *Çıktı Türü gibi daha az bilinen değerlerdir*. Örnek *Hızı* ve *Çıktı Türü parametre* değerleri aşağıda tartışıldığı gibi DSP'ye özgüdür. Bu DSP parametreleri birçok akış grafiğinde varsayılan olarak ayarlanır ve otomatik olarak her DSP bloğuna yayılır. Bu varsayılan parametreleri anlamlı bir şekilde değiştirmek için, Adım 4'te açıklandığı gibi DSP teorisinin temel bir anlayışı gereklidir.

Adım 3 - Mantıksal İnterconnections: Her DSP bloğu Bir veri bağlantısı okunun diğer blokları mantıklı bir şekilde. Veri bağlantıları, akış grafiğindeki "giriş" veya *Kaynak konumu ile başlar ve* akış grafiğindeki "çıkış" *veya Lavabo ile biter* .

***Adım 4 - DSP** Parametreleri: Bu* dördüncü ve son adımda, bir akış grafiği yazmanın DSP sorunlarını içerdiğini. Çalışma alanının sol köşesindeki özel Değişken blok ile başlayalım. GRC programlama için her açıldığında bu blok otomatik olarak bulunur. Değişken bloğu, DSP'deki her blok için temel satır Örnek Hızı parametresinin bulunduğu yerdir. Varsayılan - parametre saniyede 32.000 örnektir (SPS). Bu varsayılan parametre, akış grafiği çalışma alanındaki her DSP bloğundaki Örnek Hızı alanına otomatik olarak yayılır. Varsayılan *Örnek Hızı* değeri, birçok DSP akış grafiği için iyi bir başlangıç noktasıdır ve Birçok tasarım için varsayılan olarak kullanılabilir. Gelişmiş DSP tasarımları farklı örnek hızları gerektirebilir ve DSP bloklarındaki örnek hızı parametresinde ayarlamalar gerektirebilir.

Başka bir varsayılan DSP parametresi, her DSP bloğu için Çıktı Türü parametresidir. Varsayılan parametre *Karmaşık* veya İ ve Q olarak adlandırılır. Bu varsayılan parametre, çoğu için yararlıdır, ancak tüm radyo ile ilgili DSP'ler için yararlı değildir. Aşağıda açıklanan akış grafiği örneği, basit akış grafiğinin çalışması için varsayılan Çıktı Türünün değiştirilmesi gereken bir akış grafiğini göstermektedir. (Karmaşık sinyaller ve modülasyon hakkında daha fazla bilgi için Modülasyon bölümüne bakın.)

AKIŞ GRAFİĞİ YÜRÜTÜCÜSÜ

Pratik olarak, yukarıda belirtilen akış grafiği *GRC'nin çalışma alanında oluşturulur.* Akış grafiğini işler hale getirmek için, *çalışma alanının üstündeki araç çubuğundan Akış grafiği denetimini çalıştır'ı (ekranda yeşil bir ok) seçin.* Yazılım derlendikten sonra, DSP hayata geçecektir. Operasyonel GUİ, Şekil 14.17'de ekranın sağ tarafında görüntülenen kontrol işlevleriyle ekranda görünür.

SPECİFİC AKIŞ GRAFİĞİ ÖRNEĞİ: SIMPLE SİNGLE-TONE AUDIO OSCILLATOR

Adım 1 - Bloklar: Şekil 14.17, ses osilatör akışının ekran görüntüsüdür

grafik. Çalışan GUİ, şeklin sağ tarafında üst üste bindirilir. İşletim GUİ'si yalnızca araç çubuğundan Execute akış grafiği seçildikten sonra görünür.

Akış grafiği blokları, Şekil 14.12'de (Şekil 14.17 değil) gösterilen sağ kenardaki kütüphaneden seçilir ve çalışma alanına yerleştirilir. Bir bakışta, akış grafiği blok diyagramı, aynı bileşenlere sahip geleneksel bir analog radyo blok diyagramı ile aynı görünecek şekilde oluşturulmuştur. Diyagram ve bileşen içeriği standart sinyal işleme uygulamasını yansıtır. Ses çıkışı olan basit bir sinüs dalga osilatörü için geleneksel bir devre blok diyagramı, hatlarla bağlantılı blok serilerinden oluşacaktır; Bir osilatör bloğu, bir frekans kontrolü, bir ses amplifikatörü, bir ses ses seviyesi kontrolü, hepsi birbiri ardına bir ses çıkış bloğuna bağlandı .

Bu ses osilatör örneğinde, sinyal işleme modeli geleneksel analog ve *GNU Radyo* dijital uygulaması için aynıdır. Bir DSP ile, bloklar arasındaki ara bağlantılar artık sinyal bağlantıları (geleneksel devrelerdeki teller) değil, aşağıdaki Adım 3'te göreceğimiz gibi dijital veri bağlantılarıdır.

Adım 2- Parametreler: Her DSP bloğu için parametrelerin çoğu Şekil 14.17'de görülebilir. Blok üzerinde sağ tıklama ile her bloğun parametrelerini inceleyin ve *Özellikler'i seçin.* Çalışma alanının üst kısmında bulunan İD ses tonuyla QT GUİ Range kontrol bloğuna sağ tıklayın. Bu blok, osilatör frekansı veya ses tonu için kontrol bloğudur. Blok İD, *audio _ tone* ve tonun ayar aralığının 1 Hz adımda 250 Hz ila 4 kHz arasında olduğunu unutmayın. Bu blok, bu örnekteki ses osilatör tonu olan Sinyal Kaynağı DSP blok çıkış frekansına bağlanır ve kontrol eder .

İD audio _ tone, kontrol bloğu ile *Signal Source* DSP bloğu arasındaki yazılım bağlantısını içerir. *Ses tonu terimi hem Sinyal Kaynağı frekans* parametresi alanına hem de *QT GUİ Aralığı İD alanına girilir, böylece* yazılımdaki iki blok bağlanır .

Aynı şekilde, ses seviyesi kontrolü yazılım aracılığıyla ses amplifikatörüne bağlanır. *İD audio_amplitude QT GUİ Range kontrol bloğunda Özellikler'i seçin*. Çarpma değerleri 0 ile 10 arasında değişir. Bu sayılar, *Multiply Const* DSP bloğuna, ses ses seviyesi kontrolü için dijital veri akışı genliğini çarpmasını söyleyen faktörlerdir. İD *audio_amplitude,* - *Multiply Const* DSP bloğuna yazılım bağlantısını belirtir. Bu İD, *Multiply Const* DSP bloğundaki sabit parametre alanına girilir. İki blok, ses tonu frekansının ses osilatörüne bağlandığı şekilde bağlanır. *Değişken bloktan alınan Örneklem Hızı değeri,* 32k, otomatik olarak diğer DSP bloklarına yayılır, ancak iki kontrol bloğuna değil

Adım 3 - Mantıksal İnterconnections: Temel DSP akış grafiğini tamamlamak için, her blok mantıksal olarak diğerlerine bağlıdır. Ayrıntılara daha fazla dikkat etmek bu aşamada önemlidir. Ekran yakalamada takdir edilmeyen, *Multiply Const DSP* bloğunun yalnızca tek giriş ve tek çıkış portlarına sahip olacak şekilde yapılandırılmasıdır. Bu blok ve DSP kitaplığındaki diğer birçok blok, çoklu giriş ve çıkış portları için önceden yapılandırılmıştır. *GRC* çalışma alanına yerleştirildiğinde, kütüphaneden önceden yapılandırılmış bloklar akış grafiğine uyacak şekilde istenen sayıda bağlantı noktası için yeniden yapılandırılır. Bağlantı noktası sayısını yeniden yapılandırmak için bloğu sağ tıklatın, *Özellikler'i seçin* ve uygun bağlantı noktası parametresi alanına istenen bağlantı noktası sayısı için bir değer girin. Bu örnekte, *Çarpma Const DSP bloğunun İnput Port alanına 1 değeri girildi*. Tamam'ı seçin, pencere kapanır ve blok tek bir giriş ve tek bir çıkış portuyla kullanıma hazır olarak ekranda görünür.

Blok portları yapılandırıldıktan sonra, DSP blokları veri akışına bağlanmalıdır. Bu veri akışı bağlantılarını oluşturmak için, *Signal Source* DSP bloğunun çıkış portuna sol tıklayın, ardından *Multiply Const* DSP bloğunun giriş portuna sol tıklayın. Bir veri bağlantısı oku görünür ve bu iki blok dijital olarak bağlanır. *Multiply Const* DSP bloğunun çıkışı, *Audio Sink* DSP bloğunun giriş portuna benzer şekilde bağlanır.

Akış grafiği neredeyse tamamlandı. İki kontrol bloğunda görünür veri bağlantı okları yoktur. Yukarıda açıklanan yazılım İD parametreleri ile otomatik olarak bağlanırlar. Ardından, DSP parametre adımını ele alıyoruz.

Adım 4 - DSP parametreleri: Ses osilatör akış grafiği, modern bilgisayar ses kartlarıyla birlikte varsayılan Örnek Hızı parametresiyle iyi çalışır. *Sample Rate* parametresi için herhangi bir değişiklik gerekmez. Çıktı *Türü parametresi* farklıdır ve bu akış grafiğinin çalışması için varsayılan ayardan değiştirilmesi gerekir.

Her DSP bloğu için Çıktı Türü parametresi, bu DSP bloğu için Özellikler seçilerek bulunan bir açılır menüde görüntülenir. Çıkış *Türü, akış* grafiğinde bloklardaki giriş ve çıkış portu sekmelerinin rengiyle de görsel olarak görüntülenir. (Bu renk kodu, gelişmiş DSP programlaması ile yararlı bir hata düzeltme ipucudur ve bu açıklama için merkezi değildir. Renkteki değişiklik yalnızca ekran yakalama veya akış grafiğini bilgisayar ekranında görüntülerken görülebilir.) Bu akış grafiği için istenen Çıktı Türü "Float" (kayan nokta değerlerini kullanan dijital veriler). Bu örnekteki her DSP bloğu için Çıktı Türü parametresi aynı olmalıdır: "Float". Akış grafiğinde her DSP bloğu için Özellikler'i sağ tıklatın ve seçin, *Çıktı Türü parametresine gidin* ve açılır menüden "Kaydır'ı seçin. İki kontrol

Bloklar herhangi bir DSP parametresi gerektirmez.

Tüm adımlar tamamlandıktan sonra, akış grafiği yürütülmeye hazırdır. Yürütme sırasında, ekranda yeni bir GUİ belirir ve kontroller görüntülenir. Bu GUİ ekranı, Şekil 14.17'deki ekran görüntüsünün sağ üst köşesine yerleştirilmiştir. Hoparlördeki 250 Hz ses tonunu dinleyin. GUİ kontrolleriyle ses düzeyini ve ses frekansını ayarlayın. Ayrıca, *Değişken bloğundaki örnek hızını* veya herhangi bir bloktaki parametre değerlerini ayarlamayı deneyebilir ve bu değişikliklerin akış grafiğinin çalışması üzerindeki etkisini gözlemleyebilirsiniz. (Bu örnek için GRC akış grafiği, bu kitap için indirilebilir ek pakete dahil edilmiştir. Bölüm 14 - Audio Oscillator examplegrc dosyası GNU *Radyo* uygulamasında çalıştırılabilir.)

HİKAYENİN GERİ KALANI: BASİC DSP TEORİSİ BİR AKIŞ GRAFİĞİNE UYARLANDI

Bu DSP akış grafiği örneğini daha iyi anlamak ve daha gelişmiş DSP akış grafikleri geliştirmeye yardımcı olmak için, örnek hızı, veri akışı çıkış tipi ve DSP ilişkisi hakkında temel bilgiler önemlidir. (Analog/dijital dönüşüm sürecinin ayrıntılı bir tartışması için DSP ve SDR Temelleri bölümüne bakın.)

Örnekleme, DSP'nin temel bir yönüdür. DSP, analog sinyalin dijital veri akışına dönüştürüldüğü AID dönüştürücüsünde devreye girer. DSP, dijital veri akışı olarak sinüzoid sinyalin bir kopyasını oluşturan veri noktaları serisini manipüle etmek için hareket eder. Örneklerin sayısı arttıkça, çoğaltılan dijital veriler orijinal sinüzoid sinyaline daha yakından karşılık gelir. Dijital işlemden sonra, dijital veri akışı, bir D/A dönüştürücü ile tanıdık analog ses veya radyo sinyalleri üretmek için yeniden yapılandırılabilir.

Örnekleme konseptini işleyen bir akış grafiğine bağlayarak, akış grafiğindeki her DSP bloğu uyumlu bir örnek hızı parametresi ile çalışmalıdır. *GRC,* her bir DSP bloğu için otomatik olarak varsayılan örnek oranını girer; bu, birçok DSP işlemi için iyidir. *GNU Radio ve* GRC kullanan gelişmiş DSP teknikleri, varsayılan değerin ötesinde çok çeşitli örnek hızı parametreleri gerektirir. Örnek hız parametreleri, akış grafiğindeki her DSP bloğu için ayrı ayrı ayarlanabilir. Bu örnek hız değişiklikleri *Resampler* DSP blokları kullanılarak gerçekleştirilir. Tek bir akış grafiği içindeki örnek hız ayarlamaları,'çok oranlı "örnekleme ve SDR uygulamaları için olanlar gibi gelişmiş DSP'lerle ortak bir uygulama olarak adlandırılır.

DSP ile ilgili bir diğer temel kavram, her bir DSP bloğunun tek amacının dijital veri akışını matematiksel olarak manipüle etmek olduğunu anlamaktır. Neyse ki, *GNU Radyo ve GRC* grafik yaklaşımı ile

Programlama için, kullanıcının altta yatan matematiği anlaması veya programlaması gerekmez. *GNU Radio DSP* kütüphanesindeki DSP işlevleri, amaçlanan DSP işlevlerini gerçekleştirmek için gerekli matematiksel algoritmalarla önceden yüklenmiştir.

Veri akışı matematik algoritmaları benzersiz ineachDSPblock. Dijital veri akışı genliğinin basit bir şekilde çarpılmasıyla bir amplifikatör veya zayıflatıcı olarak işlev gören Multiply Constant DSP bloğu için olduğu gibi, amaç. Diğer DSP bloksprovidefilteringormixingfonksiyonları ve sıklıkla bu fonksiyonların kombinasyonları. Tüm işlemler, geliştiriciler tarafından her bir DSP bloğuna programlanan algoritmalara dayanarak matematiksel olarak gerçekleştirilir.

Veri akışı sadece matematiksel olarak belirlenmiş bir şekilde manipüle edilmekle kalmaz, aynı zamanda dijital veri akışının matematiksel yapısının bir akış grafiğinin nasıl işleyebileceği üzerinde de etkisi vardır. *Çıktı Tipi DSP* parametresinin DSP blokları arasında iletişim kuran dijital veri akışının yapısını yansıttığı Şekil 14.17'deki akış grafiğine dönün. Matematiksel olarak işlenen dijital veri akışı *Çıkış Tipi,* gelişmiş DSP süreçleri için gerektiği gibi özelleştirilebilir.

Pratik bir konu olarak, çoğu *GNU Radio* DSP bloğu için varsayılan Çıktı Türü dijital veri yapısı varsayılan olarak "Karmaşık" veya İ ve Q verileri olarak ayarlanır. Varsayılan ayar olan - "Karmaşık", çoğu olmasa da, sıradan radyo ile ilgili DSP uygulamaları için tercih edilen veri türüdür. Aşamalı teknikleri kullananlar ve bu durumda ses osilatörü örneği gibi bazı DSP akış grafikleri, varsayılan "Karmaşık'tan farklı bir Çıkış Türü gerektirir. (Bazı SDRhardware dijital veri çıkışı türleri, farklı matematik dönüşümlerinden türetilir ve akış grafiğinde de bir dondefault olmayan veri akışı yapısı dönüşümü sağlar.) Başka bir deyişle, bir tür dijital veri akışı herkese uymuyor. *Çıktı Tipi veri* akışı parametresi, bazı SDRhardware için oldukça spesifik ve bazı DSP işlemleri için oldukça spesifik olabilir. Akış grafiği yapılarınız için Çıktı Türünün ayrıntılarına hakim olmak, DSP temellerinin daha derinlemesine anlaşılmasını sağlayacaktır. - Örnekleme hızı seçenekleri ve *Çıktı Türü* dijital veri akışları hakkında daha fazla bilgi için, GNU Radio web sitesindeki bilgileri inceleyin.

ÖĞRENME KAYNAKLARI: DSP YETKINLİK VE *GNU RADIO*

GNU Radio, GRC ve akış grafiği konstrüksiyonuna bu giriş, DSP'yi *GNU Radios yüksek seviyeli* grafik ortamıyla tutarlı olarak blokların ve parametrelerin yüksek seviyesinde sunar. Ancak bu sadece DSP dünyasına bir yolculuğun başlangıcıdır. **DSP ve SDR Temelleri** ve **Alma** bölümleri, DSP'yi anlama konusunda çok yararlı bilgiler içerir. Bu bilgi GNU Radyosuna özgü olmasa da GNU Radyosuna uygulanacak DSP'nin daha derinlemesine anlaşılması için önemli bir arka plan ve bağlam sunar.

DSP yetkinliği, GNU *Radyo'yu* deneyler ve simülasyon için bir araç olarak kullanarak kolayca öğrenilir. *GNU Radyo'ya özgü çevrimiçi eğitim kaynakları* harika öğrenme - kaynaklarıdır. DSP uygulamalarının ve parametre seçiminin ayrıntılı örnekleri, metin biçiminde garip ve bazen kafa karıştırıcı, çevrimiçi video eğitimleriyle çok daha kolay anlaşılır. Ettus Corporation sponsorluğunda DSP öğreticiler - **(files.ettus.com/tutorials/labs/Lab_1-5.pdf)** ve ilgili **video serisi (www.youtube.com/playlist? Liste = PL618122BD66C8B3C4)** bu öğrenme biçimi için şiddetle tavsiye edilir .

DSP'nin daha akademik bir tedavisi için, bu *El Kitabında hem DSP hem de SDR Temellerini ve* Richard Lyons'un DSP metinlerini göz önünde bulundurun. Lyons metinleri, DSP'yi anlamak için özellikle "jambon dostu", sezgisel bir yaklaşım sunar. (GNU ***Radyo*** **Referansları bölümüne bakın** .)

İNSTALLING *GNU RADIO*

Yeni bir kullanıcı için ilk adım, *yetkili bilgi* **(gnuradio.org/redmine/projects/gnuradio/ wiki) için GNU Radyo web portalını incelemektir. GNU Radyo** geliştiricileri, yeni kullanıcının *GNU Radyo'yu kullanmaya başlamasına yardımcı olmak için zengin bir ayrıntılı bilgi kaynağı yayınladı.* Bu portal sayfasından yükleme talimatları, öğreticiler, en son haberler ve yazılım geliştirme süreci hakkında derinlemesine bilgi bağlanabilir. İçerik devam eden yazılım geliştirme ile değiştiğinden sık sık başvurun.

GNU Radio'ya başlamak için, özellikle çekici bir seçenek GNU *Radio Live SDR Environment* **(wiki.gnuradio) kullanmaktır. org/index.php/GNU_Radio_Live_SDR_ Çevre).** Canlı *Ortam,* kullanıcının bilgisayar sabit sürücüsüne GNU Radyo yüklemeden GNU Radyo uygulamasını sağlar. *Ubuntu* işletim sisteminin *ve GNU Radio yazılımının en son sürümleri,* yürütülebilir bir dosya olarak İnternet'ten bir depolama ortamına (örneğin, DVD veya USB bellek çubuğu) indirilir. Ortamdan yürütüldükten sonra, *Canlı Ortam,* GNU *Radio uygulaması* önceden yüklenmiş olarak eksiksiz bir Ubuntu işletim sisteminde açılır. *GNU Radio ve* GRC hemen tam kapasitede çalıştırılabilir.

GNU Radio'yu doğrudan bir bilgisayar sabit diskine yüklemek için, resmi Kaynaktan *"build-gnuradio komut dosyası'ile kurulum,* en güvenilir ve şiddetle tavsiye edilen yaklaşımdır **(wiki.gnuradio org/index.php/lnstallingGRFromSource).** *Build-gnuradio betiği ile Kaynaktan GNU Radyosu'nu durdurmak,* en son GNU *Radyo sürümünü otomatik olarak kurar*, Tüm eklentiler ve uyumlu SDR donanımı için en son sürücü, *Universal Hardware Driver (UHD). Build-gnuradio betiği,* ilk kurulum ve gerektiğinde GNU Radio ve UHD'nin sonraki güncellemeleri için tercih edilen bir yöntemdir. Kurulum sürecinde adım adım "jambon dostu" yardım da **www mevcuttur. w7fu.com**

GNU RADIO 'NUN EN FAZLASİ GETTNG

GNU Radyo desteği, "discussion-gnuradio" mesaj reflektörü aracılığıyla çevrimiçi olarak mevcuttur. **(lists.gnu.org/mailman/listinfo/discussgnu radio) Sorular** reflektörde yayınlanabilir ve *GNU Radyo geliştiricileri* e-posta yoluyla yanıt verir. Reflektör çok aktif ve zengin bir bilgi kaynağıdır.

GNU Radio'nun sunduklarından tam olarak yararlanmak için en verimli ve kullanıcı dostu yaklaşım, Linux *Ubuntu* işletim sisteminde GNU Radio'yu uygulamaktır. *GNU Radio geliştiricileri Ubuntu'da GNU Radio geliştirir ve bakımını yapar.* Potansiyel platformlar arası hatalar ve uyumsuzluklar, geliştiricilerin kullandığı aynı Ubuntu işletim sistemini benimseyerek önlenir. *GNU Radio'nun* - Windows ve Mac OSX'te çalıştığı bildirildi, ancak bu işletim sistemlerinde tam olarak uygulanmasıyla ilgili zorluklar var ve bu da yeni başlayanlar tarafından en iyi şekilde önleniyor.

Linux işletim sistemlerine aşina olmayan bilgisayar kullanıcıları, Linux *Ubuntu işletim* sistemini kullanarak korkutulmamalıdır. *Ubuntu,* MS Windows olarak görünüm ve his ve düz ileri kullanım kolaylığına sahiptir. *Ubuntu* işletim sistemi açık kaynaklıdır, internet üzerinden indirilebilir ve gerekirse ayrı bir sabit disk bölümüne kolayca kurulabilir. İnternet üzerinden Ubuntu İnstalling düz ileri ve hızlı. Resmi *Ubuntu* web sitesi, Ubuntu'yu - kullanmak için en son indirilebilir Ubuntu sürümlerini ve talimatlarını sağlar**. *(www.ubuntu.com/ download/desktop*)**

GNU Radio düzensiz fakat sık olarak sürüm güncellemeleri içeren dinamik bir uygulamadır. Web portalı üzerinden değişiklikleri takip etmek ve build-gnuradio betiğini gerektiği gibi kullanarak uygulamayı yeniden güncellemeyi öğrenmek önemlidir. "Son haberler" forupdates ve diğer bilgileri izleyin **(gnu radyo. org/redmine/projects/gnuradio/wiki).**

Ciddi DSP yazma ve çoğu SDR projesi için, *GNU Radio'nun Linux "dağıtım" sürümlerini yüklemekten kaçının. GNU Radio'nun "dağıtım" sürümleri,* bu işletim sistemi sürümü sırasında Ubuntu işletim sürümünde yerleşik olarak bulunur. Bu "dağıtım" sürümleri *Ubuntu* sürümünden kolayca kurulabilir. *GNU Radio,* ilk sürüm sırasında Ubuntu sürümünde yerleşik olduğundan, bu *GNU Radio* sürümleri genellikle güncel değildir, eski *UHD* sürücülerine sahiptir ve dosya içine farklı şekilde yüklenir.

Resmi Kaynaktan indirilen sürümlerden sistem. UHD yeni SDRhardware ile çalışmayabilir. - DSP bloklarının güncellenmesi ve eklenmesi, dağıtımı, sürümleri mümkün değildir. Tüm bu nedenlerden dolayı, *GNU Radio'nun "dağıtım" sürümünü yüklemekten kaçınmak, bunun yerine* mevcut *GNU* Radio sürümünün tam kurulumunu yapmaktan kaçınmak en iyisidir.

Yetenekli bir bilgisayar, *GNU Radio'yu tam* gerçek zamanlı DSP potansiyeli ile kullanmak için gereklidir. Geliştiriciler, kullanıcılara i3 seviyesinde veya üzerinde çift çekirdekli bir CPU önermektedir. Tek çekirdekli ve erken çift çekirdekli CPU'lar birçok ham DSP tasarımı için hız ve kapasiteden yoksundur .

GNU RADIO, RADIO DONANIMI VE UHD

GNU *Radio ile gerçek zamanlı SDRradio projeleri uygulamak* için, uyumlu - SDRhardware kullanmak gerekir. *Universal Hardware Driver (UHD), GNU Radio* ve uyumlu SDR donanımını arayüz etmek için özel bir yazılım paketidir. Oflate, GNU *Radyo* paketlerinin amultilayered PPA sistemi veya bir uygulama paketi ile arabirim oluşturan yeni nesil SD R'ler ortaya çıktı. Uyumlu donanım için dokümantasyon, *GNU Radio UHD* yeteneğine veya bir PPA *GNU Radio paketine atıfta bulunacaktır*. *GNU Radio'nun* DSP geliştirici topluluğu ile popülerliği göz önüne alındığında, *UHD* veya *GNU Radio* PPA, modem SDR donanımı için yaygın olarak belirtilmiştir .

UHD'nin en son sürümü, Kaynaktan build-gnuradio komut dosyası aracılığıyla GNU Radio yüklendiğinde otomatik olarak yüklenir. *GNU Radio PPA* ayrı ve ek bir kurulum gerektirir. Sürekli genişleyen uyumlu donanım listesi şu **adreste yayınlanmaktadır wiki.gnuradio.org/index.php/Hardware.** İnternet aramaları ve teknik özelliklerin yakından okunması bazen henüz resmi listeye ulaşmamış UHD uyumlu SDR donanımını bulab

GNU RADIO REFERENCE MATERIAL

J. Petrich, W7FU, "Digital Signal Processing and GNU Radio Companion", Temmuz/Ağustos 2017, QEX, *s.* 41-46.

K. Petrich, W7FU, T. McDermott, N5EG, "Dijital Sinyal İşleme (DSP) Projeleri: GNU Radyo ve GRC İşlevsellik Örnekleri", Sep/Oct 2014, *QEX,* s. 25-30.

L. G. Lyons, "Dijitali Anlamak Sinyal İşleme "ISBN 0-201-63467-8" GNU Radyo Atölyesi ", Mikrodalga Güncellemesi, Ekim 2019, Kuzey Teksas Mikrodalga - Topluluğu **(microwaveupdate.org)**

www. w7fu.com - ham radyo yönelimli SDR akış grafiklerinin örnekleriyle GNU Radio'nun kurulumu ve bakımı hakkında adım adım bilgi.

www.reddit.com/r/GNURadio - a Çok aktif *GNU Radyo geliştirme* topluluğu.

Önerilen okuma**: wiki.gnuradio.org/ index.php/SuggestedReading**

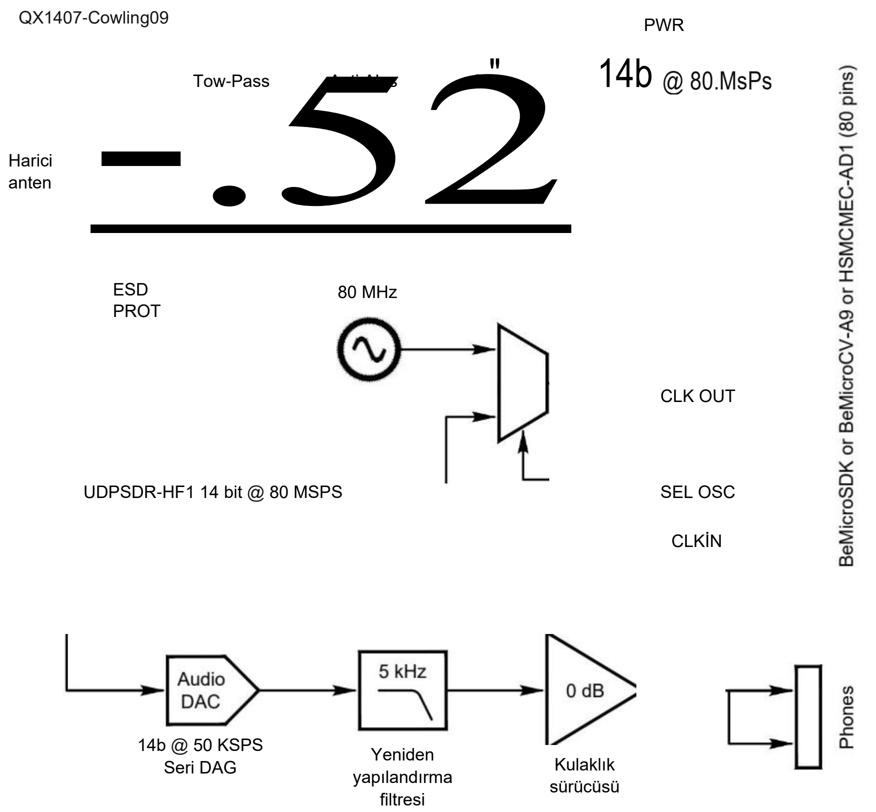
14.4.2 FPGA Veri Motorları

Önceki bölümlerde atıfta bulunulan DSP işlevsel bloklarını gerçekten uygulayan nedir? Amatör SDR ve DSP'nin ilk günlerinde, makul bir maliyete sahip tek uygun donanım platformu, üst düzey bir PC veya özel DSP veya grafik işleme mikroişlemcileriydi (mikrodenetleyici birimleri - MCU). Bunlar bugün hala kullanılmaktadır, ancak birkaç yıl geçtikten sonra, amatör SDR büyük ölçüde - FPGA'lar - Saha Programlanabilir Kapı Dizileri tarafından uygulanmaktadır.

Bir MCU, sıralı sırayla önceden tanımlanmış bir komut kümesinden talimatları yürütür; Donanım sabittir, ancak talimatlar dizisi programlanabilir. Öte yandan, bir FPGA'nın sabit bir talimat seti veya talimat dizisi yoktur, paralel olarak veri üzerinde çalışır ve programlanabilir mantık ve ara bağlantılara sahiptir. Yazılım tanımlı radyo (SDR) uygulamaları, FPGA paralel donanım mimarisinden büyük ölçüde yararlanır, çünkü gerekli matematik işlemlerini doğrudan donanımda çok yüksek hızda uygulamak için yapılandırılabilirler. FPGA İC'ler artık Yüksek performanslı SDR işlevlerini uygulamak için ucuz ve yeterli sayıda kapı (1 Os ofl 00s'de) mevcuttur.

Profesyonel olmayan geliştiriciler tarafından tipik olarak kullanılan FPGA, *veri motoru olarak da bilinen genel amaçlı bir bilgi işlem biriminin bir parçasıdır.* Destek İC'leri, geliştiricinin FPGA ile etkileşime girmesine ve programlamasına izin vermek için pakete dahil edilmiştir. Veri motorunun hangi uygulamaları işlemek üzere tasarlandığına bağlı olarak diğer veri portları kullanılabilir. Harici RF donanımı ve yerleşik bir kullanıcı arabirimi veya harici bir kullanıcı arabirimine veri aktarma yeteneği ile birleştirildiğinde, sonuç etkili bir SDR geliştirme ortamıdır. Bir örnek, SDRStick alıcısını ve vericisini BEMICROCV-A9 bir veri motoruyla birleştiren Şekil 14.18'de gösterilmiştir. Bir Ethernet portu, kullanıcı arabirimini uygulamak ve bir PC'de görüntülemek için yeterli bant genişliği sağlar. Bu, Kullanıcı İnterface'lerinde önceki bölümde açıklandığı gibi ince istemci uygulamasıdır.

2014 yılında QEX dergisinde bir dizi Hands-On SDR sütununda, WA2DFI yaşındaki Scotty Cowling, birkaç veri motorunu ve - FPGA'ları programlamak için gereken yazılım geliştirme ortamını açıkladı. FPGA gelişimi ile ilgili önemli sütunların birçoğu bu kitap için çevrimiçi ek bilgilere dahil edilmiştir.



Şekil 14.18 - BEMICROCV-A9 veri motoruna ve ayrı SDRStick alma ve iletme modüllerine dayanan bir SDR geliştirme sistemi.

14.5 Dönüştürücüler

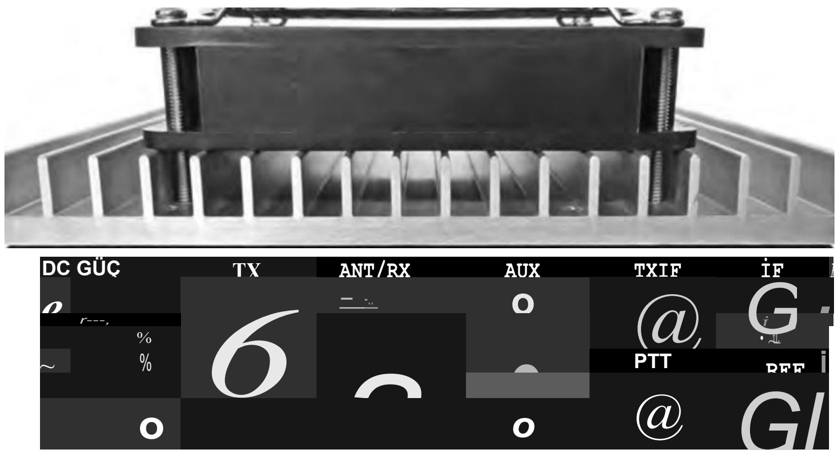
Bu bölümdeki materyaller büyük ölçüde Paul Wade, Wİ GHZ ve Wayne Overbeck, N6NB tarafından sağlanan materyallerden alınmıştır. Ek bilgi paketindeki indirilebilir materyallerin yanı sıra, referanslardaki basılı ve çevrimiçi makaleler çok daha fazla ayrıntı ve teknik derinlik sağlar.

Dönüştürücüler, bir HF veya VHF - alıcı-vericisinin, hem iletilen hem de alınan sinyali dönüştürerek desteklemediği bir bant üzerinde çalışmasına izin verir. Sonuç olarak, alıcı-vericinin tüm özellikleri dönüştürülen bantta mevcuttur. Bir zamanlar, dönüştürücüler inşa etmek ve kurmak, en deneyimli ve teknik olarak usta amatörler için ciddi bir zorluk sunuyordu, buttoday'in kullanıma hazır dönüştürücüleri, ticari bir alıcı-verici kadar kolay kuruluyordu. - Kitlerden veya sıfırdan kendi dönüştürücülerini inşa etme zorluğunu tercih edenler için, bu seçenekler de gerçek bir başarı duygusu sunuyor.

VHF/UHF/mikrodalga bantlarında tekrarlayıcı olmayan işlem genellikle çok - modlu bir alıcı-verici gerektiren CW veya SSB'dir. (FT8, JT65 ve benzeri dijital modlar SSB veya SSB DATA özelliklerini kullanır.) Bazı alıcı-vericiler HF'ye ek olarak 6 metre, 2 metre ve 70 cm'yi kapsar. TS-2000 ve IC-9700 gibi bazı VHF/UHF alıcı vericileri 23 cm (1296 MHz) kapsamasına rağmen, 222 - 225 MHz, 33 cm (902 MHz) ve 2.3 GHz üzerindeki bantları kapsayan çok modlu telsizler 2020'nin başından itibaren mevcut değildir. VHF'den birkaç GHz'e kadar olan geniş bantlı SDR alıcıları yaygın olarak mevcuttur, ancak yardımcı vericiler yeni kullanılmaya başlanmıştır. Bu, ekipman seçeneklerini değiştirilebilen fazla ekipmanla ve dönüştürücülerle sınırlar .

Benzer şekilde, 630 metrede (472-479 kHz) ve 2200 metrede (136 kHz) amatör MF ve LF bantları için, bu bantları kapsayan ticari alıcı-vericiler nadirdir. İhtiyaç fazlası ekipman amatör kullanıma uyarlanabilir, ancak kullanılabilirlik oldukça değişkendir ve ekipmanın sabit kanallarda çalışmak üzere tasarlanması muhtemeldir. Sonuç olarak, transvertörlerin öngörülebilir gelecekte bu bantlarda kullanılması muhtemeldir.

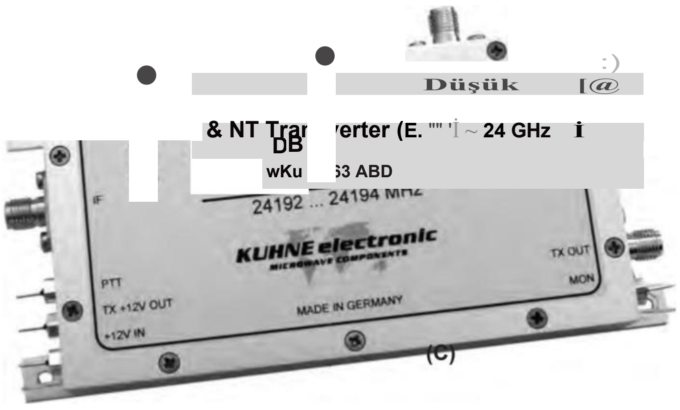
Şekil 14.19'daki gibi ticari dönüştürücüler 6 metre, 2 metre, 222 MHz, 432 MHz,902MHz, 1296MHz,2304MHz,3456 MHz, 5760 MHz ve 10 GHz için bitmiş paketler olarak mevcuttur. Son zamanlarda, transvertörler 24 GHz, 4 7 GHz ve 7 6 GHz dahil olmak üzere çok daha yüksek frekans bantları için de kullanılabilir hale gelmiştir. Komple dönüştürücüler sunan üreticiler DB6NT **(shop.kuhne-electronic.com)**; Aşağı Doğu Mikrodalga **(www.downeastmicrowave. com)**; Q5 Sinyali **(www.q5signal.com); SG-Lab (www.sg-lab.com) Bir** dizi küçük dükkan da kitler veya bitmiş ürünler üretir.



(A)



(B)



(C)

Şekil 14.19 - Q5 Sinyali 222 MHz transverter (28 MHz İF) A'da gösterilmiştir. B'de SG-Lab 2.3 GHz transverter (430 MHz İF) Ve C'de 24 GHz (432 MHz İF) için Kuhne MKU 24 G3 transverter var.

Bir muhafazaya monte edilebilen ve bir sisteme entegre edilebilen tek bir PC kartı olarak çalışır. Kitler ve tek kartlı ürünler için, bir internet araması satıcıları artırabilir.

Becomingamerofa VHF + clubisalso satıcılar ve ürünleri hakkında bilgi ile birlikte kullanılmış ve fazla ekipman bulmak için iyi bir yoldur. Bu gruplar genellikle, dönüştürücüler hakkında mentorluk ve teknik tavsiyelerin yanı sıra işletme ile ilgili ipuçları için mükemmeldir .

14.5.1 Transverter Temelleri

Bir transverter hem bir alıcı dönüştürücü hem de geleneksel bir HF veya VHF alıcı-verici için bir iletim dönüştürücüsüdür, genellikle 10 metre veya 2 metrede çalışır. HF/VHF alıcı vericisi, geleneksel bir süperheterodin radyosunun ara frekans (İF) bölümlerine benzer şekilde davranır ve *İF radyosu olarak adlandırılır.* Tam özellikli bir ticari alıcı-verici kullananlar için, çeşitli alma ve iletme - fonksiyonları, dönüştürülmüş bantta da mevcuttur ve yüksek performanslı bir VHF/UHF/mikrodalga (veya MF/LF) alıcı-verici oluşturur. Bazı alıcı-vericiler, dönüştürülen frekansı görüntüleme yeteneğine de sahiptir, böylece operatör düşük frekanslı ekranı daha yüksek banda dönüştürmek zorunda kalmaz. (Bu noktadan itibaren, tartışma, transvertörün bir VHF/UHF/mikrodalga bandını desteklediğini varsayacaktır.)

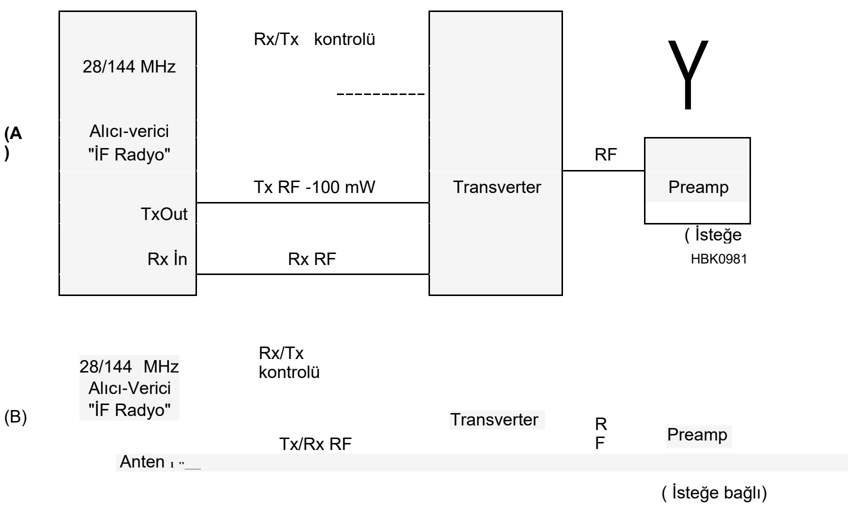
AnIFradiooperatingonthe28MHzor 144 MHz bandı, operatör 28 ila 30 MHz veya 144 ila 148 MHz arasında ayar yaparsa, dönüştürülmekte olan bandın 2 veya 4 MHz'ini kapsayacaktır. Bu, bir VHF/UHF/mikrodalga bandının tüm zayıf sinyal kısmını kaplamak için yeterlidir. Ancak, 400 MHz üzerindeki amatör bantlar 10 metre ve 2 metre bantlarından çok daha geniştir, bu nedenle tüm bant kaplanmayacaktır. 432.902 veya 1296 MHz FM tekrarlayıcı kapsama alanı için, FM aktivitesi 20 MHz veya daha fazla bir alanı kapsayabileceğinden, özel bir mobil veya el tipi FM alıcı-verici gereklidir.

28 MHz bandı yaygın olarak 50 MHz, 70 MHz (Avrupa'da) ve 144 MHz dönüştürücüler için ve bazen daha yüksek bantlardaki dönüştürücüler için bir İF olarak kullanılır. Daha yüksek bantlar için en yaygın İF bandı 144 MHz'dir. Daha yüksek bantlardaki dönüştürücüler için, 432 MHz, hem bandın daha fazlasını kapsamak hem de daha iyi teknik performans elde etmek için bir İF olarak daha popüler hale geliyor.

Daha eski alıcı-vericiler ve tek bantlı 10 metre ve 11 metre alıcı-vericiler bile İF radyoları olarak oldukça iyi performans sağlayabilir. Yaesu FT-817/818 gibi düşük güçlü alıcı-vericiler yaygın olarak kullanılmaktadır, çünkü çoğu dönüştürücü artık 5 W'a kadar İF sürücüsü için tasarlanmıştır ve bu tür alıcı-vericilerin çıkış gücünü güzel bir

14.5.2 Bir Transverterin bir Alıcı-Verici ile bütünleştirilmesi

Şekil 14.20, bir transverter ve alıcı-verici İF radyosunu bağlamanın en yaygın iki yolunu göstermektedir. Bazı alıcı-vericiler, Şekil 14.20A'de olduğu gibi, genellikle ana anten konektöründe bulunan güçten bağımsız olarak doğrudan bir transvertere bağlanabilen yardımcı bir konektör aracılığıyla mevcut olan düşük seviyeli iletim çıkışlarına sahiptir. (Transverter işlemi sırasında sahte bir yükün bağlanması gerekebilir.)



Şekil 14.20 - A'daki çizim, alıcı girişi ve ayrı düşük güç iletim çıkış bağlantıları olan bir alıcı-vericiyi göstermektedir. B'de, RF yolu, çoğu modern dönüştürücüler için RF güç çıkışının 5 W'a düşürülmesini gerektiren, alıcı-vericinin ana anten konektörüne doğrudan bir bağlantıdır.

Eğer transverter gücü idare edecek şekilde derecelendirilirse, daha basit bir yaklaşım transceiveroutput gücünü 5 Wand'a düşürmek ve anten konektörünü hem iletim hem de sinyal yollarını işleyen transverter üzerindeki İF portuna bağlamaktır. Transverter, transverterin gönderme ve alma bölümleri arasında İF portunu dahili olarak değiştirir. Modem dönüştürücülerin çoğu, alıcı-vericiden 5 W'a kadar verici gücünü kaldırabilen yerleşik zayıflatıcılara sahiptir. 5-W alıcı-vericilerin transverterlerle kullanım için bu kadar popüler olmasının bir nedeni de budur. Bu yöntem Şekil 14.20B'de gösterilmiştir. Tabii ki, operatör, 10 metre veya 2 metrede "düz geçiş" işleminden - transverter işlemine geçerken, daha yüksek bir güç alıcı vericisinin verici gücünü tam çıkıştan 5 W'a düşürmeyi hatırlamalıdır. Bazı alıcı-vericilerin, ALC sistemi çıkış gücünü kontrol etmeden önce bir iletimin başlangıcında tam güç geçişini ilettiğine dikkat edin. Eğer durum buysa, gücü manuel olarak kapatmak muhtemelen zayıf bir seçenektir. **Tablo 14.1,** - iletim gücünü azaltmak için oluşturabileceğiniz zayıflatıcılar için bazı değerleri göstermektedir.

Eğer transverter, alıcı-vericinin ana RF portu ile doğrudan çalışma seçeneğine sahip değilse, bir TX/RX anahtarı gereklidir. Anahtarlama, RF algılama veya topraklanmış bir PTT hattı veya pozitif-gerçek bir TX ON sinyali gibi alıcı-vericinin iletim kontrol hattı tarafından kontrol edilir. İF radyonun RF portu üzerinden anahtarlama kontrolü yapmak, bir kablo ve konektör setini ortadan kaldırır.

İsteğe bağlı ön amplifikatörler ve güç amplifikatörleri, en iyi performans için doğrudan antene monte edilebilir. Mikrodalga frekanslarında besleme hattı kayıpları çok yüksek olduğu için, birçok amatör antendeki hava koşullarına dayanıklı bir muhafazaya transvertörler ve amplifikatörler monte eder ve sadece alıcı-vericiden İF sinyalleri, güç ve herhangi bir kontrol hattı gönderir .

Transverter kullanıcıları, özellikle mikrodalga bantlarında frekans kararlılığını da dikkate almalıdır. Çoğu transvertör artık *GPS disiplinli bir osilatörden* veya bir *rubidyum osilatöründen oldukça kararlı bir 10 MHz "referans sinyali" kabul etmek üzere tasarlanmıştır (Osilatörler* **ve Sentezleyiciler** bölümüne bakınız). Ticari dönüştürücüler genellikle oldukça kararlı olacak şekilde tasarlanmış yerleşik yerel osilatörlere (LO) sahiptir. Bununla birlikte, en iyi LO devreleri ısınma sırasında mikrodalga bantlarında birkaç kilohertz veya daha fazla sürüklenecektir. Uzun bir ısınmadan sonra bile, dahili bir LO modem dijital modları için çok fazla sürüklenebilir. İyi performans isteyen çoğu amatör, dönüştürücülerini doğru frekansta "kilitlemek" için harici bir GPSDO veya Rubidium referansı ekleyecektir. Bir dıştan takma referans sinyali, birkaç dönüştürücüye hizmet etmek için bir dağıtım amplifikatörüne beslenebilir .

Tablo 14.1
Zayıflatıcı Bileşen Değerleri

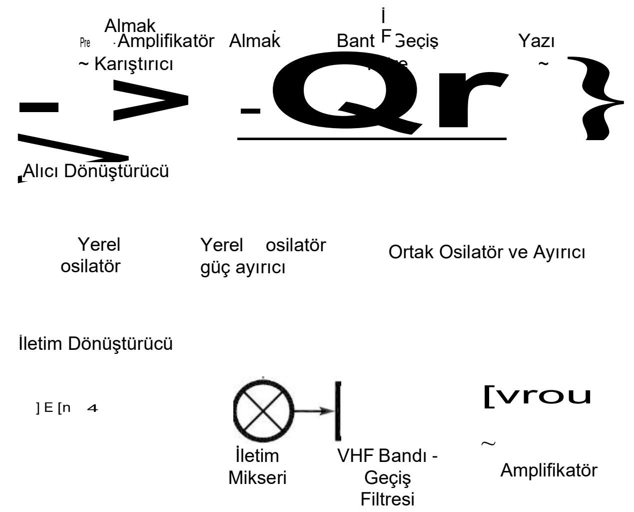
İF Gücü	10W	6W	½ -3W 18	< 250 mW
İlk zayıflatıcı	23 dB	20 dB 50	dB 50 @	6 dB
R1	50 @ 8W	@ 4W 43	2W 56 *	50
R2	27 * 4	* 4 1k *	4	100
R3	1.5k * 4	4	560 * 3 veya 750 * 4	39
R4	56	62	62	150

NOTLAR:
* 4 paralel olarak dört direnç anlamına gelir; * 3 paralel olarak üç direnç anlamına gelir Zayıflatıcı şema için bakınız Şekil 14.25
Tüm dirençler ohm'dur ve aksi belirtilmedikçe tüm dirençler W ¼.

14.5.3 Temel Transverter Yapısı

Çoğu radyo amatörleri artık ticari transvertörler satın alıyor ve bunları az önce açıklandığı gibi kuruyor. Bu bölüm, kendi dönüştürücülerinin iç işleyişini anlamak isteyenler veya belki de kendi dönüştürücülerini inşa etmek isteyenler içindir.

İki tipik transverter yapının blok diyagramları **Şekil 14.21** ve **14.22'de gösterilmiştir.** Şekil 14.21'deki dönüştürücü Ayrı alma ve iletme yolları vardır. Düşük seviyeli bir çıkış, tipik olarak 100 mW (20 dBm) veya daha az, İF radyosundan (İF IN etiketli), alıcı-vericinin LO'su ile karıştırılır. İstenen VHF karıştırma ürünü, VHF bant geçiren filtre ile seçilir ve bir veya daha fazla düşük güçlü amplifikatör modülü veya İC ile güçlendirilir. Bu mimari, İF radyosunun ayrı bir alıcı girişi (tipik olarak RX İN olarak etiketlenir) ve düşük güçlü iletim çıkışı (genellikle "transverter çıkışı'olarak adlandırılır) sağlamasını gerektirir.



Şekil 14.21 - Tipik bir transvertör için blok diyagramı. Üst zincir alıcı dönüştürücüdür ve alt zincir iletici dönüştürücüdür.

Şekil 14.22, alıcı-verici sadece iletme veya alma olarak her iki yönde akan sinyalleri dönüştüren tek bir bilateral karıştırıcı kullanır. Bu, İF alıcı-vericisinin normalde olduğu gibi çalışmasına izin verir, dahili transmitreceive - (TR) anahtarlama yönlendirme sinyalleri ile. 222 MHz alıcı-verici durumunda, 24 MHz bandında çalışıyor. Transvertörün giriş devrelerine zarar vermemek için alıcı-verici çıkış gücü azaltılmalı veya kabul edilebilir bir seviyeye düşürülmelidir.

14.5.4 Karıştırıcılar

Bir transvertörün kalbi, bazen "frekans karıştırıcı" veya "frekans değiştirici'olarak adlandırılan, karıştırıcı çıkışında yeni frekanslar üretmek için farklı giriş frekanslarında iki sinyali birleştiren doğrusal olmayan bir cihazdır. Bu yeni çıkış frekansları, orijinal giriş frekanslarının toplamı ve farkıdır. Mikserler bu kitabın **Alıcı** bölümünde ayrıntılı olarak tartışılmıştır.

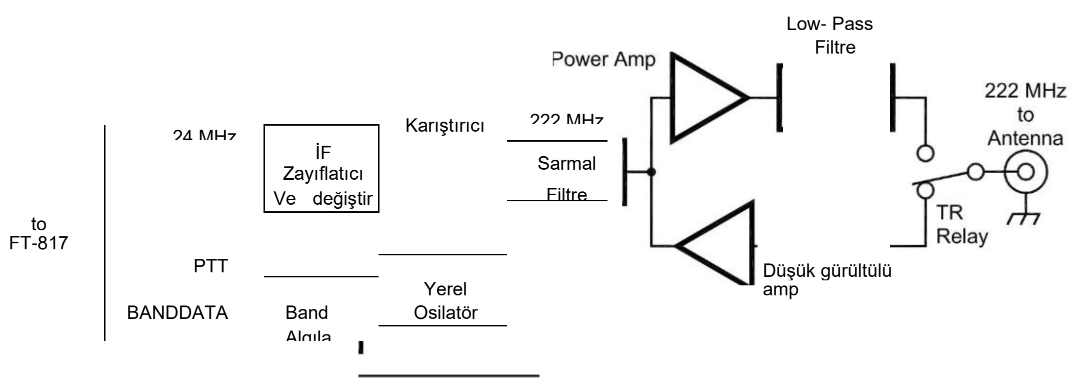
İn the222MHztransverterofFigure 14.22, mikser giriş sinyallerini 198 MHz yerel osilatör ile birleştirir. İletmek için, alıcı-vericiden İF portunda bir 24-MHz sinyali uygulanır; Toplam frekans 222 MHz'dir, bu da yükseltilir ve antene gönderilir. Almak için, antenden gelen 222 MHz sinyalleri yerel osilatör ile birleşir ve fark frekansı, 24 MHz, 12 metre bandındaki İF portuna gönderilir.

Bir transvertermixer için ortak bir seçim, ucuz, çift dengeli bir diyot karıştırıcıdır. Üst düzey bir sürüm daha iyi dinamik aralık sağlayacaktır (Alıcı bölümüne bakın). Geniş bir dinamik aralık, diğer servislerden, özellikle de taşınabilir işletim için yaygın olan yükseltilmiş yerlerde bulunan TV, FM ve ticari/kamu güvenliği sinyallerinden gelen bant dışı sinyalleri reddetmek için önemlidir.

14.5.5 Ön amplifikatörler

Çift dengeli mikserler tipik olarak nispeten yüksek bir gürültü rakamına sahiptir, bu nedenle mikserden önce düşük gürültülü bir preamp kullanmak neredeyse her zaman gereklidir. Preamp bir dis-

Şekil 14.22 - 222 MHz dönüştürücünün blok diyagramı.



Girit yarı iletken devresi veya bir MMİC RF amplifikatörü kullanılabilir. Bir preamp kullanılıyorsa, girişte bir band-pass filtresi kullanılmalıdır. (Bazı ayrık bileşen tasarım referansları da dahil olmak üzere, preamps hakkında daha fazla bilgi için Alma bölümüne bakın.) 1296 MHz'e kadar kullanışlı bir geniş bant preamp tasarımı bu kitabın indirilebilir ek bilgilerinde sağlanmıştır. (Paul Wade, WlGHZ tarafından "Evrensel MMİC Preamp" bakınız)

Harici ön amplifikatörler genellikle ana besleme hattı üzerinden sağlanan güçle doğrudan antene monte edilir. RF'yi preamplifikatörün etrafına yönlendirmek için bir RF algılama devresi veya alıcı-vericiden veya transvertörden ayrı bir kontrol hattı gereklidir. Bazı dönüştürücüler antene de monte edilebilir ve bir preamplifikatör içerebilir. Her iki teknik de alıcı zincirin gürültü rakamını iyileştirir (Alıcı bölümüne bakınız) ve ayrıca daha az pahalı koaksın kullanılmasına izin vererek anten sistemi maliyetini azaltır.

14.5.6 Filtreler

Dönüştürücüler genellikle karıştırıcıdan önce ve sonra bir filtre kullanır. Tarak filtreleri, sarmal filtreler ve topaklı LC filtrelerinin tümü bant genişliği yanıtları sağlamak için kullanılır. Düşük geçişli bir filtre genellikle İF radyosunun filtreleri kullanılacağından İF giriş ve çıkışı için yeterlidir. Transverter güç amplifikatör yolunun çıkışındaki başka bir düşük geçişli filtre harmonikleri azaltır. Anten portundaki bir bant geçiren filtre aynı işlevi görebilir ve sahte sinyallerin havada iletilmesini engeller. Ayrıca, alıcı üzerindeki güçlü bant dışı sinyallerden aşırı yük veya intermodülasyonu önlemeye yardımcı olur.

Filtre tipinden bağımsız olarak, hem filtreler hem de karıştırıcılar, geniş bir bant genişliği üzerinde sabit olan bir yük empedansında sonlandırıldıklarında çok daha iyi davranırlar. Filtreler ayrıca, giriş ve çıkışları tasarlandıkları empedans tarafından sonlandırıldığında daha iyi davranırlar. Filtre ve mikser girişlerinde ve çıkışlarında çip dirençlerinden oluşan bir 3-dB pedi, her birinin makul bir empedans eşleşmesi elde etmesini sağlar, bu da her iki devrenin daha öngörülebilir performans göstermesini sağlar .

Filtre tasarımları **Analog ve Dijital Filtreleme** bölümünde mevcuttur veya bu kitabın indirilmesiyle birlikte verilen ELSIE yazılım paketi kullanılarak tasarlanabilir. Mümkün ek bilgi. İf amplifikatör modülleri kullanılır, bazı modeller kapasitör giriş filtreleri ile daha az kararlıdır, bu nedenle indüktorinput tasarımları önerilir.

Mikro şerit hattı ve boşluk filtreleri en sık amatör mikrodalga dönüştürücülerinde kullanılır. Microstrip hat filtreleri, frekans seçici olan baskılı devrelerin modellerinden oluşur. Boşluk filtreleri genellikle devre kartlarına lehimlenen ve daha sonra setscrews ile ayarlanan küçük sıhhi tesisat parçalarından yapılır. Dalga kılavuzu filtreleri de kullanılır, - özellikle 10 GHz ve daha yüksek. Bunlar, metal çubuklar ve irisler yerleştirilmiş bir parça dalga kılavuzundan oluşur. Ayar vidalarla yapılır .

Ticari veya devlet vericilerinin faaliyette olduğu tepe bölgelerinde taşınabilir işlem planlanıyorsa, mevcut olacak son derece güçlü sinyalleri reddetmek için harici bant geçirgen filtreler kullanmayı düşünmelisiniz. Bu vericilerden (ve muhtemelen intermodülasyon ürünlerinden) gelen gürültünün zayıf amatör sinyallere kıyasla oldukça güçlü olabileceğini unutmayın.

14.5.7 Yerel osilatör

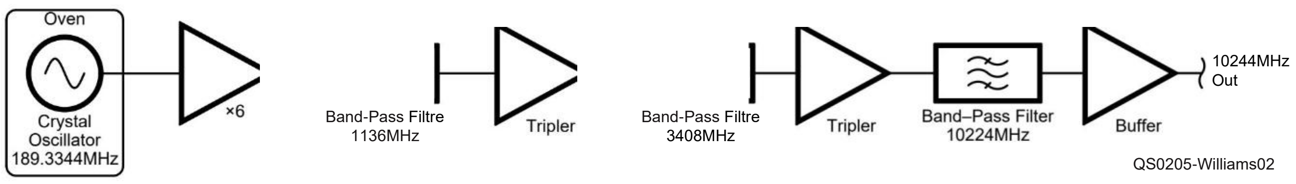
İyi bir lokal osilatör (LO) genellikle herhangi bir transverter tasarımının en zor kısmıdır. Bu, temiz bir sinyal sağlamalıdır, çünkü LO tarafından üretilen istenmeyen frekanslar alıcıda bir "kuş" kaynağı olabilir. Ayrıca kararlı olmalı ve düşük faz gürültüsüne sahip olmalıdır. Düşük fazlı gürültü önemlidir, çünkü gürültülü bir yerel osilatör, özellikle bant dışı veya bant içi güçlü istenmeyen sinyallerin varlığında, alıcının gürültü tabanını yükseltecektir. 50 MHz'in üzerinde, ilginç sinyaller genellikle zayıf olanlardır, bu nedenle düşük gürültülü bir zemin onları günlüğe alır .

Bir kristal osilatör en belirgin LO çözümüdür (Osilatörler **ve Sentezleyiciler** bölümüne bakınız). İyi kristaller, bilgisayar donanımında kullanılan frekanslar için yapılanlar hariç, daha pahalı ve daha zor hale geldi - bunlar ucuz ve yüksek hacimlerde üretildi. Osilatör modülleri, kristal ve sıcaklık stabilitesi için optimize edilmiş tüm devrelere sahip olağan seçimdir. Paketlenmiş osilatörler frekans ayarı için herhangi bir şarta sahip değildir, ancak ucuz oldukları için birkaçı sipariş edilebilir ve modül istenen frekansa en yakın şekilde kullanılabilir. Ek olarak, birçok geniş bant SDR alıcı-vericisi, geniş bir frekans aralığında çalışabilen ve LO frekansı için daha fazla seçenek sunan transverter çıkışlarına da sahiptir.

Osilatör frekansı genellikle doğrudan kullanmak için yeterince yüksek değildir, bu yüzden çarpılması gerekir**. Şekil 14.23, bir** - VHF kristal osilatöründen 10 GHz sinyal üretmek için tipik bir şemayı göstermektedir. Bu osilatörün makul sıcaklıkta stabil olması için, genellikle sıcaklık stabilize edilmiş bir minyatür fırın kullanılır. Uyandıktan sonra, basit bir 200 MHz osilatör, tipik temasların yapıldığı süre boyunca bir hertz'in birkaç onda biri içinde kalır. 200-MHz osilatörü, 10.386 GHz radyo için bir LO elde etmek için yaklaşık 50 ile çarpılır. Kristal osilatördeki bir hertz değişimi, 10 GHz'de yaklaşık 50 Hz'lik bir değişime neden olur, bu da bazı dijital modlarda sorunlara neden olabilecek gözle görülür bir değişikliktir. Eğer LO 80 GHz veya 145 GHz radyo kullanıyorsa, sürüklenme hassasiyeti on kat daha kritiktir. (Transverter işlemi için tasarlanmış kararlı bir sinyal kaynağı geliştirmeye yönelik bir yaklaşım için bu bölümün sonundaki Referanslardaki K7MDL'nin "Multiband Mikrodalga Yerel Osilatör" makalesine bakınız.)

Çarpan devrelerin tasarlanması ve ayarlanması zor olsa da, dijital devreler için kullanılan osilatör modülleri kare dalga çıkışına sahiptir. Bu osilatörler çok hızlı yükselme ve düşme sürelerine sahiptir, bu nedenle garip harmonikler bakımından zengindirler. Dar bir filtre veya diplexer ile üçüncü veya beşinci bir harmonik ayırmak ve bir MMİC ile yükseltmek tatmin edici çıktı üretir.

Ticari ve bilimsel dönüştürücülerdeki mikrodalga LO'lar genellikle faz kilitli osilatörler veya PLO'lardır. Bu ürünler yeni satın alındığında bin doların üzerinde. Bununla birlikte, bu FKÖ "tuğlaları" bazen bit pazarlarında ve açık artırma kaynaklarında düşük maliyetle bulunur. Fazla bir FKÖ kullanmanın olumsuzlukları, onları yeniden ayarlama çabası, özel bir kristal elde etme, daha fazla ağırlık ve çoğunun ihtiyaç duyduğu 1 A güçte -20 V ihtiyacını içerir. Pozitifler mükemmel faz gürültüsü, ısınmadan sonra büyük stabilite ve düşük maliyet içerir. DigiLO gibi düşük faz gürültüsüne sahip sentezlenmiş LO modülleri de mevcuttur **gSsystems.com.** Bunların çoğu, çok doğru ve kararlı frekans kontrolü için GPS disiplinli 10 MHz referansına da kilitlenebilir.



Şekil 14.23 - 10 GHz dönüştürücü için yerel bir osilatör çarpan zinciri.

Yüksek stabiliteye sahip bir TCXO, İF - radyosunda transvertörlerle kullanım için şiddetle tavsiye edilir. Mikrodalga bantları için, LO osilatör sürüklenme ve mikrofonik bir sorun olabilir. İt, İF radyoyu ve transvertörü sabit bir sıcaklıkta tutmak ve titreşimden kaçınmak için önemlidir. Daha önce de belirtildiği gibi, çoğu modern dönüştürücünün, 10 GHz'de bile artı veya eksi sadece birkaç hertz'lik bir hassasiyetle frekans üzerinde dönüştürücüyü kilitleyecek harici bir frekans referansı için bir hükmü vardır.

14.5.8 Alıcı-Verici Güç Çıkış Kontrolü

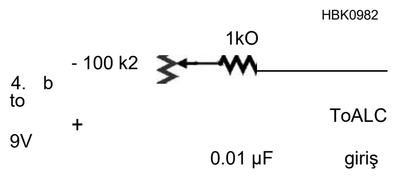
Alıcı-vericinizin çıkış ½ W veya daha azına ayarlanabileceğini varsayarsak, belki de özel bir transverter çıkış portu aracılığıyla, sıradan ¼ W dirençleri sabit veya değişken olabilecek bir giriş zayıflatıcı olarak kullanılabilir. Alıcı ve transverter arasında kullanmadan önce zayıflatıcı tasarımınızı test ettiğinizden emin olun. Şekil 14 .22'de gösterilen 222 MHz dönüştürücüde, iki zayıflatıcı seri olarak kullanılır; bir sabit ve bir değişken. PİN diyotları değişken attenuatoronreceive atlamak için kullanılır, ancak anahtarlama hatası durumunda karıştırıcıyı korumak için daha küçük bir sabit zayıflatıcı çizgide bırakılır.

Çoğu modern ticari dönüştürücüler yerleşik zayıflatıcılara sahiptir, böylece bir 5-W alıcı-vericisinin tam çıkış gücünü idare edebilirler. Vericiniz 100 W çıktısı verirse, düz HF veya 2 metre operasyonundan transverter operasyonuna her geçişinizde gücü azaltmayı hatırlamak size kalmıştır. Eğer yeni bir çarpan çalışmayı denemek için savaşın sıcağında gücü azaltmayı unutursanız, sadece çarpanı kaçırmakla kalmaz, aynı zamanda transvertörünüzün giriş devresini de kızartabilir ve kendinizi pahalı bir onarım için ayarlayabilirsiniz.

Güç kontrolü için başka bir seçenek, alıcı-vericinin ALC işlevini kontrol etmek için harici bir de-voltaj kullanmaktır. Çoğu alıcı-verici için, ALC girişine uygulanan negatif bir de-voltajı, çıkış gücünü neredeyse sıfıra indirebilir. ALC girişi yüksek empedanslı bir devredir, bu nedenle çok az akım gereklidir. **Şekil 14.24,** çoğu alıcı-vericiyle çalışacak basit bir devreyi göstermektedir. **Güç Kaynakları** bölümü için indirilebilir ek bilgilerdeki İnverting DC-DC Converter projesi de çalışacak ve radyonun güç kaynağına bağlanabilir.

14.5.9 Güç Amplifikasyonu

Kitler olarak ticari olarak temin edilebilen transverter modülleri, 10 ila 100 mW (10 ila 20 dBm) çıkışa sahiptir ve genellikle bağımsız bir katı hal amplifikatörünü 10 ila 50 W seviyesine tam olarak sürebilmek için ek amplifikasyon gerektirir. Ticari hizmet için tasarlanmış RF amplifikatör modülleri, düşük seviyeli sinyalleri faydalı güç seviyelerine yükseltmek için kullanılabilir.



Şekil 14.24 - Negatif voltaj ALC güç kontrol devresi. Pil polaritesine ve kasa bağlantısına dikkat edin. 0.01 µF kapasitör mevcut olabilecek herhangi bir RF'yi filtreler ve 1 kQ direnç ALC girişine akımı sınırlar.

Bir mikser/tampon çıkışındaki güç seviyesi 100 µW (-10 dBm) kadar düşük olabilir ve yararlı çıkış gücü seviyeleri geliştirmek için arttırılmalıdır. MMİC'ler, daha yüksek güç aygıtlarını veya modüllerini çalıştırmak için gereken güç seviyesini 20 l00mW (+ 13 dBm ila + 20dBm) yükseltmenin kolay ve ucuz bir yoludur. UHF'de ve üzerinde kazanç, bu frekanslarda çalışan tüketici cihazları nedeniyle son yıllarda çok daha ucuz hale geldi .

Hibrit modüler amplifikatörler, 10 - 25 W seviyesine kolayca ulaşmak için kullanılabilir. Biraz pahalı görünseler de, kullanımı kolaydır ve genellikle gerekli olan diğer bileşenler birkaç kapasitör ve boğucudur. Daha yüksek güç modülleri daha fazla akım ve ısı batması gerektirir, bu da transverterin boyutunu ve ağırlığını arttırır. Mitsubishi/Toshiba **- (www.mitsubishielectric.com/semiconductors/products/hf/sirfpowermod/index.html) tarafından üretilen amplifikatör modülleri** amatör VHF/UHF FM alıcı-vericilerinde çok yaygındır ve ayrıca dönüştürücüler için de kullanılabilir. Modülün SSB ve AFSK modülasyonu ile kullanılmak üzere doğrusal çalışma yeteneğine sahip olması gerektiğini unutmayın. VendorssuchasRFParts (www.rfparts.com) küçük miktarlarda modüller sağlayabilir. (Ayrıca **Bileşen Verileri ve Referanslar bölümündeki RF Güç Amplifikatörü Modülleri listesine bakın** .)

14.5.10 TR Anahtarlama ve Sıralayıcılar

Tıpkı bir alıcı-vericide olduğu gibi, gönderme-alma (TR) işlevleri uygun zamanda değiştirilmelidir. En basit yaklaşım, giriş ve çıkış devrelerini değiştirmek için alıcı-vericinin PTT devresi tarafından aktive edilen bir röle kullanmaktır. Alıcı vericiden PTT ve RF çıkışının zamanlaması iyi davranırsa ve alıcı bağlantılarında bir miktar koruyucu zayıflama sağlanırsa, bu yaklaşım iyi çalışabilir.

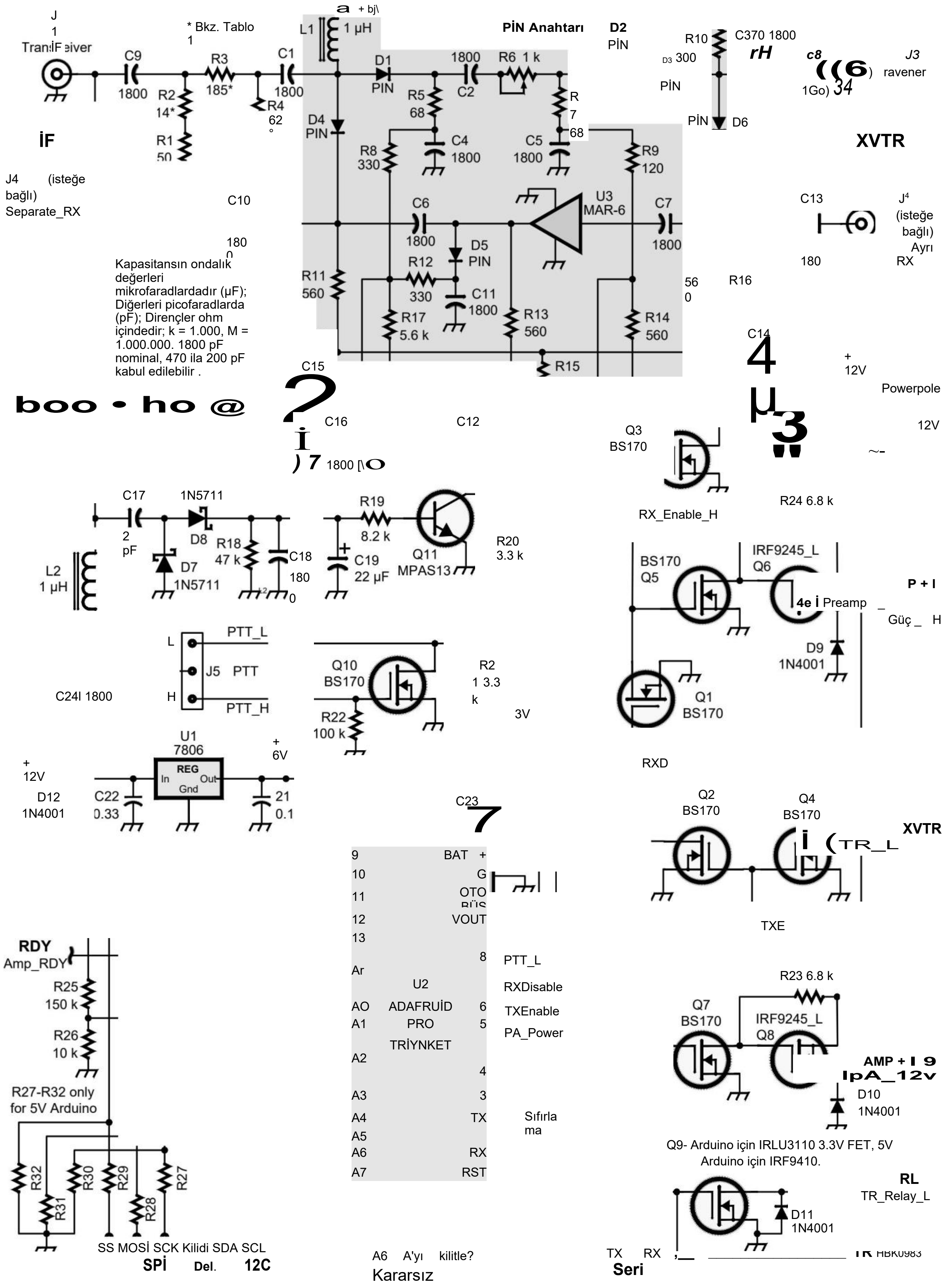
Bununla birlikte, alıcı devreler kesilmeden önce bir vericiden RF uygulamak, hassas bir alıcı ön yükselticiyi veya karıştırıcıyı yok edebilir. Birçok ticari Alıcı-vericiler, etkinleştirildikten hemen sonra, herhangi bir harici devre iletimden almaya geçmeden önce güç iletebilir. İstenmeyen güç, mikserleri ve preampleri ve ayrıca RF gücünü çalıştırmaya yönelik olmayan koaksiyel röleleri yakabilir - geçiş yaparken röle kontağına zarar vermek için fazla güç almaz. Diğer bir yaygın sorun, bazı alıcı-vericilerin, ALC döngüsü verici gücünün kontrolünü yeniden kazanana kadar yüksek güçlü bir geçici güç üretmesidir. Bu bir sıralayıcı kullanılarak ele alınır. Kuhne Electronic gibi birçok üretici, bu sorunları çözmek için makul bir fiyata oldukça güvenilir sıralayıcılar satmaktadır. Bunlardan birini kullanırsanız ve talimatları dikkatlice izlerseniz, iyi olmalısınız.

TR anahtarlama işlemindeki bir başka tuzak, rölenin kendisinden kaynaklanır. Bir röleyi aktive eden bobin, deenerjize edildiğinde transvertere güçlü bir voltaj yükselmesi gönderebilir ve düşük seviyeli devre için yıkıcı sonuçlar doğurabilir. Transverter üreticisinin talimatlarını dikkatlice okuyun. Eğer röle bobini boyunca koruyucu bir diyot eklemeyi söylerse, bu talimatları tam anlamıyla izleyin, önerilen polariteyi gözlemleyin. (Diyot boyunca küçük bir bypass kapasitör, mevcut herhangi bir RF'nin harmoniklerini üretmesini engelleyecektir.) Bu önlemi alın demiyorsa, yine de yapmayı düşünün.

Bazı yaklaşımlar, alıcı-verici çıkışını geciktirmeye çalışmayı içerir, ya PTT hattını mikrofondan veya anahtarlama cihazlarından yakalayarak ya da alıcı-vericiye bir Verici İnhibit girişini kontrol ederek. Bu yaklaşımların her ikisi de iyi çalışır, ancak alıcı-vericiye ek bağlantılara ihtiyaç duyar, modellere özgüdür - ve olası başarısızlığın ek noktalarını sunar.

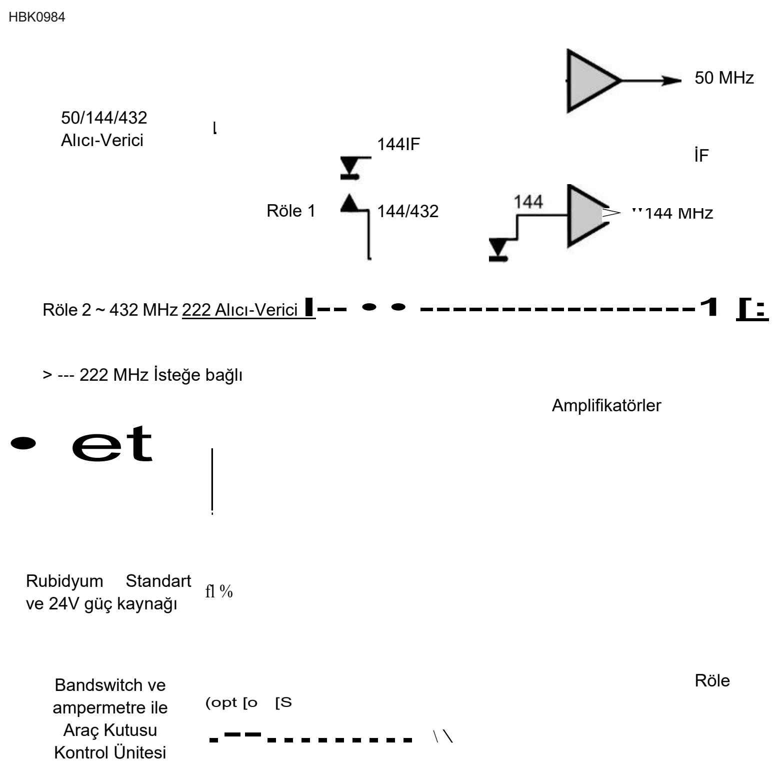
Daha basit bir yaklaşım, alıcı-vericiden transvertere tek bir bağlantıya sahip olmaktır; PTT voltajı, IF alıcı-verici çıkış besleme hattına eklenmiştir. Bir mikrodenetleyici daha sonra - anahtarlama işlemini izleyebilir. Paul Wade'in "A Smart Fool-resistant Conditional Sequencer" makalesi, WlGHZ (makalenin tamamı için bu kitabın indirilebilir ek bilgilerine bakın), birçok transverter devresine uyarlanmaya uygun Arduinobased denetleyiciyi (bir Arduino Pro Trinket) açıklar. Örneğin, bir RF sensörü iletilen herhangi bir gücü algılayabilir ve sıralayıcı tüm anahtarlamayı bitirene kadar istenmeyen gücü emmek için giriş devresini güvenli bir duruma geçirir.

Şekil 14.25, PiN diyot anahtarlama devresi TXE (Transmit Enable) ve RXD (Receive Disable) sinyal hatları tarafından kontrol edilir. PİN anahtarı için her iki kontrol sinyali de Yüksek olarak kabul edilir. Almak için, her ikisi de iddia edilir. RXD, SAFE durumu için TXE değil, iddia edilir ve daha sonra TXE, iletmek için RXD ile birlikte iddia edilir. TXE, bir kombinasyon olan RXD olmadan asla iddia edilmemelidir.



* Bkz. Tablo 1
PİN Anahtarı
D2 PİN
J1 Tranşiver
C9 1800
R3 185*
C1 1800
R2 14*
R4 62*
R1 50
L1 1 µH
D1 PIN
R5 68
C2
R6 1 k
R7 68
D4 PIN
R8 330
C4 1800
C5 1800
R9 120
R10 300
C3 1800
D3 PİN
D6 PİN
J3 Transverter
XVTR
İF
J4 (isteğe bağlı) Separate_RX
C10 1800
C6 1800
D5 PIN
U3 MAR-6
C7 1800
C13 1800
J4 (isteğe bağlı) Ayrı RX
R12 330
C11 1800
R11 560
R17 5.6 k
R13 560
R14 560
R15
R16 560
C14 4 µ
Kapasitansın ondalık değerleri mikrofaradlardadır (µF); Diğerleri picofaradlarda (pF); Dirençler ohm içindedir; k = 1.000, M = 1.000.000. 1800 pF nominal, 470 ila 200 pF kabul edilebilir .
C15
C16
C12
+12V
Powerpole
12V
Q3 BS170
RX_Enable_H
R24 6.8 k
C17 2 pF
1N5711 D8
R18 47 k
C18 1800
L2 1 µH
D7 1N5711
R19 8.2 k
C19 22 µF
Q11 MPAS13
R20 3.3 k
BS170 Q5
IRF9245_L Q6
Preamp
P + I
Güç _ H
D9 1N4001
Q1 BS170
L J5 PTT H
PTT_L
PTT_H
Q10 BS170
R22 100 k
R21 3.3 k
3V
C24 1800
U1 7806
REG In Out Gnd
+6V
+12V
D12 1N4001
C22 0.33
C21 0.1
RXD
C23
Q2 BS170
Q4 BS170
XVTR
TR_L
TXE
9 BAT +
10 G
11 OTOBÜS
12 VOUT
13
Ar
U2 ADAFRUİD PRO TRİYNKET
AO A1 A2 A3 A4 A5 A6 A7
8 6 5 4 3 TX RX RST
PTT_L
RXDisable
TXEnable
PA_Power
Sıfırlama
RDY Amp_RDY
R25 150 k
R26 10 k
R27-R32 only for 5V Arduino
R32 R31 R30 R29 R28 R27
SS MOSİ SCK Kilidi SDA SCL
SPİ Del. 12C
A6 A'yı kilitle?
Kararsız
R23 6.8 k
Q7 BS170
IRF9245_L Q8
AMP + 12V
PA_12V
D10 1N4001
Q9- Arduino için IRLU3110 3.3V FET, 5V Arduino için IRF9410.
RL TR_Relay_L
D11 1N4001
TX RX
Seri
HBK0983

Şekil 14.25 - İşlemci kontrollü bir sıralayıcı. Üstteki PIN anahtar devresi, Arduino işlemcisi tarafından TXE (Transmission Enable) ve RXD (Receive Disable) kontrol hatları üzerinden kontrol edilir.



Hem vericiyi hem de alıcıyı aynı anda etkinleştirecek tion.

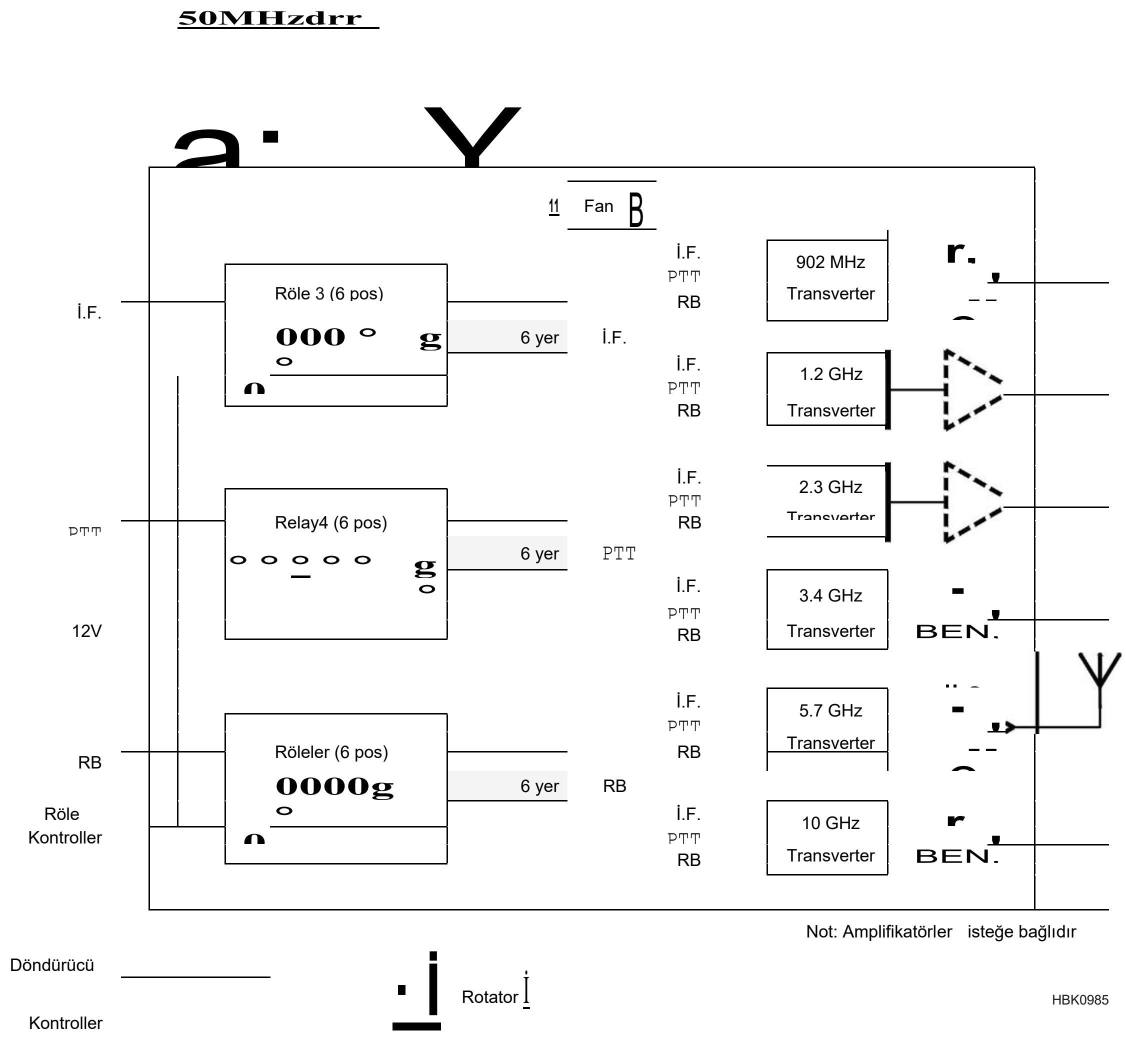
14.5.11 Transverter Sistemleri

Her bant için ayrı bir transverter oluşturmak on yıllardır bir norm olmuştur, ancak son teknolojik gelişmeler mümkün olan transverterleri mümkün kılmaktadır. Örneğin, Down East Microwave, yalnızca tek bir 144-MHz İF radyo gerektiren 902, 1296, 2304, 3456, 5760 ve 10368 MHz'yi kapsayan altı bantlı bir transverter üretmenin son üretim öncesi aşamalarındadır (Kasım 2019 itibariyle). Geniş bantlı SDR tabanlı telsizler de - kullanılabilir hale geliyor, alıcı-verici performansını UHF ve mikrodalga bantlarına taşıyor ve transverter fırsatları milimetre-dalga spektrumuna yayılıyor.

Anotherapproach, Wayne Overbeck, N6NB tarafından VHF + yarışmalarında fitil için tasarlanmış "Ten-Band Toolbox Transverter" sistemini yaratırken alındı. (Transverter sistemini açıklayan makalenin tamamı çevrimiçi olarak mevcuttur, bu bölümün sonundaki Referanslar listesine bakın.) Sistem iki paketten oluşur: Aracın içine giren bir İF radyo ve kontrol ünitesi (bakınız **Şekil 14.26)** ve aracın üzerine monte edilmek üzere tasarlanmış bir transverter paketi.



Şekil 14.26 - N6NB tarafından çok bantlı transverter sistemi için kontrol ünitesi. Anahtar muhafazası, alet kutusunun veya diğer mikrodalga ekipman kutusunun içine girer. İt, İF, PTT hattı ve rubidyum standart referans sinyalini altı bant boyunca değiştirir. 902 MHz ila 10 GHz.

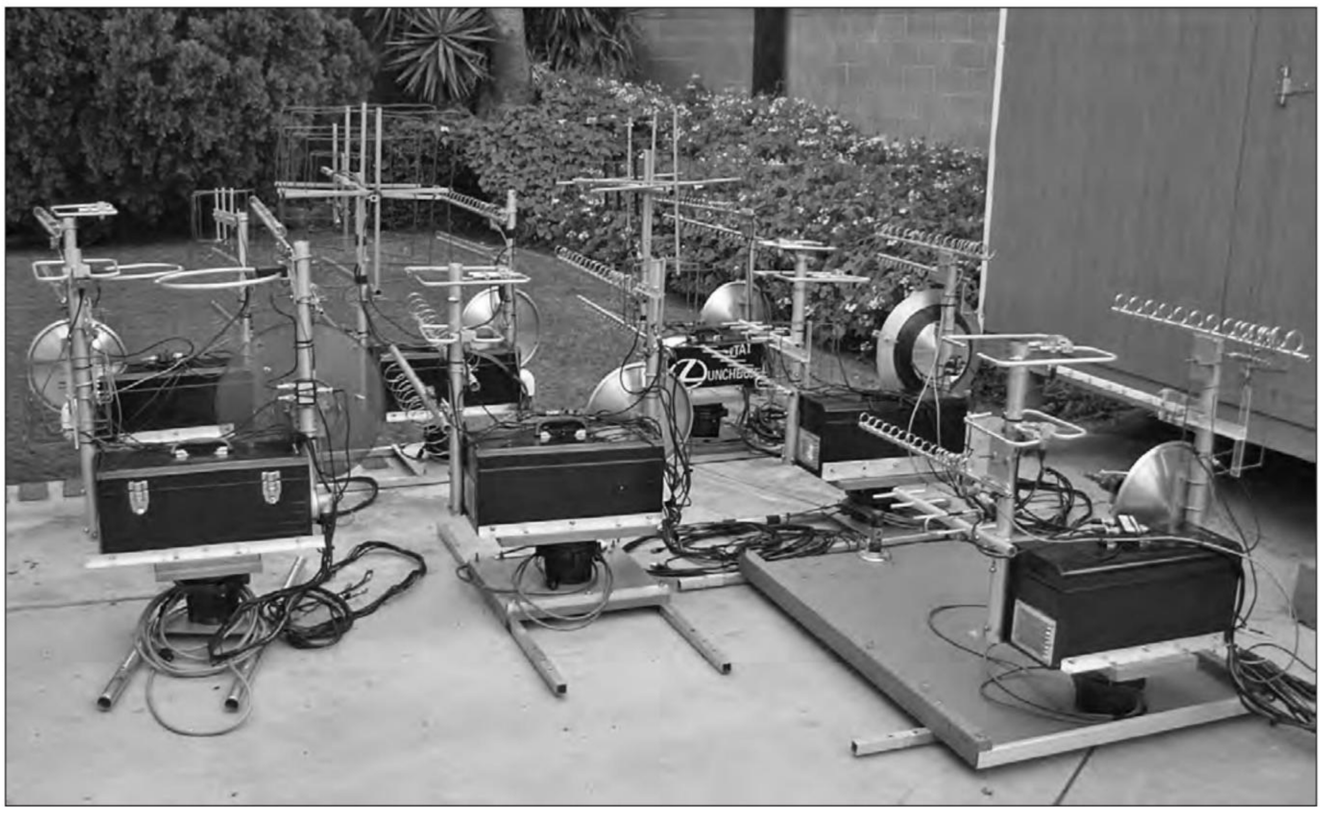


Şekil 14.27 - Entegre transverter paketinin blok diyagramı.

Araç, **Şekil 14.27** ve 14.28. Transverter paketi antenlerle entegre edilmiştir, böylece tüm paketin kurulumu ve çıkarılması kolaydır.

Bu paket sabit veya mobil/rover istasyonu olarak kullanılabilir ve tek bir alıcı-verici ve bir grup transverter ile 50 MHz'den 10 GHz'e kadar tüm bantları kapsar. 6 konumlu veya 8 konumlu bir döner anahtar, bir bant anahtarı olarak hizmet etmek için küçük bir kutuya monte edilir. Bir set onun Kişiler, PTT kontrol hattını (TR anahtarlama hattı) dönüştürücüler arasında değiştirmek için kullanılır. Başka bir kontak seti, 144 MHz İF sinyalini dönüştürücüler arasında yönlendiren 6 konumlu bir SMA rölesini (fazla piyasada mevcut) kontrol etmek için bir de voltajı (genellikle 12 V veya 28 V) değiştirir. Sonuç, hızlı tek düğmeli bant anahtarlamasına sahip çok bantlı bir istasyondur.

İf ek anahtar pozisyonları mevcuttur, Röle ayrıca, İF radyosunun çıkışını, 144 veya 432 MHz'de düz çalışma için doğrudan bir antene aktarmak üzere yapılandırılabilir. Bazen 222 MHz'lik bir transverter de bu pakete bağlanır, ancak bu genellikle İF teçhizatının 144 MHz'den 28 MHz'e, 222 MHz'lik bir transverter için normal İF'ye geçmesini gerektirir. Bu nedenle birçok VHF operatörü, 222 MHz için ayrı bir alıcı-verici ve dönüştürücüye sahiptir.



Şekil 14.28 - Antenler takılı olarak aracın çatısına monte edilmek üzere tasarlanmış yedi transverter paket.

14.5.12 Transverter Referansları

2200 ve 630 Metreİletim Dönüştürücüler ve Amplifikatörler

www.nlbug.com/lfmf
www.monitorsensors.com/ham-radio
njdtechnologies.net/monitor-sensors- - 630-metre-ve-2200-metre-doğrusalla ştırıcılar

Monitör Sensörlerinin QST Ürün İncelemeleri TVTRl (630 metre) ve TVTR2 (2200 metre) dönüştürücüler Temmuz 2018 ve Ekim 2019 sayılarında ortaya çıktı.

Makaleler ve Makaleler QEX "RF" sütunuBy Zack Lau, KH6CP/WlVT

WlGHZ Mikrodalga sayfası - **wlghz.org**

"Home-Brewing a 10-GHz SSB/CW Transverter, Bölüm 1 ve 2, Mayıs (s. 21) ve Haziran (s. 29) 1993 *QST, Zack* Lau, KH6CP (şimdi Wl VT)

DEMİ Bilgi Bankası - **www. downeastmicrowave.com**

"Multiband VHF/UHF ve Mikrodalga Dönüştürücüler, Rev C" Steve Kostro, N2CEI (Aşağı Doğu Mikrodalga, İnc.), **www.pnwvhfs.org/conference/2018/ pdf/Steve-N2CEI-MultibandTransverters- RevC.pdf**

"Çok Bantlı Mikrodalga Yerel Osilatör", Mike Lewis, K7MDL, **pnwvhfs.org/ conference/2019/pdf/Multiband-LOProject-by-Mike-K7MDL.pdf**

"Çok Bantlı VHF + Yerel Osilatör, Dekoder ve Uzaktan Anten Anahtarı", Mike Lewis, K7MDL, 2019 Merkezi Devletler VHF Konferans Bildirileri

"Bir SDR için 432 MHz Transverter", Paul Wade, WlGHZ, 2019 Merkezi Devletler VHF Konferans Bildirileri

"2304 ve 5760 GHz Dönüştürücüler", Paul Wade, WlGHZ, 2016 Mikrodalga Güncelleme İşlemleri, pp 104 - 106 ve 110- 122 .

"10-Band Araç Kutusu İstasyonları", Wayne Overbeck, N6NB **n6nb.com/ toolbox.htm.**

"Septuagenarian'ın Bir Düzlemde Kaldırıp Yuvarlayabileceği Küçük 10-Band Rover İstasyonları", Wayne Overbeck, N6NB, **n6nb.com/small_ 10 _ band _ rovers _ with _ up _ to _ seven _ transverters.pdf**

İçerik

Bölüm 15 -
İndirilebilir Ek İçerik

Makaleler ve Veri Tabloları

- ASCİİ Karakter Kodu Tablosu
- Dijital modlar - En düşük izin verilen amatör frekans
- UHF ve Mikrodalga Bantlarında Yüksek Hızlı Kablosuz Ağ David Bern, W2LNX ve Keith Elkin, KB3TCB
- ITA2 karakter kodu tablosu
- Mel Whitten, K0PFX tarafından FreeDV Kullanarak Dijital Ses için İşletim İpuçları
- FT4 ve FT8 İletişim Protokolleri, Steve Franke, K9AN, Bill Somerville, G4WJS ve Joe Taylor, K1JT
- PSK31, MFSK16 ve DominoEX için Varicode tablolar

Bölüm 15

Dijital Protokoller ve Modlar

Amatör Radyo operatörleri, hem - "sohbet tarzı" klavye-tokeyboard işlemi olarak hem de paketlenmiş ağ uyumlu protokoller kullanarak iletişim kurmak için yeni dijital modlar yaratıyor. Birçok yeni protokol, yazılım ve bir bilgisayar ses kartı kullanılarak tamamen uygulanabilir, bu da İnternet aracılığıyla dünya çapında deneme ve uygulama araçları sağlar. Yeni SDR teknolojisi, dijital protokollerin ve modların araya giren bir ses modülasyonu/demodülasyon adımı olmadan doğrudan uygulanmasına izin verecektir.
Amatör Radyo için sık sık yenilikler ve iyileştirmeler içeren heyecan verici bir dönemdir.

Bu bölüm, verilerin kodlandığı, sıkıştırıldığı ve hata kontrol edildiği, paketlendiği ve değiştirildiği işlemlere odaklanarak çeşitli veri türlerinin aktarılmasına yönelik protokollere odaklanacaktır. K1JT yaşındaki Joe Taylor, K9AN ve Steve Franke, *WSJT-X* modlarındaki bölümleri güncelledi. Modülasyon yöntemleri **Modülasyon** bölümünde ele alınmıştır ve çevrimiçi ek materyalle birlikte sunulan Dijital İletişim bölümü, bu modları kullanarak çalışmanın pratik hususlarını tartışmaktadır.

Daha fazlası ile çeşitli ihtiyaçlara hizmet etmek için çok çeşitli dijital modlar var. En temel modlar, klavyeden klavyeye chattype ortamında iletim için metin verilerini kodlar. Bu modlar hata tespiti veya düzeltme için herhangi bir mekanizma içerebilir veya içermeyebilir. İkinci mod sınıfı genellikle daha sağlamdır ve gönderilen verileri yapılandırarak ve verileri alıcı uçta düzgün bir şekilde yeniden yapılandırmak için ek hata düzeltme bilgileri ekleyerek daha karmaşık veri türlerini destekler. Tartışılan üçüncü mod sınıfı, genellikle İnternet ve bilgisayar ağlarında kullanılan sürümlerle aynı veya benzer protokollere sahip ağ modları olacaktır.

15.1 Dijital "Modlar"

ITU, **Modülasyon** bölümünde gösterildiği gibi bir "mod" tanımlamak için Emisyon Belirteçlerini kullanır. Bu belirteçler bant genişliğini, modülasyon türünü ve kullanılan bilgiyi içerir. Bu sistem, modülasyonun fiziksel özelliklerini tanımlamak için iyi çalışır, ancak dijital modlar bazı belirsizlikler yaratır, çünkü gönderilen bilgi türü metin, görüntü veya hatta bir CW oturumunun sesi olabilir. Örnek olarak, 20K0F3D bir FM veri iletimi, konuşulan sesi (FM 20K0F3E veya 2K5J3E gibi) veya bir CW sinyalini (l 50H0A1A gibi) iletebilir. Bu atayıcılar, belirli bir mod tarafından desteklenen veri türünü, verilerin gönderilebileceği hızı, hata düzeltilmişse veya düşman bant koşullarında ne kadar iyi performans gösterebileceğini belirlemeye yardımcı olmaz. Dijital modlar, onları tanımlayan daha fazla özelliğe sahiptir ve genellikle farklı koşullar için optimize edilmiş tek bir modda birçok varyasyon vardır. Hangi dijital modların herhangi bir uygulama için en iyi özellik kombinasyonunu sunduğunu belirleyebilmek için bu benzersiz özelliklerin özelliklerine bakmamız gerekecek.

15.1.1 Semboller, Baud, Bitler ve Bant Genişliği

Dijital modun temel performans ölçüsü *veri hızıdır. Bu* çeşitli şekillerde ölçülebilir ve genellikle karıştırılır. Bir iletim ortamı üzerindeki her durum değişikliği bir *sembol tanımlar ve sembol oranı* da *baud olarak bilinir.* (Yaygın olarak kullanılırken, "baud hızı" gereksizdir, çünkü "baud" zaten sembollerin/saniyenin oranı olarak tanımlanmıştır.) Bir taşıyıcıyı modüle etmek, kapladığı frekans aralığını veya bant genişliğini arttırır. FCC şu anda dijital modları, bant genişliğini kontrol etmenin dolaylı (ancak kolayca ölçülebilir) bir yolu olarak çeşitli bantlardaki sembol oranına göre sınırlar.

Bit *hızı, sembol oranının* ve her sembolde kodlanan bit sayısının ürünüdür. RS-232 arayüzü gibi basit iki durumlu bir sistemde, bit hızı baud ile aynı olacaktır. Daha karmaşık dalga formları, tek bir sembolle ikiden fazla durumu temsil edebilir, böylece bit hızı baud'dan daha yüksek olacaktır. Bir sembolde kodlanan her ek bit için, taşıyıcının durumlarının sayısı iki katına çıkar. Bu, her durumu diğerlerinden daha az farklı kılar, bu da tum'da alıcının her bir sembolü gürültü varlığında doğru bir şekilde algılamasını zorlaştırır. Bir V.34 modem 3420 baud'luk bir baud hızında sembolleri iletebilir ve her sembol 10 ayrı durumu veya biti temsil edebilir, bu da 3420 baud x 10 veya saniyede 34.200 bit (bit/s) brüt (veya ham) bit hızına neden olur. Çerçeveleme bitleri ve diğer ek yük, *net bit hızını* 33.800 bit/s'ye düşürür.

Saniyede bit burada netlik için bit/s olarak kısaltılır, ancak genellikle *bps olarak da görülür.* Saniye başına bit, protokole bakarken yararlıdır, ancak ne kadar süreceğini belirlemeye daha az yardımcı olur.

Tablo 15.1
Veri Hızı Sembolleri ve Çarpanları

Adı	*Sembol*	*Çarpan*
Saniyede kilobit	kbit/s veya kbps	1000 veya 10
Saniyede megabit Mbps	Mbit/s veya	1.000.000 veya 106
Saniyede Gigabit Gbps	Gbit/s veya	1.000.000.000 veya 10 °

Belirli bir boyut dosyasının iletilmesi gerekir, çünkü genel gider tarafından tüketilen bit sayısı genellikle bilinmemektedir. İletim sürelerini hesaplamak için daha kullanışlı bir ölçü, *saniyede bayt* veya *Bps'dir (büyük* harfe dikkat edin). Her bayt başına sadece sekiz bit olmasına rağmen, başlangıç ve durdurma bitlerinin eklenmesiyle, bps ve Bps arasındaki fark genellikle on katlıdır. Net bit hızı sabit yükü hesaba kattığından, saniyede Baytlar bps/8 olarak hesaplanabilir. Daha yüksek veri oranları, **Tablo 15.1'de gösterildiği gibi metrik çarpanları ile ifade edilebilir.**

Dijital modlar sembol hızı, bit hızı, bant genişliği ve gürültünün etkisi arasındaki ilişkiyi sürekli olarak dengeler. Shannon-Hartley teoremi, Gauss beyaz gürültüsünün varlığında maksimum kanal kapasitesini gösterir ve Kanal Kapasitesi bölümündeki Modülasyon bölümünde tartışılmıştır. Bu teorem, artan bir sembol oranının bant genişliğinde bir artış gerektireceğini ve azaltılmış bir sinyal-gürültü oranının (SNR) kanalın potansiyel verimini nasıl azaltacağını açıklar.

15.1.2 Hata Tespiti ve Düzeltme

Ses modları, operatörün gerekli olan ancak anlaşılmayan bilgilerin tekrarını manuel olarak talep etmesini gerektirir. Uygun fonetiğin kullanılması, bilginin daha kolay anlaşılmasını sağlar, ancak iletilmesi daha uzun sürer. Eğer %100 doğruluk gerekiyorsa, alıcının tüm mesajı doğrulama için gönderene tekrar etmesi gerekebilir. Bilgisayarlar - mutlaka değerli ve gereksiz verileri ayırt edemez veya olası hataları tanımlayamaz, ancak hataları tespit etmek ve düzeltmek için başka seçenekler sunarlar.

HATA DETECTION

Herhangi bir doğru sistemin ilk şartı, bir hata oluştuğunda tespit edebilmektir. En basit yöntem *paritedir.* 7-bit ASCİİ verileriyle, her karaktere ek bir 8. eşlik biti iletmek yaygındı. Eşlik biti, toplam 1 bit sayısını tek veya çift yapmak için eklenmiştir. ASCİİ Z harfi için ikili gösterim 1011010'dur. Eşit pariteli yedi bit olarak gönderildiğinde, eşlik biti 0 olur çünkü zaten bir evennumberofl biti vardır ve sonuç 01011010 olur. Paritenin sınırlaması, yalnızca tek sayıda Bit inversiyonları. Son iki bit 01011001'e (ASCİİ harfi Y) çevrilirse, hala eşit sayıda bit olduğu için eşlik kontrolünü geçecektir. Parite ayrıca 8 bit verilerde nadiren kullanılır, bu nedenle ikili veri dosyalarını aktarırken kullanılamaz.

Checksum, bir NTS mesajındaki "check" değerine benzer bir yöntemdir. İt genellikle bir paketin veya veri çerçevesinin sonuna eklenen tek bir bayt (8 bit) değerdir. İt, paketteki tüm değerleri ekleyerek ve en az anlamlı (en benzersiz) baytı alarak hesaplanır. Bu, basit işlemcilerin bile hızlı bir şekilde gerçekleştirmesi için basit bir işlemdir, ancak kolayca yanıltılabilir. Eğer pakette ters yönde eşit miktarda iki hata meydana gelirse (A, B olur ve Z, Y olur), sağlama toplamı değeri hala doğru olacak ve paket hatasız olarak kabul edilecektir.

Döngüsel artıklık denetimi (CRC), sağlama toplamına benzer, ancak bir paketin denetim değerini hesaplamak için daha karmaşık bir formül kullanır. Formül en çok, bölümün atıldığı ve geri kalanının kullanıldığı uzun bölmeye benzer. CRC değerlerinin tek bir bayttan fazla olması da yaygındır, bu da değeri daha benzersiz hale getirir ve bir hatayı tanımlama olasılığı yüksektir. Diğer hata tespit sistemleri şu anda kullanımda olmasına rağmen, CRC en yaygın olanıdır.

HATA DÜZELTME

Hata düzeltme sistemi için bir protokol tasarlamanın iki temel yolu vardır: *Otomatik tekrar isteği (ARQ) ve ileri hata düzeltme (FEC).* ARQ ile verici, veri paketini, alıcının hataları kontrol etmek için kullandığı bir hata algılama koduyla gönderir. Alıcı, hatalı paketlerin yeniden iletilmesini isteyecek veya doğru alınan verilerin bir onayını (ACK) gönderecek ve verici makul bir süre içinde kabul edilmeyen herhangi bir şeyi yeniden gönderecektir .

İleri hata düzeltme (FEC) ile, verici verileri bir *hata düzeltme kodu (ECC) ile kodlar ve* kodlanmış mesajı gönderir. Alıcının vericiye herhangi bir mesaj göndermesi gerekmez. Alıcı, aldığı şeyi'en olası "verilere dönüştürür. Kodlar, alıcıyı verileri yanlış yorumlamak için kandırmak için "makul olmayan'bir miktar gürültü alacak şekilde tasarlanmıştır. Bu ikisini birleştirmek mümkündür, böylece küçük hatalar yeniden iletilmeden düzeltilir ve büyük hatalar tespit edilir.

Ve bir geri gönderme talep edildi. - Kombinasyon *hibrit otomatik tekrar isteği (hibrit ARQ) olarak adlandırılır.*

Birçok hata düzeltme kodu (ECC) algoritması mevcuttur. Genişletilmiş Golay - kodlaması, örneğin G-TOR'da aşağıdaki bölümde açıklandığı gibi, ALE veri bloklarında kullanılır. Veri paketlerindeki hataları tespit etme ve düzeltme yeteneğine ek olarak, modülasyon şeması, birden fazla veri akışının gönderilmesine ve verilerin bir gürültü patlamasının farklı noktalardaki verileri bozacak şekilde birleştirilmesine izin verir.

15.1.3 Veri Temsilleri

Dijital modları karşılaştırırken, verilerin nasıl iletildiğini anlamak önemlidir. Seçilen herhangi bir yöntemde doğal sınırlamalar vardır. PSK3 l, HF bağlantıları üzerinden veri göndermek için iyi bir seçim gibi görünebilir, çünkü iyi performans gösterir, ancak yalnızca metin için tasarlanmıştır (8 bit veri değil) ve doğal hata düzeltmesi yoktur. Bu modülasyon şemasını 8 bit veri göndermek ve yeni bir mod oluşturmak için hata düzeltme eklemek için kullanmak kesinlikle mümkündür. Bu, zayıf sinyal performansını koruyacaktır, ancak hız, artan yükten etkilenecektir. Benzer şekilde, analog SSTV yazılımı aracılığıyla gönderilen bir dijital fotoğrafın gönderilmesi sadece iki dakika sürebilir, ancak VHF paketi üzerinden bir paket sisteminin daha yüksek hızına rağmen 10 dakika sürebilir. Bu, SSTV'nin daha verimli olduğu anlamına gelmez. Analog SSTV sistemleri genellikle hata düzeltmesi olmadan daha düşük çözünürlüklü görüntüler iletir. İyi yerel bağlantılar üzerinden, VHF paket sistemi mükemmel görüntüleri daha hızlı veya daha yüksek kalitede sunabilecektir.

METİN TEMSİLİ

Mors kodu, metin verilerini bir tel üzerinden, daha sonra havadan göndermek için kullanılan erken bir kod olarak bilinir. Her harf/sayı veya sembol, daha yaygın harflerin daha kısa kodlara sahip olduğu değişen bir uzunluk koduyla temsil edilir. Bu erken *varikod* sistemi çok verimlidir ve bir mesaj göndermek için gereken durum değişikliklerinin sayısını en aza indirir.

Baudot kodu ("bawdOH'olarak telaffuz edilir) Emile Baudot tarafından icat edildi ve şu anda İnternational Telegraph Alphabet No 2 (ITA2) olarak daha doğru bilinen karakter kümesinin öncülüdür. Bu kod radyoteletip iletişimi için kullanılır ve start ve stop darbeli beş bit içerir. Bu sadece 2 ° veya 32 olası karakter gönderilmesine izin verir, bu da 26 harf artı sayı ve karakterin tümü için yeterli değildir. Bunu çözmek için ITA2, bir tablo örneği (yalnızca) harfleri seçmek için bir LTRS kodu ve bir sayı tablosu, noktalama işaretleri ve özel semboller seçmek için bir FİGS kodu kullanır. Kod, indirilebilir ek içeriğe sahip ITA2 kodları tablosunda tanımlanır .

İlk bilgisayarlar çok çeşitli al-

İnformation İnterchange veya ASCİİ ("ESS-key'olarak telaffuz edilir) için Amerikan Standart Kodunun ortaya çıkmasına kadar 1960'ların başlarına kadar phabetic kodlar. Bu noktada, bu karakter seti üzerinde standartlaştırılmış birçok bilgisayar, verilerin makineler arasında basit bir şekilde aktarılmasını sağlar. ASCİİ, 27 veya 128 karaktere izin veren 7 bitlik bir koddur. İt, Baudot tarafından daha güvenilir yayınlar için kullanılan kontrol karakterleri olmadan tasarlandı ve harfler kolay sıralama için İngilizce alfabetik sırada görünüyor. Kod sadece altı bite indirgenebilir ve hala sayıları ve büyük harfleri taşır. Mevcut FCC düzenlemeleri, ASCİİ'nin amatör kullanımının ANSI standart X3.4-1977 tanımlandığı şekilde ASCİİ'ye uygun olmasını sağlar. Uluslararası karşılıklar, ITU-T Tavsiye IA5'nde yayınlanan ISO 646-1983 ve Uluslararası Alfabe No. 5 (V.3)'dir. ASCİİ karakterlerinin bir tablosu, indirilebilir ek içerikle "ASCİİ Karakter Seti'olarak sunulur .

ASCİİ değiştirildi ve başlangıçta yabancı karakterlerin veya çizgi parçalarının eklenmesine izin veren sekiz bite genişletildi. Farklı genişletilmiş sürümlere genellikle *kod sayfaları denir.* IBM PC destekli kod sayfası 437, satır segmentleri sunar ve İngilizce *Windows,* ek yabancı karakterler ve sembollerle birlikte kod sayfası 1252'yi doğal olarak destekler. Bu genişletilmiş kod sayfalarının tümü, geriye dönük uyumluluk için aynı ilk 128 ASCİİ karakterini içerir. 1990'ların başında daha fazla dili doğrudan desteklemek için çaba gösterildi ve *Unicode* oluşturuldu. Unicode genellikle karakter başına 16 bit gerektirir ve neredeyse her dili temsil edebilir.

Daha yeni şemalar, en yaygın karakterlerin daha kısa kodlar verildiği varikod kullanır **(en.wikipedia.org/wiki/Prefix bakınız _code).** Varicode, bir mesajdaki bit sayısını azaltmak için PSK3land MFSK'da kullanılır. PSK3 **l varikodu** 128 ASCİİ karakterinin tümünü içermesine rağmen, küçük harfler daha az bit içerir ve daha hızlı gönderilebilir. PSK ve MFSK varikod karakterlerinin

İMAGE DATA REPRESENTATİONS

İmage'ler genellikle *raster* ve *vektör olmak üzere iki temel türe ayrılır.* Raster *veya bitmap* görüntüler, *piksel* (resim öğeleri) olarak bilinen renkli noktaların satırlarıdır. Vektör görüntüleri, çizim ilkelleri veya talimatları kümesidir. Bu talimatlar şekilleri, yerleşimi, boyutu ve rengi tanımlar. Benzer kodlama, istenen görüntüyü oluşturmak için kalemlere komut vermek için çizicilerle kullanılır.

Bitmap görüntüleri, kaç rengin temsil edilebileceğini gösteren piksel başına çeşitli renk derinliklerinde veya bitlerde saklanabilir. Yaygın renk derinlikleri 1 bit (2 renk), 4 bit (16 renk), 8 bit (256 renk), 16 bit (yüksek *renk olarak da adlandırılan 65.536 renk)* ve 24 bittir (16

Tablo 15.2
Tipik ses formatları

Ses Formatı	*Örnek başına bit*	*Dinamik aralık*	*Maksimum Frekans*	*Dakika başına kbytes*
44.1 kHz stereo	16	98	*22.050* kHz	10,584
22 kHz mono	16	98	11 kHz	2,640
8 kHz mono	8	50	4 kHz	960

milyon ayrıca *gerçek renk denir).* Gerçek renk en çok dijital kameralarla kullanılır ve her - biri kırmızı, yeşil ve mavi renkler için sekiz bit çözünürlük sağlar. Yeni tarayıcılar ve diğer sistemler genellikle 30 bit (230 renk) ve 36 bit (236 renk) üretir. 4- ve 8-bit renkli imageler, 16 veya 256 renklerinin her birinin sırasıyla 16 milyon paletten seçildiği bir palet içerdiğinden, açık olandan daha doğru görüntüler saklayabilir. Bu palet, basit görüntüler için iyi çalışan dosyada saklanır. GIF formatı yalnızca palet ve kayıpsız sıkıştırmayla 256 rengi (8 bit) destekler.

Dijital fotoğraflar, belirli bir çözünürlükte ve renk derinliğinde raster görüntülerdir. Tipik bir düşük çözünürlüklü dijital kamera görüntüsü, 24 bit renkli 640x480 piksel olacaktır. Her piksel için belirtilen 24 bit rengin depolanması için üç bayt gerekir (bayt başına 24 bit İ 8 bit) ve her biri forred, yeşil ve mavi yoğunluklarda sekiz bitlik olası 22 veya 16.777.216 renkten birini temsil edebilir. Bu görüntü için ham (sıkıştırılmamış) depolama gereksinimi 640x480x3 veya 921.600 bayt olacaktır. Bu nispeten düşük çözünürlüklü görüntü, yavaş bir bağlantı üzerinden iletmek için önemli bir zaman gerektirir.

Vektör görüntüleri genellikle çizim veya CAD paketleri ile oluşturulur ve oldukça küçük kalırken önemli ayrıntılar sunabilir. Vektör dosyaları basitçe istenen çözünürlükte çizildiğinden, boyut değiştirilirse ve depolama gereksinimleri herhangi bir çözünürlükte aynı kalırsa görüntüde herhangi bir bozulma olmaz. Tipik çizim ilkelleri arasında çizgiler ve poli çizgiler, çokgenler, daireler ve elipsler, Bezier eğrileri ve metin bulunur. True Type gibi bilgisayar yazı tipi teknolojileri bile Bezier eğrilerinden her harfi oluşturarak ekranda veya yazıcıda herhangi bir boyut ve çözünürlükte kusursuz ölçeklendirme sağlar.

Raster görüntüler, piksel bırakarak veya ekleyerek veya renk derinliğini değiştirerek yeniden boyutlandırılabilir. Yukarıda belirtilen 640x480x24 bit renkli görüntü, 153.600 baytlık ham boyutuyla 320x240x16 bit renge düşürülebilir - 921.600 baytlık orijinalden önemli bir tasarruf. Görüntü ekran görüntüsü için tasarlanmışsa ve önemli ayrıntı gerektirmiyorsa, bu boyut uygun olabilir. Görüntü tipik bir 300 dpi (inç başına nokta) yazıcıda tam boyutlu olarak basılırsa, fotoğraftaki her piksel yazıcıda yaklaşık 100 noktaya patlar ve çok bloklu veya pikselli görünür.

AUDIO DATA REPRESENTATİONS

Görüntüler gibi, ses de örneklenmiş bir - dalga formu olarak veya bir tür ilkel formatta saklanabilir. Örneklenmiş bir dalga formunu depolamak en çok yönlüdür, ancak aynı zamanda önemli depolama kapasitesi de gerektirebilir. MIDI ("MID-ee'olarak telaffuz edilen müzik aleti dijital arayüzü), enstrüman, nota, tempo ve yoğunluk bilgilerini bir müzik puanı olarak saklayan ortak bir müzik formatıdır. Konuşmayı *alofon olarak depolayan ses kodlama teknikleri de vardır* (temel insan konuşma sesleri).

Görüntülerde olduğu gibi, ilkellerin depolanması depolama alanından (ve iletim sürelerinden) tasarruf edebilir, ancak yüksek kaliteli örneklenmiş dalga formu kadar zengin değildir. Ne yazık ki, bir ses kompakt diskinin (CD) 44.100 Hz 16 bit örnekleme hızı, her bir saniyede 176.400 bayt ve her bir stereo ses dakikası için 10.584.000 bayt gerektirir.

Nyquist-Shannon örnekleme teoremi, örnekleme frekansı örneklenen sinyalin maksimum frekansının en az iki katı olduğunda bir sinyalin mükemmel şekilde yeniden yapılandırılmasının mümkün olduğunu belirtir. 44.100 Hz örnek hızı ile CD sesi maksimum 22.050 Hz frekans tepkisi ile sınırlıdır. Sadece ses kalitesi istenirse, örnek hızı maksimum 4000 Hz frekans yanıtı sağlayarak kolayca 8000 Hz'e düşürülebilir. (Örnekleme hakkında daha fazla bilgi için DSP ve SDR Temelleri bölümüne bakın.)

Bir ses sinyalinin bit derinliği (her bir örneği temsil etmek için kullanılan bit sayısı), teorik dinamik aralığı veya sinyal-gürültü oranını (SNR) belirleyecektir. Bu, SNR = (1.761 + 6.0206 x bit) dB formülü ile ifade edilir. İnsan konuşmasının algılanması için 40 dB'lik dinamik bir aralık yeterlidir. **Tablo 15.2,** çeşitli formatların ses kalitesini depolama (veya iletim)

VIDEO DATA REPRESENTATİONS

En temel video formatı, oynatma için bir dizi görüntü saklar. Video, depolama ve bant genişliğine büyük talep verebilir, çünkü saniyede 30 kare düzgün görünen video için ortak bir orandır. Saniyede 15 kare gibi düşük oranlar hala "tam hareketli'olarak kabul edilebilir, ancak sarsıntılı görünür ve bu oran bile önemli miktarda depolama gerektirir. İlkel biçimler video için daha az yaygındır

Ancak Adobe *Flash gibi animasyon sistemleri* genellikle web'de bulunur.

15.1.4 Sıkıştırma teknikleri

Bir iletim ortamı üzerinden depolanan veya gönderilen verilerin boyutunu azaltmak için çok çeşitli sıkıştırma algoritmaları mevcuttur. Birçok teknik belirli veri türlerine (metin, ses, görüntü veya video) yöneliktir. Bu sıkıştırma teknikleri iki ana kategoriye ayrılabilir: *kayıpsız sıkıştırma ve kayıplı sıkıştırma. Kayıpsız* algoritmalar, mükemmel bir şekilde sağlam bir şekilde ulaşması gereken verileri sıkıştırmak için önemlidir, ancak kayıplı tekniklerden daha küçük bir sıkıştırma oranı sunar. Programlar, belgeler, veritabanları, elektronik tablolar, kayıplı bir sıkıştırma tekniği kullanılırsa hepsi bozulur ve değersiz hale getirilir.

İmages, ses ve video, önemli ölçüde daha yüksek sıkıştırma oranlarıyla kayıplı sıkıştırma şemaları için iyi adaylardır. Adından da anlaşılacağı gibi, kayıplı bir sıkıştırma şeması, verileri verimli bir şekilde temsil edebilmek için bu verileri kasıtlı olarak atlar veya basitleştirir. İnsan gözü ve kulağı, eksik bilgileri kolayca araya sokabilir ve sadece daha düşük kalitede görünmektedir.

Ses veya video gibi gerçek zamanlı bir veri akışının sıkıştırılması, yazılım veya bellenim *kodekleri (kodlayıcı-kod çözücüden) tarafından gerçekleştirilir.* Codec'ler, ses veya video akışının gerçek zamanlı kodlamasını veya kod çözmesini sağlar. Birçok kodek mülkiyetlidir ve lisans gereksinimleri vardır. Kodekler, işletim sistemi veya uygulama eklentileri olarak veya hatta P25 İMBE ve D-STAR AMBE kodeklerinde olduğu gibi dijital İC'ler olarak uygulanabilir.

Ayrıca, daha doğru bir şekilde *vokoderler olarak adlandırılan ses için özel olarak tasarlanmış düşük bit hızında kodekler de vardır.* Vokoderler ses özellikleri için optimize edilmiştir ve son derece verimli bir şekilde kodlayabilir. Tersine, ses dışı sinyalleri etkili bir şekilde işleyemezler. Bu, bir çağrı bekletildiğinde olduğu gibi bir ses bağlantısı aracılığıyla müzik dinleyerek bir cep telefonuyla kolayca gösterilir. Cep telefonları, her ses kanalının bant genişliğini en aza indirmek için kule başına daha fazla kanal sağlayan yüksek verimli vokoderler kullanır. Bu aynı zamanda müzik veya mekanik sesler gibi ses çıkarmayan seslerin iyi bir şekilde çoğaltılmadığı anlamına gelir.

İyi vokoderler son derece değerlidir ve patent sahipleri tarafından şiddetle korunurlar. Bu, amatörlerin dijital ses tekniklerini denemelerini zorlaştırdı. VK5DGR yaşındaki David Rowe, CODEC2 adlı bir projede birkaç yıl çalıştı. Bu, 2012 sonunda kullanıma sunulan çok etkili bir açık kaynaklı vocoder, FDMDV *yazılımına dahil*

edilmiştir ve kapsamlı test ve ayarlama yapılmıştır.

HF bantlarında yapılmıştır. Proje hakkında daha fazla bilgiyi **www adresinde bulabilirsiniz. rowatel.com.** Dijital ses bu bölümde başka bir yerde tartışılmaktadır.

KAYIPSIZ KOMPRESYON TEKNİK

En eski kayıpsız sıkıştırma şemalarından biri *Huffman kodlaması olarak bilinir.* Huffman kodlaması, yaygın olarak kullanılan veri değerlerinden bir ağaç oluşturur ve en yaygın değerlere daha düşük bir bit sayısı verir. Varikod bu mekanizmaya dayanır. İn 1984, Terry Welch Abraham Lempe bir düzeni iyileştirmeler ile kod yayınladı! Ve Jacob Ziv, yaygın olarak LZW (Lempel-Ziv-Welch) olarak anılır. Lempel-Ziv algoritması ve varyantları, mevcut sıkıştırma programlarının çoğunun temelini oluşturur ve GIF ve isteğe bağlı olarak TIFF *grafik formatlarında kullanılır. LZW,* Huffman kodlamasına benzer şekilde ancak daha fazla verimlilikle çalışır .

Theactualamountofcompressionachieved, verilerin ne kadar gereksiz olduğuna ve sıkıştırılan verilerin boyutuna bağlı olacaktır. Büyük dosyalar daha yüksek sıkıştırma oranları elde eder, çünkü ortak veri kombinasyonları daha sık görülür. Basit metin ve belgeler genellikle %25 sıkıştırma oranlarını görebilir. Elektronik tablolar ve veritabanları genellikle birçok boş hücreden oluşur ve genellikle yaklaşık %50 sıkıştırma sağlayabilir. Grafik ve video sıkıştırma, görüntünün karmaşıklığına bağlı olarak büyük ölçüde değişecektir. Sağlam arka planlara sahip basit görüntüler, az tekrar eden verilere sahip karmaşık görüntülerin çok az fayda göreceği yerlerde iyi sıkıştırır. Benzer şekilde, müzik zayıf bir şekilde sıkıştırır, ancak az arka plan gürültüsü ile konuşulan ses makul sıkıştırma oranlarını görebilir.

Çalışma uzunluğu kodlaması (RLE), bitmap grafiklerinde *(Windows* BMP dosyaları) desteklenen çok basit bir şemadır. Dosyadaki her değer bir renk değeridir ve sonraki piksellerden kaç tanesinin bu renk olacağını belirten "çalışma uzunluğu'dur. İt basit dosyalarda iyi çalışır, ancak görüntü çok karmaşıksa bir dosyayı büyütebilir.

Daha önce sıkıştırılmış bir dosyayı sıkıştırmanın genellikle daha büyük bir dosya sağlayacağını belirtmek önemlidir, çünkü dosyada daha fazla yük oluşturur. İki farklı sıkıştırma algoritması kullanıldığında bazen bazı küçük faydalar vardır. Aynı dosyayı tekrar tekrar sıkıştırmak ve önemli bir fayda beklemek mümkün değildir. Modem sıkıştırma yazılımı, dosya gruplarını ve hatta tüm dizin yapılarını iletim için tek bir dosyaya sıkıştırabilmenin ek avantajını sunar.

Yukarıda belirtilen sıkıştırma mekanizmaları, iletimden önce dosyaların sıkıştırılmasına izin verir, ancak iletilen verilerin gerçek zamanlı sıkıştırılmasına izin veren mekanizmalar da vardır. V.92 modemler, ortalama %15 daha iyi işlem yapabilen V.44 adı verilen bir LZJH uyarlamalı sıkıştırma şeması uygular.

Telin üzerine koy. Winlink, B2F adı verilen bir sıkıştırma şeması kullanır ve çoğu Winlink verisi daha önce sıkıştırılmadığından performansta ortalama %44 iyileşme görür. Birçok çevrimiçi hizmet, daha iyi performans elde etmek için tel üzerinden giden verileri sıkıştıran "Web Hızlandırıcıları" sunar. Bu sıkıştırmanın bir sonucu olarak hafif bir gecikme (gecikme) vardır, ancak yavaş bir bağlantı üzerinden, ek gecikme, performans kazancına kıyasla minimumdur.

KAYIPLI KOMPRESYON DÜZENLERİ

Kayıplı sıkıştırma şemaları, eksik verileri "kurtarmak" veya basitçe görmezden gelmek için insan beynine bağlıdır. Ses, görüntü ve video verileri beyin tarafından algılanan benzersiz özelliklere sahip olduğundan, bu veri türlerinin her biri benzersiz sıkıştırma algoritmalarına sahiptir. En yüksek kaliteyi korurken yüksek sıkıştırma oranları elde etmek için sürekli olarak yeni sıkıştırma şemaları geliştirilir. Genellikle belirli bir dosya formatı aslında birden fazla sıkıştırma şemasını destekler veya daha iyi yöntemler geliştirildikçe farklı sürümlerde kullanılabilir. Bu algoritmaların her birinin tartışılması bu kitabın kapsamı dışındadır, ancak bu sıkıştırma yöntemlerine bakarken dikkate alınması gereken bazı önemli konular vardır.

Kayıplı ses sıkıştırma

Ses sıkıştırma, bir dijital ses sinyalinin hangi bölümlerinin sesin algılanan kalitesini etkilemeden çıkarılabileceğini veya önemli ölçüde azaltılabileceğini açıklayan psikoakustik modele dayanır. Kayıplı ses sıkıştırma şemaları tipik olarak dosyanın boyutunu 10 veya 12 kat azaltabilir ve kalitede çok az kayıp olabilir. Şu anda en yaygın formatlar MP3, WMA, AAC, Ogg Vorbis ve ATRAC'dir.

Kayıplı İmage Sıkıştırma

Joint Photographic Experts Group, 1992'de JPEG formatını ("JAY-peg'olarak telaffuz edildi) geliştirdi ve dijital görüntülerin kayıplı sıkıştırılması için kullanılan birincil format haline geldi. İt, kullanıcının görüntünün sıkıştırma düzeyini/kalitesini belirlemesini sağlayan ölçeklenebilir bir sıkıştırma şemasıdır. 10 kat sıkıştırma oranları iyi kalitede yaygındır ve önemli ölçüde azaltılmış kalitede 100 kattan fazla olabilir. JPEG formatı kenarları geliştirme ve benzer renkteki alanları önemli ölçüde sıkıştırma eğilimindedir. Birden fazla düzenleme gerekeceği zaman, her kopyanın nesil kaybı ve dolayısıyla kalitenin düşmesi nedeniyle çok uygun değildir.

Kayıplı video sıkıştırma

Video sıkıştırma için gereken büyük miktarda veri nedeniyle, neredeyse her zaman kayıplı bir sıkıştırma şemasıyla dağıtılır. Kayıpsız sıkıştırma sadece kullanılır

kuşak kaybını ortadan kaldırmak için düzenleme yaparken. Bir bilgisayardaki video desteği genellikle video akışını kodlamaya ve çözmeye izin veren bir codec ile uygulanır. Video dosyaları genellikle birden fazla video formatını destekleyebilen kaplardır ve belirli format bilgileri dosyada bulunur. Ne zaman Dosya açılır, bu biçim bilgisi okunur ve uygun codec etkinleştirilir ve çözülecek veri akışına beslenir.

En yaygın kullanılan kodekler H.261 (video konferans), MPEG-1 (video CD'lerde kullanılır), MPEG-2 (DVD Video), H.263 (video konferans), MPEG-4, Div **X**, **X vid**, H.264, Sorenson 3 (QuickTime tarafından kullanılır), WMV (Microsoft), VC-1, RealVideo (RealN etworks) ve Cinepak.

Video sıkıştırmanın temel mekanizması, - başlangıç görüntüsü olarak bir JPEG görüntüsü olabilecek yüksek kaliteli bir "anahtar kare" kodlamaktır. Ardışık video kareleri veya "inter -

FLDIGI

Ken Humbertson, W ~ KAH ve Jeff Coval, AC ~ SC tarafından yazıldı.

David H. Freese Jr., W1 HKJ tarafından ücretsiz dijital mod yazılımı f/digi'yi duymuş olabilirsiniz. Çok modlu yetenekleri ve çalışma kabiliyeti nedeniyle acil durum iletişiminde kullanım için çok popülerdir.
Standart mesaj formları üreten bir eşlik programı flmsg ile
f/digi kullanılarak iletilmek *üzere.*
Yazılım çeşitli modları destekler
Tonlar, bant genişliği, baud oranları, bit sayısı ve birçok mod için diğer varyasyonların yanı sıra. *Fldigi sürümleri,* http://seewww.w1hkj.com/do syaları indirme hakkında bilgi için Windows, Linux, Unix ve OS X. Seewww.w1hkj.com için kullanılabilir.

Ses kartı ve mikrofonu olan bir bilgisayarınız varsa, ek donanım olmadan almak için fldigi kullanmaya başlayabilirsiniz. Hızlı bir örnek, gün boyunca 14.070 MHz veya 21.070 MHz USB'ye ayarlamak olacaktır. Hoparlör sesini normal bir dinleme seviyesine ayarlayın. Bilgisayarda ses kartı ve mikrofon bağlı olarak fldigi başlatın ve **Şekil 15.A'ya benzer bir şelale ekranı görmelisiniz** (solda).

Teçhizatınızın bilgisayar kontrol yeteneği varsa, *fldigi frekans ve* modu görüntülemek ve radyoyu programdan kontrol etmek için muhtemelen arayüz oluşturabilir.
İn Şekil 15.A, bir ICOM IC-7000 *fldigi tarafından kontrol edilir* ve böylece gösterir
Geçerli çalışma frekansı ve modu 21.070 MHz USB'nin QSO frekansı 21071.511 (kHz) (sol üst köşedeki pencerelerde) ve mevcut BPSK31 modu (sol alt köşe).

Şelalede birden fazla sinyal gördüğünüzde, *f/digi,* fare imlecini ilgi çekici bir sinyalin üzerine getirdiğinizde hangisini seçtiğinizi çözecek ve ekranınızdaki iki dikey kırmızı çizgiyi sinyalin kenarlarıyla hizalayacaktır. yakın 1500 Hz. Bir moddaki modları veya bant genişliklerini değiştirdiğinizde, kırmızı çizgilerin aralığı yeni bant genişliğine ayarlanır. **Şekil 15.B** (sağda), OP MODE sekmesi altındaki RTTY-45 seçerek, Kırmızı çizgi aralığının, 170 Hz'lik tanıdık RTTY ton kaymasına uyacak şekilde arttığını fark edecektir. Sadece çözmek istediğiniz sinyalin üzerine iki kırmızı çizgi yerleştirin ve program gerisini yapar .

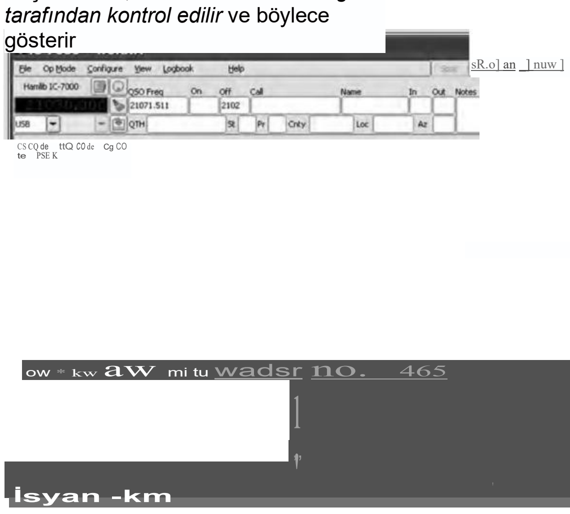
Şekil 15.B, 2 Ocak 2013'ten itibaren deşifre edilmiş bir ARRL dijital bültenini göstermektedir. Örnekler BPSK31 ve RTTY'yi gösterirken, CW de dahil olmak üzere aralarından seçim yapabileceğiniz birçok çalışma modu vardır.

F/digi'deki eylemler, programı kontrol eden metin komut dosyaları olan makroları çağıran eylem düğmeleri tarafından gerçekleştirilir. Örneğin, CQ çağırmak için şelale ekranında boş bir noktaya tıklamak için fareyi kullanın.
Bu, sinyalin modüle edici tonlarını, alma bant genişliğinizdeki ofsete kaydırır.

F/digi ekranında CQ eylem düğmesini tıklatın. İletilen metin şelale ekranının üzerinde kırmızı olarak görüntülenir. Metin bittiğinde, *fldigi* alma moduna geri dönecektir. "Beginner's Guide to **Fldigi" atwww.w1hkj.com/ beginners.html öğreticisi önerilir** ve programın kapsamlı bir Yardım dosyası vardır.

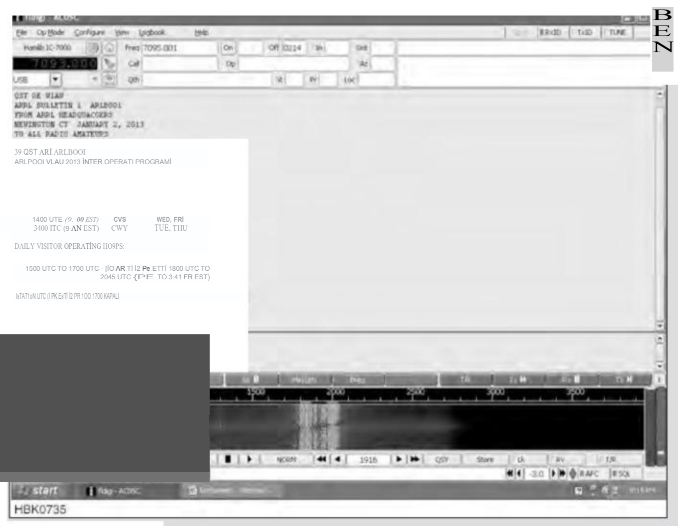
Program, dahili bir ses kartı veya Tigertronics Signalink USB **(www.tigertronics.com) veya West** Mountain Radio Rigblaster serisi **(www.westmountainradio) gibi harici ses kartı adaptörü ile kullanılabilir. com).** *Fldigi kullanmak için bir ses kartı ayarlamak,* bilgisayarınızın işletim sistemi için ses aygıtı yapılandırmasının değiştirilmesini gerektirebilir. *Fldigi* kılavuzlarındaki talimatları izleyin ve Harici bir adaptör kullanıyorsanız üretici kılavuzları. Ses kartını donanımınızın mikrofon girişine bağlamanızı sağlayan bir dijital veri arabirimi önerilir. (Bir **İstasyon Kurma bölümüne** ve çevrimiçi ek içerikle birlikte Dijital İletişim bölümüne bakın.

Fldigi, geliştirilmekte olan yeni modları içerecek şekilde sık sık güncellenir. Program, Amatör Radyo'nun hızla genişleyen bir yönü olan dijital modlarda aktif olmanın kullanıcı dostu bir yoludur.



HBK0734

Şekil 15.A



HBK0735

Şekil 15.B

"kareler yalnızca önceki karedeki değişiklikleri içerir. Bir dizi kareden sonra, başka bir anahtar çerçeve kullanmak ve çerçeveler arası ile baştan başlamak gerekir. Görüntülerin çözünürlüğü, kare hızı ve sıkıştırma kalitesi video dosyasının boyutunu belirler

BIT RATE COMPARİSON

Tablo 15.3, ses ve video iletmek için gereken minimum bit hızlarının bir göstergesidir, böylece ortalama dinleyici bunları gösterilen standarttan önemli ölçüde daha kötü algılamaz.

Tablo 15.3
Ses ve Video Bit Oranları

Ses	
8 kbit/s	Telefon kalitesinde ses (konuşma kodeklerini kullanarak)
32 kbit/s	**AM** yayın kalitesi (MP3 kullanarak)
96 kbit/s	FM yayın kalitesi (MP3 kullanarak)
224-320 kbit/s	CD kalitesine yakın, ortalama dinleyiciden ayırt edilemez (MP3 kullanarak)
Video	
16 kbit/s	Videofon kalitesi ("konuşan kafa" için minimum)
128-384 kbit/s	İş videokonferans sistemi kalitesi
1.25 Mbit/s	VCD (video kompakt disk) kalitesi
5 Mbit/s	DVD kalitesi
10.5 Mbit/s	Gerçek DVD video bit hızı

15.1.5 Sıkıştırma ve Şifreleme

Sıkıştırmanın bir şifreleme biçimi olduğu konusunda bazı karışıklıklar var. İt, sıkıştırma sonrası bir metin dosyasının, uygun algoritma ile sıkıştırılmadıkça artık okunamayacağı doğrudur. Amerika Birleşik Devletleri'nde FCC, bölüm 97 .113'teki şifrelemeyi " mes-'olarak tanımlar. Anlamlarını gizlemek amacıyla kodlanmış bilgeler ". Bir dosyayı ZIP veya RAR (ortak dosya sıkıştırma yöntemleri) ile sıkıştırmak ve hava üzerinden iletmek, spektrum ve zamanın verimli bir şekilde kullanılmasıdır ve "anlamını gizlemek" için tasarlanmamıştır.

Amatör dijital modlar İnternet tabanlı hizmetlerle daha fazla etkileşime girdiğinden, sorun ortaya çıkıyor Bu hizmetlerin birçoğu çeşitli türlerde şifreleme kullanır. Bankalar ve diğer perakendeciler, kişisel verilerin gizliliğini sağlamak için tüm işlemlerini şifreleyebilir. E-posta gibi iyi huylu diğer sistemler, kullanıcıları doğru bir şekilde doğrulamak için şifreleri şifreleyebilir. FCC bu konularda ek bir rehberlik sunmamıştır.

15.2 Yapılandırılmamış Dijital Modlar

İnceleyeceğimiz ilk mod grubu genellikle klavyeden klavyeye iletişim için "ses kartı modları'olarak kabul edilir. Bu modların her biri, birden fazla özelliği harmanlayarak belirli bir amaç için optimize edildiğinden, -genellikle basit kategorizasyona meydan okurlar.

15.2.1 Radyoteletip (RTTY)

Radyoteletip (RTTY), işaret frekansı ve uzay frekansı olarak adlandırılan iki taşıyıcı frekans arasında modüle edilen bir frekans kaydırma anahtarlı (FSK) sinyalinden oluşur. Amatör RTTY protokolü, işaret taşıyıcı frekansının RF spektrumundaki ikisinden daha yüksek olmasını gerektirir. İşaret ve uzay frekansları arasındaki fark, amatör bir RTTY sinyali için genellikle 170 Hz olan FSK kayması olarak adlandırılır.

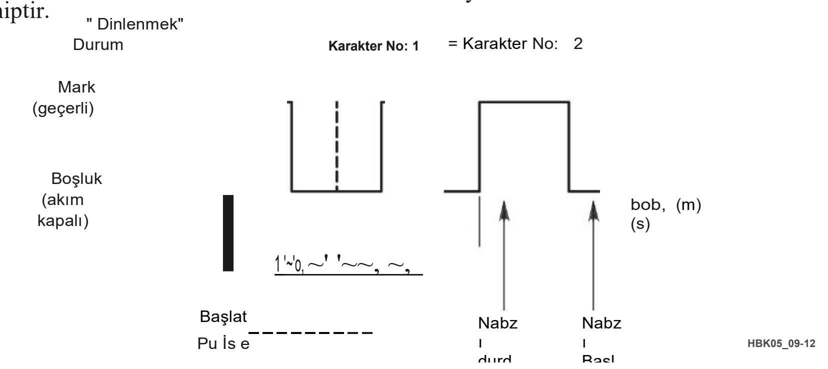
60 WPM geleneksel veri hızında, ikili bilgi FSK sinyalini bit başına 22 ms'de veya 45.45 baud'a eşdeğer olarak modüle eder. Karakterler ikili 5-bit Baudot kodlu verilere kodlanır. Her karakter, 5 bitlik koddan önce bir başlangıç biti ekleyerek ve kodu bir durdurma biti ile ekleyerek ayrı ayrı senkronize edilir. Başlangıç biti, veri bitleriyle aynı süreye sahiptir, ancak durdurma biti, süre olarak 22 ila 44 ms arasında herhangi bir yerde olabilir. Durdurma biti bir işaret taşıyıcısı olarak iletilir ve RTTY sinyali yeni bir karakter gelene kadar bu durumda "durur". Eğer durdurma bitlerinin sayısı ikiye ayarlanırsa, RTTY sinyali bir sonraki başlangıç biti Bir uzay gemisi. Baudot kodunda bir sıfır Bir uzay sinyali olarak gönderilir ve bir tanesi İşaret sinyali. **Şekil 15.1** RTTY tarafından gönderilen D karakterini göstermektedir.

BAUDOTCODE

Baudot kodu (indirilebilir ek içeriğe bakın) 5 bitlik bir koddur; Böylece, sadece 32 benzersiz karakter kodlama yeteneğine sahiptir. Alfabe, ondalık sayı ve ortak noktalama işaretlerinin kombinasyonu 32'yi aştığından, Baudot kodu iki tablo kümesi olarak oluşturulur. Bir tabloya LTRS Kayması denir ve çoğunlukla alfabetik -karakterlerden oluşur. İkinci tablo FİGS Kayması olarak adlandırılır ve esas olarak ondalık rakamlar ve noktalama işaretlerinden oluşur. LTRS ve FİGS olarak adlandırılan iki benzersiz Baudot karakteri, bu iki tablo arasında geçiş yapmak için kod çözücüyü komuta etmek için gönderen tarafından kullanılır.

Mekanik teletipewriter klavyeler LTRS ve FİGS karakterlerini göndermek için iki tuşa sahiptir. İki tuş, modem daktilo klavyesindeki caps lock tuşu gibi davranır. Bir daktilonun klavyesini üst kasa kaymasına veya alt kasa kaymasına kilitlemek yerine, iki teletypewriter tuşu teletypewriter durumunu LTRS masasına veya FİGS masasına kilitler. LTRS ve FİGS, boşluk karakteri gibi diğer bazı karakterler arasında, hem LTRS hem de FİGS tablolarında görünür, böylece kodlayıcının hangi tabloyu kullandığına bakılmaksızın LTRS, FİGS ve shift gönderebilirsiniz.

Q harfini göndermek için, önce kod çözücünün şu anda LTRS tablosunu kullandığından emin olmanız ve ardından Q, 17 (onaltılık veya "onaltılık" değer) için Baudot kod sözcüğünü göndermeniz gerekir. Dekoder FİGS vardiyasında olduğunda aynı onaltılık 17 alınırsa, Q yerine 1 sayısı çözülür. Modem yazılımı, operatörün LTRS ve FİGS kodlarını manuel olarak gönderme ihtiyacını ortadan kaldırır.



Şekil 15.1 olarak gönderilir - RTTY aracılığıyla gönderilen "D" karakteri.

Operatör LTRS tablosundan bir karakter gönderdiğinde, yazılım önce önceki karakterin de LTRS tablosundan bir karakter kullandığından emin olmak için kontrol eder; Değilse, yazılım önce bir LTRS karakteri gönderir.

Gürültü genellikle LTRS veya FİGS karakterinin yanlış alınmasına neden olabilir. Bu, doğru bir LTRS veya FİGS alınana kadar sonraki karakterlerin yanlış Baudot karakterine kodlanmasına neden olur (ayrıca aşağıdaki USOS'a bakınız). Mesajın gönderen tarafından tekrarlanmasını istemek, birçok RTTY operatörünün kullandığı bir numara, standart bir QWERTY klavyesinde, Q tuşunun üstündeki satırdaki 1 tuşunun altında olduğunu, W tuşunun 2 tuşunun altında olduğunu gözlemlemektir. Q ve 1 aynı Baudot kodunu paylaşıyor; W ve 2 aynı Baudot kodunu paylaşır. Bu görsel yardım göz önüne alındığında, basılı bir UE 73'e bağlam ile kolayca yorumlanabilir ve TOO 599 olarak yorumlanabilir.

Gönderen bir durdurma biti kullanıyorsa, bir RTTY karakteri başlangıç ve durdurma bitlerini ekledikten sonra toplam yedi bitten oluşur. Gönderen 1.5 durdurma biti kullanıyorsa, her RTTY karakterinin toplam uzunluğu

İNVERTED SIGNALS

Gönderenin RTTY standardına uymadığı ve spektrumdaki işareti ve boşluk sırasını tersine çevirdiği zamanlar vardır. Buna genellikle "ters çevrilmiş" sinyal veya "ters kayma" denir. Çoğu RTTY modülatörü ve demodülatörü, ters çevrilmiş bir sinyalin kaymasını tersine çevirmek için bir hükme sahiptir.

DEMODULATION VE DECODİNG

Bir RTTY sinyalini çözmenin en yaygın yolu, önce iki FSK taşıyıcısını iki ses tonuna çevirmek için tek bir yan bant (SSB) alıcısı kullanmaktır. Taşıyıcılar İ 70 Hz ayrı ise, iki ses tonu (ton *çifti olarak adlandırılır)* ayrıca 170 Hz ayrı olacaktır. RTTY demodülatörü, bir terminal birimi (TU) veya bir yazılım modemi (modülatör) şeklinde, daha sonra iki ses tonu arasında ayrım yapmak için çalışır. Bazı paket TN Cs (terminal düğüm denetleyicileri) RTTY demodülatörleri olarak işlev görebilir, ancak filtreleri RTTY kayması ve baud hızı yerine paket radyo FSK kayması ve baud hızı ile eşleştirildiğinden, genellikle zayıf sinyal gürültüsü koşullarında da çalışmazlar.

Ton çifti ayrımı 170 Hz olduğu sürece, iki ses tonunun frekansları oldukça keyfi olabilir. Birçok TU ve modem, bir dizi ton çiftini işlemek için üretilmiştir. İf alımı daha düşük bir yan bant (LSB) alıcısı kullanır, bunlar iki ses tonunun alt kısmı haline gelir. İf üst kenar bandı (USB) kullanılır, işaret taşıyıcı ton çiftinin daha yüksek kalır. İz tonu olarak 2125 Hz ve boşluk tonu olarak 2295 Hz kullanmak yaygındır. İşaret tonundan beri (2125 Hz) frekansı daha düşüktür, alıcı LSB'ye ayarlanacaktır. Genel olarak, modem ton çiftleri "tersine çevrilebilir" (İnverted Signals bölümüne bakın), böylece bir LSB veya bir USB alıcısı kullanılabilir. Ayrıca, birçok modemin ton çiftleri, özellikle yazılım modemleri, alıcıda dar bant filtrelerinin bulunduğu yerlere yerleştirmek için hareket ettirilebilir.

Geçmişte, ses FSK demodülatörleri, işaret filtresinden gelen sinyalin boşluk filtresinden çıkan sinyalden daha güçlü veya daha zayıf olup olmadığını belirlemek için yüksek Q ses filtreleri ve ardından bir "dilimleyici" kullanılarak inşa edildi. İyonosferik yayılımın işaret taşıyıcısının uzay taşıyıcısından daha güçlü veya daha zayıf olmasına neden olabileceği seçici solmaya karşı koymak için, dilimleyicinin eşiği dengesizliğe uyum sağlayacak şekilde tasarlanabilir. İki seviyeli bir sinyale "dilimlendikten" sonra, ikili akış, başlangıç bit algılama devresinin 5 bit karakter verilerinin nerede çıkarılacağını belirlediği kod çözücüye iletilir. Bu veriler daha sonra çözülmüş karakteri belirlemek için geçerli LTRS veya FİGS durumunu kullanan Baudot kod çözücüsüne iletilir. İşaret ve uzay iletilen taşıyıcılar üst üste gelmez, ancak bu, belirli HF yayılma koşullarından geçtikten sonra ortaya çıkabilir. Sofistike demodülatörler bu bozulmayı açıklayabilir.

Bir yazılım modemi, bir donanım terminal birimi ile aynı işlevleri yerine getirir, ancak - yazılım modemleri, donanımda uygulamak için çok pahalı olacak daha karmaşık matematik uygulayabilir. Modem masaüstü bilgisayarlar, bir RTTY demodülatörü uygulamak için yeterli işlem hızına sahiptir. Yazılım modemleri önce ses sinyalini, genellikle anakart veya ses kartı üzerindeki bir ses yongasının parçası olan bir analogdan dijitale dönüştürücü kullanarak bir dizi ikili sayıya dönüştürür. Bu noktadan itibaren her şey demodülasyon süreçlerini uygulamak için sayısal algoritmalar kullanır.

FSK VS AFSK MODULATION

Bir RTTY sinyali genellikle bir FİB veya F2B emisyonu olarak üretilir. FİB, bir RF taşıyıcısını iki (işaret ve boşluk) frekansı arasında doğrudan kaydırarak uygulanır. Bu FSK üretme yöntemi genellikle *doğrudan FSK veya gerçek FSK* veya sadece FSK olarak adlandırılır. F2B, iki RF taşıyıcısı yerine iki ses tonu arasında geçiş yaparak gerçekleştirilir. Elde edilen ses daha sonra iki RF taşıyıcısı olmak için bir SSB vericisine gönderilir. İlk önce bir ses FSK sinyali üretme ve daha sonra aynı FSK spektrumunu elde etmek için bir SSB vericisini modüle etme yöntemi genellikle AFSK (ses frekansı kaydırma anahtarlaması) olarak adlandırılır.

AFSK, bir üst yan bant (USB) vericisi veya bir alt yan bant (LSB) vericisi kullanılarak oluşturulabilir. Bir USB vericisi ile, işaret tonu ses FSK sindeki iki ses tonundan daha yüksek olmalıdır. nal. USB modülatörü daha sonra ilgili işaret taşıyıcısını iki FSK taşıyıcı frekansının üstüne yerleştirecektir. LSB iletimi kullanıldığında, işaret tonu ses FSK sinyalindeki iki ses tonunun altında olmalıdır. LSB modülatörü daha sonra ilgili işaret taşıyıcısını iki FSKcarrier frekansının en yükseğine yerleştirecektir. Alırken olduğu gibi, gerçek ses tonlarının hiçbir önemi yoktur. AFSK'nın önemli kısmı, iki ses tonunun 170 Hz ile ayrılmış olması ve çiftin USB veya LSB iletim seçeneğine uyacak şekilde düzgün bir şekilde çevrilmesidir. (USB ve LSB modülasyonu ve modülasyon frekansı ile iletilen sinyal frekansı arasındaki ilişki hakkında daha fazla bilgi için Modülasyon bölümüne bakın.)

AFSK'yı eski alıcı-vericilerle kullanırken, harmonik yan ürünlerin vericinin geçiş bandının dışına düşmesi için yüksek bir ton çifti seçmek akıllıca olacaktır. Bu nedenle, popüler bir ton çifti 2125 Hz/2295 Hz'dir. Çoğu alıcı-verici her iki tonu da geçecek ve ayrıca iki tonun harmoniklerini iyi bastıracaktır. FSK girişi olan tüm alıcı-vericiler FSK vericisi değildir. Bazı alıcı-vericiler FSK anahtarlama girişini alır ve daha sonra bir SSB vericisini modüle etmek için kullanılan dahili bir AFSK jeneratörünü modüle eder. Bu durumda verici gerçekten F2B yayıcı olarak çalışıyor. Bu çalışma şekli genellikle "anahtarlı AFSK'olarak adlandırılır.

"SPOTTIG" AN RTTY SIGNAL

Geleneksel olarak, RTTY sinyalleri RF spektrumundaki işaret taşıyıcısının frekansı ile tanımlanır. Bir SSB alıcısının bastırılmış taşıyıcı frekans kadranını "tespit etmek", gözcünün üst veya alt kenar bandını kullanıp kullanmadığını ve gözcünün - demodülatörünün hangi ton çiftini kullandığını bilmedikçe başkası için işe yaramaz. İşaret ve uzay taşıyıcıları sadece iki sabittir, bu nedenle amatör RTTY standardı, işaret taşıyıcısının frekansını tespit etmektir.

DIDDLE KARAKTERLER

Önceki karakterin durdurma biti ile sonraki karakterin başlangıç biti arasında, RTTY sinyali işaret frekansında kalır. RTTY dekoderi bu "dinlenme" durumundayken, bir işaretten uzaya geçiş, bir dekodere yeni bir karakterin başlangıcının geldiğini söyler. Bir başlangıç bitinin yanlış tanımlanmasına neden olan gürültü, RTTY kod çözücüsünün senkronizasyondan düşmesine neden olabilir. Senkronizasyonu kaybettikten sonra, kod çözücü bir sonraki potansiyel başlangıç bitinin yerini belirlemesine yardımcı olmak için sonraki veri bitlerini kullanır.

Tüm işaretten boşluğa geçişler, bir başlangıç bitinin ön kenarının potansiyel konumları olduğundan, uygun senkronizasyon tekrar elde edilene kadar birden fazla karakterin yanlış çözülmesine neden olabilir. Bu "karakter kayması", RTTY sinyalinin daha uzun süre dinlenmesine izin

durdurma bit süresinden daha fazla. Bir boşta veya *diddle karakteri (*boşta karakterleri gönderen boşta bir RTTY sinyalinden demodüle edilmiş sesin sesi nedeniyle denir), operatör aktif olarak yazmadığında bir durdurma bitinden hemen sonra eklenir. Boşta kalan karakter Baudot kümesinden yazdırılmayan bir karakterdir ve çoğunlukla LTRS karakteri kullanılır. Baudot, bir LTRS'yi hepsinin beş biti olarak kodlar ve dekoder yanlış tanımlanmış bir başlangıç bitinden kurtarıldığında özellikle yararlı olur.

Seçici solma olduğunda bir RTTY diddle da yararlıdır. İyi RTTY demodülatörleri, - işaret ve boşluk sinyallerinin genliklerini ölçerek ve bir işaret veya boşluk alınıp alınmadığına karar verirken kod çözme eşiğini otomatik olarak ayarlayarak seçici solmaya karşı koyar. Eğer bir istasyon diddle iletmez ve bir süre boşta kalırsa, seçici solmanın uzay frekansını etkileyip etkilemediği konusunda alıcı hiçbir fikre sahip olmayacaktır. Bir diddle ileterek, RTTY demodülatörünün her karakter periyodu boyunca uzay taşıyıcısının gücünün ölçülmesi sağlanır.

UNSHIFT-ON-SPACE (USOS)

Baudot kodu, kod çözücüyü yönlendirmek için LTRS ve FİGS Baudot kaymasını kullanarak karakterleri (örneğin, Q, 1 ile aynı 5 bitlik koda kodlanır) adlandırdığından, Baudot kaydırma karakterleri gürültüyle değiştirilirse kod çözme anlamsız hale gelebilir. Bu nedenle, birçok amatör, - *unshift-on-space* (USOS) adı verilen bir protokol kullanır. Bu protokol altında, hem gönderici hem de alıcı, bir boşluk karakteri alındıktan sonra Baudot karakter kümesinin her zaman LTRS durumuna kaydırıldığını kabul eder. Boşluk karakterleri içeren bir metin akışında, bu ek, örtük Baudot kaymaları sağlar.

Herkes USOS kullanmıyor. Çoğunlukla sayı ve boşluklara sahip mesajlarla kullanıldığında, USOS kullanımı ekstra FİGS karakterlerinin korunmasına neden olur. USOS ile uyumlu bir kod çözücü, USOS kümesi olmayan bir RTTY akışını düzgün bir şekilde çözmez. Aynı şekilde, USOS kapalı olan bir kod çözücü, USOS açık olan bir RTTY akışını düzgün bir şekilde çözmez.

DİĞER FSK SHIFTS VE RTTY BAUD ORANİ

Amatör RTTY'de en yaygın kullanılan FSK kayması 1 70 Hz'dir. Bununla birlikte, nadir durumlarda istasyonlar 425 ve 850 Hz vardiyaları kullanılarak bulunabilir. Daha geniş FSK kaymaları, 170 Hz'den daha iyi frekans çeşitliliği sağladıkları için seçici solma varlığında özellikle yararlıdır.

HF paket radyo 200 Hz vardiya kullandığından, bazı TNC'ler RTTY için FSK vardiyası olarak 200 Hz kullanır. Çoğunlukla 170 Hz kaydırma protokolü ile uyumlu olmalarına rağmen, zayıf sinyal/gürültü oranı koşulları altında bu demodülatörler daha fazla er- üretecektir.

Ror, 170 Hz vardiya için tasarlanmış bir demodülatörden daha fazla isabet eder. Aynı şekilde, 170 Hz kaydırma kullanılarak iletilen bir sinyal, 200 Hz kayma için tasarlanmış bir demodülatör tarafından en iyi şekilde kopyalanmayacaktır.

Spektrum alanını korumak için, amatörler 22.5 Hz'e kadar daha dar FSK kaymalarını denediler. 22.5 Hz'de optimal demodülatörler, frekans kaydırma anahtarlı (FSK) demodülatörler yerine minimum kaydırma anahtarlı (MSK) olarak tasarlanmıştır.

BAZİ PRACTICAL CHARACTERİSTICS

Demodülatör düzgün bir şekilde - uygulandığında, RTTY belirli HF solma koşullarına karşı çok esnek olabilir, yani seçici solma, diğer taşıyıcı güçlü kalırken iki FSK taşıyıcısından yalnızca birinin solmasına neden olur. Bununla birlikte, RTTY hala "düz solmaya" karşı hassastır (işaret ve uzay kanallarının her ikisi de aynı anda kaybolur). Bir RTTY dekoder baskısını düz ve derin bir solma ile yapabilen bir hata düzeltme şeması veya bir interleaver (hataların düzeltilmesini kolaylaştırmak için bitlerin dağıtımını yeniden düzenleme - interleaving - dağıtma yöntemi) yoktur. Bununla birlikte, bir veri interleaver eksikliği, RTTY'yi çok etkileşimli bir mod haline getirir. MFSK16 gibi bir modla karşılaştırıldığında pratik olarak gecikme yoktur, burada interleaver gelen veriler bile çözülmeden önce 120 bit sürelerinin üzerinde bir gecikmeye neden olur. Bu, RTTY'yi yarışmalarda olduğu gibi hızlı geri dönüşlerle kısa borsalara sahip işletme stilleri için çekici kılar.

RTTY, PSK31 kadar "hassas" olmasa da (çok yollu olmadığında PSK31 aynı miktarda güç kullanıldığında RTTY'den daha düşük bir hata oranına sahip olduğunda), güçlü bir PSK3 **l** sinyalini bile oluşturabilen faz bozulmasından etkilenmez. kopyalanıyor. HF yayılma koşulları kötüleştiğinde, RTTY yeterli güç kullanıldığı sürece sıklıkla işlev görebilir. Tuning ayrıca RTTY ile orta derecede eleştirel değildir. Sinyal-tonoise -

15.2.2 PSK31 ve Çeşitleri

PSK3 **l,** farklı şekilde kodlanmış varikod (bir sonraki bölüme bakınız), zarf şeklinde faz kaydırma anahtarlaması kullanan bir mod ailesidir. BPSK31 veya ikili PSK31, 31.25 bit/s'de (her 32 ms'de bir bit) çalışır. QPSK31 veya quadrature **PSK3 l**, 31.25 baud'da çalışır. Her sembol, her 32 ms'de bir dibit sinyal hızında dört olası kuadratür faz değişiminden (veya dibitlerden) oluşur. QPSK3 **l,** her 32 ms'de 0 °, 90 °, 180 ° veya 270 °'lik bir faz değişim sembolü gönderir.

Klavyeden yazılan karakterler önce değişken uzunluklu varikod ikili basamaklarına kodlanır. BPSK3 **l ile,** Varikod bitleri doğrudan **PSK3 l modülatörünü modüle eder,** varikod biti O ise 180 ° faz değişikliğine neden olur ve varikod biti **1 ise sabit bir faz tutar.** QPSK3 l ile, varikod bitleri önce bir dizi bit çifti (dibit) oluşturmak için iki evrişim kodlayıcısından geçer. Her bir dibit daha sonra QPSK3 **l modülatörünü** dört farklı faz değişiminden birine kaydırmak için kullanılır .

PSK63, her 16 ms'de bir sembol (saniyede 62.5 sembol) hızında çalışan bir PSK3 l sinyalinin çift saat hızında bir versiyonudur. PSK125, her 8 ms'de bir sembolle (saniyede 125 sembol) dört kat daha hızlı bir şekilde saatlendirilen bir PSK3 l sinyalidir. PSK63 ve PSK125 hem kullanımda olmasına rağmen, ikili ve kuadrature formları dahil, en popüler PSK3 **l** varyantı BPSK3 **l kalır.**

PSK3 l'nin çoğu uygulaması önce bir ses PSK3 **l** sinyali üretir. Ses sinyali daha sonra bir SSB vericisini modüle etmek için kullanılır. BPSK3 **l** faz geri dönüşümlerine dayandığından, üst yan bant (USB) veya alt yan bant (LSB) sistemleriyle kullanılabilir. Bununla birlikte, QPSK3 l ile, LSB vericileri veya alıcıları kullanıldığında 90 ° ve 270 ° faz kaymaları değiştirilmelidir .

PSK31 VARİCODE

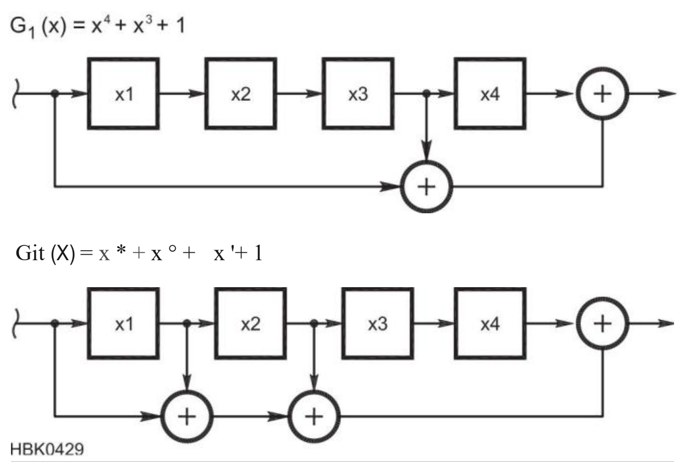
L PSK3 gönderilen karakterler varikod olarak kodlanır, değişken uzunluk öneki kodu varikod olarak kodlanır. Daha önce açıklandığı gibi, boşluklar ve küçük harfli e gibi İngilizce metinlerde daha sık görülen karakterler, q karakteri ve büyük harfli E gibi daha az sayıda bit olarak kodlanır.

PSK3 **l** varyod karakterleri her zaman iki bit sıfır ile biter. İki sıfır (100) tarafından takip edilen bir boşluk karakteri gönderilir; Daha düşük bir e durumu, yine sıfırın iki biti (1100) tarafından sonlandırılan iki tane olarak gönderilir. Varicode kod kelimelerinin hiçbiri ardışık iki sıfır bit içermez. Bu nedenle, PSK3 **l** kod çözücü karakterler arasındaki sınırı benzersiz bir şekilde tanımlayabilir. PSK3 l'deki özel bir "karakter", iki önek bitten başka bir şey içermeyen boşta koddur. Klavyede uzun bir duraklama, eşit sayıda sıfır dizisine kodlanır. Yeni bir karakterin başlangıcı, en az iki ardışık sıfırdan sonra alınan ilk sıfır olmayan bit ile işaretlenir.

CONVOLUTION KODU

Daha önce açıklandığı gibi, QPSK3 l, - QPSK3 l üretecini modüle etmek için kullanılan di bitlerini oluşturmak için varikod akışını iki evrişim kodlayıcısıyla kodlar. Her iki evrişim kodlayıcısı da **Şekil 15.2'de gösterilen dördüncü dereceden polinomlardır.**

Varikod verileri, bitler evrişim kodlayıcılarına verilmeden önce ilk olarak ters çevrilir. İlk polinom en önemli biti üretir ve ikinci polinom di bitin en az önemli bitini üretir. Olduğumuz için



Git (X) = x * + x ° + x '+ 1

Şekil 15.2 - QPSK31 evrişim kodlayıcıları.

Tablo 15.4
QPSK31 modülasyonu

Dibit	*Faz değişimi*
00	0 °
01	90°
10	180°
11	270°

İkili sayılarla çalışırken, yukarıdaki şekilde gösterilen GF (2) toplamları exclusive-OR fonksiyonlarıdır ve xl, x2, x3 ve x4 gecikme elemanları ikili kaydırma kayıtlarının aşamalarıdır. Her ters varikod biti mevcut olduğundan, vardiya kayıt defterine saatlenir ve di bitinin iki biti vardiya kayıt musluklarından hesaplanır .

MODULATION

PSK3 **l,** dar bant özelliklerini korumak için hem diferansiyel faz kayması modülasyonunu hem de zarf modülasyonunu kullanır. Zarflı - PSK3 l sinyali oluşturmanın en yaygın yolu, temel bant faz içi (İ) ve kuadratür (Q) sinyalleriyle başlamaktır. Hem İ hem de Q sinyalleri + 1 **değerinde** veya **-1 değerinde yerleşir.** Semboller arasında faz geçişi gerekmediğinde, İ ve Q sinyalleri sabit kalır (orijinal **+ 1 veya -1 değerlerinde**). İ ve Q sinyalleri oluşturma hakkında bilgi için Modülasyon bölümüne bakın.

Semboller arasında 180 °'lik bir geçişi kodlamak için, hem İ hem de Q sinyalleri cosinusoidal bir zarf ile sarılır. Eğer faz içi - sinyal bir önceki sembol sırasında + 1 değerine sahipse, -1 cosinusoidal olarak kaplanmıştır. Eğer faz içi sinyal önceki sembollerde -1 değerine sahipse, cosinusoidal olarak + 1'e bağlanır. Quadrature sinyali de aynı şekilde davranır. QPSK3 l'deki 90 ° faz kaymasını kodlamak için, sadece faz içi sinyal iki sembol arasında sarılır, kuadratür sinyali iki sembol arasında sabit kalır. Q PSK3 l'de 270 °'lik bir faz kaymasını kodlamak için, iki sembol arasında sadece dörtgen sinyal sarılır; Faz içi sinyal iki sembol arasında sabit kalır .

Gerçek sinyalin zarfı, faz değişikliği yoksa sabit kalır. Sinyal 180 ° faz geçişi yaptığında, bir PSK3 l sinyalinin genliği iki sembol arasında sıfıra düşecektir. Gerçek faz değişimi, sinyal genliği sıfır olduğunda, sinyal enerjisi olmadığında gerçekleşir. Arasındaki 90 ° ve 270 ° faz kaymaları sırasında QPSK31 sembolleri, sinyalin genliği sıfıra ulaşmaz. İki sembol arasındaki en yüksek gücün sadece yarısına iner.

Operatör klavyede boştayken değişen bir zarf sağlamak için, varikodda bir sıfır (boşta bir varikodun iki O bitinden oluştuğunu unutmayın), iki BPSK3 l sembolü arasında 180 °'lik bir faz değişikliği olarak kodlanır**.** Varikoddaki 1, bir BPSK3 l sembolünden bir sonraki sembole faz değişikliği olmadığı için kodlanır. Bu değişen zarf, gönderici boşta olsa bile alıcının bit zamanlama bilgilerini çıkarmasını sağlar. Bit saati kurtarma, PSK3 l sinyalinin zarfında bir tarak filtresi kullanılarak gerçekleştirilir .

QPSK3 **l tarafından kullanılan evrişim kodu,** sabit bir boşta kalan sıfır akışını tekrarlanan 10 di bit akışına dönüştürür. Boşta kalma sürelerinde BPSK3 **l ile aynı sabit faz değişimini üretmek için,** QPSK3 l 10 dibit, 180 ° faz kayması modüle edici terimi temsil etmek üzere seçilir. **Tablo 15.4 QPSK3 l modülasyonunu göstermektedir** .

Boşta kalma sırasında bit saatleri üretmek için, QPSK3 l için seçilen belirli evrişim kodu ile birlikte, dört dibitin biraz suboptimal (Gri olmayan kod) kodlanmasına neden olur. Bir iletimin sonunda, PSK3 l tüm modülasyonu kısa bir süre için durdurur ve kısa bir modüle edilmemiş taşıyıcı iletir. Amaçlanan işlev bir susturma mekanizması gibidir.

DEMODULATION VE DECODİNG

Bir referans fazın bulunmadığı diferansiyel PSK'yı çözmek için birçok teknik mevcuttur. Okunev, yöntemlerin iyi bir sunumuna sahiptir (referans: Yuri Okunev, *Dijital İletişimde Faz ve Faz Farkı Modülasyonu* (1997, Artech House), ISBN 0-89006-937-9).

Daha önce de belirtildiği gibi, bir PSK3 l sinyalinden bit saatini çıkarmak için yeterli genlik bilgisi vardır. Bir diferansiyel faz - demodülatörünün çıkışı, merkezler arasındaki faz açısı farkının bir tahminidir. Bir sembolden ve bir öncekinden. BPSK3 **l ile, bir** faz tersine çevrilmesinin veya tersine çevrilmemesinin daha olası olup olmadığını belirlemek için çıktı bir eşikle karşılaştırılabilir. Kod çözücü daha sonra yeni bir karakterin başlangıcını belirlemek için bir satırda iki faz geri dönüşünü, ardından geri dönüşü olmayan bir durumu arar. Bitler, iki faz geri dönüşü tekrar görülene kadar toplanır ve biriken bitler, varikod tablosundaki karakterlerden birine çözülür.

QPSK3 l kod çözme daha fazladır. BPSK3 l durumunda olduğu gibi, faz farkı demodülatörü faz değişimini bir bitten diğerine tahmin eder. Bununla birlikte, veri dibitlerini türetmek için evrişim fonksiyonunu basitçe tersine çeviremezsiniz. Ölçülen faz açılarını di bitlerine çözmek için çeşitli teknikler mevcuttur. *Viterbi algoritması,* QPSK3 kullanılan evrişim polinomları için nispeten basit bir algoritmadır. Tahmini faz açıları, açılar Viterbi algoritmasına sunulmadan önce ilk önce dört dörtgen açıdan birine sabitlenebilir. Buna Viterbi *kod çözücü denir.*

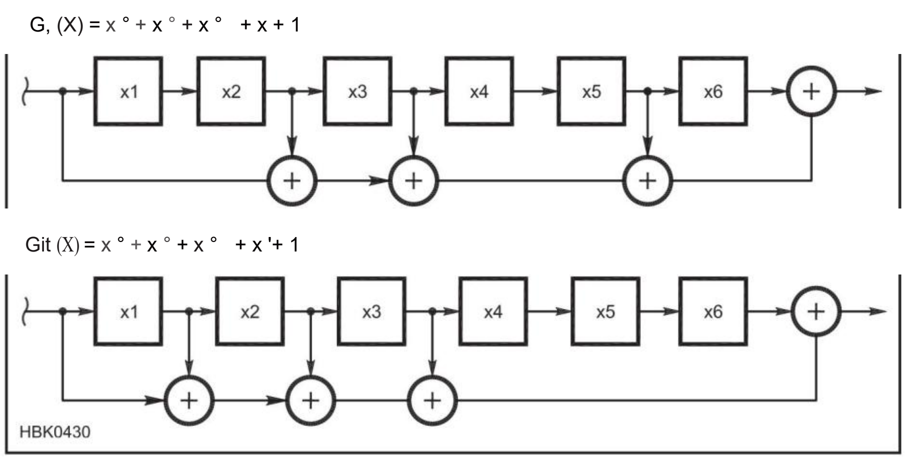
Yumuşak bir karar Viterbi dekoder (inşa etmek için çok daha karmaşık değil) genellikle daha iyi sonuçlar verir. Yumuşak karar decoderuses keyfi faz açıları ve bir açının dört dörtgen açıdan birinden ne kadar "uzak" olduğunun bir ölçüsü. Hata düzeltme, Viterbi algoritmasını uygulayan kafes içinde gerçekleşir. Evrişim kodu, kafes ve Viterbi algoritması referansları **en.wikipedia.org/ wiki/Convolutional_ kodda bulunabilir.**

15.2.3 MFSK16

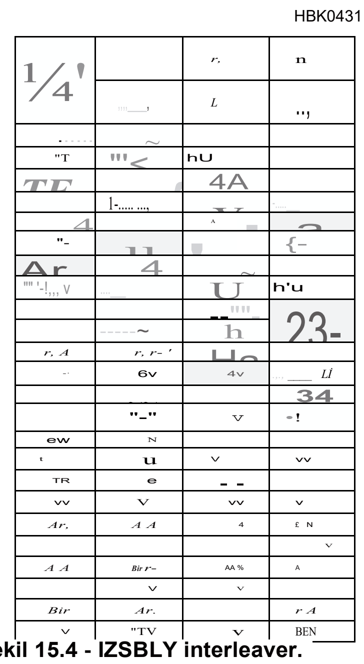
MFSKl 6, 16 "ton" (16-FSK modülasyonu olarak da bilinir) ile M-ary FSK modülasyonunu kullanır, burada herhangi bir anda sadece tek bir ton bulunur. MFSKl 6'nın tepe faktörü 1'dir, veri bitleri üzerinde dalga şekillendirme yapılmaz. MFSKl 6'nın ton merkezleri 15.625 Hz ile ayrılır. Veri anahtarları 15.625 baud hızında (her 64 ms'de bir sembol değişimi).

Karakterler ilk önce MFSK16 varikoda kodlanır, hızı her 32 ms'de bir bit olan sabit bir bit akışı oluşturur. Bu, PSK3 ile aynı olmasa da benzer bir karakter oranı ile sonuçlanır. Fark, iki mod tarafından kullanılan farklı varikod tablolarından kaynaklanmaktadır.

Bu bit akışı, bir çift 6. dereceden evrişim kodlayıcısına göre ayarlanır. Sonuç



Şekil 15.3 - MFSK16 evrişim kodlayıcıları.



Şekil 15.4 - IZSBLY interleaver.

Her varikod biti için bir çift bittir (dibit), her 32 ms'de bir dibit hızında Ardışık dibit çiftleri daha sonra *dört bitlik kümeler halinde birleştirilir (quadbit veya nibble). Her* bir nibble, 64 ms'de bir oranında, daha sonra bir interleaver'dan geçirilir. İnterleaver, kendisine gönderilen her bir nibble için bir nibble üretir. Ara bellekteki her bir nibble daha sonra Gri kodludur ve sonuçta ortaya çıkan 4-bit Gri kodu, 15.625 Hz ile ayrılan her 16 tonun sıralı dizinidir. Sonuç, 64 ms'de bir sembol oranına sahip bir 16-FSK sinyalidir Sembol zamanı ton ayrımının karşılıklı olduğundan, 16 noktalı hızlı Fourier dönüşümü (FFT) bir MFSK16 modülatörü olarak rahatlıkla kullanılabilir.

MFSK16 VARİCODE

MFSK16 tarafından kullanılan varikod tablosu (indirilebilir ek içeriğe bakın) PSK3 l tarafından kullanılanla aynı olmasa da, benzer özellikleri paylaşırlar. Varikodun daha ayrıntılı bir açıklaması için lütfen bu bölümün PSK3 l bölümüne bakın. PSK3 l varikodundan farklı olarak, MS Kl 6 varikodu

Kodlamalar, ardışık sıfırlar bir kod sözcüğünün kuyruğunda olduğu sürece iki veya daha fazla ardışık sıfır bit içerebilir. Karakter sınırları, iki veya daha fazla ardışık sıfır bir tane tarafından takip edildiğinde belirlenir.

CONVOLUTION KODU

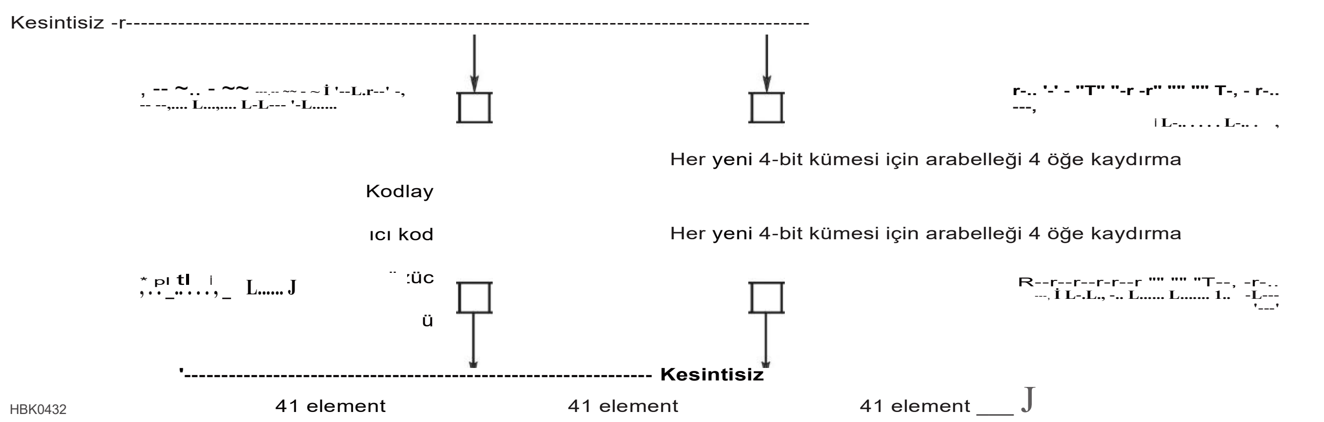
Daha önce açıklandığı gibi, MFSK16, interleaver'a aktarılan dibitleri oluşturmak için varikod akışını iki evrişim kodlayıcısıyla kodlar. Her iki evrişim kodlayıcısı da Şekil - **15.3'te gösterilen altıncı dereceden polinomlardır.**

İlk polinom en önemli biti üretir ve ikinci polinom dibitin en az önemli bitini üretir. İkili sayılarla çalıştığımız için, yukarıdaki şekilde gösterilen GF (2) toplamları özel OR fonksiyonlarıdır ve xl, x2, x3, x4, x5 ve x6 gecikme elemanları ikili kaydırma kayıtlarının aşamalarıdır. Her varikod biti kullanılabilir olduğundan, vardiya kayıt defterine saatlenir ve dibitin iki biti vardiya kayıt musluklarından hesaplanır .

İNTERLEAVER

HF solma kanalları, birlikte kümelenen "patlama" hataları üretme eğilimindedir. Bir interleaver, hataları geçici olarak nüfuz etmek için kullanılır, böylece evrişim kod çözücüsüne düzensiz hatalar olarak görünürler. MFSK16, bir IZ8BLY Diagonal İnterleaver'ın 10 bitişik aşamasını kullanır. İnterleaver hakkında daha fazla bilgiyi **www.qsl adresinde bulabilirsiniz. net/zll bpu/MFSK/İnterleaver.htm. Şekil 15.4,** tek bir IZ8BLY interleaver'ın bir bit dizisini nasıl yaydığını göstermektedir.

Bitler IZ8BLY interleaver'a 0, 1, 2, 3, 4,... sırasına göre girerler. ve 0, 5, 10, 15, 8, 13,... sırasındaki çıktıya iletilir. (diyagonal kutularda gösterilir). İn MFSK16, bir interleaver çıktısı, ikinci bir interleaver girdisine gönderilir, toplam 10 bu tür aşama için. Her aşama bitleri daha uzun bir zaman dilimine yayar.



Şekil 15.5 - Enterpolasyon yoluyla bit yayılması.

Bu bitişik 10 aşamalı interpolatör, 123 bit uzunluğundaki tek bir interpolatöre eşdeğerdir. **Şekil 15.5,** tek interpolatörün yapısını gösterir ve ardışık dört giriş bitinin 123 zaman dilimine eşit olarak nasıl yayıldığını gösterir.

Bir hata patlamasının neredeyse iki saniyelik bir süreye yayıldığı görülebilir. Bu, MFSKl 6'ya derin ve uzun soluklarda hataları düzeltme yeteneği verir. Hataları düzeltmek için iyi olsa da, uzun ara katman boyunca gecikme de uzun bir kod çözme gecikmesine neden olur.

GRAY CODE

Gri kod, yan yana olan tonların da daha küçük bir *Hamming mesafesiyle farklı olduğu bir koşul oluşturur.* Bu, alıcıdaki hata düzeltme işlemini optimize eder. Gri kod ve Hamming mesafesi referansları **en adresinde bulunabilir. Vikipedi. org/wiki/Gray_code ve en. Vikipedi. org/wiki/Hamming_distance ve en. wikipedia.org/wiki/Hamming_ mesafe.**

DEMODULATION VE DECODİNG 16

noktalı bir FFT, giriş dalga formu düzgün bir şekilde hizalandıktan sonra bir MFSK16 sinyalini demodüle etmek için bir dizi eşleştirilmiş filtre uygulamak için kullanılabilir, böylece her dönüşüm bir integral sembol üzerinde gerçekleştirilir ve sinyal ayarlanır, böylece MFSK16 tonları FFT kutularında mükemmel bir şekilde ortalanır. Eşleşen bir filtreye başvuru **en adresinde bulunabilir. wikipedia.org/wiki/Matched_filter.**

Bir FFT demodülatöründen 16 çıkış kutusu önce bir FFT frekans kutusunun'en iyi "4-bit indeksine dönüştürülebilir veya dört" yumuşak "biti temsil eden dört sayısal değerden oluşan bir vektöre dönüştürülebilir. Dört bit daha sonra MFSK16 bir deinterleaver'dan geçirilir. "Yumuşak kod çözme" durumunda, de-interleaver bir 0 veya 1 bit yerine sayısal değerler içerecektir.

De-interleaver'ın çıktısı bir evrişim kod çözücüsüne geçirilir. Gri kod, bitişik FFT kutularının da en düşük Hamming mesafesine sahip olmasını sağlar; Yani, en olası hata da en yakın FFT kutusu ile ilişkilidir. Sert veya yumuşak Viterbi Algoritması hataları çözmek ve düzeltmek

15.2.4 DominoEX

DominoEX, Murray Greenman, ZLlBPU tarafından HF'de basit sohbetler için tasarlanmış MFSK (çok frekanslı shift keying) özellikli dijital bir moddur. İt, diğer benzer modlara göre kullanımı ve ayarlanması daha kolay olacak şekilde tasarlanmıştır, itiraz veya diğer hızlı değişim durumları için düşük gecikme süresi sunar, gürültü tabanına indirgenebilir kopya sunar ve acil durum iletişimi için bir NVIS (yakın dikey insidans gökyüzü dalgası, bkz.

Genellikle MFSK yüksek derecede ayarlama doğruluğu ve frekans kararlılığı gerektirir ve çok yollu bozulmaya duyarlı olabilir. DominoEX özellikle bu sorunları ele almaktadır. Ayarlama sorunlarını önlemek için İEK *(artımlı frekans anahtarlama) kullanılır*. IFK ile, veriler her bir tonun frekansı ile değil, bir ton ile bir sonraki arasındaki frekans farkı ile temsil edilir. İt ayrıca, çok yollu alımın neden olduğu semboller arası paraziti azaltmak için ofset artımlı anahtarlama kullanır. Bu teknikler 200 Hz'lik bir ayar toleransı ve 200 Hz/dakika'lık bir kayma sağlar. DominoEX - ayrıca, gecikmeyi artıran ancak daha da zor kanallar üzerinden iletişim sağlayan isteğe bağlı bir FEC moduna sahiptir. Daha fazla bilgi **için: Www.qsl. net/zllbpu/MFSK/DEX.htm.**

DominoEX, herhangi bir anda yalnızca tek bir tonun bulunduğu 18 tonlu M-ary FSK modülasyonunu kullanır. İnformasyon ayrı 4-bit ("nibble") semboller dizisi olarak gönderilir. Her bir nibble değeri, iletim sırasında tek tonun konumu olarak temsil edilir.

Tonun konumu, geçerli nibble değerinin daha önce iletilen sembolün nibble değerinden farkı olarak hesaplanır. Ek olarak, bu farka sabit bir of2 ofset uygulanır. 18 ton olduğundan, 2'nin uzaklığı da dahil olmak üzere 0 ile 15 arasındaki olası 4 bit değerler temsil edilebilir.

Ek of2 ton konumları, iletilen bir sesin daha önce iletilen tondan en az iki ton konumu ile ayrılmasını sağlar. Bu nedenle, iki ardışık sembolün, aynı tonun iki ardışık ton periyodu için iletilmesine neden olması imkansızdır. Bu, sıralı tonların her zaman en az iki pozisyonla farklı olacağı anlamına gelir, senkronizasyonun korunmasında önemli bir husustur.

DominoEX'te art arda gelen artımlı frekans anahtarlama (IFK) tonlarının bu minimum ayrımı, bir HF kanalından geçerken darbenin geçici olarak bulaşmasından kaynaklanan semboller arası bozulmayı azaltır. DominoEX modlarının çift ton aralığı **(bkz. Tablo 15.5),** frekans bulaşmasının neden olduğu semboller arası bozulmayı daha da azaltır.

İncremental frekans anahtarlama, DominoEX nibbles'ın mutlak tonu beklemek zorunda kalmadan hemen kod çözmesini sağlar

tanımlanmak. MFSKl 6 ile, 16 tondan en düşük ve en yüksek olanı alıcıdan geçene kadar bir ton benzersiz bir şekilde tanımlanamaz. Bu, kod çözme gecikme ofMFSK15 katkıda bulunur. IFK'da böyle bir gecikme yok.

IFK, mutlak ton frekanslarına değil frekans farklılıklarına bağlı olduğundan, DominoEX, herhangi bir ek otomatik frekans izleme algoritması gerektirmeden ayar hatalarını ve sürüklenen sinyalleri tolere eder.

MFSK16 gibi, DominoEX sinyali dalga şeklinde değildir ve sabit çıkış gücüne sahiptir. DominoEX için baud oranları Tablo 15.5'te gösterilmiştir. DominoEX 11, DominoEX 16 ve DominoEX 16 için ton aralıkları baud oranları ile aynı değerlere sahiptir. DominoEX 8, DominoEX 5 ve DominoEX 4 için ton aralıkları, baud oranlarının iki katıdır.

PSK3 l ve MFSKl 6'dan farklı olarak, DominoEX'teki karakterler, varikod bitlerine kodlamak yerine varikod nibbles'a kodlanır. DominoEX varikod tablosu indirilebilir ek içerikle bulunabilir.

BEACON MESAJİ

Klavye aktivitesi olmadığında boşta kalan bir varikod sembolünü iletirken, DominoEX alternatif bir varikod kümesinden (DominoEX varikod tablosundaki SECVAR sütunları) bir "işaret" mesajı iletir. Bu kullanıcı tarafından sağlanan tekrarlanan işaret mesajı, gönderen istasyon aktif olarak birincil mesajı göndermediğinde alıcı istasyonda görüntülenir. Ortalama olarak, işaret kanalının karakter oranı, birincil kanalın karakter oranının yaklaşık yarısıdır.

İLERI HATA DÜZELTME (FEC)

FEC kapatıldığında, DominoEX RTTY ve PSK3 l'ye yaklaşan etkileşimli bir kalite sağlayan çok düşük kod çözme gecikmesine sahiptir. İlk karakter, iletildikten sonra alıcı tarafından neredeyse anında çözülür. Bu nedenle, DominoEX'i uygulayan çoğu yazılımda mevcut olmasına rağmen FEC genellikle kullanılmaz.

Domino EX FEC, MFSK15 kullanılan FEC'e benzer. FEC açıkken, alıcı tarafından çözülen her 4-bit IFK sembolü iki di-bite bölünür. Di bitleri girin

Tablo 15.5
DominoEX Modlarının Karşılaştırılması

Mod	*Baud/ (sn)*	*BW (Hz)*	*Tonlar*	*Hız (WPM)*	*FEC (WPM)*	*Ton Aralığı*
DominoEX4	3.90625	173	18	-25	-12	Baud hızı x2
DominoEX 5	5.3833	244	18	-31	-16	Baud hızı x2
DominoEX 8	7.8125	346	18	-50	-25	Baud hızı x2
DominoEX 11	10.766	262	18	-70	-35	Baud hızı x1
DominoEX 16	15.625	355	18	-100	-50	Baud hızı x1
DominoEX 22	21.533	524	18	- 140	-70	Baud hızı x1

MFSK15 tarafından kullanılana benzer bir evrişim kodlayıcısı. Bununla birlikte, 10 aşamalı bir IZ8BLY interleaver yerine (bkz Şekil 15.4), DominoEX'te temel 4-bit interleaver'ın yalnızca 4 basamaklı aşaması mevcuttur. Uzun süreli solma varlığında, kısaltılmış ara yaprağın performansı DominoEX 16 ve DominoEX 22 ile kullanıldığında orta derecede zayıftır. Bununla birlikte, interleaver, FEC'nin DominoEX 4, DominoEX 5 ve Domino EX 8 ile daha uzun sembol süreleriyle kullanıldığında solmaya karşı oldukça etkilidir.

DominoEX, FEC açıldığında nibble birimleri yerine dibit birimlerinde çalıştığından, nibble tabanlı varikodu kullanmak yerine MFSK16 tarafından kullanılan aynı ikili varikodu kullanmaya da geçer. DominoEX, MFSK16 FEC tarafından kullanıldığı gibi Gri kod uygulamaz.

DominoEX, ITU NVIS ("Mid-latitude Disturbed") yayılma profili de dahil olmak üzere birçok HF yayılma koşulunda FEC olmadan bile iyi çalışır. Bununla birlikte, DominoEX'in FEC açılmadıkça, özellikle de CCIR Flutter ve ITU High Latitude İlımlı - Koşullar profilleri kullanılmadıkça kullanılamayacağı durumlar vardır. DominoEX modları, özellikle baud hızının iki katı olan ton aralıklarına sahip olanlar, - FEC açıldıktan sonra bu aşırı koşullar altında bile çok sağlamdır.

DominoEX performans grafikleri (karakter hata oranlarına karşı sinyal-gürültü oranları), indirilebilir ek içerikle ve www'de çevrimiçi olarak HTML belgesi "DominoEX Performansı'olarak dahil edilmiştir. **w7ay.net/ site/Technical/DominoEX/Measurements/**

CHIP64/128

Chip64 ve Chip 128 modları Antonino Porcino, IZ8BLY tarafından 2004 yılında piyasaya sürüldü. Modlar havada IZ8BLY, Murray Greenman, ZLlBPU (sistemin - tasarımına da katkıda bulundu), Chris Gerber, HB9BDM ve Manfred Salzwedel, OH/DK4ZC tarafından test edildi. IZ8BLY, "Bu yeni dijital modun tasarımı, radyo amatörleri arasında yaygın spektrum teknolojisini denemek için bir iletişim aracı sağlayarak tanıtmaya hizmet etti. Amaç, HF kanallarında bile yayılma spektrumu tekniklerinden yararlanmanın mümkün olduğunu kanıtlamak ve geleneksel dar bant modlarının başarısız olduğu koşullar altında iletişimi mümkün kılmaktı.

Spread spektrumunun farklı olası uygulamaları arasında Chip64, Direct Sequence Spread Spectrum (DSSS) olarak adlandırılır. Bir DSSS iletiminde, iletilecek veri bitlerini içeren düşük hızlı sinyal, kod adı verilen çok daha yüksek bir hız sinyaliyle karıştırılır (çarpılır). *Yayılma adı verilen bu karıştırma işleminin sonucu,* daha sonra Normal bir DBPSK olarak iletilir. İndeed, bir DSSS sinyali geniş bantlı BPSK'dan başka bir şeye benzemiyor.

"Sistem verimli olduğunu kanıtladı ve diğer modem dijital modlarıyla karşılaştırılabilir bulduk. Mimarisinde tamamen farklı olmak, belirli durumlarda daha iyi performans gösterirken, **diğerlerinde** gerçek bir kazanç göstermez**.** Özellikle, normal BPSK'nın gelen sembolleri izleyemediği çok yollu altında daha iyi performans gösterir, ancak sessiz ortamlarda düz BPSK'ya göre herhangi bir gelişme göstermez. Bu, kodların kusurlu otokorelasyonu nedeniyle meydana gelen kayıplar nedeniyle beklenir. "

Chip64 toplam veri hızı 37.5 bit/s'dir ve daha sağlam Chip128 21.09 bit/s'dir. Her ikisi de MFSKl 5 tarafından kullanılan aynı varikodları kullanır. Yazılım **antoninoporcino.xoom.it/Chip64/'dan indirilebilir** ve daha fazla bilgi **için: Www.arrl. org/teknik özellikler. Yayılma** - spektrumu, **Modülasyon** bölümünde de tartışılmıştır.

15.2.5 THROB

Throb, Lionel Sear, G3PPT tarafından yazılmış deneysel bir moddur ve adını havada yaptığı "zonklama" sesinden alır. İt, 8 veya 16 Hz aralıklı olası dokuz tondan tek tonlar veya çiftler kullanır ve sırasıyla 72 veya 144 Hz bant genişliği sağlar. İt, sırasıyla 10, 20 ve 40 WPM veri hızları ile sonuçlanan üç iletim hızına (1, 2 ve 4 throb/s) sahiptir. 1 ve 2 throb/s hızları 72 Hz bant genişliği için 8 Hz ton aralığı kullanır ve 4-throb/s hızı 144 Hz bant genişliği için 16 Hz aralık kullanır. İt, bağımsız bir uygulama olarak uygulanır veya *MixW* **(www.mixw.net) gibi çok modlu bir pakete dahil edilir.**

15.2.6 MT63

MT63, Pawel Jalocha, SP9VRC tarafından geliştirilen bir moddur. MT63, geniş bant genişliği, düşük hız ve çok yüksek gürültü bağışıklığı ile çok karmaşıktır. 64 farklı modüle edilmiş ton kullanarak, MT63, her bir karakterin iletiminde büyük miktarda ekstra veri içerir, böylece alıcı ekipman, karakterin %25'i bile olsa, hangi karakterin gönderildiği konusunda hiçbir belirsizlik olmadan çalışabilir. MT63 ayrıca, bir İD veya işaret için kullanılabilecek ana kanalla aynı anda çalışan ikincil bir kanala sahiptir.

MT63 muhtemelen en kapsamlı hata düzeltmesine sahiptir ve oldukça işlemci yoğun olabilir. İt, her 7-bit ASCİİ karakterinin veri bitlerini sinyal spektrumunun 64 tonunun tümüne yayan ve aynı anda herhangi bir tonda 64 sembolün bir döneminde bilgiyi tekrarlayan bir Walsh işlevi kullanır. Bu kodlama birkaç saniye sürer. The Zaman alanı (zamansal) ve frekans alanı (spektral) birleşimi, mükemmel dürtü gürültüsü reddi ile sonuçlanır. Aynı zamanda, frekans alanında, sinyalin önemli kısımları, başarılı alım üzerinde gözle görülür bir etki olmadan istenmeyen gürültü veya diğer yayınlarla maskelenebilir.

64 tonun her birinde, iletim veri hızı oldukça yavaştır, bu da iyonosferik bozuklukların doğasına uygundur. Düşük veri hızına rağmen, metin aynı anda birçok tonda gönderildiği için iyi metin hızı korunur. Sistem, koşullara uyacak şekilde seçilebilecek birkaç farklı hızda çalışır, ancak 100 WPM, MT63-1K modunun tipik bir örneğidir. **1** kHz bant genişliği modu tipik olmasına rağmen, MT63 ton aralığı ve baud hızının yarıya indirildiği veya iki katına çıkarıldığı ve verimin sırasıyla yarıya indirildiği veya iki katına çıkarıldığı 500 Hz ve 2 kHz bant genişliğinde de çalışabilir.

ofMT63 modlarını ayarlamak kritik değildir. Bunun nedeni, modun, spektrum içindeki doğru konumu hesaplayan 64 tonun farklı kombinasyonlarını incelemek için FEC tekniklerini kullanabilmesidir. Örnek olarak, kod çözücü 100 Hz'ye kadar frekans dışıysa MT63-1K hala çalışacaktır. MT63-2K daha az hassasiyet gerektirir ve 250 Hz'lik bir hatayı tolere edebilir.

İnanılmaz gürültü bağışıklığı, gereken geniş bant genişliğinin ötesinde bir fiyata geliyor. Hata düzeltme ve interleaving işleminden kaynaklanan büyük bir gecikme vardır. Hızlı QSO'lar mümkün değildir, çünkü son karakterin yazılması ile iletilmesi arasında birkaç saniyelik bir gecikme vardır.

Bir tür ARQ modu ile her iletimi onaylamadan, MT63 daha sağlam bir dijital mod yoktur.

15.2.7 Olivia

Olivia, HF bantlarında zor (düşük sinyal-tonoise oranı artı çok yollu yayılma) koşullarda çalışmak üzere tasarlanmış MFSK tabanlı bir protokoldür. Sinyal hala gürültü tabanının altında 10 dB'de doğru bir şekilde kopyalanabilir. Olivia, 2003 yılında Pawel Jalocha, SP9VRC tarafından geliştirildi ve beyaz gürültü, solma ve çok yollu, kutup yolu çarpıntısı ve auroral koşullarla dijital veri aktarımı için iyi performans gösteriyor.

Olivia, 7-bit ASCİİ karakterlerinden oluşan bir akış iletir. Karakterler beşli bloklar halinde gönderilir ve her bloğun iletimi iki saniye sürer. Bu, 2,5 karakter/saniye veya 150 karakter/dakika etkili veri hızı ile sonuçlanır. 1000 Hz'lik bir iletim bant genişliği ve *Olivia İ 000/32 olarak da bilinen 31.25 MFSK tonu/saniyelik baud hızı en* yaygın olanıdır. Farklı yayılma koşullarına uyum sağlamak için, ton sayısı ve bant genişliği değiştirilebilir ve zaman ve frekans parametreleri orantılıdır -

Tal ölçekli. Numberoftonlar 2, 4, 8, 16, 32, 64, 128 or256 ve bant genişliği 125, 250, 500, 1000 veya 2000 Hz olabilir.

Olivia iki katmandan oluşur: alt, modülasyon ve FEC kod katmanı klasik bir MFSK iken, üst katman Walsh fonksiyonlarına dayanan bir FEC kodudur. Walsh fonksiyonları hakkında daha fazla ayrıntı en adresinden çevrimiçi **olarak edinilebilir. wikipedia.org/wiki/Walsh_function .**

Olivia 1000/32'nin kullanıldığını varsayarsak, ilk katmanda ortogonal fonksiyonlar Kosinüs fonksiyonları, 32 farklı tonda. Bir seferde bu 32 tondan sadece biri gönderildiğinden, demodülatör tüm 32 olası tonunun genliklerini ölçer ve tonu en yüksek genlikle tanımlar. İkinci katmanda her ASCİİ karakteri 64 olası Walsh fonksiyonundan biri olarak kodlanır. Alıcı tekrar 64 vektörün genliklerini ölçer ve gerçek değer olarak en büyüğünü seçer.

Basit iletilen desenlerden kaçınmak için (Sabit bir ton) ve senkronizatörde yanlış bir kilit olasılığını en aza indirmek için, Walsh işlevine kodlanmış karakterler bir karıştırıcı ve ara bırakıcıdan geçer. Alıcı, eşleşen bir desen için zaman ve frekans ofsetlerini arayarak otomatik olarak senkronize olur.

Daha fazla bilgi **nlsu.com/olivia'da çevrimiçi olarak bulunabilir** ve Olivia, *Mix W, MultiPSK* ve *Ham Radio Deluxe gibi bir dizi dijital çok modlu pakette desteklenir.*

15.3 Bulanık modlar:

"Bulanık modlar'olarak adlandırılan bir grup mod vardır, çünkü bunlar makine tarafından oluşturulmasına ve çözülmesine rağmen, insan tarafından okunacak şekilde tasarlanmıştır. Bunlara faks (faks), yavaş tarama TV (SSTV) ve Hellschreiber dahildir .

15.3.1 Faks (Faks)

Faks, kaynak malzemenin bir eğirme tamburuna yerleştirildiği ve tel veya hava üzerinden iletilecek bir elektrik sinyaline satır satır tarandığı mekanik olarak iletilen bir teknoloji olarak geliştirildi. Görüntüyü doğru şekilde yeniden oluşturmak için alıcı istasyonun tamburunun doğru hızda dönmesi önemlidir. *İşbirliği endeksi (İOC) olarak bilinen bir değer, bir* iletimi çözmek için de bilinmelidir. İOC görüntü çözünürlüğünü yönetir ve toplam çizgi uzunluğunun ve birim uzunluk başına satır sayısının *7t'ye bölünmesinin ürünüdür.* Çoğu faks iletimi 120'de LPM (RPM) ve 576 İOC ile gönderilir.

Faks genellikle siyah temsil eden 1500 Hz ve beyaz temsil eden 2300 Hz'lik bir tonla tek yan bantta iletilir. Otomatik *resim iletimi (APT) formatı,* çoğu karasal hava faks istasyonu ve coğrafi hava uyduları tarafından kullanılır. Tetikleyen bir başlangıç tonuna sahiptir Alıcı sistem, başlangıçta alıcı tamburun hızlanmasına izin vermek için kullanılır. Ayrıca, alıcıyı senkronize eden periyodik bir darbe ile aşamalı bir sinyal içerir, böylece görüntü sayfada ortalanmış olarak görünür. İsteğe bağlı olarak siyah ile takip edilen bir durdurma tonu, iletimin sonunu gösterir. APT formatı **Tablo 15.6'da gösterilmiştir.**

Rus ekipmanlı istasyonlar bazen RPM 60 veya 90 ve bazen de 288 İOC kullanır. Kuzey Kore'dekiler gibi fotofaks yayınları RPM 60 ve gri tonlu bir İOC 352 kullanır ve uydu yeniden yayınında gri tonlu (4 veya daha fazla bit derinliği) RPM 120 İOC 576 kullanılır. Hava durumu faks görüntülerinin yazılım kodunu çözmek için, Siyah ve Beyaz (2 bit derinlik) ile çözmek en iyisidir.

15.3.2 Yavaş Taramalı TV (SSTV)

Slow-Scan TV veya SSTV, tek bir görüntünün tek tek taranan satırlara dönüştürüldüğü ve bu satırların 1500 ile 2300 Hz arasında değişken tonlar olarak gönderildiği faksimile'ye benzer. Modem sistemleri, gerekli tonları oluşturmak ve almak için bilgisayar yazılımı ve ses kartı kullanır. (Bazı SSTV iletişimi, resim içeriğinin dijital veri olarak gönderildiği ve modülasyon şemasında doğrudan temsil edilmediği tamamen dijital protokoller kullanır.)

Görüntü çözünürlüğünü ve renk düzenini tanımlayan bir dizi farklı SSTV "modu" vardır. Renkli bir görüntünün iletilmesi, moda bağlı olarak yaklaşık 2 dakika sürer. Bazı siyah beyaz modlar bir görüntüyü 10 saniyenin altında iletebilir. SSTV hakkında daha fazla bilgi, indirilebilir ek içerikle birlikte İmage Communications bölümünde bulunabilir.

Tablo 15.6
Faks Otomatik Resim Formatı

Sinyal	*Süre*	*IOC576*	*IOC288*	*Açıklamalar*
Başlangıç Tonu	5 s	300 Hz	675 Hz	Renkli faks modları için 200 Hz Beyaz hat kesildi
Aşamalı sinyal	30 s			Siyah nabız 120 LPM'de
İmage	Değişken	1200 satır	600 satır	
durdurma tonu siyah	5 s 10 s	450 Hz	450 Hz	

15.3.3 Hellschreiber, Feld-Cehennem veya Cehennem

Hellschreiber, 1920'lerde Rudolph Hell tarafından geliştirilen faks tabanlı bir moddur. Adı Almanca'dır ve "parlak yazar" veya "ışık yazarı" anlamına gelir ve mucidin adına bir kelime oyunudur. Hellschreiber, metin her sütunu yedi piksele bölerek ve en düşük pikselden başlayarak sırayla ileterek iletilir. Siyah pikseller bir sinyal olarak ve beyaz 122.5 bit/s'de sessizlik olarak iletilir (yaklaşık 35 WPM metin hızı). Başlangıçta metin sürekli kağıt rulolarına basıldı, böylece mesaj herhangi bir uzunlukta olabilirdi.

Her piksel yalnızca bir kez iletilse de, biri diğerinin altında olmak üzere iki kez yazdırılır. Bu, donanımda metnin eğilmesine neden olan hafif zamanlama hatalarını telafi eder. Düzgün bir şekilde senkronize edilirse, metin, diğerinin altında veya ortada üst ve alt doğranmış çizgilerle bir metin satırı olmak üzere iki aynı satır olarak görünecektir. Eğimden bağımsız olarak, metnin bir kopyasını okumak her zaman mümkündür. Metin görsel olarak okunduğundan, neredeyse her dilde gönderilebilir ve eski bir nokta vuruşlu yazıcı gibi görünme eğilimindedir. Daha fazla bilgi www.qsl.net/zllbpu/ HELL/Feld.htm online bulunabilir ve Randy, K7 AGE, Hellschreiber için harika bir giriş var YouTube'da mevcut www.youtube.com/ izle? V = yR-EmyEBVqA.-
http://www.youtube.com/

15.4 Yapılandırılmış Dijital Modlar

Bu dijital mod grubu daha yapılandırılmış verilere sahiptir ve sonuç olarak daha sağlam bağlantılar ve daha iyi zayıf sinyal performansı sağlar. Bu modların her biri, verileri iletilebilecek paketler veya bloklar halinde toplar ve alma sonunda hata kontrol edilir.

15.4.1 WSJTX Modları

Bölüm 15.4.1 ile 15.4.4 arasında açıklanan tüm modlar, *WSJT-X adlı çok yazarlı, açık kaynaklı bir yazılım paketinde mevcuttur. Bazıları* WSJT-X'ten türetilen diğer programlarda da mevcuttur. Bu modlar, çağrı işaretleri, sinyal raporları, Maidenhead ızgara konumlandırıcıları ve çok düşük sinyal tonoise oranlarında bile bildirimler dahil olmak üzere minimum iletişim bilgilerinin değişimini optimize eden yapılandırılmış mesajlar etrafında tasarlanmıştır. Bu modlar, ev bilgisayarlarının ilk olarak ses kartlarıyla donatıldığı ve önemli sinyal işleme yapmak için yeterince hızlı olduğu 2001 yılında başlayan Joe Taylor, KUT tarafından öncülük edildi. İlk modlar, VHF ve daha yüksek bantlarda meteor saçılması ve Earth-MoonEarth (EME veya "moonbounce") gibi özellikle zor yollarda kullanılmak üzere optimize edildi. Daha yakın zamanlarda, modların birçoğu LF, MF ve HF DXing için de çok popüler hale geldi.

WSJT-X yapılandırılmış modları doğal olarak iki *gruba ayrılır, yavaş ve hızlı. Yavaş* modlar her mesaj çerçevesini iletim aralığı başına bir kez gönderirken, hızlı modlar mesaj çerçevesini iletim aralığına sığacağı kadar tekrar tekrar gönderir. İki yönlü QSO'lar yapmak için tasarlanan modlar, 72 veya 77 bilgi bitinin sıkıştırılmış, sabit uzunluklu paketlerine dayalı mesaj formatlarını kullanır. WSPR ve FST4W olarak adlandırılan modlar, tek tek istasyonların 50 bit paketler kullanarak bir çağrı işareti, konum ve güç seviyesi iletmesine izin verir. Bu bölümün "Hata Algılama ve Düzeltme" bölümünde belirtildiği gibi, hata algılama ve düzeltmeyi etkilemek için mesaj çerçevelerine ek bitler eklenir. Matematiksel kodlama şemalarının ve modülasyon türlerinin ayrıntıları moddan moda değişir. Tüm *durumlarda, ileri hata düzeltme* (FEC) algoritması, yanlış kod çözücülerin çok nadir olduğu kadar güçlüdür: bir alıcı operatör neredeyse her zaman iletilen mesajı tam olarak görür, süsleme hiç görüntülenmez. *WSJT-X'te uygulanan tüm modlar sabit zarf dalga formları kullanır,* böylece intermodülasyon ürünleri üretmeden verimli doğrusal olmayan amplifikatörler ile güçlendirilebilirler. Şanzımanların sabit bir süresi vardır, örneğin 15 saniye veya bir dakika ve başlangıç zamanları bilgisayarın işletim sistemi tarafından korunduğu gibi Eşgüdümlü Evrensel Zaman (UTC) ile

15.4.2 İleti Sıkıştırma

Bilgi paketleri normalde iki adet 28 bitlik çağrı işareti ve bir ızgara konumlandırıcı, sinyal raporu, onay veya "73" için 15 bitlik bir alandan oluşur. Ek bitler, rastgele metin (13 karaktere kadar), standart olmayan çağrı işaretleri, yarışma değişimleri veya benzerleri içeren mesaj biçimlerini işaretleyebilir. Temel amaç, minimum temaslar için kullanılan en yaygın mesaj formatlarını sabit uzunluktaki paketlere sıkıştırmaktır. Daha eski modlar (, ve) 72 bit ileti yüklerini kullanırken, , , ve WSPR modları 77 bit ve yayılma problama modları 50 bit kullanır.

Standart bir amatör çağrı işareti, bir veya iki karakterli bir ön ekden oluşur; bunlardan en az biri bir harf olmalı, ardından bir ondalık basamak ve bir ila üç harflik bir son ek olmalıdır. Bu kurallar dahilinde, olası çağrı işaretlerinin sayısı 37x36x10x27x27 * 27 veya 262 milyonun biraz üzerindedir. (27 ve 37 sayıları ortaya çıkar, çünkü ilk ve son üç pozisyonda bir karakter olmayabilir veya bir harf veya belki de bir rakam olabilir.) ²28, 268 milyondan fazla olduğundan, herhangi bir standart çağrı işaretini benzersiz bir şekilde kodlamak için 28 bit yeterlidir. Benzer şekilde, Dünya üzerindeki 4 karakterli Maidenhead ızgara konumlandırıcılarının sayısı 180x180 = 32.400, yani ¹25 = 32.768'den azdır; Bu nedenle, bir ızgara bulucu 15 bit gerektirir. 28 bitlik alanlardaki bazı kullanılmayan değerler CQ, DE ve QRZ gibi özel mesaj bileşenleri için kullanılır ve ızgara konumlandırıcıları için gerekli olmayan 15 bitlik alanın bazı değerleri sinyal raporları, onaylar ve benzerleri için kullanılır. Bu 28-bit ve 15-bit alanlarını kullanan yapılandırılmış mesajlar, istasyondan istasyona minimum iletişim için temel ve

15.4.3 Yavaş modlar

WSJT-X'teki yavaş modlar (2.4.0 ve sonraki sürümler) , , , , , ve WSPR olarak adlandırılır. Her mod, normalde ses frekansında üretilen ve standart bir SSB alıcı-verici tarafından üst yan bant olarak iletilen dalga formlarıyla sürekli fazlı frekans kaydırma anahtarlaması (FSK) kullanır. Mod adlarındaki sayılar, kullanılan farklı ton frekanslarının sayısını gösterir. FST4 LF, MF ve HF bantları için tasarlanmıştır; VHF, UHF ve mikrodalga bantlarında EME için JT4 ve JT65; MF ve alt HF bantları için JT9; 50 MHz'de multi-hop sporadik E için FT8; HF ve 50 MHz'de hızlı rekabet QSO'ları için FT4; Ve FST4W ve WSPR düşük güç iletimleri kullanarak potansiyel yayılma yollarını araştırmak için. Şaşırtıcı olmayan bir şekilde, amatörler başka birçok yol keşfettiler.

Her modun kullanılabileceği. HF bantlarında, birkaç watt'lık (hatta miliwatt) güç seviyelerini ve antenleri tehlikeye atan bu modlarla dünya çapında temaslar mümkündür. Güvenilir iki yönlü temaslar, duyulamayacak kadar zayıf sinyal seviyeleriyle, alınan ve kulak tarafından çözülen Morse kodlu CW için gereken minimum seviyelerin 10 ila 15 dB altında yapılabilir.

Tablo 15.7A, *WSJT-X* yavaş modları için temel parametrelerin kısa bir özetini sağlar. Sütun 1, mod adını, sütun 2, ileti yükü boyutunu ve *döngüsel artıklık denetimi* (CRC) bitlerinin sayısını ve sütun 3'ü kullanılan ileri hata düzeltme türünü verir. Her kod, k bilgi sembollerinin bir dizisini *n* iletilen sembollerin daha uzun bir dizisine eşler. Sonuçlar *(n, k) blok kodları olarak adlandırılır.* Kodlamadan sonra, dijital mesaj bilgileri bir taşıyıcı üzerine modüle edilir, böylece aktarım bir radyo kanalı üzerinden gerçekleşebilir. İletilen verilerin temel birimi bir *kanal sembolü olarak adlandırılır. Parametre Q* (tablodaki sütun 5) alfabe *boyutu,* kullanılan farklı sembollerin sayısıdır. Q ayrıca bilgi iletmek için kullanılan farklı dalga formlarının sayısıdır. Frekans kayması anahtarlaması için dalga formları farklı frekanslarda sinüzoidlerdir. Tablo 15'teki ek sütunlar. 7 Aspecifythekeyingrate, işgal edilen bant genişliği, senkronizasyona ayrılan iletilen enerjinin oranı, iletilen dalga formunun süresi ve her modun güvenilir bir şekilde çözülmesi için eşik sinyal-gürültü oranı. Burada ve bu bölümde başka yerlerde, sinyal-gürültü oranları 2500 Hz'lik standart bir referans bant genişliğinde ölçülür.

Şekil 15.6, tipik bir şelale tipi spektral ekranda WSJT-X yavaş modlarının her birinin görünümünü göstermektedir. Karşılaştırma için, bu simüle edilmiş sinyaller koleksiyonu ayrıca modüle edilmemiş bir taşıyıcı ve 25 WPM CW sinyali içerir. Sinyaller, 0 dB'lik bir anahtar aşağı sinyal-gürültü oranı ile üretildi, böylece orta derecede zayıf, zar zor duyulabilir sinyallerin tipik hava üstü alımını simüle etti. WSPR, temel *WSJT-X* modlarının 5,9 Hz'lik en dar bant genişliğine sahipken, JT65 177,6 Hz'de en geniştir. JT4, JT9 ve JT65, UTC ile senkronize edilmiş tek zamanlı iletim ve alım dizilerini kullanırken, WSPR iki dakikalık dizileri, FT8, 15 saniye ve FT4, 7.5 saniye kullanır. FST4, FST4W ve Q65 çok çeşitli dizi uzunlukları sunar. Aşağıdaki paragraflar yavaş modların her biri için daha fazla ayrıntı verir ve tipik kullanımlarını açıklar.

FT8

FT8 protokolü Steven Franke, K9AN ve KUT tarafından geliştirilmiştir. Mod haline geldi

2017 yazının başlarında piyasaya sürülmesinden kısa bir süre sonra popüler oldu ve şimdi amatör radyoda her türden en yaygın kullanılan modlardan biri. FT8, sinyallerin zayıf ve solgun olabileceği durumlar için tasarlanmıştır, böylece güvenilir, doğrulanabilir QSO'ların hızlı bir şekilde tamamlanması özellikle arzu edilir. Çağrı işaretleri, bulucular, sinyal raporları ve onayların kısa mesaj değişimleri, ülke sayma, ödül kovalama ve benzerleriyle uğraşanlar için iyi hizmet eder. İletim ve alım için kısa, 15 saniyelik zamanlı diziler, sabit sinyaller için temel hassasiyetin, bir dakikalık iletime sahip modlardan birkaç dB daha kötü olduğu anlamına gelir. Mesaj paketleri 77 bilgi biti ve 14-bit CRC içerir. Bilgi bitlerinden üçü, bazıları birkaç alt tür içeren özel mesaj türlerini tanımlar. Bunlar Ücretsiz metin ve yarışma alışverişi gibi amaçlar için kullanılır. 77 bitlik mesaj formatının ve FT8 protokolünün ayrıntılı bir açıklaması 2020'de QEX'te yayınlandı (bkz. FT8, ileri hata düzeltmesi için (174,91) düşük yoğunluklu eşlik denetimi (LDPC) kodu kullanır ve 14 bit CRC çok düşük bir yanlış kod çözme oranı sağlar. FT8 modülasyon, 6.25 baud'da Gaussian filtrelenmiş 8 tonlu FSK (8-GFSK) kullanır ve üç adet 7 x 7 Costas dizisi ile çerçeve senkronizasyonunu gerçekleştirir.

FT8 DXpedition Modu (Fox ve Hounds olarak da bilinir) için özel bir mesaj alt tipi kullanılır, bu da çok yüksek bir istasyonun QSO'ları yüksek oranlarda yapmasını sağlar. Bu modda *WSJT-X,* nadir istasyonun aynı anda beş FT8 sinyali iletmesine izin verir, böylece aynı anda beş minimum temas gerçekleştirir. Özel olan Çoklu sinyal iletimleri, sinyaller arasındaki intermodülasyonun neden olduğu istenmeyen spektral genişlemeye tabidir. Bu, verici ses zincirinin aşırı yüklenmesini önlemek için özen gösterildiğinde bile geçerlidir, çünkü çoğu modem vericisi, zayıf sinyal dijital modlarına önemli parazitlere neden olabilecek seviyelerde intermodülasyon ürünleri üretir. Bu nedenle, çoklu sinyal iletimleri genel kullanım veya yarışmalarda kullanım için uygun değildir - iyi mühendislik uygulamaları ve ortak nezaketin herhangi bir istasyonun yalnızca gerekli minimum bant genişliğini kullanmasını gerektirdiği durumlar. Multisignal iletim, gereksiz QRM'ye neden olmamak için yalnızca normal QSO'lar için kullanılanlarla örtüşmeyen frekans segmentlerinde çalışacak DXpeditions tarafından kullanılmak üzere tasarlanmıştır.

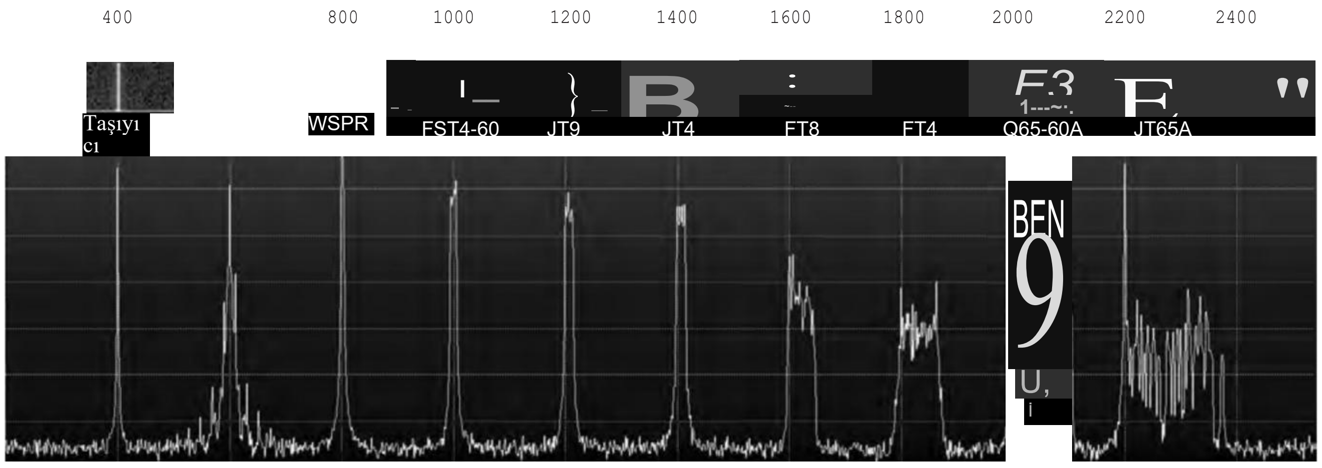
Tablo 15.7
Yapılandırılmış Modların Parametreleri

A - Yapılandırılmış Yavaş Modlar

Mod	*FEC Tipi*	*(n, k)*	Q	*Modülasyon Yazı*	*Anahtarla Oranı*	*Bant (Hz)*	*Senkr Enerji*	*İletmek Süre (s)*	*SİN Eşik (dB)*
FT4	LDPC	(174,91)	4	4-GFSK	20.833	83.3	0.16	5.04	-17.5
FT8	LDPC	(174,91)	8	8-GFSK	6.25	50.0	0.27	12.6	-20.8
JT4	Evrişimli	(206,72)	2	4-FSK	4.375	17.5	0.50	47.1	-23
JT9	Evrişimli	(206,72)	8	9-FSK	1.736	15.6	0.19	49.0	-27
JT65	Reed Solomon	(63,12)	64	65-FSK	2.692	177.6	0.50	46.8	-25
QRA64	Q-ary Tekrarı Biriktir	(63,12)	64	64-FSK	1.736	111.1	0.25	48.4	-26
WSPR	Evrişimli	(162,50)	2	4-FSK	1.465	5.9	0.50	110.6	-31

B - Yapılandırılmış Hızlı Modlar

Mod	*FEC Tipi*	*(n, k)*	Q	*Modülasyon Yazı*	*Anahtarla Oranı*	*Bant (Hz)*	*Senkr Enerji*	*İletmek Süre (s)*
JT9E	Evrişimli	(206,72)	8	9-FSK	25	225	0.19	3.4
JT9F	Evrişimli	(206,72)	8	9-FSK	50	450	0.19	1.7
JT9G	Evrişimli	(206,72)	8	9-FSK	100	900	0.19	0.85
JT9H	Evrişimli	(206,72)	8	9-FSK	200	1800	0.19	0.425
MSK144	LDPC	(128,90)	2	OQPSK	2000	2400	0.11	0.072



Şekil 15.6 - Modüle edilmemiş bir taşıyıcı, 25 WPM CW sinyali ve *WSJT-X* yavaş modları WSPR, , , , ve için simüle edilmiş sinyallerin spektrogramları. Tüm sinyaller 2500 Hz referans bant genişliğinde SİN = 0 dB değerine sahiptir. Yatay ölçek Hz'de frekanstır; Dikey eksen, görüntülenen yaklaşık 50 saniyelik aralık üzerindeki zamanı temsil eder .

FT4

FT 4, belirli koşullar altında, daha yüksek QSO oranları için birkaç dB hassasiyetle işlem yapmanın faydalı olduğu yarışmalarda kullanılmak üzere tasarlanmıştır. İt, aynı 77-bit mesajları ve (174,91) hata düzeltme kodunu FT8 olarak kullanır, ancak sadece 7,5 saniyelik gönderme/alma sıralarıyla. Her ne kadar FT8 iki kat daha hızlı olsa da, sadece 4 ton ile FT4'in işgal edilen bant genişliği sadece 83 Hz'dir, bu ofFT8 iki katından daha azdır. Kod çözme eşiği -17.5 dB, bu ofFT8 3.3 dB daha yüksektir. FT4, 20.833 baud'da Gauss filtrelenmiş 4 tonlu FSK (4-GFSK) dalga formlarını kullanır ve çerçeve senkronizasyonu dört adet 4 x 4 Costas dizisi kullanır. FT8 ve FT4 nasıl çalıştığını açıklayan bir QEX makalesi, bu bölüm için indirilebilir ek bilgilerin bir parçasıdır.

FST 4 ve FST 4W

FST 4, LF, MF ve HF bantlarında zayıf sinyal QSO'ları için tasarlanmıştır. İt, hata algılama ve düzeltme için 77 bitmessage, a24 bit CRC ve (240.101) LDPC kodu kullanır. Modülasyon, Gauss filtreli 4 tonlu FSK (4-GFSK), 120 mesaj taşıyan kanal sembolü ve çerçeve senkronizasyonu için 40 semboldür; Toplam 160 kanal sembolü. FST4W adlı bir eşlik modu ("WSPR benzeri" için Wis), popüler WSPR modu gibi bir yayılma probu olarak kullanılmak üzere tasarlanmıştır. FST4W, 50 bit mesajlar ve (240,74) LDPC kodu kullanır. FST4 ve FST4W aynı modülasyon formatını ve çerçeve senkronizasyon şemasını kullanır, böylece bu sinyaller aynı algoritmalar kullanılarak algılanabilir ve senkronize edilebilir. FST4 ve FST4W birkaç farklı anahtarlama oranı sunar. FST4, 15, 30, 60, 120.300.900 ve 1800 saniyelik iletim uzunluklarını ve FST4W 120, 300, 900 ve 1800 saniyelik iletim uzunluklarını destekler. Genel olarak, daha uzun iletim uzunlukları (daha düşük anahtarlama oranları) orantılı olarak daha yüksek hassasiyet, daha dar bant genişliği ve Doppler frekans yayılımı için azalan tolerans sağlar. Uygulamada, saniye cinsinden iletim süresi, belirli bir varyantı tanımlamak için mod belirticisine eklenir. Örneğin, FST4-60 60 saniyelik iletime sahip FST4 ifade eder. Doppler yayılımının anahtarlama oranına kıyasla küçük olduğu kanallarda, WSJT-X'de uygulanan en hassas zayıf sinyal modlarını FST4 ve FST4 Ware.

JT4

İn JT4 modunda, her kanal sembolü bir bilgi biti (en önemli bit) ve bir senkronizasyon biti taşır. Senkronizasyon bitleri, yazılım tarafından hem iletme hem de alma uçlarında bilinen sözde rastgele bir ikili dizi ile tanımlanır. FEC, NASA tarafından derin uzay kullanımı için tasarlanan güçlü bir evrişimli kod kullanılarak gerçekleştirilir. Senkronizasyon deseni alıcı yazılım tarafından tanınıp kaldırıldıktan sonra, kalan sinyal 2 tonlu bir FSK sinyaline eşittir. Alt JT4A boyunca JT4G, temel anahtarlama oranının 1, 2, 4, 9, 18, 36 ve 72 katlarında artan ton aralıklarına sahiptir, 4.375 baud. Daha geniş alt düğümlerin, büyük Doppler yayılımı olan yayılma yollarında çok yararlı olduğu kanıtlanmıştır. Örneğin, JT4F sıklıkla 10 GHz bandında Dünya-Ay-Dünya (EME) iletişimi için kullanılır.

JT9

JT9 modu, mesaj bilgilerini iletmek için sekiz ton frekansı, senkronizasyon için bir ek ton ve JT4 aynı evrişim kodunu kullanır. Mesaj çerçevesi 69 veri sembolü ve 16 senkronizasyon sembolü içerir. Alt modlar JT9A-H 1, 2, 4, 8, 16, 32 katlarında ton aralıklarına ve 1.736 baud anahtarlama hızının 64 katına sahiptir. JT9A (genellikle basitçe JT9 olarak adlandırılır), JT65 bant genişliğinin %10'undan daha azını kullanır ve sabit, bozulmamış sinyaller için yaklaşık 2 dB daha hassastır. Bu özellikler JT9 630 metre bandında popüler hale getirdi, ancak orada ve 2200 metrede kullanımı artık FST4 tarafından destekleniyor.

JT65

JT65 protokolü, zayıf sinyal yapılandırılmış modlarının en eskisidir; Ayrıntılı bir açıklama 2005 yılında QEX'te yayınlandı (bkz. Referanslar ve Bibliyografya). Protokol, alfabe boyutu Q = 64 olan bir (63,12) Reed-Solomon kodu kullanır. Modülasyon, bir senkronizasyon tonu ve 64 veri tonu kullanır; veriler ve senkronizasyon bilgileri, sözde rastgele bir senkronizasyon modeline göre serpiştirilir. *In WSJT-X* kod çözme, Franke-Taylor yumuşak karar algoritması kullanılarak gerçekleştirilir (bkz. EME tarzı "OOO" sinyal raporunu ve RO, RRR ve 73 olarak yorumlanan kısa mesajları iletmek için özel özellikler kullanılabilir. Alt kodlar JT65B ve JT65C JT65A 2 ve 4 kat daha büyük ton aralıkları kullanır. JT65, VHF ve daha yüksek bantlarda EME için yaygın olarak kullanılır. İt, MF ve HF'de düşük güçlü DXing için de popülerdi, ancak FT8 tarafından bu bantlarda büyük ölçüde yerini aldı.

Q65

Q65, EME ve diğer aşırı zayıf sinyal yolları için VHF, UHF ve mikrodalga bantlarında kullanılmak üzere tasarlanmış bir tüm işlem modudur. Doppler'ın birkaç Hz'den fazla yayıldığı yollarda, Q65'in zayıf sinyal performansı tüm *WSJT-X* modları arasında en iyisidir. İts hata düzeltme kodu Nico Palermo, IV3NWV tarafından tasarlanmıştır (bkz. Q65, senkronizasyona adanmış en düşük tonlu 65-FSK kullanır. Mesaj çerçevesi 63 veri sembolü ve 22 senkronizasyon sembolü içerir. 15, 30, 60, 120 ve 300'lük T/R dizi uzunlukları veren beş farklı anahtarlama oranı mevcuttur. A'dan E'ye kadar olan Alt Kodlar, anahtarlama oranının 1, 2, 4, 8 ve 16 katı ton aralıkları sağlar. Uygun seçenekler Dizi uzunluğu ve ton aralığı, Q65 troposferik saçılma, iyonosferik saçılma, yağmur saçılması, transekvatoral yayılım (TEP) ve VHF ve daha yüksek bantlarda EME ve diğer hızlı sinyal türleri için oldukça etkili bir mod haline getirir. Birkaç özel örnek olarak, submodes Q65-15C ve Q65-30A, sırasıyla 50 MHz bandında TEP ve iyonosferik saçılma için yaygın olarak kullanılmaktadır; 1296 MHz'de EME için Q65-60C; Ve 10 GHz'de hem yağmur saçılması hem de EME için Q65- 60D.

WSPR

WSPR modu, iki yönlü temaslar yapmak yerine bir yayılma probu olarak tasarlanmıştır. İt, JT4 ile aynı evrişimli kodu kullanır, ancak *WSJT-Xby'deki diğer yapılandırılmış modlardan,* 50 bilgi biti ve iki dakikalık T/R dizilerinin mesaj uzunluklarını kullanarak farklıdır. Mesaj paketleri normalde 28 bitlik bir çağrı işareti, 15 bitlik bir ızgara konumlandırıcı ve dBm'de verici gücünü iletmek için 7 bit içerir (bir miliwatt'ın üzerinde desibel). Alternatif formatlar, iki iletim dizisi kullanarak bileşik bir çağrı işareti ve/veya 6 basamaklı bir ızgara konumlandırıcı iletebilir. Tipik WSPR kullanımı 2010 yılında QST'de tanımlanmıştır (bkz.

15.4.4 Hızlı modlar

WSJT-X'deki hızlı modlar, bir sinyali çok kısa bir süre için yararlı seviyelere getiren brief yayılım geliştirmelerinden yararlanmayı amaçlamaktadır. Anahtarlama oranları ve işgal edilen bant genişlikleri yavaş modlardan çok daha büyüktür, böylece tam mesajlar bu çok kısa aralıklarla iletilebilir. **Masa 15. 7B,** *WSJT-X* hızlı modları için gerekli parametre değerlerini listeler. Son sütun, bir iletiyi belirtilen anahtarlama oranında bir kez iletmek için gereken süreyi verir. Bu modlarda, iletilen bilgi bir T/R dizisinin tam süresi boyunca tekrarlanır.

JT9 Hızlı

Hızlı alt modlar JT9E-H çok daha yüksek anahtarlama oranları ve daha geniş ton aralıkları kullanarak yavaş JT9 muadillerinden farklıdır. Aksi takdirde, kodlama, modülasyon ve senkronizasyon şemaları yavaş JT9 modları ile aynıdır. JT9 hızlı modların, iyonosferik saçılma ve 6 metre bandında zayıf multi-hop sporadik E gibi yayılma türleri için yararlı olduğu kanıtlanmıştır.

MSK144

MSKl 44'teki mesajlar 77 bilgi biti ve 13-bit CRC içerir ve FT8 ve FT4 ile aynı türde kullanıcı mesajı kullanır. İleri hata düzeltmesi (128, 90) LDPC kodu ile gerçekleştirilir. Bir mesaj çerçevesini 144 bit uzunluğunda yapmak için iki adet 8 bit senkronizasyon dizisi eklenir. Modülasyon, 2000 baud'da ofset kuadratür faz kaydırma anahtarlamasını (OQPSK) kullanır, bu nedenle çerçeve süresi 144/2000'dir

= 0.72 saniye. Güçlü hata düzeltmenin avantajları ve saniyede 250 karakter civarında etkili bir karakter iletim hızı ile MS Kl 44, amatör meteor saçılma kontakları için baskın mod haline gelmiştir.

15.4.5 HF Dijital Ses

AOR

2004 yılında AOR Corporation, HF dijital ses ve veri modemi AR9800'i tanıttı. Dijital ses, sinyal düzgün bir şekilde çözülebildiği sürece arka plan gürültüsü veya solma olmadan FM'e benzer bir kalite sunar. AR9800 alternatif olarak ikili dosyaları ve görüntüleri iletebilir. AOR daha sonra AR9000 ile uyumlu ancak daha ucuz olan ve yalnızca HF dijital ses modunu destekleyen AR9800 piyasaya sürdü.

AR9800 Charles Brain, G4GUO tarafından geliştirilen bir protokol kullanır. Protokol, ses taşımak için DVSI İnc.'nin AMBE (Advanced Multi-Band Excitation) kodekini kullanır. İt, ses verileri için 2400 bit/s, toplam 3600 bit/s veri akışı için İleri Hata Düzeltme için ek 1200 bit/s kullanır. Protokol aşağıda detaylandırılmıştır:

- Bant genişliği: 300-2500 Hz, 36 taşıyıcı
- Sembol Oranı: 20 ms (50 baud)
- Koruma aralığı: 4 ms
- Ton adımları: 62.5 Hz
- Modülasyon yöntemi: 36 taşıyıcı: DQPSK (3.6K)
- AFC: ± 125 Hz
- Hata düzeltme: Ses: Golay ve Hamming
- Video/Veri: Evrişim ve ReedSolomon
- Başlık: 1 s; Senkronizasyon için 3 ton artı BPSK eğitim deseni
- Dijital ses: DVSI AMBE2020 kodlayıcı, kod çözücü
- Sinyal algılama: Otomatik Dijital - algılama, Analog mod ve dijital mod arasında otomatik geçiş
- Video Sıkıştırma: AOR orijinal uyarlanabilir JPEG

AO R www online daha fazla bilgi var. **aorusa.com/others/ard9800.html.**

FreeDV

FreeDV, Windows, Linux ve MacOS istemcileri için kullanılabilir ve herhangi bir SSB radyosunun düşük bit hızında dijital ses için kullanılmasına izin verir. Konuşma ve çağrı işareti verileri 1400 bit/s'ye kadar sıkıştırılır, bu daha sonra 1125 Hz genişliğinde bir QPSK sinyalini modüle eder ve daha sonra bir SSB alıcı-vericisinin mikrofon girişine uygulanır. Sinyal alındığında, SSB olarak alınır, sese demodüle edilir, daha sonra bir PC'de çalışan FreeDV tarafından demodüle edilir ve çözülür.

FreeDV tamamen açık kaynaktır - ses codec bileşeni bile. Bu, genellikle jambon deneylerinde bulunmayan özel bir ses kodekine dayanan Amatör Radyo dijital ses sistemleri arasında benzersiz kılar.

FreeDVsıfırdan David Witten, KD0EAG (GUİ, mimari) ve David Rowe, VK5DGR *(Codec2, modem* uygulaması, entegrasyon) tarafından kodlanmıştır. *FreeDV* tasarımı ve kullanıcı arayüzü, Francesco Lanza, HB9TLK tarafından geliştirilen FDMD V'ye dayanmaktadır. *FreeDV'nin gelişimini destekleyen geniş yorumcu ve beta test ekibi,* **freedv.org** ana sayfasında kredilendirilir.

Anahtar FreeDV Özellikleri

- Şelale, spektrum, saçılma ve ses osiloskop ekranları
- Ayarlanabilir squelch
- Hızlı/yavaş SNR tahmini
- Mikrofon ve hoparlör sinyali ses eşitleyici
- RS-232 seviyeleri ile verici PTT kontrolü
- Bir (sadece almak) veya iki (iletmek ve almak) ses kartı (sınav için) ile çalışır Ple, dahili bir ses kartı ve USB kulaklıklar)

FreeDV'ye Genel Bakış

FreeDV'nin üç uygulaması vardır:

FreeDV 1600:

- *Codec2* ses codec *bileşeni veFDMDV modem*
- 75 Hz taşıyıcı aralığı ile 1.25 kHz spektrum bant genişliği (halfSSB)
- 1275 bit/s ses kodlama, çağrı işareti İD için 25 bit/s metin, 300 bit/s FEC,
- 16x50 baud DQPSK taşıyıcıları, Diferansiyel QPSK demodülasyonu
- Hızlı ve sağlam senkronizasyon için 2 kat güç ile 1 merkez BPSK taşıyıcı
- 44.1 veya 48 kHz örnek hızı, ses kartı uyumlu

FreeDV 700 (C):

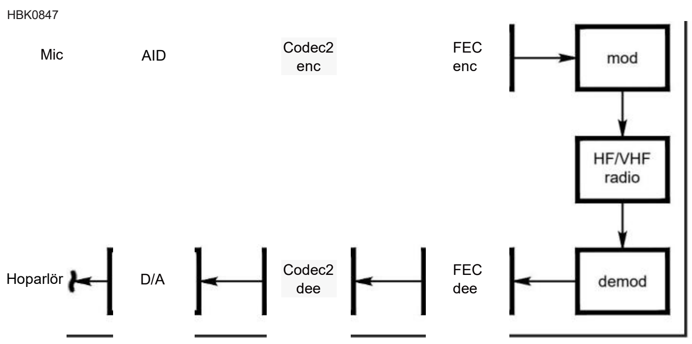
- 700 bit/s ses kodlaması; FEC yok, solma ile mücadele için frekans çeşitliliği kullanıyor, 14x75 baud QPSK taşıyıcıları, pilot-sembol destekli tutarlı QPSK demodülasyonu

FreeDV 2400A (VHF/UHF için):

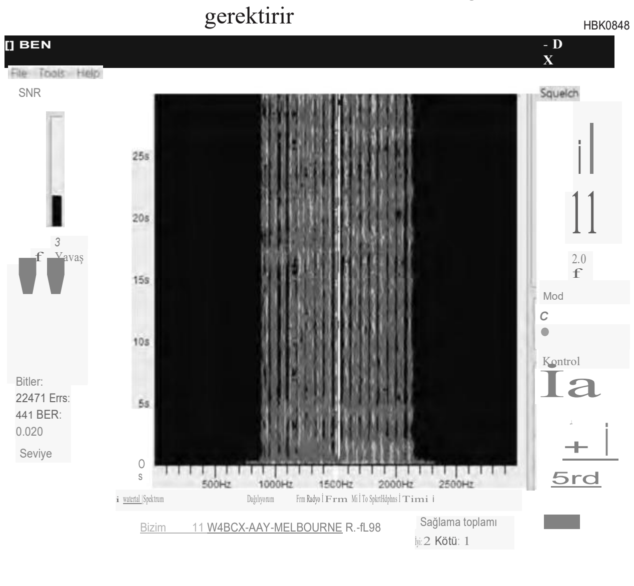
- Bit hızı: 2400 bit/s
- RF bant genişliği: 5 kHz
- Önerilen kanal aralığı: 6.25 kHz
- Modülasyon: Tutarlı olmayan 4FSK Demodülasyon
- Sembol oranı: 1200 sembol/s
- Ton aralığı: 1200 Hz
- Çerçeve süresi: 40 ms
- Bitler/çerçeve: 96
- Benzersiz kelime: 16 bit/çerçeve
- *Codec2 1300:52* bit/çerçeve
- Yedek bitler: 28 bit/çerçeve

FreeDVis iki ana yazılım bileşeninden oluşur:

1) *TheFreeDVGUİ* (bkz **Şekil 15.7A): Bir** FreeDV Windows/Linux/OSX GUİ uygulaması. FreeDV GUİ yazılımı herhangi bir PC'de çalışır ve örneğin iki ses kartı gerektirir



(A)



(B)

Şekil 15.7 - Tipik *FreeDV sistem* mimarisi (A) ve *FreeDV 1.1* ekran görüntüsü alımı sırasında (B).

Bir USB donanım arayüzü ve bir USB kulaklık .

2) FreeDV APİ: Ses ve modem örnekleri için arayüzleri olan açık kaynaklı, Ccallable yazılım kütüphanesi. APİ, *FreeDV'yi desteklemek isteyen üçüncü taraf SDR programlarına bağlanabilir.*

Bir PC ana bilgisayarı gerektirmeyen FreeDV'nin (SMl000) bağımsız bir donanım uygulaması da mevcuttur. (FreeD *V* yazılımı ve aksesuarları hakkında daha fazla bilgi için freedv.org bakın.)

FreeDV Mimarisi

Şekil 15. 7B tipik bir *FreeDV sistemini gösterir*. Bir mikrofondan gelen ses sinyalleri ADC tarafından örneklenir, genellikle 16 bitresolution ile 8 kHz'de. Bir konuşma kodlayıcı *(Codec2) daha sonra* konuşmayı düşük bir bit hızına, örneğin 1300 bit/s'ye sıkıştırır. Kanalda karşılaşılan hatalara karşı koruma sağlamak için FEC bitleri eklenir. Bu, bit hızını 1600 bit/s'ye çıkarabilir. Bir modülatör ("mod" etiketli) daha sonra bit akışını bir radyo kanalından geçirilebilecek tonlara dönüştürür. Kanal üzerinden dijital konuşma sinyali gürültü ve solma ve frekans uzaklıkları gibi diğer bozukluklarla karşılaşacaktır.

Alma tarafında, demodülatör ("demod'olarak etiketlenmiş) daha sonra tonları bir bit akışına dönüştürür. FEC dekoderi, yük sıkıştırılmış ses bilgisini ses dekoderine aktarmadan önce kanal hatalarını düzeltmeye çalışır ("codec 2 dec" etiketli). Ses kod çözücünün çıkışı, DAC tarafından analog konuşmaya geri dönüştürülen ve bir hoparlör veya kulaklıkla çalınan 8 kHz, 16 bit/örnek dizisidir.

Daha fazla ayrıntı ve yazılım **freedv.org yanı** sıra yazılı ve video kurulum kılavuzlarında bulunabilir.

15.4.6 ALE

Otomatik bağlantı kuruluşu (ALE), hükümet kullanıcılarının HF iletişimini basitleştirmesi için bir dizi protokol olarak oluşturuldu. Protokol sinyali analiz etmek için bir mekanizma sağlar

Çeşitli kanallarda/bantlarda kalite ve en iyi seçeneği seçin. Amaç, sürekli değişen HF iyonosferik yayılımı, alım girişimi ve yoğun veya sıkışık HF kanallarının paylaşılan spektrum kullanımı sırasında güvenilir bir hızlı arama ve bağlantı yöntemi sağlamaktır. Ayrıca, hiçbir ses kalitesinde kanal bulunamasa bile geçebilen çok sağlam bir protokolle metin mesajlarını destekler.

Her radyo ALE istasyonu, ALE denetleyicisinde bir çağrı işareti veya adres kullanır. Başka bir istasyonla aktif olarak iletişim halinde olmadığında, her HF SSB alıcı-vericisi, çağrı işaretini dinleyerek sürekli olarak bir frekans listesi tarar. İt, diğer istasyonlar tarafından gönderilen çağrıları ve sondajları, bu frekans ve gönderen çağrı işareti için bir kalite puanı depolamak için bit hata oranını kullanarak çözer.

Belirli bir istasyona ulaşmak için, arayan kişi tıpkı bir telefon numarasını çevirmek gibi arama işaretini girer. ALE denetleyicisi mevcut en iyi frekansı seçer ve çağrı işaretlerini içeren kısa dijital seçici çağrı sinyalleri gönderir. Uzak tarama istasyonu, çağrı işaretinin ilk birkaç karakterini algıladığında, taramayı durdurur ve bu frekansta kalır. İki istasyonun ALE kontrolörleri, yeterli kalitede bir bağlantı kurulduğunu ve iletişim kurmaya hazır olduklarını doğrulamak için otomatik olarak el sıkışır.

Başarılı bir şekilde bağlandığında, sessiz olan alıcı istasyon tipik olarak gelen çağrının alıcı operatörü için sesli bir alarm ve görsel uyarı yayar. Ayrıca bağlantılı istasyonun çağrı işaretini de gösterir. Operatörler daha sonra düzenli bir konuşmada konuşabilir. QSO'nun bitiminde, istasyonlardan biri diğer istasyona bir bağlantı kesme sinyali gönderir ve her biri ALE istasyonlarını tarama moduna döndürür. Bazı askeri/ticari HF alıcı-vericileri dahili olarak ALE ile kullanılabilir. Amatör Radyo - operatörleri genellikle PCALE ses kartı yazılımı ALE denetleyicisini kullanır, teçhizat kontrol kablosu ve çok frekanslı anten aracılığıyla bir jambon alıcı-vericisine arabirim oluşturur .

ALE dalga formu gelmek üzere tasarlanmıştır.

Standart bir SSB radyosunun ses geçiş bandı ile sabredin. İt, kötü yol koşullarında güvenilirlik için sağlam bir dalga formuna sahiptir. İt, sekiz ortogonal ton, bir sembol için tek bir ton ile 8-ary frekans kaydırma anahtarlama (FSK) modülasyonundan oluşur. Bu tonlar, **Tablo 15.8'de gösterildiği gibi, sağda en az önemli bit olan üç bit veriyi temsil eder.**

Tonlar saniyede 125 ton, ton başına 8 ms hızında iletilir. Elde edilen iletilen bit hızı 375 bit/s'dir. Temel ALE kelimesi 24 bit bilgiden oluşur. Ayrıntılar Federal Standart 1045'te bulunabilir, Ayrıntılı Gereksinimler **www.its.bldrdoc. gov/fs-1054a/45-detr.htm**

Bu, radyonun bir bağlantı kurmak için mümkün olan her frekansta bir istasyon çağırma sırasından geçmesi için çok zaman gerektirir. Zaman,'daha akıllı'bir öngörücü veya senkronize bağlantı yolu kullanılarak azaltılabilir. *Bağlantı Kalitesi Analizi* (LQA) ile bir ALE sistemi, iletişim halinde kalmak ve hangi kanalın istenen istasyona herhangi bir zamanda bir bağlantıyı destekleyeceğini tahmin etmek için ağdaki diğer istasyonlar arasındaki periyodik sondaj ve bağlantı sinyallerini kullanır. Farklı kanallarda çeşitli istasyonlar çalışıyor olabilir ve bu da istasyonların ortak bir açık kanal bulmasını ve kullanmasını sağlar.

Charles Brain, G4GUO tarafından geliştirilen PCALE yazılımı **hflink.com/software. adresinden indirilebilir.** Çok daha fazla ALE bilgisi ve gerçek zamanlı veriler şu adreste çevrimiçi olarak mevcuttur **hflink.com .**

Tablo 15.8
ALE Tonları

Frekans	*Veri*
750 Hz	000
1000 Hz	001
1250Hz	011
1500 Hz	010
1750 Hz	110
2000 Hz	111
2250 Hz	101
2500 Hz	100

15.5 Ağ modları

Bu bölümde açıklanan modlar, bilgisayardan bilgisayara ağ ile ilişkili özellikler ve işlevler kullanılarak çalışır. Bu modları kullanarak iletişim bir ağ oluşturulmasını içermese de, modlar yapıları nedeniyle "ağ modları'olarak adlandırılır. Winlink ve D-STAR gibi durumlarda, en yaygın kullanım ağ bağlantılı bir sistem uygulamaktır ve bu özellikler ağ içindeki iletişimi uygulamak için kullanılan modlar ve protokollerle birlikte açıklanmaktadır.

15.5.1 OSİ Ağ Modeli

Açık Sistemler İnterconnection Modeli veya *OSİ Modeli,* bilgisayar ağ protokolü tasarımı için soyut bir açıklamadır. Bir *protokol yığını tarafından gerçekleştirilen yedi farklı katman veya işlev tanımlar.* OSİ modelinde, en yüksek seviye kullanıcıya en yakın ve en düşük olanı verileri (ağ kartı ve tel veya radyo) taşımak için gereken donanıma en yakın olanıdır. Yedi katman **Tablo 15.9'da açıklanmıştır.** İncelenen modlar daha önce protokolleri, tüm işlevlerin tek bir kod parçası içinde gerçekleştirildiği monolitik bir yığın olarak uyguladı. Bu bölümde açıklanan modlar, ağ özelliklerini daha modüler bir şekilde uygular. Bu, özellikleri karıştırırken daha fazla esneklik (ve karmaşıklık) sağlar.

Bir veri paketi bu katmanlar arasında hareket ettikçe, üstbilgi veya önsöz kaldırılır ve veriler bir sonraki katmana aktarılmadan önce gerekli tüm eylemler gerçekleştirilir, tıpkı temel temiz veriler kalana kadar bir soğanın katmanlarını soymak gibi. OSİ modeli katmanlar arasında herhangi bir arabirim tanımlamaz; Bu sadece gerekli fonksiyonların kavramsal bir modelidir. Gerçek dünya protokolleri nadiren her katmanı ayrı ayrı uygular ve genellikle birden fazla katmanı kapsar.

Bu açıklama hiçbir şekilde ayrıntılı değildir ve daha fazla bilgi çevrimiçi olarak ve her ağ ders kitabında bulunabilir. **Tablo 15.10,** yaygın olarak tanınan protokollerin OSİ katmanlı yapı içindeki yerleşimini göstermektedir.

15.5.2 Bağlı ve Bağlantısız Protokoller

Bu noktaya kadar tartışılan protokoller *bağlantısızdır, yani* veri aktarımı amacıyla belirli bir makine ile bağlantı kurmazlar. Hedef çağrı işareti belirtilen FSK441 gibi paketlenmiş modlarda bile, paket iletilir ve amaçlanan alıcı olduklarını belirlemek kullanıcıya kalmıştır. Paketlenmiş bir switched ağda, bağlantısız mod iletimi, her paketin bir başlık içeren bir başlık ile hazırlandığı bir iletimdir. Ek talimatlar yardımı olmadan paketin teslim edilmesine izin veren bir hedef adres. Bağlantısız modda iletilen bir pakete genellikle *datagram denir.*

Bağlantı odaklı protokoller, veri alışverişi yapmak üzere olan istasyonların öncelikle "bağlantı kurmak" istediklerini birbirlerine bildirmeleri gerekir. Bir bağlantı bazen veri alışverişi yapan eşler arasında mantıksal bir ilişki olarak tanımlanır. Bağlı protokoller, -*onayları* ve *zaman aşımlarını kullanarak paketlerin doğru şekilde teslim edilmesini sağlamak için otomatik tekrar isteği (ARQ) adı verilen bir yöntem kullanabilir.* Bu, bozuk paketlerin, yanlış teslimat, çoğaltma veya paketlerin sıra dışı teslimatının algılanmasını ve düzeltilmesini sağlar.

Bağlantısız modlar, protokolün daha yüksek bir katmanı tarafından dahil edilen hata düzeltme ve algılamaya sahip olabilir, ancak düzeltme talep etmek için bir mekanizmaları yoktur. Bağlantısız modun bağlantı odaklı -moda göre bir avantajı, düşük veri yüküne sahip olmasıdır. Ayrıca, aynı verilerin birkaç alıcıya iletilmesi gerektiğinde daha fazla ağ kaynağı tasarrufu sağlayabilen çok noktaya yayın ve yayın (net tipi) işlemlerine de izin verir. Aksine, bağlı bir mod her zaman *tek noktaya (noktadan noktaya*).

Bağlantısız modun bir diğer dezavantajı, aynı iki eş arasında birkaç kare gönderirken hiçbir optimizasyonun mümkün olmamasıdır. Böyle bir veri değişiminin başlangıcında bir bağlantı kurarak, ağ yolu boyunca bileşenler (yönlendiriciler, köprüler), her paket için yeniden hesaplamayı önleyerek, yönlendirme ile ilgili bilgileri önceden hesaplayabilir (ve dolayısıyla önbelleğe alabilir).

Birçok ağ modu, farklı amaçlar için her iki protokol türünü de içerir. İnternet TCP/İP protokolü, UDP'nin bağlantısız olduğu bağlantı odaklı bir taşıma protokolüdür.

Tablo 15.9
OSİ Yedi Katmanlı Ağ Modeli

7 - Uygulama katmanı	Ağı kullanan son kullanıcı programı veya "uygulama"
6 - Sunum Katmanı	Aktarımdan sonra veri biçimi (kod dönüştürme, şifreleme)
5 - Oturum Katmanı	Aktarım sürecini yönetir
4 - Katman 3'ü aktarın	Üst katmanlara güvenilir veri aktarımı sağlar
- Ağ Katmanı	Veri yönlendirmeyi kontrol eder
2 - Veri Bağlantısı Katmanı	Hata algılama ve akış kontrolü sağlar
1 - Fiziksel Katman	Orta gerilim, akım, frekans vb. Üzerinde kullanılan sinyal.

Tablo 15.10
OSİ Modelinde Ağ Protokolleri

Katman	*Örnekler*	*İP Protokol Paketi*
7 - Uygulama		NNTP, DNS, FTP, Gopher, HTTP, DHCP, SMTP, SNMP, TELNET
6 - Sunum	ASCİİ, EBCDIC, MIDI, MPEG	MIME, SSL
5-Session	Adlandırılmış Borular, NetBİOS, Yarım Dubleks , Tam Dubleks, Simpleks	Soketler, Oturum TCP'de kuruluş
4 -Transport		TCP, UDP
3- Ağ		IPS, IPSEC, İCMP, IGMP
2- Veri Bağlantısı	AX.25 802.3 (Ethernet), 802.1 1a/b/g/n MAC/LLC, ATM, FDDI, Frame Relay, HDLC, Token Ring, ARP (haritalar katman 3 ila katman 2 adres)	PPP, SLIP, PPTP, L2TP
1 - Fiziksel	RS-232, T1, 10BASE-T, 100BASE-TX, POTS, DSL, 802.1 1a/b/g/n, Ses Kartı, TNC, Radyo	

15.5.3 Terminal Düğüm Denetleyicisi (TNC)

Bir *terminal düğüm denetleyicisi (TNC)* nominal olarak bir OSİ Fiziksel katman aygıtı olsa da, dahili ürün yazılımı genellikle tüm yönlendirmeyi işleyen PACTOR ve taşıma katmanı boyunca hata düzeltme gibi bir protokol uygular. Bu, bu cihazları kullanan herhangi bir protokol veya uygulamanın kodlamasını büyük ölçüde basitleştirir.

TNC aslında firmware ve modemde (modülatör/demodülatör) uygulanan protokolleri içeren bir bilgisayardır. TNC genellikle bir PC'ye bir tarafta seri veya USB cihazı olarak, diğer tarafta uygun ses ve PTT kabloları ile radyoya bağlanır. Yeni kulelerin çoğu adanmış

Radyodaki ayarlardan etkilenmeyen sabit seviyeli ses hatları içeren veri bağlantıları mevcuttur. Bu jaklar, ses ve dijital modlar arasında geçiş yaparken mike kablolarını değiştirmeyi gereksiz kılar. Dahili ses işleme devresini atlamak, dijital modlarla ilgili sorunlara neden olabilecek bir dizi sorunu ortadan kaldırır ve ekipmanı yapılandırırken bir dizi değişkeni ortadan kaldırarak dijital modların kullanımını daha tekrarlanabilir/güvenilir hale getirir. Bu aynı veri jakları bir bilgisayar ses kartı kullanırken tavsiye edilir.

Tartışılan modların birçoğu, gerekli - modülasyonu oluşturmak için bir bilgisayar ses kartı ve konuşmaya itmeyi (PTT) desteklemek için ayrı bir mekanizma kullanabilse de, bir TNC bazı avantajlar sunar :

- TNC donanımı herhangi bir bilgisayar platformu ile kullanılabilir.
- Neredeyse herhangi bir - vintage/performans seviyesine sahip bir bilgisayar kullanılabilir.
- Veri iletimi/alımı, virüs denetleyicilerinden veya diğer "init'lerden kaynaklanan bilgisayar kesintilerinden etkilenmez.
- İnitialization ayarları TNC'nin içinde tutulur ve gerektiğinde kolayca sıfırlanabilir - çalıştıktan sonra çalışmaya devam ederler.
- Bilgisayarı bir sorun/arıza noktası olarak neredeyse ortadan kaldırır.
- Bilgisayardan bağımsız özellikler sunar (digipeat, BBS, APRS beacon, telemetri, hava durumu beacon vb.).

TNC'lerin çoğunluğu 300 veya 1200 bit/s paket için tasarlanmıştır ve sırasıyla Bell 103 veya Bell 202 modülasyonunu uygular. *Çok modlu bir iletişim işlemcisi (MCP) veya çok protokollü denetleyici (MPC),* pakete ek olarak RTTY, CW, AMTOR, PACTOR, G-TOR, Clover, faks, SSTV ve diğer modları çalıştırma yeteneği sunabilir. Bu modlardan bazıları yalnızca TNC donanımında mevcuttur, çünkü TNC'deki gerçek zamanlı işletim sistemi modu uygulamak için daha güvenilir bir platform sağlar ve ayrıca tescilli fikri mülkiyetin korunmasına yardımcı olur.

KISS-Mode TNC'ler popüler hale geldi. Bu cihazlar, bir tür dijital modülasyon için temel bant sinyallerini uygulamak için modem ve filtreler sağlar. Uygun paket protokolünü oluşturmak ve modu tamamlamak için bilgisayar yazılımına güvenirler. Bu, yazılımın, TNC'nin paketi çerçevelemesini bekleyen TNC'ye veri göndermek yerine, tüm AX.25 paketini gömülü verilerle oluşturarak bu TNC'leri desteklemek için özel olarak yazılması gerektiği anlamına gelir. TNC'yi yalnızca temel bant sinyal oluşturma ve veri kurtarma işlemlerini yürütmek için bırakarak, platform bağımsızlığını ve ayrı bir TNC'nin sağlamlığını korurken çok daha basit, daha küçük ve daha ucuz tasarımlar mümkündür.

15.5.4 PACTOR-İ

PACTOR, Alman amatörler Hans-Peter Helfert, DL6MAA ve Ulrich Strate, DF4KV tarafından geliştirilen bir HF radyo iletim sistemidir. Bu AMTOR ve paket radyo eksikliklerini aşmak için tasarlanmıştır. İt, hem zayıf sinyal hem de yüksek gürültü koşullarında iyi performans gösterir. PACTOR-İ, PACTOR-İ ve PACTOR-İ tarafından devralındı ancak kullanılmaya devam ediyor.

TRANSMISSSİON FORMATLARI

Tüm paketler **Şekil 15.8'de gösterilen temel yapıya sahiptir** ve zamanlamaları **Tablo 15.11'de gösterildiği gibidir.**

- Başlık: Tekrarlanan istekleri, senkronizasyonu ve izlemeyi basitleştirmek için sabit bir bit deseni içerir. Başlık, Memory ARQ işlevi için de önemlidir. Yeni bilgi taşıyan her pakette, bit deseni ters çevrilir.
- Veri: Herhangi bir ikili bilgi. Biçim durum sözcüğünde belirtilir. Mevcut seçenekler 8 bit ASCİİ veya 7 bit ASCİİ'dir (Huffman kodlaması ile). Karakterler paketler arasında kırılmaz. ASCİİ RS (hex İE) her iki formatta da bir IDLE karakteri olarak kullanılır.
- Durum sözcüğü: Bkz. Tablo 15.11
- CRC: CRC, veri, durum ve CRC için CCITT standardına göre hesaplanır.

PACTOR onay sinyalleri **Tablo 15.12'de gösterilmiştir.** Sinyallerin her biri 12 bit uzunluğundadır. Karakterler çiftler halinde sekiz bitte (Hamming ofseti) farklılık gösterir, böylece karışıklık olasılığı azalır. Eğer CS Doğru şekilde alınmazsa, TX son paketi tekrarlayarak tepki verir. İstek durumu, 2 bitlik paket numarası tarafından benzersiz bir şekilde tanınabilir, böylece saf RQ bloklarının israflı iletimleri gereksizdir .

İki blok arasındaki alıcı duraklaması 0.29'dur. CS uzunlukları düşüldükten sonra, DX işlemi için yeterli rezerv olması için anahtarlama ve yayılma gecikmeleri için 0.17 s kalır.

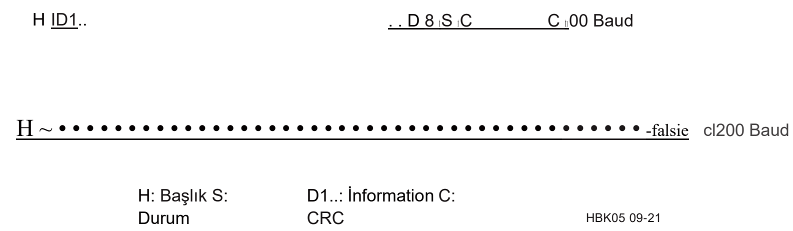
İLETİŞİM AKIŞI

Dinleme modunda, alıcı alınan paketleri CRC eşleşmesi için tarar. Bu yöntem çok fazla bilgisayar işleme kaynağı kullanır, ancak esnektir.

Kişileri arayan bir istasyon, CQ paketlerini paketler arasında onay için duraklamadan FEC modunda iletir. İletim süresi uzunluğu, tekrar sayısı ve hız, iletim operatörünün seçimidir. (Bu mod ayrıca bültenler ve diğer grup trafiği için de uygundur.) Bir dinleme istasyonu aramayı kopyaladıktan sonra, dinleyici TX istasyonu rolünü üstlenir ve bir kişi başlatır. Böylece,

Tablo 15.11
PACTOR

Zamanlama Nesnesi	*Uzunluk (saniye)*
Paket	0.96 (200 baud: 192 bit; 100 baud: 96 bit)
	0.29
CS zaman alır Kontrol sinyalleri	0.12 (her biri 10 ms'de 12 bit)
	0.17
Yayılma gecikmesi Döngüsü	1.25



Şekil 15.8 - **PACTOR paket yapısı.**

Tablo 15.12
PACTOR Kontrol Sinyalleri

Kod	*Chars (hex)*	*Fonksiyon*
CS1	4D5	Normal kabul
CS2	AB2	Normal kabul
CS3	34B	Giriş (RX'den TX'e ilk paketin başlığını oluşturur) Hız değiştirme isteği

Tüm kontrol sinyalleri sadece RX'den TX'e gönderilir

CQ gönderen istasyon başlangıçta RX istasyonu rolünü üstlenir. İletişim **Tablo 15.13'te gösterildiği gibi başlar.**

İyi koşullarda, PACTOR'un normal sinyal hızı 200 baud'dur, ancak sistem, koşulların gerektirdiği şekilde otomatik olarak 200 ila 100 baud ve geriye doğru değişir. Ek olarak, Huffman kodlaması, verimi 1 faktörü ile daha da artırabilir. 7. Senkronizasyon hızı değişiklikleri kaybı yoktur; Sadece bir paket tekrarlanır.

RX kötü bir 200-baud paketi aldığında, CS4 ile kabul edebilir. TX hemen önceki paketi 100 baud formatında toplar ve gönderir. Böylece, bir paket 200 ila 100 baud arasında bir değişiklikle tekrarlanır.

RX, CS4 ile iyi bir 100-baud paketini kabul edebilir. TX hemen 200 baud'a geçer ve bir sonraki paketi gönderir. Yukarı doğru hız değişiminde paket tekrarı yoktur.

RX istasyonu, geçerli bir pakete yanıt olarak özel bir değiştirme paketi göndererek TX istasyonu olabilir. RX, CS3'ü değişim paketinin ilk bölümü olarak gönderir. Bu, derhal bu paketteki verileri okumak için TX istasyonunu RX moduna değiştirir ve CSl ve CS3 (onaylama) veya CS2 (reddetme) ile yanıt verir.

PACTOR kesin bir temas sonu prosedürü sağlar. TX, durum sözcüğünde QRT bit ayarlı özel bir paket ve 100 baud'da bayt-ters sırayla RX istasyonunun çağrısını göndererek temasın sonunu başlatır. RX istasyonu son bir CS ile yanıt verir.

15.5.5 PACTOR-II

Bu, PACTOR-İ'e göre önemli bir gelişmedir, ancak eski mod ile tamamen uyumludur. PACTOR-II, 100 baud hızında 800 bit/s'ye kadar aktarmak için 16PSK kullanır. Bu, bant genişliğini 500 Hz'den az tutar.

PACTOR-İİ, Nyquist dalga formları, Huffman ve Markov sıkıştırması ve güçlü Vit- ile dijital sinyal işleme (DSP) kullanır.

Gürültü seviyesine transfer hızını ve hassasiyetini artırmak için erbi kod çözme. Metnin etkili aktarım hızı 1200 bit/s'nin üzerindedir. PACTOR II'nin özellikleri şunlardır :

• Frekans çevikliği - ± bir 100 Hz pencere üzerinde iki sinyali otomatik olarak ayarlayabilir veya kilitleyebilir .

• Bilgisayar gücüne dayalı güçlü veri rekonstrüksiyonu - üzeri ile 2 Mbyte kullanılabilir bellek .

• Çapraz korelasyon - onay çerçevelerine ve başlıklara analog Bellek ARQ uygular.

• Yumuşak karar verme - Çerçeve geçerliliğini belirlemek için yapay zekayı (Aİ) ve alınan dijital bilgileri kullanır.

• Genişletilmiş veri bloğu uzunluğu - büyük dosyaları iyi koşullar altında aktarırken, aktarım hızını artırmak için veri uzunluğu iki katına çıkarılır.

• Otomatik mod değiştirme ile PACTOR-İ, PACTOR-II ve benzeri otomatik tanıma.

• İntermodülasyon ürünleri kodlama sistemi tarafından iptal edilir.

• İki uzun yol modu, uzun yol karasal ve uydu yayılma yolları için çerçeve zamanlamasını genişletir.

Bu, mükemmel kodlama kazanımına sahip hızlı ve sağlam bir moddur. PACTOR-İİ istasyonları, alınan her iletim bloğunu onaylar. PACTOR-II, arızalı veri bloklarını iyi çerçevelere yeniden birleştirmek için bilgisayar mantığının yanı sıra alınan verileri de kullanır. Bu, iletim sayısını azaltır ve verilerin verimini artırır.

15.5.6 PACTOR-IIİ

PACTOR-IIİ, geliştirilmiş hız ve sağlamlık için bir veri iletim modu sağlayan mevcut PACTOR-İİ modemleri için bir yazılım yükseltmesidir. Hem verici hem de - alıcı istasyonlar, bu modu kullanarak uçtan uca iletişim için PACTOR-IIİ'yi desteklemelidir.

Tablo 15.13
PACTOR İnitial İletişim

Master *İnitiating İletişim*

Boyut (bayt)	1	8	6/SLAVECA
İçerik	/ Başlık	/ SLAVE CAL	L/200
Hız (baud)	100	100	

Köle yanıtı

Alıcı istasyon bir çağrı algılar, işaret/uzay polaritesini belirler ve 100 baud ve 200-bd çağrı işaretlerini çözer. İt, çağrılıp çağrılmadığını ve iletişim yolunun kalitesini belirlemek için iki çağrı işaretini kullanır. Olası cevaplar şunlardır:

İlk çağrı işareti kölenin çağrı işaretiyle eşleşmiyor (Efendi bu köleyi çağırmıyor)	hiçbir şey
Sadece ilk çağrı işareti kölenin çağrı işaretiyle eşleşir (Usta bu köleyi çağırıyor, zayıf iletişim)	CS1
Birinci ve ikinci çağrı işaretleri kölelerle eşleşiyor (iyi devre, talep hızı 200 baud'a değiştirilir)	CS4

PACTOR-IIİ. maksimum sıkıştırılmamış hızı 2 722 bit/s. çevrimiçi sıkıştırma kullanarak, 5.2 kbit/s'ye kadar ulaşılabilir. Bu, 400 Hz ila 2600 Hz arasında bir ses geçiş bandı gerektirir (PACTOR-IIİ hız seviyesi 6 için). Ortalama bir kanalda, PACTOR-IIİ. üç kattan daha hızlıdır. İyi kanallarda, PACTOR-IIİ ve PACTOR-İİ arasındaki etkili verim oranı beşi aşabilir. PACTOR-IIİ.alt SNR kenarlarında PACTOR-IIİ.dan biraz daha sağlamdır.

PACTOR-IIİ için ITU emisyon belirteci - 2K20J2D. PACTOR-IIİ. üzerine inşa edildiğinden, çerçeve uzunluğu ve çerçeve yapısı gibi çoğu özellik PACTOR-IIİ. tarafından benimsenmiştir. Tek önemli fark, PACTOR İll'in 18 taşıyıcıya kadar kullanan çoklu ton dalga formudur, PACTOR-İİ ise sadece iki taşıyıcı kullanır. PACTOR-IIİ'nin taşıyıcıları 120 Hz'lik bir ızgarada bulunur ve saniyede 100 sembol DBPSK veya DQPSK ile modüle edilir. Kanal kodlaması, PACTOR-İİ'nin Punctured Convolutional Coding'inden de alınmıştır.

PACTOR-111 Link kurulması

Çağıran modem uyumluluk için PACTOR-İ FSK bağlantı çerçevesini kullanır. Çağrılan modem cevap verdiğinde, modemler her iki modemin de yapabileceği en üst seviyeye ulaşır. Bir modem sadece PACTOR-İİ yeteneğine sahipse, oturum için 500 Hz PACTOR-İİ modu kullanılır. MYLevel (MYL) komutu ile bir kullanıcı modemin en yüksek modunu sınırlayabilir. Örneğin, bir kullanıcı MYL'yi **1 olarak ayarlayabilir** ve yalnızca bir PACTOR-İ bağlantısı yapılır, 2 olarak ayarlanır ve PACTOR-İ ve İİ bağlantıları kullanılabilir, 3 olarak ayarlanır ve PACTOR-İ üzerinden IIİ. bağlantıları etkinleştirilir. Varsayılan MYL, mevcut firmware ile 2 olarak ayarlanmıştır ve PACTOR-IIİ firmware ile 3 olarak ayarlanacaktır. Bir kullanıcının yalnızca 500 Hz'lik bir kanalı işgal etmesine izin verilirse, MYL 2'ye ayarlanabilir ve modem PACTOR-İİ modunda kalır.

PACTOR-IIİ Protokol Şartnamesi **online olarak www.scs-ptc.com/pactor. html. Daha fazla bilgi** online olarak da bulunabilir **www.arrl.org/technical-characteristics.**

PACTOR-İV için protokol özellikleri ve donanımları serbest bırakıldı, ancak mod ABD amatörleri için henüz yasal değil. PACTOR-İV için sembol oranı 1800 baud'dur, ancak FCC kuralları ABD amatörlerini 10 metrenin üst ucunun altında 300 baud ile sınırlar. PACTORIV, ABD dışında bireysel amatörler ve FCC kurallarına tabi olmayan Winlink istasyonları tarafından kullanılmaktadır. Bu kısıtlamanın kaldırılıp kaldırılmayacağı veya ne zaman

15.5.7 G-TOR

Bu kısa açıklama "A Hybrid ARQ Protocol for Narrow'dan uyarlanmıştır.

Bant Genişliği HF Veri İletişimi "Glenn Prescott, WB0SKX, Phil Anderson, W0XI, Mike Huslig, KB0NYK ve Karl Medcalf, WK5M (Mayıs 1994 *QEX)*.

G-TOR, Kantronics'in bir yeniliği olan Golay-TOR'un kısaltmasıdır. İTE, HF otomatik bağlantı kurma (ALE) kavramlarından esinlenmiştir ve ALE ile uyumlu olacak şekilde yapılandırılmıştır. G-TOR protokolünün amacı, HF bantları için geliştirilmiş bir dijital radyo iletişim yeteneği sağlamaktır. G-TOR'un temel özellikleri şunlardır:

• Standart FSK ton çiftleri (işaret ve boşluk)

• Bağlantı kalitesine dayalı sinyalizasyon oranı: 300, 200 veya 100 baud

• 2.4-s iletim döngüsü

• Veri çerçeveleri içinde düşük yük

• Huffman veri sıkıştırma - iki Türleri, talep üzerine

• Gömülü çalışma uzunluğu veri sıkıştırması

• Golay ileri-hata düzeltme kodlaması

• Tam kare veri interleaving

• Hibrit ARQ ile CRC hata tespiti

•Hataya dayanıklı "Fuzzy" onayları.

Bu protokolün amaçlarından biri mevcut TNC'lerde uygulama kolaylığı olduğundan, modülasyon formatı kanal koşullarına bağlı olarak 300, 200 veya İ 00 baud'da çalışan standart ton çiftlerinden (FSK) oluşur. G-TOR kişileri başlatır ve ACK'leri yalnızca 100 baud'da gönderir. G-TOR dalga formu, 200 Hz aralıklı iki faz sürekli tondan (BFSK) oluşur (mark = 1600 Hz, boşluk = 1800 Hz); Bununla birlikte, sistem tanıdık 170 Hz vardiyasında (mark = 2125 Hz, boşluk = 2295 Hz) veya diğer uygun ton çiftleriyle çalışabilir. 300 baud iletim için optimum aralık 300 Hz'dir, ancak daha dar bir bant genişliği için bir miktar performans elde edersiniz.

Her iletim bir senkron ARQ 1.92-s çerçeve ve yayılma ve ACK iletimleri (2.4 s çevrimleri) için bir 0.48-s aralığı oluşur. Tüm gelişmiş protokol özellikleri sinyal işleme yazılımında uygulanır.

Veri sıkıştırma, kaynak verilerden artıklığı kaldırmak için kullanılır. Bu nedenle, herhangi bir mesajı iletmek için daha az bit gerekir. Bu, veri verimliliğini artırır ve HF için iletim süresi açısından değerli özellikleri azaltır. G-TOR, normal metin iletimleri sırasında çalışma uzunluğu kodlaması ve iki tür Huffman kodlaması kullanır. Çalışma uzunluğu kodlaması, 8 bitlik bir karakterin ikiden fazla tekrarı olduğunda kullanılır. İt, tekrarlanan karakterler aktarılırken toplam iletim süresinde özellikle büyük bir tasarruf sağlar.

Huffman kodu, verilerin istatistikleri bilindiğinde en iyi şekilde çalışır. G-TOR, Huffman A kodlamasını büyük ve küçük harf - karakter kümesiyle ve Huffman B kodlamasını yalnızca büyük harfli metinle uygular. Her iki türHuffinan kodu, gönderilen ortalama bit sayısını azaltır Karakter başına. Ancak bazı durumlarda Huffman kodlamasının bir faydası yoktur. Kodlama işlemi daha sonra devre dışı bırakılır. Bu karar, bilgi gönderme istasyonu tarafından çerçeve bazında yapılır.

G-TOR'un gerçek gücü, (24, 12) genişletilmiş Golay hata düzeltme kodunun özelliklerinde bulunur; bu, alınan üç baytta üç rastgele hatanın düzeltilmesine izin verir. (24, 12) genişletilmiş Golay kodu yarı hızlı bir hata düzeltme kodudur: Her 12 veri biti ek bir 12 parite bitine (toplam 24 bit) çevrilir. Ayrıca, kod ayrı giriş-veri ve parite-bit çerçeveleri üretmek için uygulanabilir.

Genişletilmiş Golay kodu G-TOR için kullanılır, çünkü kodlayıcı ve kod çözücünün yazılımda uygulanması kolaydır. Ayrıca, Golay kodu, kısa döngülü senkron iletişim için ideal bir seçim olmasını sağlayan matematiksel özelliklere sahiptir. Daha fazla bilgi online olarak da bulunabilir **www.arrl.org/technicalcharacteristics .**

15.5.8 CLOVER-II

Yüksek veri hızlarında HF radyo yoluyla veri gönderme arzusu ve HF radyoda AX.25 paket radyo kullanırken karşılaşılan sorun, Ray Petit, W7GHM, şimdi CLOVER-İİ olarak adlandırılan benzersiz bir modülasyon dalga formu ve veri aktarım protokolü geliştirmeye yönlendirdi. K9GWT yaşındaki Bill Henry, CLOVER-İİ sisteminin bu tanımını sağladı.

CLOVER modülasyonu aşağıdaki anahtar parametrelerle karakterize edilir:

• Çok düşük baz sembol oranı: 31.25 symBols/second (tüm modlar).

• Çok dar bir frekans spektrumunda genlik şeklindeki darbelerin zaman dizisi. • İşgal edilen bant genişliği = 500 Hz Zirve çıkış seviyesinin 50 dB altında.

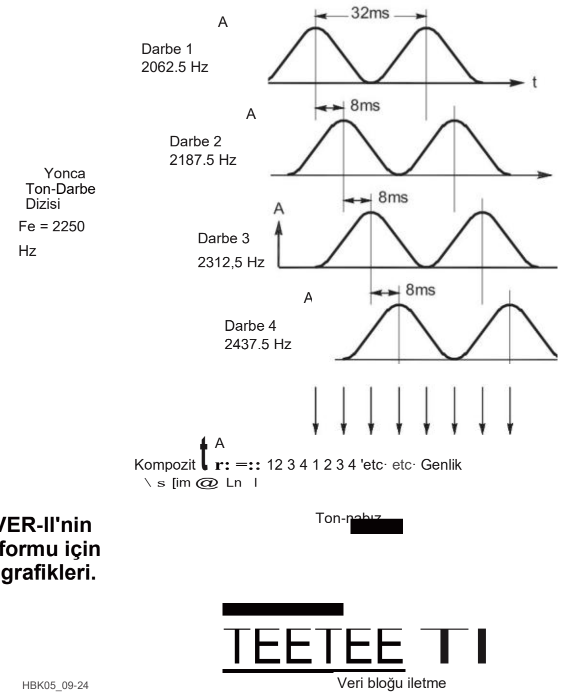
• Darbeler arasındaki diferansiyel modülasyon.

• Çok seviyeli modülasyon .

Düşük temel sembol oranı, çok yollu bozulmaya karşı çok dirençlidir, çünkü - modülasyon geçişleri arasındaki süre, çok yollu sinyallerin toplanmasından kaynaklanan en kötü durum bulaşmasından bile daha uzundur. Ton darbelerinin bir zaman dizisini, - modüle edici sinyalin DolphChebychev "penceresini've diferansiyel modülasyonu kullanarak, bir CLOVER-İİ sinyalinin toplam işgal edilen bant genişliği 500 Hz'de tutulur.

Çok seviyeli ton, faz ve genlik modülasyonu, CLOVER'a kullanılabilecek çok çeşitli veri modları sunar (bkz. **Tablo 15.14).** CLOVER'ın uyarlanabilir ARQ modu mevcut iyonosferik koşulları algılar ve maksimum veri verimi üretmek için modülasyon modunu otomatik olarak ayarlar. Hızlı önyargı ayarını kullanırken, ARQ işlem hacmi otomatik olarak 11,6 bayt/s ile 70 bayt/s arasında değişir.

CLOVER-İİ dalga formu 125 Hz frekans aralıklı dört ton darbeleri kullanır. CLOVER modülasyonunun zaman ve frekans etki alanı özellikleri **Şekil 15.9, 15.l0ve 15.11'de gösterilmiştir.** Her bir ton darbesinin zaman alanı şekli, çok kompakt bir frekans spektrumu üretmek için kasıtlı olarak şekillendirilir. Dört ton darbeleri zaman içinde aralıklı ve daha sonra gösterilen kompozit çıkış üretmek için birleştirilir. Diğer modülasyonların aksine



Şekil 15.9 - CLOVER-II'nin dört tonlu dalga formu için genlik ve zaman grafikleri.

Tablo 15.14
CLOVER-İİ Modülasyon Modları

Şu anda uygulandığı gibi, CLOVER-İİ toplam yedi farklı modülasyon formatını desteklemektedir: PSM kullanılarak beş ve PSM ve ASM (Genlik Kayması Modülasyonu) kombinasyonu kullanılarak iki.

Adı	*Açıklama*	*İn-Blok Veri Hızı*
16P4A	16 PSM, 4-ASM	750 bps
16PSM	16 PSM	500 bps
8P2A	8 PSM, 2-ASM	500 bps
8PSM	8 PSM	375 bps
QPSM	4 PSM	250 bps
BPSM	İkili PSM	125 bps
2DPSM	2-Channel çeşitliliği BPSM	62.5 bps

Şemalar, CLOVER modülasyon spektrumu tüm modülasyon modları için aynıdır.

Veriler, ton darbelerinin fazını ve/veya genliğini değiştirerek bir CLOVER-İİ sinyali üzerinde modüle edilir. Ayrıca, tüm veri modülasyonu aynı ton darbesi üzerinde diferansiyeldir - veriler bir darbeden diğerine faz (veya genlik) farkı ile temsil edilir. Örneğin, ikili faz modülasyonu kullanıldığında, Oto 1'den bir veri değişikliği, bu darbenin birinci ve ikinci oluşumu arasında bir adet 180 ° ton darbesi fazındaki bir değişiklikle temsil edilebilir. Ayrıca, faz durumu sadece darbe genliği sıfır iken değiştirilir. Bu nedenle, normalde sürekli bir taşıyıcının PSK'sı ile ilişkili geniş frekans spektrumları önlenir. Bu, tüm CLOVER-İİ modülasyon formatları için geçerlidir. Bu ayrımı vurgulamak için CLOVER modlarını tanımlarken faz kayması modülasyonu (PSM) terimi kullanılır.

CLOVER-II'nin dört "kodlayıcı verimliliği" seçeneği vardır: %60, %75, %90 ve %100 ("verimlilik", gerçek veri baytlarının gönderilen toplam baytlara yaklaşık oranıdır). %60 verimlilik En çok hatayı düzeltir ancak en düşük net veri hacmine sahiptir. 100%

Verimlilik, kodlayıcıyı kapatır ve en yüksek verime sahiptir, ancak hata düzeltmez. Bu nedenle, ham veri çıktısı ile tüm veri bloğunun yeniden iletilmesine başvurmadan düzeltilebilecek hata sayısı arasında bir fark vardır.

Tabloda listelenen İn Blok Veri Hızı numaraları 750 bit/s'ye kadar yükselirken, genel giderlerin bir - CLOVER'ın net verimliliğini veya genel verimliliğini azalttığını unutmayın.

İletim. FEC ve ARQ modlarının FEC kodlayıcı verimliliği ayarı ve protokol gereksinimleri ek yük ekler ve net verimliliği azaltır. 15.15 ve **15.16 tabloları** blok boyutu, kodlayıcı verimliliği, blok başına veri baytları ve blok başına düzeltilebilir bayt hataları arasındaki ilişkileri detaylandırır.

Yedi farklı modülasyon formatı, dört veri bloğu uzunluğu (17, 51, 85 veya 255 bayt) ve dört Reed-Solomon kodlayıcı verimliliği (%60, %75, %90 ve %100) ile, CLOVER üzerinden veri göndermek için kullanılabilecek 112 (7 x 4 x 4) farklı dalga biçimi modu vardır. Bununla birlikte, tüm belirleyici faktörler dikkate alındığında, aslında FEC ve/veya ARQ modları için kullanılan sekiz farklı dalga formu kombinasyonu vardır.

CLOVER-2000 15.5.9

CLOVER-2000, her biri 250 Hz genişliğinde, 250 Hz merkezlerinde aralıklı, 500 ve 2 kHz bant genişliği içinde bulunan sekiz ton darbesi kullanan CLOVER'ın (yaklaşık dört kat daha hızlı) daha hızlı bir sürümüdür. 2500 Hz. Sekiz ton darbesi sıralıdır, herhangi bir anda yalnızca bir ton bulunur ve her ton 2 ms sürer Her kare toplam 16 ms süren sekiz ton darbesinden oluşur, bu nedenle bir - CLOVER-2000 sinyalinin temel modülasyon hızı her zaman saniyede 62.5 semboldür (kullanılan modülasyon türüne bakılmaksızın). CLOVER-2000'in maksimum ham veri hızı 3000 bit/s'dir.

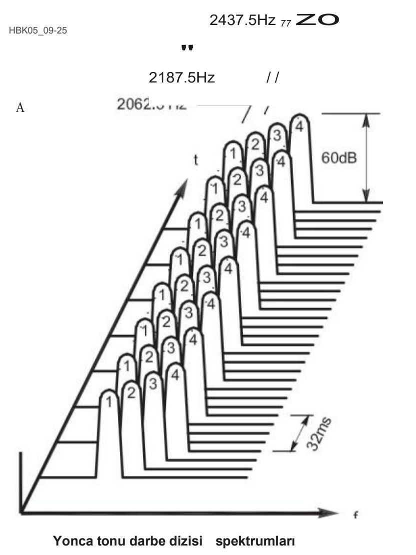
Ek yüke izin veren CLOVER-2000, 1994 bit/s'ye kadar standart bir HF SSB radyo kanalı veya saniyede 249 karakter (8 bit bayt) üzerinden hata düzeltilmiş veriler sunabilir. Bunlar sıkıştırılmamış veri oranları; Sıkıştırma kullanılıyorsa, maksimum verim genellikle düz metin için iki katına çıkar. Etkili-

Tablo 15.15
Blok başına iletilen veri baytları

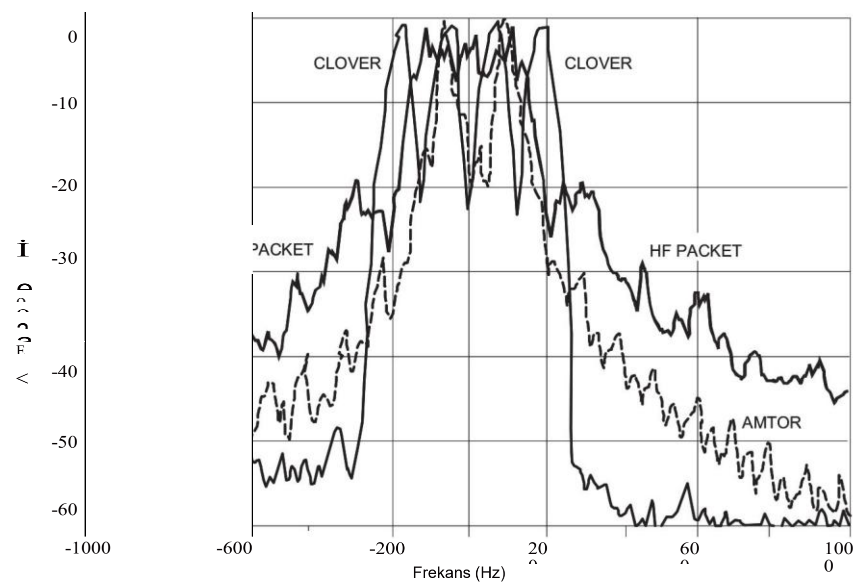
Blok	*Reed-Solomon kodlayıcı verimliliği*			
Boyut	60%	*75%*	90%	*100%*
17	8	10	12	14
51	28	36	42	48
85	48	60	74	82
255	150	188	226	252

Tablo 15.16
Blok başına düzeltilebilir bayt hataları

Blok	*Reed-Solomon kodlayıcı verimliliği*			
Boyut	**60%**	*75%*	90%	*100%*
17	1	1	0	0
51	9	5	2	0
85	16	10	3	0
255	50	31	12	0



Şekil 15.10 - Bir CLOVER-İİ dalga formunun frekans alanı grafiği.



Şekil 15.11 - AMTOR, HF paket-radyo ve CLOVER-İİ sinyallerinin spektrum grafikleri.

Tive veri işlem hızı ofCLOVER-2000, veri sıkıştırması ile ikili dosya aktarımı modu kullanıldığında daha da yüksek olabilir.

HAL Communications tarafından kullanılan ikili dosya aktarım protokolü, HAL E2004 mühendislik belgesinde açıklanan bir terminal programı ile çalışır. Veri sıkıştırma - algoritmaları bağlam duyarlılığı olma eğilimindedir - bir mod (örneğin, metin) için iyi çalışan sıkıştırma, diğer veri formları (örneğin grafikler) için iyi çalışmayabilir. HAL terminal programı, çoğu bilgisayar dosyası ve programı için iyi bir genel amaçlı kompresör olduğu kanıtlanan PK-WARE sıkıştırma algoritmasını kullanır. Diğer algoritmalar, özellikle grafik - görüntü dosyalarının ve sayısallaştırılmış ses verilerinin sıkıştırılması için bazı veri formatları için daha verimli olabilir. HAL Communications CLOVER-2000 modemleri, kullanıcıların bilgisayarlarındaki diğer veri sıkıştırma algoritmalarıyla çalıştırılabilir.

CLOVER-2000, iletim protokolleri ve Reed-Solomon hata algılama ve düzeltme algoritması dahil olmak üzere CLOVER'ın önceki sürümüne benzer. CLOVER Kontrol Bloğu (CCB) ve Hata Düzeltme Bloğu'nun (ECB) orijinal açıklamaları, CLOVER-2000 miras kalan daha yüksek veri oranları hariç, CLOVER-2000 için hala geçerlidir. Tıpkı CLOVER gibi, CLOVER-2000 üzerinden gönderilen tüm veriler 8 bitlik veri baytları olarak kodlanır ve hatalı düzeltme kodlama ve modülasyon biçimlendirme işlemleri veri akışına şeffaftır - kaynak verilerin her biti alıcı terminale değiştirilmeden iletilir.

Kontrol karakterleri ve özel "kaçış dizileri" CLOVER-2000 tarafından gerekli değildir veya kullanılmaz. Bu nedenle, sıkıştırılmış veya şifrelenmiş veriler, ek kontrol karakterleri eklemeye (ve filtrelemeye) gerek kalmadan ve veri bütünlüğü endişesi olmadan gönderilebilir. ARQ modunda beş farklı modülasyon türü kullanılabilir: BPSM (Binary Phase Shift Modulation), QPSM (Quadrature PSM), SPSM (8-level PSM), 8P2A (SPSM + 2-level Amplitude-Shift Modulation) ve 16P4A (16 PSM plus 4 ASM).

ARQ modunda kullanılan aynı beş modülasyon türü, 2-Channel Diversity BPSM (2DPSM) eklenerek Yayın (FEC) modunda da mevcuttur. Her bir CCB 2DPSM modülasyonu, 17 bayt blok boyutu ve %60 önyargı kullanılarak gönderildi. Maksimum ARQ veri çıkışı BPSM için 336 bit/s'den 16P4A modülasyonu için 1992 bit/s'ye kadar değişir. BPSM zayıf ve kötü için en yararlıdır! En yüksek format (16P4A), yüksek SNR'lerle ve neredeyse hiç çok yollu olmayan son derece iyi kanallara ihtiyaç duyarken, bozuk veri sinyalleri.

HF radyo sistemleriyle kullanılmak üzere tasarlanan çoğu ARQ protokolü, aynı anda yalnızca bir yönde veri gönderebilir. CLOVER-2000 OVER komutuna ihtiyaç duymaz; Veriler herhangi bir zamanda her iki yönde de akabilir. CLOVER ARQ zaman çerçevesi otomatik olarak her iki yönde gönderilen veri hacmine uyacak şekilde ayarlanır. İlk bağlandığında, ARQ bağlantısının her iki tarafı da CCB'nin altı baytını kullanarak bilgi alışverişinde bulunur. Bir istasyon büyük miktarda veri arabelleğe alındığında ve gönderilmeye hazır olduğunda, ARQ modu otomatik olarak bir veya daha fazla 255 baytlık veri bloğunun gönderildiği genişletilmiş bir zaman dilimine geçer .

Eğer ikinci istasyon da büyük miktarda veri arabellekli ve gönderilmeye hazır ise, ARQ çerçevesinin yarısı da genişletilir. Tüm arabelleğe alınan veriler kullanıldığında istasyonlardan biri veya her ikisi de CCB seviyesine geri dönecektir. Bu özellik, tam çift yönlü veri aktarımının avantajını sağlar, ancak yalnızca basit frekansların ve yarı çift yönlü radyo ekipmanının kullanılmasını gerektirir. CLOVER'ın bu iki yönlü özelliği, bir arka kanal "sipariş kablosu" özelliği de sağlayabilir. İletişim, gerçek zamanlı klavye-klavye iletişimi için fazlasıyla yeterli olan 5 5 WPM'de bu sohbet modunda tutulabilir.

Daha fazla bilgi de bulunabilir

15.5.10 WİNMOR

Çeşitli PACTOR modları şu anda dijital - mesajlaşma için uygun mevcut en iyi performansı HF ARQ protokollerini hakim ve genellikle temsil ederken, uygun DSP yazılımına sahip PC ses kartları artık PACTOR performansına yaklaşmaya başlayabilir. WİNMOR (Winlink Message Over Radio) protokolü, SCAMP (Ses Kartı Amatör Mesaj Pro-Tocol) tarafından Rick Muething, KN6KB. SCAMP, Barry Sanderson'ın RDFT'sinin (Yedekli Dijital Dosya Aktarımı) etrafına bir ARQ "sarıcı" koydu ve SCAMP'i Winlinkmessage sistemine bir İstemci ve Sunucu atamasına entegre etti. (Daha sonraki bir bölümde Winlink hakkında daha fazla bilgi.) SCAMP iyi kanallarda iyi çalıştı, ancak aşağıdaki sorunlardan muzdaripti :

• RDFT toplu yönelimli DLL'ler yavaştı ve çerçeve boru hattı döşemesi gerektiriyordu, karmaşıklığı ve yükü arttırıyordu.

• RDFT sadece SPSK çoklu taşıyıcı dalga formundaki RS kodlamasını değiştirdi
Yeterli olmayan hız/sağlamlıkta 3:1 aralığına ulaşmak için.

• RDFT, Kısmi Çerçeve kurtarmada verimsizdi (bellek ARQ'sı yoktu).

• RDFT, 2.4 kHz'lik bir moddu ve dar HF alt bantlarıyla sınırlıydı.

• SCAMP'in basit çok tonlu ACK/NAK, oturum İD bilgisi taşımadı ve ölümcül çapraz oturum kontaminasyonu olasılığını artırdı.

WİNMOR, SCAMP/RDFT'nin sınırlamalarını ele almak ve öğrenilenlerden yararlanmak için sıfırdan oluşturulan bir ARQ modudur. Bugün, uygulanabilir bir mesaj sistemi (sıkıştırma ve ikili eklere ihtiyaç duyularak), ikili verilerin gerçek "hatasız" teslimini sağlar. Bunu başarmak için bazı "arka kanal" veya ARQ olmalıdır, böylece alıcı - istasyon kayıp veya hasarlı verileri gönderene bildirebilir ve yeniden iletim veya onarım isteyebilir. Tablo **15.17,** WİNMOR'un geliştirilmesinde kullanılan yönergeleri özetlemektedir.

Belki de bu gereksinimlerin en zorluları - şunlardır:

• 2-6 s aralığında pratik uzunluk ARQ döngüleri için gerekli olan sinyali hızlı bir şekilde ayarlama, kilitleme ve edinme yeteneği.

• Modülasyon şemasını değişen kanal koşullarına otomatik olarak uyarlama yeteneği. Bunun mükemmel bir örneği, Pactor İll'in son derece geniş hız/sağlamlık aralığıdır (18:1) ve hem iyi hem de kötü kanal koşullarında bu kadar etkili bir mod olmasının bir nedenidir.

En son geliştirme çabası, baud BPSK, QPSK ve 62,5 16QAM ve 31 .25-baud 4FSK kullanmaya odaklandı 1

Tablo 15.17
WİNMOR Geliştirme Kılavuzları

Mutlak Gereksinimler

Standart HF (SSB) radyolarla çalışın
Otomatik Bağlantılara Uyum Sağlayın
Hatasız iletim ve onay Pratik uzunluk
ARQ döngüleri için Hızlı Kilit
Çok çeşitli değişen kanal koşullarına otomatik uyum sağlar
Eklere izin vermek için gerçek saydam ikiliyi desteklemelidir ve sıkıştırma
OS ve DSP taleplerini karşılamak için gevşek senkronize ARQ zamanlaması kullanmalıdır

İstenilen Gereksinimler

Mütevazı CPU ve OS talepleri
Bant genişliği seçenekleri (200, 500, 3000 Hz) Çoğu ses kartı/arayüzle çalışma İyi bit/s/Hz performansı - P2 hedefi
Kabul edilebilir ARQ gecikmesi için verimli modülasyon ve demodülasyon Verim ve sağlamlığı en üst düzeye çıkarmak için seçici ARQ ve bellek ARQ.

Pactor ARQ verimliliğine yakın (ham teorik verimin % -70'i)

(200 Hz), 3 (500 Hz) ve 15 (2000 Hz). Taşıyıcılar sembol hızının iki katı aralıkla. Bunlar, özellikle çok seviyeli FEC kodlaması ile birleştirildiğinde yüksek verim ve sağlamlık sunuyor gibi görünmektedir.

WİNMOR, hata kurtarma ve artıklık için çeşitli mekanizmalar kullanır.

1) Şu anda kullanılan FEC veri kodlaması: • 4,8 Genişletilmiş Hamming Dmin = 4 (ACK ve Frame İD'de kullanılır)

• Veri doğrulaması için 16 bit CRC Veri için iki seviyeli Reed-Solomon (RS) FEC:

• Birinci seviye Zayıf FEC, örneğin RS 140,116 (12 hatayı düzeltir)

• İkinci seviye Güçlü FEC, örneğin RS 254,116 (69 hatayı düzeltir)

2) Seçici ARQ. Her taşıyıcının verileri bir Paket Sıra Numarası (PSN) içerir. ACK bağımsız olarak her PSN'yi kabul eder, böylece yalnızca başarısız PSN'leri olan taşıyıcılar tekrarlanır. Yazılım tüm PSN muhasebe ve yeniden sıralama yönetir.

3) Bellek ARQ. Her demodüle sembolün analog fazı ve genliği, birden fazla çerçeve üzerinde toplama (fazör ortalaması) için kaydedilir. Toplama işlemi temizlenir ve - maksimum sayıya ulaşıldığında yeniden başlatılır. Reed-Solomon FEC hata çözme işlemi toplamadan sonra yapıldı .

4) Çoklu Taşıyıcı Atama (MCA).

Aynı PSN birden fazla taşıyıcıya atanabilir (sağlamlık için verim değişimine izin verir). Frekans fazlalığı ve bazı taşıyıcılarda parazite karşı koruma için otomatik bir mekanizma sağlar.

5) Dinamik eşik ayarı (QAM modlarında kullanılır), QAM modlarını solma kanallarında zayıf hale getirecek olan solmayı telafi etmeye yardımcı olur.

WİNMOR'un uygulamalara nasıl entegre edilebileceğini tahmin etmeye çalışırken, "Sanal TNC" konsepti ortaya çıktı. Bu, bir uygulamanın WİNMOR protokolünü, WİNMOR kodunu sadece başka bir TNC olarak ele alarak ve bu TNC için bir sürücü yazarak entegre etmesine izin verir. Tüm TN C'ler gibi, ayarlanması gereken bazı (< 10) parametreler vardır: çağrı işareti, zamanlama bilgisi, ses kartı, anahtarlama mekanizması - vb. Sanal TNC'nin örnek bir görüntüsü Şekil **15.12'de görünür.**

WİNMOR yazılımı DLL, DLL'yi bir sanal seri portu veya bir TCP/IPportu üzerinden erişen kodla "sararak" fiziksel bir TNC olarak görünebilir. Fiziksel bir TNC gibi WİNMOR'un yanıp sönen ışıkları olan bir "ön paneli" vardır. Ancak, ön panel kullanıcı etkileşimi gerektirmeden işlem otomatik olduğundan, WİNMOR TNC görülebilir veya gizlenebilir.

WİNMOR umut verici görünüyor ve bugüne kadar yapılan testler onaylıyor:

• Ses kartı ARQ kabul edilebilir CPU işleme talepleri yaparken bir modem CPU ve işletim sistemi ile mümkündür. (1.5 GHz Celeron/Win XP'de < %20 CPU Yüklemesi)

• Verim ve sağlamlık, çok çeşitli bant genişliği ihtiyaçlarını ve kanal koşullarını kapsayacak şekilde otomatik olarak ayarlanabilir. (10:1 bant genişliği aralığı, 57:1 işlem hacmi aralığı)

• ARQ verimi fazla of0.5 bit/s/Hz adil iyi kanallarda mümkündür (0,68 - 0,82 bit/s/Hz ölçüldü)

• İyi ARQ verimliliği - %70- 75

•Verim şu anda P2 ve P3 ile rekabetçidir ve Pl'den önemli ölçüde daha iyidir

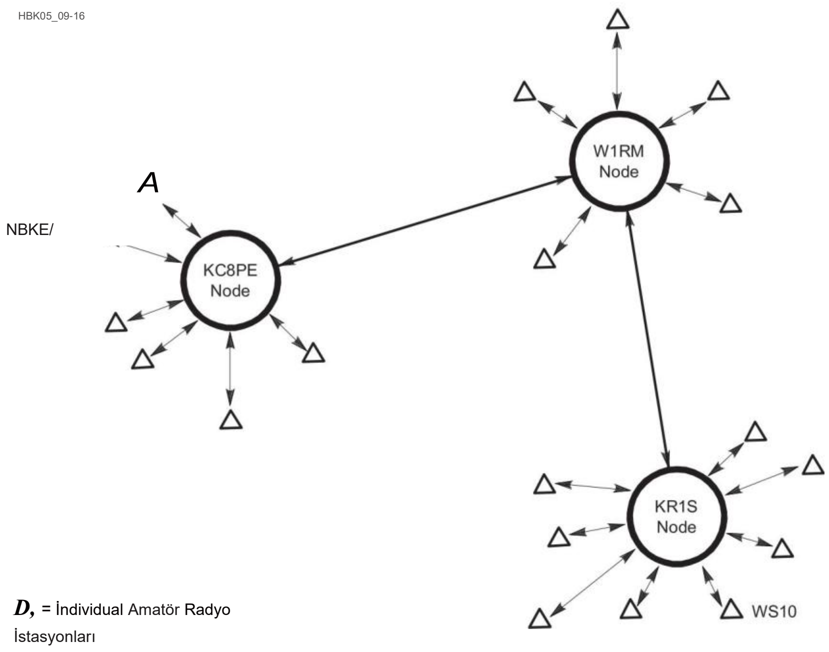
WİNMOR hakkında daha fazla bilgi **www.winlink.org/Winlink Express'te mevcuttur.**

15.5.11 Paket Radyo

Amatör paket radyo, Kanada İletişim Bakanlığı'nın amatörlerin 1978'de modu kullanmasına izin vermesinden sonra Kanada'da başladı. FCC 1980 yılında ABD'de amatör paket radyo izin verdi. 1980'lerin ilk yarısında, paket radyo, sınırlı sayıda kişiyle iletişim kurmayı umursamayan küçük bir deneyci grubunun yaşam alanıydı.



Şekil 15.12 -WİNMOR ses kartıTNC ekranı.



Şekil 15.13 - DX tespit kümeleri (PacketC/ustersoftware dayalı) DXing ve itiraz bir ilgi ile bireysel düğümleri ve istasyonları oluşan ağlardır.
Bu örnekte, N1 BKE KC8PE düğümüne bağlanır. Eğer bir DX istasyonu bulursa Hava, KC8PE düğümünün tüm yerel istasyonlarına dağıttığı bir nokta olarak bilinen bir bildirim gönderecektir. Ek olarak, KC8PE bilgileri W1 RM düğümüne iletir. W1 RM bilgiyi dağıtır ve daha sonra aynı şeyi yapan KR1S düğümüne iletir. Sonunda, WS10 düğümüne bağlı olan KR1S, ekranındaki noktayı görür. Ağın boyutuna bağlı olarak, WS10 bilgileri N1BKE tarafından gönderildikten birkaç dakika sonra alacaktır. Bu tür birçok ağ web'de de bulunabilir veya *TELNET* yazılımı kullanılarak erişilebilir.

Potansiyel paket iletişimcileri. On yılın ikinci yarısında, deneyciler, birbirleriyle iletişim kurabilecek potansiyel paket istasyon sayısını artıran ve böylece bu potansiyelden yararlanmak isteyen on binlerce iletişimciyi çeken bir ağ kurdukça paket radyo başladı.

Paket radyo, AX.25 protokolü aracılığıyla hatasız veri aktarımı sağlar. Alıcı istasyon, bilgiyi tam olarak ileten istasyonun gönderdiği gibi alır, böylece girişim veya yayılımdaki değişikliklerden kaynaklanan iletişim hatalarını deşifre etmek için zaman kaybetmezsiniz. Bu, diğer protokolleri veya uygulamaları paket teknolojisinin üzerine oluşturmak için gereken çabayı basitleştirir, çünkü veri aktarım çalışmalarının çoğu alt katmanlarda TNC tarafından sorunsuz bir şekilde işlenir. Paket radyo tasarımının bir dizi başka avantajı vardır:

• Paket bülten panosu sistemleri (PBBS'ler) paket operatörlerinin daha sonra diğer amatörler tarafından alınması için bilgi depolamasına izin verdiğinden, paket zamanı verimli bir şekilde kullanır.

• Paket, radyo spektrumunu verimli bir şekilde kullanır, çünkü bir radyo kanalı aynı anda birden fazla iletişim için kullanılabilir veya anumberofpacketstationları birbirine bağlamak için bir radyo kanalı kullanılabilir. DX PacketCluster düğümleri tipik örneklerdir (bkz **Şekil 15.13).** Her yerel kanal, devletlerarası ve uluslararası veri iletişimi sağlayan bir ağ oluşturmak için diğer yerel kanallara bağlanabilir. Bu ağ, HF, VHF, UHF, uydu ve İnternet aracılığıyla bilgi, mesaj ve üçüncü taraf trafiğini aktarmak için birbirine bağlı paket bulletinboard sistemleri tarafından kullanılabilir.

• Paket, diğer istasyonları verimli bir şekilde kullanır, çünkü herhangi bir paket-radyo istasyonu, verileri hedeflenen hedefe aktarmak için bir veya daha fazla başka paket-radyo istasyonunu kullanabilir.

• Paket, mevcut istasyonu iletim ve alıcı ekipmanı verimli bir şekilde kullanır, çünkü sesli iletişim için kullanılan aynı ekipman - paket iletişimi için kullanılabilir. Bir ses istasyonuna paket özelliği eklemek için gerekli ek ekipman için yapılan harcama 100 dolardan az olabilir.

DİGIPEATERS

Bir digipeater, paket çerçevelerini tanıyabilen ve seçici olarak tekrarlayabilen bir paket-radyo istasyonudur. Ağ endüstrisinde kullanılan eşdeğer bir terim *köprüdür. Hemen hemen* her TNC, tek bağlantı noktalı bir digipeater olarak kullanılabilir, çünkü digipeater işlevi AX.25 Seviye 2 protokol ürün yazılımına dahil edilmiştir. Digipeater işlevi, bir röle gerektiğinde ve hiçbir düğüm mevcut olmadığında veya on-theair testi için kullanışlıdır. Digipeaters yaygın olarak kullanılmaktadır

APRS (Otomatik Paket Raporlama Sistemi) aşağıda yer almaktadır.

TCP/İP

İsmine rağmen, TCP/İP (İletim Kontrol Protokolü/İnternet Protokolü) ikiden fazla protokoldür; Aslında bir dizi protokol. TCP/İP, birçok kişiye tanıdık ve mevcut ağ teknolojileri ve uygulamaları ile uyumlu standart bir protokol seti sağlar. TCP/İP, meşgul ağlar için benzersiz bir çözüme sahiptir. Paketleri rastgele belirlenmiş aralıklarla iletmek yerine, TCP/İP istasyonları meydana geldikçe ağ gecikmelerine otomatik olarak uyum sağlar. Ağ verimi yavaşladıkça, aktif TCP/İP istasyonları değişimi algılar ve iletim gecikmelerini buna göre uzatır. Ağ hızlandıkça, TCP/İP istasyonları hıza uymak için gecikmelerini kısaltır. Bu tür akıllı ağ paylaşımı, neredeyse tüm paketlerin, ağın sağlayabileceği en yüksek verimlilikle hedeflerine ulaşmasını garanti eder.

TCP/İP'nin uyarlanabilir ağ şemasıyla, TELNET protokolünü kullanarak uzak bir şehirdeki bir jambonla sohbet edebilir ve sistemi aşırı yüklemediğinizden emin olabilirsiniz. Paketleriniz, verilerin sürekli hareket eden "otobanına" katılır. Yoğun trafikte yavaşlayabilirler, ancak sonunda hedeflerine ulaşacaklardır. Bu uyarlanabilir sistem, içerdikleri ne olursa olsun tüm TCP/İP paketleri için kullanılır.

TCP/İP, dosyaları bir istasyondan diğerine aktarırken mükemmeldir. TCP/İP Dosya Aktarım Protokolünü (FTP) kullanarak, başka bir istasyona bağlanabilir ve yazılım da dahil olmak üzere bilgisayar dosyalarını aktarabilirsiniz. Tahmin edilebileceği gibi, büyük dosyaların aktarılması zaman alabilir. Bununla birlikte, TCP/İP ile, aktarım gerçekleşirken posta gönderip alabilir (SMTP protokolünü kullanarak) veya başka bir jambonla konuşabilirsiniz.

TCP/İP kullanarak başka bir istasyonla iletişim kurmaya çalıştığınızda, tüm ağ yönlendirmeleri, ulaşmaya çalıştığınız istasyonun TCP/İP adresine göre otomatik olarak gerçekleştirilir. Aslında, TCP/İP ağları ortalama kullanıcı için şeffaftır. TCP/İP'yi çalıştırmak için ihtiyacınız olan tek şey bir bilgisayar, 2 metrelik bir FM alıcı-verici ve KISS (basit, aptal) özellikli bir TNC'dir. Tahmin edebileceğiniz gibi, TCP/İP kurulumunuzun kalbi yazılımdır. TCP/İP yazılım seti Phil Karn, KA9Q tarafından yazılmıştır ve kısaca NOSNET veya sadece NOS olarak adlandırılır. Bugün düzinelerce NOS türevi mevcuttur. Hepsi orijinal NOSNET'e dayanmaktadır. NOS, dış dünyayla iletişim kurmak için "KISSable" TNC'nizi kullanarak tüm TCP/İP işlevleriyle ilgilenir. Gerekli olan diğer tek öğe, AMPRNet (AMateur Packet Radio Network) olarak adlandırılan Network 44'teki kendi İP adresinizdir. İndividual İP Adres Koordinatörleri, yeni TCP/İP kullanıcılarına adresleri

Dünya çapında fiziksel konuma dayalı 44.x.x.x alt ağı. Yerel koordinatörünüz AMPRNet web sitesinde bulunabilir **portal.ampr.org.**

Daha fazla paket bilgisi yıllık ARRL/TAPR Dijital İletişim Konferansı bildirilerinde ve TAPR (Tucson Amatör Paket Radyo) web sitesinde bulunabilir **www.tapr.org.**

15.5.12 APRS

APRS **(aprs.org),** Bob Bruninga, WB4APR tarafından, iki yönlü radyolu mobil GPS donanımlı istasyonlarla izleme ve dijital iletişim için geliştirilmiştir. APRS - normal paketten dört şekilde farklıdır:

• Verileri düzenlemek ve görüntülemek için haritaların ve diğer veri ekranlarının integrasyonu

• Herkesi gerçek zamanlı olarak güncellemek için bire çok protokol kullanarak

• Ağ hakkında önceden bilgi sahibi olmak gerekmeyecek şekilde genel digipeating kullanarak

• Dünya çapında herkesi birbirine bağlayan, dünya çapında şeffaf İnet omurgası sağlar

APRS, paket radyoyu acil durumlar, kamu hizmeti uygulamaları ve küresel iletişim için gerçek zamanlı bir taktik iletişim ve görüntüleme sistemine dönüştürür. Normal paket radyo, toplu mesaj trafiğini (e-posta) noktadan noktaya iletmede yararlılık göstermiştir. Bilgi çok kısa bir ömrü olan ve herkese ulaşması gereken gerçek zamanlı olaylara geleneksel paket uygulamak zor olmuştur.

APRS ağı beş tip APRS istasyonundan oluşur:

• Temel - Tam iletim ve alma yeteneği

• İzleyici - Sadece iletim cihazı (taşınabilir veya hava istasyonu)

• RELAY - Temel digipeating sağlar

•WIDE - Belirli kapsama alanlarına sahip özel digipeaters

•! Kapı - İnternet'teki sunuculara APRS paketlerini tekrarlamak için İnternet ağ geçitleri

APRS istasyonları genellikle konumlarını ve diğer bilgileri sık aralıklarla işaretleyecek şekilde ayarlanır. Sabit istasyonlar bir GPS gerektirmez ve kanalın gereksiz raporlarla dolmasını önlemek için seyrek olarak işaretlenmelidir. Hareketli mobil istasyonlar koordinatlarını bir GPS'ten alabilir ve daha sık rapor vermelidir. Daha sofistike APRS cihazları, bir istasyonun daha hızlı hareket ettiğinde daha sık işaret edeceği veya önceden tanımlanmış bir açıdan daha fazla yön değiştirirken otomatik olarak işaret edeceği "akıllı işaretleme've" comer pinning'i destekler. Bir APRS işaretçisi genellikle - *İkincil İstasyon İD (SSİD),* konum raporu (lat/long), başlık, hız, yükseklik, ekran simgesi türü, durum metni ve yönlendirme bilgileri içeren bir çağrı işareti içerecektir. Ayrıca anten/güç bilgisi içerebilir,

hava durumu verileri veya kısa mesaj verileri .

Çağrı işaretleri genellikle tarihsel olarak istasyon türü hakkında bilgi veren bir SSID içerir. Örneğin, bir çağrı N7SS-9 işareti genellikle bir mobil istasyonu gösterir. Kullanılan birkaç sistem olduğundan, SSID bilgileri kesin değildir. Son zamanlarda, dahili bir TNC ve APRS yazılımına sahip bir dizi özel APRS telsizi ortaya çıktı. Bu telsizler, bir bilgisayarın kullanımını gerektirmeden mesajların görüntülenmesi ve girilmesi yöntemini içerir; bu, - kullanıcılarının bir mesaj mesajına doğrudan yanıt verebileceği anlamına gelir. Birinin yanıt verebileceğini bilmenin bir değeri vardır ve -7 SSİD kullanmaları önerilir. Taktik çağrı işaretleri, atanan çağrı işareti durum metninin bir parçası olarak dahil edilirse de kullanılabilir.

APRS paketi, kaç kez sindirilmesi gerektiğini belirleyen PATH bilgilerini içerir. Yerel bir grup, PATH'in yerel ağa aşırı yüklenmemesi için nasıl ayarlanması gerektiği konusunda rehberlik sunabilmelidir. 144.390 MHz'lik ulusal APRS frekansındaki squawking sinyallerini dinlemek, kanalın ne kadar meşgul olduğu hakkında bir fikir verecektir. Ülkenin çoğunda APRS ağı iyi gelişmiştir ve bir işaretçinin geniş bir alanı kaplamak ve bir İGate bu

APRS YAZILIMI

APRS yazılımı, farklı destek seviyelerine sahip herhangi bir platform için kullanılabilir. En yaygın olanlardan bazıları DOSAPRS (DOS), WinAPRS/APRS + SA/APRSPoint/Uİ-View *(Windows), MacAPRS* (Macintosh), PocketAPRS (Palm cihazları), APRSce (*Windows CE cihazları*) ve Xastir/X-APRS *(Linux). APRS* işaretleri İGates aracılığıyla İnternet'e ulaştığından, - istasyonu izlemek veya ağı çevrimiçi görüntülemek de mümkündür. aprs.fi'da iyi bir ağ görünümü mevcuttur **ve tek tek** istasyon bilgileri map.findu.com/ [izlenecek **çağrı işareti] adresinde bulunabilir.** Findu.com **sitesi ayrıca** geçmiş hava durumu verileri, bir mesaj ekranı ve diğer sorguların geniş bir listesini sunar.

APRS İNTEGRATİON WITH DİĞER TEKNOLOJİLER

APRS, kıyı sularındaki gemileri takip etmek için kullanılan AIS'ye (Otomatik İyentifikasyon Sistemi) çok benzer. AIS transponder ekipmanı ticari gemilerde ve özel gemilerde daha yaygın hale gelmektedir. AIS bilgileri, aprs.fi web sitesinde APRS verileriyle aynı anda görüntülenebilir. AIS hakkında daha fazla bilgi en adresinde bulunabilir**. wikipedia.org/wiki/ Automatic _ İdentification _ System .**

Dünya çapında APRS RF ağları APRS-İS aracılığıyla birbirine bağlıdır. APRS-İS, Amatör Radyo sunucularının geçici bir ağıdır. Ağ geçitleri (İ Gates) ve istemciler (ekran yazılımı). APRS-İS, özel yollar tanımlamak zorunda kalmadan dünya çapında mesajlaşmayı kolaylaştırır. Tüm istemciler tüm kapılı paketlere erişebildiğinden, **aprs.fi ve findu.com gibi veritabanları,** tarayıcılar ve diğer istemcilerden laterretrieval için paketleri saklayabilir ve ayrıştırabilir. APRS-İS mesajlaşma desteği, çağrı kaydı aramaları, e-posta ve dünya çapında CQ çağırma gibi bir APRS istemcisi çalıştıran RF jambon için birçok arabirim sağlar. Bu özelliklerin birçoğu hakkında daha fazla bilgi www.aprs-is.net. adresinde bulunabilir.

APRS konum raporları, DPRS ağ geçitleri aracılığıyla GPS donanımlı D-STAR radyolarından da temin edilebilir (daha sonraki bir bölümde D-STAR hakkında daha fazla bilgi). DPRS belirtimi, D-STAR DV akışındaki GPS konum raporlarının sürekli akışının tek tek APRS paketlerine nasıl çevrileceğini tanımlar. Bu tanım, yerel bir RF ağının aşılmasını önlemek için üretilen APRS paketlerinin sayısını kısıtlar, çünkü D-STARradios kullanıcı konuşurken sürekli olarak yeni konum raporları yayınlar. Çoğu D-STAR tekrarlayıcı, APRS-İS'ye D-STAR radyo konumlarını sağlayan ağ geçidinde çalışan DPRS İ Kapılarına sahiptir. APRS İ Gate sysop bu özelliği etkinleştirirse, bu pozisyonlar APRS İ Gates tarafından yerel RF'ye kilitlenebilir.

WU2Z yaşındaki Keith Sproul, APRS mesajlarının kısa e-posta veya metin mesajlarına dönüştürülmesini sağlayan bir e-posta ağ geçidi işletmektedir. Bir mesaj girerken, hedef adres için E-MAIL kullanılır. İleti gövdesi daha sonra gerçek e-posta adresini ve ardından bir boşluk ve çok kısa bir mesaj içermelidir. Mesaj bir İ Gate tarafından alınırsa, WU2Z posta sunucusuna gönderilir ve alıcıya bir APRS mesajı ile gönderilir. Düzinelerce diğer mesajlaşma seçenekleri için, **aprs.org/aprs-messaging. adresinde çevrimiçi kontrol edin html.**

APRS ve Winlink sistemi arasında APRSLink üzerinden bağlantı vardır. APRSLink, dünya çapında İnternet'e açılan tüm APRS trafiğini izler ve APRS kullanıcılarının:

- Aramalarına gönderilen kısa e-posta mesajlarını okuyun sign@winlink.org
- Geçerli herhangi bir e-posta adresine veya Winlink kullanıcısına kısa e-posta mesajları gönderin
- E-posta ile ilgili bakım gerçekleştirin (aşağıdaki komutlara bakın)
- Bekleyen Winlink e-postasından APRS mesajı ile haberdar olun
- En yakın Winlink RMS paket istasyonu hakkında bilgi almak için AP RS Bağlantısını sorgulayın

Bu özellikleri kullanırken oluşturulan APRS trafiğine dikkat edilmelidir, ancak çok kullanışlı olabilirler. APRSLink sistemi ile ilgili ayrıntıları **winlink.org/ APRSLink adresinde bulabilirsiniz.**

15.5.13 Winlink

Winlink, mümkün olduğunda İnternet'ten yararlanan dünya çapında bir radyo mesajlaşma sistemidir. Bunu, son kullanıcıya kalabalık spektrumda daha fazla radyo spektrumu sağlamak için yapar. Sistem, ekli e-posta, konum raporlama, grafik ve metin hava durumu bültenleri, acil durum/afet - yardımı iletişimi ve mesaj aktarımı dahil olmak üzere radyo bağlantı hizmetleri sunmaktadır. PACTOR-İ, İİ ve IİI protokolleri HF'de ve AX.25 Packet, D-STAR ve 802.11 VHF/UHF'de kullanılır.

Winlink, denizcilik ve RV topluluğuna uzun yıllardır 24 saat yardım ediyor. Daha yakın zamanlarda acil durum iletişimlerine - (emcomm) artan bir ilgi olmuştur ve Winlink geliştirme ekibi, sistemi daha güvenilir, esnek ve gereksiz kılan özellikler ve işlevler ekleyerek yanıt vermiştir. Winlink'in acil durum iletişimindeki rolü, topluluklarında acil durum iletişimi uygulayan gönüllü hizmetlerin araç setine başka bir araç eklemek için mevcut metodolojileri desteklemektir.

Winlink sistemi, San Diego (ABD), Washington DC (ABD), Viyana (Avusturya), Halifax (Kanada) ve Perth (Avustralya)'da bulunan beş ayna görüntüsü, yedekli Ortak Mesaj Sunucusu (CMS) içeren "yıldız" tabanlı bir ağdır. Bunlar, İnternet'in herhangi bir parçasının çalışmaması durumunda sistemin çalışır durumda kalmasını sağlar. Her bir Radyo Mesaj Sunucusu düğümü (RMS), Ortak Mesaj Sunucuları tarafından gerçekleştirilen hub işleviyle bir tekerleğin üzerindeki bir konuşmanın uçları gibi birbirine bağlanır. Trafik, CMS ve İnternet e-posta alıcısı arasında ve son kullanıcılar ile Radyo İleti Sunucusu (RMS) ağ geçitleri arasında gidip gelir. Radio-toİnternet e-posta adresleriyle karıştırılarak tam esneklik sağlanabilir.

Her Radyo Mesaj Sunucusu ağ geçidi bir - sonrakinin ayna görüntüsü olduğundan, hangi istasyonun kullanıldığı önemli değildir. Her biri 700'den fazla metin tabanlı veya grafik hava durumu ürünü sağlayabilir ve her biri kullanıcının konumunu, raporlama kullanıcılarının web tabanlı bir görünümüne aktarabilir ve APRS sistemi ile birlikte çalışabilir.

Winlink geliştirme ekibinin gözündeki en önemli hedeflerden biri, HF spektrumunun kullanımını yalnızca bir kullanıcıyla mesaj alışverişinde bulunmak için gerekli olana indirgemek ve bunu tam "makine" hızlarında yapmaktı. HF spektrumu çok kalabalıktır ve Winlink RMS istasyonları arasındaki mesajların İnternet'e iletilmesini sınırlandırır, çok sayıda radyo yayını süresi ortadan kaldırılır, bu da bireysel kullanıcılar için mesaj işleme veya diğer kullanıcılar için zaman ve spektrum sağlar.

operasyonlar. HF üzerinde bulunan bazı RMS PACTOR sunucuları protokollerini PACTOR BİLGİ (400 bit/s'ye 800) ve PACTOR BİLGİ (1400 bit/s'ye 3600) ile sınırlandırır. Bunu yaparken, bu RMS istasyonları tipik olarak daha yavaş PACTOR İ (100 ila 200 bps) protokolünü alan RMS istasyonlarına göre çok daha yüksek trafik dakikaları ve mesaj sayıları oranına sahiptir. Başka bir deyişle, bir Express istasyonuyla geçirilen trafik miktarı, yaklaşık olarak aynı sayıda bağlantıya sahip eşdeğer bir bağlantı süresi için çok daha fazladır. Ortalama olarak, bu, yaklaşık 80 dakika içinde 80.000 baytlık bir dosyayı indiren bir PACTOR İ istasyonuna dönüşürken, PACTOR IİI'de aynı indirme yaklaşık altı dakika sürer. PACTOR İV'nin, daha önce PACTOR bölümünde tartışıldığı gibi ABD'li amatörler için henüz yasal olmadığını unutmayın.

RMS sunucuları, kullanıcılara HF veya VHF aracılığıyla uç nokta bağlantısı sağlar ve dünya çapında bulunabilir. İnternet üzerinden bağlanırken, kullanıcılar TELNET üzerinden kendilerine en yakın operasyonel CMS sunucusuna doğrudan bağlanabilirler. Eskiden, HF'deki tam özellikli mesaj sunucuları PMBO'lar (Katılımcı Posta Kutusu Ofisleri) olarak biliniyordu ve Telpac adı verilen VHF/UHF için TELNET köprü bileşenine bir paket radyo vardı. Bunlar, daha eski terimler hala kullanımda olmasına rağmen, daha yeni RMS PACTOR (HF) ve RMS Packet (VHF/UHF) yazılımı ile değiştirildi. Havada, PACTOR HF'de, AX.25 paket VHF/UHF'de kullanılır ve her ikisi de iletim verimliliğini en üst düzeye çıkarmak için B2F sıkıştırılmış ikili formatı kullanır. Winlink mimarisinin bir diyagramı Şekil **15.14'te gösterilmiştir .**

CLİENT ERİŞİM WİNLINK

Winlink ağ sisteminin temel amacı, mobil - veya uzaktan konumlandırılmış kullanıcıya yardımcı olmak ve topluluk kurumlarına acil durum e-posta yetenekleri sağlamaktır. Bu nedenle, Winlink, İnternet SMTP e-posta sistemine temiz ve basit bir arayüzü destekler. Gönderilen veya alınan herhangi bir ileti birden çok alıcı ve birden çok ikili ekler içerebilir. Bununla birlikte, radyo kullanıcısının e-posta adresi, bir radyo kullanıcısı olarak sistem tarafından bilinmelidir, aksi takdirde mesaj reddedilecektir. Bu basit İnternet arayüz protokolü, yerel hizmetlerin kesintiye uğradığı ve sistemin normal SMTP e-postalarına alternatif olarak Amatör olmayan gruplar tarafından kullanılması gereken acil durumlarda ek bir avantaja sahiptir.

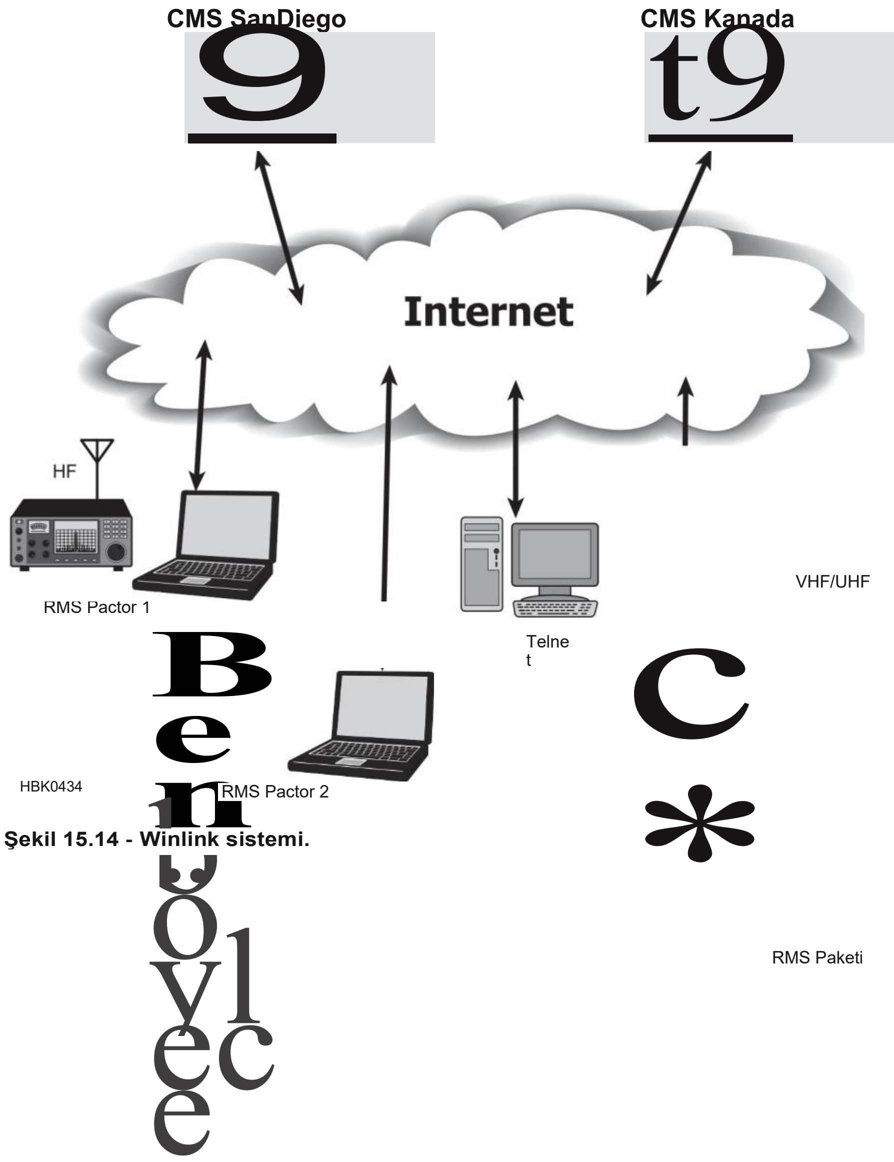
HF veya özel kamuya açık olmayan emcomm RMS istasyonları aracılığıyla Winlink kamuya açık olarak kullanılan RMS Paket istasyonlarından herhangi birine bağlanmak, acil durum trafiği için yerel bir amatör istasyonu hemen ve otomatik olarak İnternet'e bağlayabilir. Standart bir SMTP e-posta istemcisi kullanarak, *Paclink mini-e-posta* sunucusu normal yerine saydam bir yedek olarak bir bilgisayar ağının (yönlendiricinin arkasında) SMTP postası. Winlink, İnternet e-posta göndermek veya almak için harici bir kaynak kullanmaz. İt, herhangi bir harici İnternet servis sağlayıcısı yerine doğrudan İnternet ile etkileşime giren bağımsız bir işlevdir.

Airmail, Jim Corenman, KE6RK tarafından bağımsız olarak geliştirilmiş, dağıtılmış ve desteklenmiştir. İt, Winlink sistemini kullanarak mesaj göndermek ve almak için en eski ve en yaygın kullanılan programdır. Airmail, HF Pactor, VHF/UHF Packet ve İnternet ve D-STAR ve HSMM gibi yüksek hızlı radyo medyası dahil olmak üzere herhangi bir TCP/İP ortamı üzerinden TELNET bağlantıları için kullanılabilir. Bir Winlink istasyonuna bağlandıktan sonra, mesaj aktarımı tamamen otomatiktir. Ham bantlarda Airmail, BBS'yi destekleyen herhangi bir istasyonla veya Winlink, F6FBB, MSYS ve diğer Airmail istasyonları gibi F6FBB protokolleriyle mesajları otomatik olarak aktarabilir. Winlink ile kullanıldığında, Airmail ayrıca konum raporlama yetenekleri ve katılan Winlink istasyonlarından hangisinin Dünya'nın herhangi bir yerinden çalışacağını belirlemek için bir yayılma tahmin programı içerir. Airmail ayrıca, e-postayı Winlink ağından bağımsız olarak barındırmasına izin veren sınırlı bir posta sunucusu içerir.

Yükleme ve çalıştırma talimatları da dahil olmak üzere Airmail'in bir kopyasını almak için, programı **www.siriuscyber.net/ham. adresindeki Airmail web sayfasından indirin.**

Bir RF bağlantısı mevcut olmadığında (veya gerekli olduğunda) ancak web erişimi mevcut olduğunda, Winlink mesajları bir web arayüzü aracılığıyla alınabilir veya gönderilebilir. Web tarayıcısı erişimi, bulletinler veya dosya ekleri kullanılmadan metin tabanlı mesajlarla sınırlıdır. Winlink posta kutusuna Passwordprotected erişim **www de Winlink sayfası üzerinden kullanılabilir. winlink.org/webmail.** Etkileşimli klavye komutları için bir terminal modu da vardır ve bilgisayarlı yazılım yerine bir terminalin RF aracılığıyla bir RMS'ye bağlanmasına izin verir. Yayın süresinin verimsiz kullanımı nedeniyle, bu yöntem önerilmez, ancak yalnızca mesajların listelenmesi ve silinmesi için kullanılabilir.

Airmail, Winlink radyo işlemlerinin süper hızlı bir kopyasını sağlarken, doğrudan İnternet üzerinden CMS sunucularından birine bağlanır. İnternet üzerinden mesaj alma yöntemi, normalde radyo kanalları üzerinden, ancak İnternet hızlarında kullanılabilen çoklu eklere, katalog bültenlerine ve diğer tüm Winlink hizmetlerine izin verir. Bu hizmeti kullanmak için, bir kullanıcının şu anda bir radyo kullanıcısı olarak listelenmesi ve en yakın CMS sunucusu için bağlantı bilgilerini alması gerekir. Hem Paclink hem de Airmail, TELNET istemci hizmetini destekler. Bu işlem, aynı yazılım konfigürasyonuna sahip sistemin RF bant genişliği kullanmadan yüksek hızda düzenli olarak kullanılmasını sağlar ve RF bağlantısının bulunmadığı sisteme erişmek için tam özellikli bir mekanizma sağlar.



Şekil 15.14 - Winlink sistemi.

muktedir. İnternet erişimine sahip bir Acil Durum Operasyon Merkezi, yazılımdaki küçük bir değişiklikle RF ile TELNET yolunu geri dönüş olarak kullanabilir. Benzer şekilde, bir RV veya deniz kullanıcısı, yazılımı bir İnternet kafesinden veya evden TELNET üzerinden kullanabilir ve yazılımı mobil olduğunda işlevsellikte bir değişiklik yapmadan TNC'ye geri döndürebilir .

WİNLINK ÖZELLİKLERİ

Mobil kullanıcıların neredeyse gerçek zamanlı veri ihtiyaçlarını karşılamak için, Winlinik bir "ondemand" bülten dağıtım mekanizması kullanır. (Bu tür bültenlerin geleneksel AX.25 Paket Bültenleri ile aynı olmadığını unutmayın.) Kullanıcılar önce Airmail'de yönetilen mevcut bir "katalog" listesinden istenen bültenleri seçmelidir. Bülten talepleri bir RMS istasyonu tarafından alındığında, istenen bültenin yerel olarak önbelleğe alınmış yeni bir kopyası teslim edilir. Yerel olarak önbelleğe alınmış yeni bir sürüm mevcut değilse, RMS İnternet'e erişir ve daha sonra RMS'ye indirilen ve ardından kullanıcıya gönderilen bülteni bulur. Küresel katalog şu anda sistemi kullanma talimatları, Dünya haberleri ve korsanlık raporları dahil olmak üzere 700'den fazla mevcut hava durumu, yayılma ve bilgi bülteni içermektedir. Tüm Winlink RMS istasyonları, kullanıcıların herhangi bir RMS'den herhangi bir bültene erişebilmelerini sağlayan tek bir küresel kataloğu destekler. Bültenler temel metin, grafik faks veya uydu görüntüleri, GRİB veya WMO hava durumu raporları gibi ikili veya kodlanmış dosyalar içerebilir. Yerel işleme, görüntüleri HF Pactor iletimine uygun boyutlara yeniden işlemek için kullanılır. Sistem bülten çoğaltılmasını önler ve zamana duyarlı hava bültenlerini otomatik olarak temizler ve bunları mevcut sürümle değiştirir.

Sistem ayrıca, her bir RMS için yerel olan ek bilgileri içeren bültenleri içerme yeteneğine de sahiptir. Bu, özellikle herhangi bir topluluk acil durumunda belirli kurumlar tarafından ihtiyaç duyulan karmaşık bilgi veya talimatlarla ilgili değerli prosedürel bilgileri barındırabilen kamuya açık olmayan emcomm RMS için yararlıdır.

Herhangi bir türde veya sayıda çoklu ikili veya metin tabanlı dosya ekleri, kullanıcının HF AirMail veya standart bir SMTP e-posta istemcisi ile Winlink VHF/UHF Paclink sunucusundaki bir Windows seçim penceresinden gönderilecek dosyayı seçerek bir iletiye eklenebilir. Winlink sistemi üzerinden gönderilen e-posta ileti eklerinin boyutu sınırlı olmalıdır. Kullanıcılara bu sınırın belirlenmesine izin vermek için bir seçenek sunulur. Varsayılan B2F biçimini kullanırken, kullanıcı tarafından seçilen protokol genellikle bir ekin dosya boyutunu belirler. Bir kullanıcı ayrıca dosya eklerini alma yeteneğini de azaltabilir. Bazı dosya eki türleri, kullanıcının virüs saldırılarına karşı korunması için sistemden engellenir.

Winlink ağ yöneticisi, tüm Hindistan'a gönderilen bildirimleri gönderebilir. Vidual Winlink kullanıcıları özel mesaj olarak. Bu, kullanıcıları sistem değişiklikleri, kesintiler, yazılım yükseltmeleri, acil durumlar vb. hakkında bilgilendirmek için değerli bir araçtır.

Sistemin entegre yapısı, basit mesajlaşmanın ötesinde diğer hizmetleri mümkün kılar. Yukarıda belirtilen bülten hizmetleri normal mesajlaşmanın ötesindedir, ancak **Winlink** ayrıca dünyanın herhangi bir yerinden hızlı konum bildirimi sağlar. Bu tesis APRS, ShipTrak ve YotReps ağları ile bağlantılıdır. İt, denizdeki seyir yatlarından gelen hava raporlarını ve hükümet tahmincileri tarafından dünyanın başka hiçbir yerde bulunmayan bölgelerindeki hava gözlemleri için kullanılan YotReps ağı ile bir bağlantıyı destekler. Ayrıca, denizcilik kullanıcısının Ulusal Hava Durumu Servisi'nin NOAA MAROB gönüllü deniz gözlem raporlama programına katılmasına izin verir.

Sisteme adil erişim sağlamak için bireysel kullanıcılara RMS sysops tarafından HF frekanslarında günlük zaman sınırları atanır. Herhangi bir 24 saatlik süre için varsayılan süre 30 dakikadır, ancak kullanıcı gerektiğinde RMS sysop'tan daha fazla zaman isteyebilir. Zaman sınırı her RMS istasyonu için ayrı ayrı geçerlidir. PACTOR-İİ ve PACTOR-IIİ protokollerinin kullanımı, kullanıcıya aynı süre boyunca PACTOR-İ'in üzerindeki mesajların hacminin 18 katına kadar izin veren harika bir zaman aşımıdır.

Sistem, sağlıklı kalmasına yardımcı olmak için bir dizi başka ikincil özelliğe sahiptir. Kapsamlı trafik raporları toplanır, tek tek RMS istasyonlarının durumu izlenir ve sistem bütünlüğünü sağlamak için günlük yedeklemeler tüm RMS istasyonlarında ve Ortak Mesaj Sunucularında otomatik olarak gerçekleştirilir. Güvenlik, virüs tanımlarının güçlü bir şekilde güncellenmesi ve tüm İnternet posta ve dosyaları için otomatik virüs taraması ile sağlanır. Sistem, sistemin kötüye kullanılmasını önlemek için herhangi bir kullanıcıyı hem radyo (frekans bandı) hem de İnternet (e-posta adresi ile) engelleme yeteneğine sahiptir. Spam, güvenli bir'kabul listesi "veya" beyaz liste "metodolojisi kullanılarak kontrol edilir.

15.5.14 D-STAR

D-STAR (Amatör Radyo için Dijital Akıllı Teknolojiler), Amatör Radioin2001 için dijital teknolojileri araştırmak üzere Japonya Amatör Radyo Ligi (JARL) tarafından yapılan araştırmalar sonucunda geliştirilen bir dijital ses ve veri protokolü spesifikasyonudur. Diğer hizmetler için geliştirilen amatörler tarafından kullanılan diğer dijital hava teknolojileri olsa da, D-STAR, büyük bir radyo üreticisi tarafından yaygın olarak kullanılan ve satılan ilk hava protokollerinden biridir. Özellikle amatör hizmet kullanımı için tasarlanmıştır. D-STAR, 2 metre (VHF), 70 cm (UHF) ve 23 cm (1.2 GHz) Amatör Radyo bantları üzerinden bir veri akışı yoluyla hem sesi hem de verileri simpleks veya tekrarlayıcı yoluyla aktarır .

D-STAR protokolü ile ilgili ilginç özelliklerden biri, sistemin Amatör Radyo çağrı işaretlerini sadece bir tanımlayıcı olarak değil, aynı zamanda sinyal yönlendirme için de kullanmasıdır. En yaygın yapılandırma olan D-STAR sisteminin en hayati kısmı, tek bir sistemi bir *güven sunucusu aracılığıyla bir D-STAR ağına bağlayan ağ geçidi sunucusudur*. Güven sunucusu, kullanıcıları ve ilişkili sistemlerini aramak için merkezi, ana bir veritabanı sağlar. Bu, Amatör Radyo operatörlerinin D-STAR ağındaki konumlarından bağımsız olarak kendilerine yapılan çağrılara yanıt vermelerini sağlar. Hemen hemen tüm belgeler İnternet'i bir ağ için bağlantı noktası olarak gösterirken, sinyal gecikmesine bağlı olarak herhangi bir İP ağ bağlantısı çalışacaktır. Şu anda, küresel D-STAR güven sunucusu Dallas, Texas'tan bir grup özel D-STAR meraklısı tarafından sürdürülmektedir - Texas İnterconnect Ekibi .

D-STAR protokolü iki mod belirtir; Dijital Ses (DV) ve Dijital Veri (DD) Protokolde DV modu, 4800 bit/s veri akışı üzerinden 2 metre, 70 cm ve 23 cm'de hem ses hem de düşük hızlı veri kanalı sağlar. Protokolde, DV modu 4800 bit/s'lik bir veri hızı kullanır. Bu veri akışı üç ana pakete ayrılmıştır: ses, ileri hata düzeltme (FEC) ve veri. Veri akışının en büyük kısmı, veri için 1200 bit/s bırakarak, ileri hata düzeltmesine adanmış 1200 bit/s ile toplam 3600 bit/s olan ses paketidir. Bu ek veriler, veri başlığının yanı sıra çeşitli veri bayrakları içerir ve GPS veya seri veriler için yaklaşık 950 bit/s kullanılabilir. Veri akışının bu kısmı, uygulama yazılımında hata düzeltmesi uygulanarak üstesinden gelinen herhangi bir hata düzeltmesi sağlamaz.

Bir DV sinyalini kodlamak ve taşımak için çeşitli teknikler olsa da, D-STAR'ın tasarımının odak noktası RF spektrumunu korumanın en etkili yoluydu. D-STAR'ın "reklamı yapılan" işgal edilmiş bant genişliği 6.25 kHz iken, testler D-STAR sinyalini birleştirmek ve kanal muhafızları için yer sağlamak için 10 kHz'lik bir bant planının yeterli olduğunu ortaya koymaktadır.

DV moduna ek olarak, D-STAR protokolü yüksek hızlı Dijital Veri (DD) modunu özetlemektedir. Bu daha yüksek hız verisi, 128kbit/s, yalnızca 23 cm bandında mevcuttur, çünkü dünya çapında bant planlarında yalnızca 23 cm'de mevcut olan, reklamı yapılan 130 kHz bant genişliği gerektirir. DV modlu tekrarlayıcıların aksine, DD modlu modül, tek bir kanalda hızlı bir [illegible] bir erişim noktası olarak çalışır .

DV modunda olduğu gibi, bir kısmı var

Veri başlığı, çeşitli sistem bayrakları ve diğer D-STAR ile ilgili öğelerle sinyal tanımlama için kullanılan veri akışı. Veri akışının bu kısmı dikkate alındığında, 128 kbit/s yaklaşık 100 kbit/s'ye düşürülür - yine de önemli bir aralıkla çevirmeli bağlantı hızının iki katından fazla. Diğer bir husus, 128 kbit/s'de belirtilen veri hızı brüt veri hızıdır. Bu nedenle, sistem geliştiricileri alan kapsamı/potansiyel kullanıcı sorunu nedeniyle zorlanmaktadır. Bu, sistemin yükselmesi ne kadar yüksek olursa, potansiyel kullanıcılar o kadar fazla olur ve tüm kullanıcılar veri bant genişliğini böldükçe sistem o kadar yavaş olur. Son olarak, paket radyo günlerinden bir sorun var. Teknik olarak, "gizli verici" sorunları için fırsat var ve çarpışmalar meydana gelse de, TR anahtarlaması çok hızlıdır ve bu etki WiFi erişim noktalarında olduğu gibi TCP/İP tarafından ele alınır.

Simpleks kanalı, yalnızca DD modu sistemi kuruluysa, tekrarlayıcı yerinde dupleksleyici ihtiyacını ortadan kaldırır. 23 cm bandına yakın diğer dijital kaynaklardan gelen olası paraziti azaltmak ve yakındaki RF kaynaklarından gelen RF aşırı yükünü azaltmak için bant geçirgen filtre gibi filtreleme yapılması hala tavsiye edilmektedir. Bazı DD modu sistem sahipleri daha fazla hassasiyet veya daha fazla çıkış gücü (10 W) isterken, baskı sırasında hiçbir üretici, sinyalleri artırmak için yeterli bir TR anahtarlama süresine sahip ön amplifikatörler veya RF güç amplifikatörleri geliştirmemiştir.

Şu anda DV modu veri hizmeti sağlayan radyolar, düşük hızlı veri (1200 bit/s) için bir seri bağlantı noktası kullanırken, DD modu radyo, bilgisayar ekipmanlarıyla kolay arabirim oluşturmak için yüksek hızlı (128 kbit/s) bağlantılar için standart bir Ethernet bağlantısı sunar. DD modlu Ethernet jakı, iki radyonun herhangi bir özel yazılım desteği gerektirmeden Ethernet köprüsü görevi görmesini sağlar. Bu, standart dosya paylaşımı, FTP, TELNET, HTTP/web tarama, IRC sohbet veya hatta uzak masaüstü bağlantılarının telle bağlanmış gibi çalışmasını sağlar .

Bir Gateway *yapılandırmasında, tüm kullanıcılar* ağda kayıtlı olmalıdır. Bu, DD modu sysop'a bir yetkilendirme katmanı sağlar, yani birisi bir DD modu sistemi kullanmak isterse ve ağ geçidini kullanmak için yetki almadıysa, DD modu erişimi reddedilir. Ortak ağdaki herhangi bir ağ geçidi kayıtlı kullanıcısı, kayıt bu sistemde yapılmamış olsa bile herhangi bir DD modu sistemini kullanabilir. Amatör Radyo hizmetinde şifreleme kullanamasak da, güvenlik standart yazılımlarda veya tüketici yönlendiricilerinde ve güvenlik duvarlarında uygulanabilir.

Bir D-STAR tekrarlayıcı sistemi en az bir RF modülü ve bir denetleyiciden oluşur. RF modüllerinin herhangi bir kombinasyonu kurulabilirken, tipik olarak tam bir sistem Üç ses modülü (2 metre, 70 cm ve 23 cm) ve 23 cm DD mod modülü. Ağ Geçidi yazılımını çalıştıran çift Ethernet bağlantı noktasına sahip bir bilgisayar, küresel ağa İnternet erişimi için gereklidir. Şemada gösterildiği gibi ek bir sunucu, e-posta, sohbet, FTP, web ve diğer hizmetlerin yerel olarak barındırılması için dahil edilebilir. Bir D-STAR sistemi kurulumunda, standart tekrarlayıcı bileşenleri (boşluklar, izolatörler, antenler vb.) gösterilmez, ancak herhangi bir analog sistemde olduğu gibi gereklidir. Bazı gruplar analog dişlileri çıkardılar ve aynı frekansta D-STAR bileşenleriyle değiştirdiler, güç ve besleme hatlarını bağlamanın ötesinde ek bir çalışma yapılmadı. D-STAR sistemleri hakkında daha fazla bilgi, **Tekrarlayıcılar bölümünde** ve indirilebilir ek içeriğe sahip Dijital İletişim bölümünde bulunabilir.

KULLANICI TARAFINDAN YARATILAN ÖZELLIKLER VE ARAÇLAR

D-STAR, uygulamaları, ürünleri ve yükseltmeleri hızlı bir şekilde geliştiren güçlü bir kullanıcı topluluğundan zaten yararlandı. *DPlus ağ geçidi* eklentisi, yankı testi, sesli mesaj, tüm modüllere simulcast, bağlantı özelliği, ses veya metin mesajlarının oynatılması ve daha fazlası gibi bir dizi yeni özellik sağlar. Ayrıca, dünya çapında çoklu tekrarlayıcı sistemlerini bağlamak için konferans köprüleri gibi davranan bir dizi "D-STAR Reflektör" vardır.

Open D-STAR projesinden gelen diğer projelerden biri de Robin Cutshaw, AA4RC tarafından DV Dongle. DV Dongle, bir bilgisayar kullanıcısının diğer D-STAR ses kullanıcılarıyla EchoLink kullanıcılarının bir PC ile sisteme bağlanabileceği şekilde konuşmasını sağlamak için DSVİ AMBE codec çipi ve bir USB arayüzü içerir. DV Tool yazılımı, çapraz platform desteği sağlamak için Java'da yazılmıştır. DV Dongle jambon radyo bayilerinde mevcuttur ve en son yazılım ve el kitabı indirilebilir **www.opendstar.org/tools.**

AE5PL yaşındaki Pete Loveall, D-STAR GPS verilerini APRS-İS ağına taşıyan bir DPRS-toAPRS ağ geçidi oluşturdu. Doğal olarak APRS RF ağında görünmese de (özellikle İGated olmadıkça), tüm çevrimiçi APRS araçlarında görünür. DPRS, birçok D-STAR ağ geçidinde çalışan DStarMonitor ve **www'deki çoğu bilgisayar için mevcut olan DPRS İnterface ile yazılımda uygulanmıştır. aprs-is.net/dprs. DPRS,** Rich Painter, AB0VO tarafından üretilen µSmartDigi ile donanımda uygulanmıştır. MSmartDigi, bir D-STAR dijital ağ ile bir D-STAR radyo ve bir geleneksel FM radyo aracılığıyla geleneksel bir analog APRS RF ağı arasındaki konum paketleri için bir ağ geçidi görevi görecek şekilde tasarlanmış kompakt, taşınabilir bir TNC sunar. Www'de daha fazla DPRS ve µSmartDigi bilgisi mevcuttur. **Sırasıyla aprs-is.net/dprs ve www.usmartdigi.com**http://www.usmartdigi.com/.

T JZ/ 7M3 AD6GZ Satoshi Yasuda, standart bir simpleks FM radyoya bağlanan ve bir D-STAR radyo kullanıcısının D-STAR ağına erişmesini sağlayan bir D-STAR düğüm adaptörü veya "sıcak nokta" oluşturdu. Sistem, FM donanımının temiz bir sinyal için doğru bir şekilde yapılandırılmasını gerektirir ve yalnızca 6.25 kHz bant genişliği tüketen D-STAR avantajını kaybeder. İt, D-STAR kullanıcılarının, İnternet erişiminin olduğu ve tekrarlayıcı altyapısının bulunmadığı RF üzerinden ağa erişmesine izin verir. Daha fazla bilgi online bulunabilir **www.d-star.asia.**

Dan Smith, KK7DS kamu hizmeti kullanıcıları göz önünde bulundurularak D-RATS'ı geliştirdi. Sohbete ek olarak, D-RATS dosya/fotoğraf indirme bültenlerini, formları, e-postaları ve sofistike bir haritalama yeteneğini destekler. Ayrıca, bir LAN üzerinden bir D-STAR radyo veri akışını paylaşmayı sağlayan bir "tekrarlayıcı" işlevselliğine sahiptir. Tekrarlayıcı özelliği, radyonun bir acil durum operasyon merkezinde olduğu gibi, yazılım kullanıcısından fiziksel olarak ayrılacağı bir ortamda ilginçtir. Dan'de mevcut gelişmeler ve indirmeler var **www.d-rats.com/wiki.**

Bu sadece gerçekleşen gelişimin bir örneğidir ve şüphesiz kullanıcı tabanı arttıkça daha fazla uygulama gelecektir. En e sahip iki web sitesi **vww.dstarusers.org.**

15.5.15 APCO Proje 25 (P25)

Proje 25 (P25) veya APC0-25, Kuzey Amerika'daki kamu güvenliği kurumları tarafından kullanılmak üzere dijital radyo iletişimi için bir standartlar paketidir. P25, Kamu Güvenliği İletişim Yetkilileri Birliği (APCO) tarafından, ilk müdahale ekipleri ve İç Güvenlik/Acil Müdahale uzmanları için ortak dijital kamu güvenliği radyo iletişim standartlarına duyulan ihtiyacı ele almak üzere kurulmuştur. Bu bağlamda, P25, Avrupa Tetra protokolü ile aynı rolü üstlenir, ancak onunla birlikte çalışamaz.

P25, Faz 1'in 1995'te tamamlandığı aşamalar halinde geliştirilmiştir. P25 Faz 1 radyo sistemleri 12.5 kHz analog, dijital veya karışık modda çalışır. Faz 1 radyoları, 4800 baud ve sembol başına iki bitte dijital iletimler için Sürekli 4 seviyeli FM (C4FM) modülasyonu kullanır ve 9600 bit/s toplam kanal verimi elde eder. Veri iletimi durumunda, veri paketleri temelde oluşurHer biri, genel gider bilgilerini içerir, ardından **veriler gelir.** Sayısallaştırılmış ses iletimi durumunda, hata korumalı genel gider bilgilerini içeren bir başlığın iletilmesinden sonra, 2400 bit/s, geç girişe izin vermek için gereken genel gider bilgilerini periyodik olarak tekrarlamaya ayrılmıştır.

(veya başlığın cevapsız alımı).

Birkaç adayı değerlendirdikten sonra, Project 25, 4400 bit/s'de çalışan faz 1 için DVSI'den İMBE (İMproved MultiBand Excitation) vokoderini seçti. Sayısallaştırılmış sesin hata düzeltmesi için ek 2800 bit/s ileri hata düzeltmesi eklenir. Dijitalleştirilmiş ses çerçevesi yapısında 88.9 bit/sn'lik düşük hızlı bir veri kanalı sağlanır ve çeşitli şifreleme biçimleri desteklenir.

P25 Faz 2, trank sistemleri desteği ile iki yuvalı TDMA (Time Division Multiple Access) olarak çalışarak 6.25 kHz'e daha etkili bir bant genişliği azaltımı gerektirir. Bu, zaman senkronizasyonu sağlamak için bir tekrarlayıcı ile çalışırken aynı 12.5 kHz spektrumundan iki kanal sağlar. TDMA zamanlama gereksinimleri, yayınlanan 35 km'ye kadar olan aralığı sınırlar, ancak bu kamu güvenliği kullanıcıları için yeterlidir. İt, 4800 bit/s'ye bit hızı azaltımını sağlamak için DVSI'den daha yeni AMBE (Advanced MultiBand Excitation) codec bileşenini kullanır. Faz 2 telsizleri hala Faz 1 ile geriye dönük uyumluluk sunacaktır. Faz 3 çalışmaları başladı ve ABD'deki yeni 700 MHz bandına erişimi destekleyecek.

P25 telsizleri, acil durum modu, isteğe bağlı metin mesajlaşma, hava programlama/devre dışı bırakma gibi kamu hizmeti kurumlarının ilgisini çeken bir dizi özellik sunar. Daha fazla P25 bilgisi **www'de bulunabilir. apcointl.org/spectrum-management/ resources/interoperability/p25.html .**

15.5.16 Yaesu Sistem Füzyonu

Yaesu, 2013 yılında System Fusion için bir şartname yayınladı ve en yeni DV metodolojisi haline geldi. System Fusion, VHF (144-148 MHz) ve UHF (440-450 MHz) üzerinden C4 FM modülasyonu kullanarak 9600 bps'de 12,5 kHz'lik dar bantlı bir kanalda dijital ses ve verileri destekler. System Fusion üç çalışma modunu destekler: ses tam hız (Voice FR) modu, veri tam hız (Data FR) modu veya ses/veri (V/D) modu. Ses FR modu tipik olarak System Fusion alıcı-vericilerinde "VW'olarak görüntülenir, ses/veri modu" DN'olarak görünür. İki tam hız modu, ilgili ses veya veri yükleri için tüm 9600 bps kanalını kullanırken, *V İD modu* kanalı, birinde ses bilgisi ve diğerinde veri bulunan iki 4800 bps yüküne böler.

Ses modları ayrıca güçlü ileri hata düzeltme (FEC) içerir ve DVSI'den AMBE + 2 (Advanced MultiBand Excitation) CODEC'i kullanır. İn *V İD* modu, ses ve FEC verileri, ses ve FEC yüklerinin ayrı ayrı 3600 bps toplamlarını tükettiği AMBE + 2 "Enhanced Half-Rate" modunu kullanır; başlık, senkronizasyon ve yönlendirme verileri, mevcut 4800 bps'nin geri kalanının çoğunu tüketir. *V İD modunun veri bileşeni,* APRS benzeri işlevsellik sağlamak için GPS bilgisi gibi özellikler için kullanılabilir. Ses FR modu Ses bilgilerinin ve FEC'nin 7200 bps kullandığı AMBE + 2 "Enhanced FullRate" modunu kullanarak kodlar. Voice FR modu en yüksek kalitede ses değişimi sağlar.

Her iletim 960 bayt (100 ms) paket içerir. Her iletim bir başlık paketi (HC) ile başlar, ardından iletişim kanalı paketleri (CC) gelir ve bir sonlandırıcı paketi (TC) ile sona erer. HC ve TC, yönlendirme için kullanılan senkronizasyon bilgilerini, kaynak ve hedef çağrı işaretlerini, ayrıca uplink ve downlink çağrı işaretlerini paketler. *V İD* modunda, CC paketlerinin her biri 40 bayt çerçeve senkronizasyonu, daha sonra 200 bayt çerçeve bilgisi, ardından toplam 960 bayt için 72 bayt interleaved ses ve veri çerçevesi içerir. Ses FR modunda, ilk CC paketi bazı taşma çağrı işareti bilgileri içerir, ancak genellikle ses bilgisi ile 144 bayt çerçevelere bölünür.

Yaesu tekrarlayıcılar, hem FM analog hem de System Fusion dijital modlarında çalışan bir "Otomatik Mod Seçimi" (AMS) ile System Fusion ortamını sunar. Tekrarlayıcılar, modların bir kombinasyonunda yapılandırılabilir. Tekrarlayıcılar tamamen analog modda çalışabilirken, bu, dijital olarak donatılmış kullanıcıların dijital işlemin sunduğu geliştirmelerden yararlanmasını önler. Dijital geliştirmelere yönelik benzer bir cesaretsizlikle, tekrarlayıcılar analog veya dijital alıma izin verecek şekilde yapılandırılabilir, ancak çıkışı yalnızca analoga zorlar. Bu yapılandırma hem analog hem de dijital kullanıcıların bir arada bulunmasına izin verirken, bunu kısıtlı bir şekilde yapar, beyaz gürültü ve tıslama serbest deneyiminin dijital avantajlarını ortadan kaldırır, ayrıca GPS ve çağrı işareti bilgilerini çıkarır. Tamamen dijital modda çalışmak da mümkündür, dijital kullanıcılar için geliştirmeler sunar, ancak diğer DV metodolojilerinde olduğu gibi analog FM işlemlerini etkili bir şekilde "kilitler". Bu genellikle belirli bir alanda çalışan birden fazla System Fusion tekrarlayıcı olduğunda uygulanır.

Daha ilginç (ve yaygın), analog FM'in - analog FM çıkışına ve dijitalin dijital çıkışına izin veren hibrid AMS yapılandırmasıdır. Bu konfigürasyonda, analog kullanıcılar bir tekrarlayıcı ve diğer analog özellikli operatörlerden aniden "bağlantısız" değildir. Ayrıca, dijital kullanıcılar, alıcı-vericileriyle mevcut geliştirmelerden tam olarak yararlanmakta özgürdür. AMS'de yapılandırılan kullanıcıların System Fusion alıcı vericileri ile dijital kullanıcılar, iletim değişimleri arasında tekrarlayıcıya yerleştirilen bir analog çağrıyı duyabilir. Alıcı-vericiler analoga geçecek ve otomatik olarak analog istasyonla iletişim kurmalarını sağlayacaktır. Bu, her iki "kampın" keyfini çıkarması için bir dahil etme ortamı sağlar ve analog kullanıcıların bir kerede bir geçişi zorlamak yerine, seçtikleri bir zamanda System Fusion dijitale yükseltmelerini sağlar.

Analog FM alıcı-vericilerinin dijital aktarımlar sırasında sessiz kalmasını sağlayın Seçilen alma frekansı, ton susturma özelliğinin tekrarlayıcının iletilen sürekli ton kodlu alt duyulabilir susturma (CTCSS) veya dijital kodlu susturma (DCS) sinyaliyle eşleşmesini sağlamak için gereklidir. Analog kullanıcıların alıcı-vericilerinde görsel bir "kanal meşgul" göstergesi izlemek veya bir Meşgul Kanal Kilitleme özelliğini etkinleştirmek, dijital iletişim gerçekleştiğinde kazara girişimi önleyecektir.

15.5.17 Dijital Mobil Radyo-DMR

Dijital Mobil Radyo (DMR), Motorola MOTOTRBO'ya dayanan Avrupa Telekomünikasyon Standartları İnstitute (ETSI) tarafından tanımlanan dünya çapında bir standarttır ve bir dizi üreticinin ticari ürünlerinde kullanılır. İletim standart bir 12.5 kHzwide dar bant kanalına uymasına rağmen, iki zamanlı Zaman Bölmeli Çoklu Erişim (TDMA) olarak yapılandırılmıştır, böylece iki kanal aynı dar bant spektrumuna uyar. Bu, DMR'yi iki 6.25 kHz kanalının eşdeğerini sağlayarak ultra dar bant uyumlu hale getirir.

DMR, ses sesini kodlamak ve çözmek için C4FM modülasyonu ve DVSI AMBE + 2 codec bileşenini kullanır. Her bir TDMA zaman aralığı, 108 bit yük ve zaman aralıkları arasında 2,5 ms koruma süresi ile 30 ms uzunluğundadır. Bir kullanıcı radyosu yalnızca tek bir zaman dilimini kullanarak yayın yapacağından, vericinin açık kalması ve frekansının koruma süresi boyunca yerleşmesini sağlaması için iyi kalitede olması gerekir. Ayrıca, vericinin bir FM veya FDMA tabanlı dijital mod vericisinden farklı olarak yalnızca %50 görev döngüsünde çalıştığı anlamına gelir. Bu, el tipi ünitelerde daha uzun pil ömrü anlamına gelir .

Zamanlama da kritiktir ve bir zaman kaynağı gerektirir. Duringsimplexcommunications, ilk verici zaman kaynağı olur ve tekrarlayıcı sinyal yeniden iletildiğinde bir zaman kaynağı olarak hareket eder. Bu zamanlamanın kritik doğası, sistemin pratik menzilini yaklaşık 50 mil ile sınırlar. Bu, önemli altyapının olduğu ticari iletişim için tamamen kabul edilebilir, ancak uzun menzilli amatör kullanım için bir sorun olabilir.

DMRcovered geleneksel simpleks orrepeater işlemi için orijinal şartname. 2013 yılında trunked işlemi için şartname onaylandı. İt ayrıca, İP (İnternet Protokolü), İP adresli radyolar ve radyoların yeni siteleri taramasına ve edinmesine izin veren bir işaretleme özelliği kullanarak İnternet üzerinden tekrarlayıcı sitelerini bağlama yeteneğine sahiptir.

Birçok dijital modda olduğu gibi, DMR spesifikasyonu sadece radyoların hava üzerinde birlikte çalışmasına izin vermek için hava arayüzünü kapsar. İt, ağ bağlantı protokollerini kapsamaz, bu nedenle bunlar üreticiye özeldir. Motorola'nın İP SiteConnect sistemi Rayfield Communications tarafından e-Bridge adı verilen bir ürünün kullanılmasıyla genişletildi.

Tablo 15.18
Kablosuz ağ frekansları

airMAX	*Ubiquiti*	*ISM*	*Amatör*
M900 900 MHz	902-928	902-928	*902-928*
M2 2.4 GHz	2402-2462	2400-2500	2390-2459
M3 3 GHz[1]	3370-3730		3300-3500
M5 5 GHz	5725-5850	5725-5875[2]	° 5650-5925

1 ABD'den ihracat için
2U-NII: 5150-5350, 5470-5825 MHz 3ARRL Bant Planı

Daha fazla bağlantılı sistem ve daha fazla kullanıcı. Nihai sınır fiziksel olmaktan çok pratik olabilir. Bu, MARC **(www.dmr-marc.net) gibi büyük Amatör Radyo ağlarının oluşturulmasına izin verdi.**

DMR ağları genellikle yerel iletişim için bir zaman dilimi ayırır ve diğeri ulusal veya uluslararası bir bölgedeki bağlantılı işlemler için kullanılır. Radyolara programlanan trunk konuşma grupları hangi bağlantıların kullanıldığını belirler. Bu, radyo için yerel programlama bilgilerini veya önceden var olan bir programlama şablonunu bulmayı gerektirir ve her radyo sistem tarafından kaydedilmeli ve yetkilendirilmelidir. Ayrıntılar ve en son bilgiler çevrimiçi olarak DCI ve MARC web sitelerinde mevcuttur. (DMR hakkında bilgi için Tekrarlayıcılar bölümüne de bakın.)

15.5.18 Yüksek Hızlı Multimedya (HSMM)

Aşağıdaki materyal Glen Popiel, KW5GP tarafından Amatör Radyo için Yüksek Hızlı Multimedya'dan ve David Bern, W2LNX ve Keith Elkin, KB3TCB tarafından 2014 ARRL-TAPR Dijital İletişim Konferansı sunumu "UHF ve Mikrodalga Bantlarında Yüksek Hızlı Kablosuz Ağ'dan alınmıştır. Bu bölüm hızla genişleyen bazı temel unsurları tanımlar Geniş bant-Hamnet ağ teknolojileri ailesi. Ayrıntılı bilgi için KW5GP kitabına bakınız.

Şu anda, Amatör Radyo HSMM ağlarını uygulamak için üç ana teknoloji kullanılmaktadır. HSMM *yüksek hızlı multimedyadır ve* çok çeşitli yazılım ve donanım bileşenlerini kapsar. Broadband-Hamnet (BBHN - **www.broadband-hamnet.org) ve** Amatör Radyo Acil Veri Ağı (AREDN) teknolojileri eşler arası bir ağ topolojisi oluşturmak için kullanılırken, HamWAN bir yıldız topolojisi uygulamak için kullanılır. GGHN ve AREDN teknolojileri 802.1 lg modülasyon yöntemini kullanırken, HamWAN 802.1 ln tabanlı MikroTik Nv2 modülasyon yöntemini kullanır. Her ikisi de TCP/İP tabanlıdır ve hangi ağ - teknolojisini uygulamayı seçtiğinizden bağımsız olarak aynı uygulamaları ve hizmetleri sağlayabilirsiniz. Her ikisi de HSMM ağınızı halka açık İnternet'e bağlamak için bir araç sağlar. Sistemler, **Tablo 15.18'de gösterildiği gibi mikrodalga frekans bantlarının amatör tahsislerinde çalışan ticari sistemleri kullanmaktadır.**

Başlangıçta HSMM-Mesh olarak bilinen BBHN, ucuz, ticari olmayan (COTS) Linksys ve Ubiquiti kablosuz yönlendiricileri kullanır. Yönlendiricilerdeki bellenim, eşler arası örgü topoloji ağında tamamen işlevsel bir düğüm haline gelmek için değiştirilir. The Yönlendirici, yalnızca aynı yazılımı kullanan diğer BBHN cihazlarına bağlanacak şekilde yapılandırılmıştır. Akıllı telefonlar, tabletler ve dizüstü bilgisayarlar gibi amatör olmayan cihazlar BBHN ağını algılayabilir ve görüntüleyebilir, buna bağlanamazlar. Sistem Domain Name Server (DNS) sistemini kullanır ve ayrıca FCC Part 97 gereksinimlerini karşılamak için işaret paketlerinde istasyon çağrı işaretini içerir.

AREDN geliştirme grubu, HSMM ağlarında Ubiquiti serisi kablosuz yollar için yazılım geliştirmeye odaklanmıştır. Mevcut ürün yazılımı, Sanal Özel Ağ (VPN) tünelleme özelliğini içerir. AREDN, BBHN ürün yazılımına dayanarak uygulanır ve BBHN ile aynı eşler arası ağ teknolojisi ile kendi kendini keşfeder, kendi kendini yapılandırır ve kendi kendini reklamlaştırır. Hem BBHN hem de AREDN, taşıyıcı duyulu çoklu erişim (CSMA) teknolojisine dayanmaktadır.

Ham WAN, tüm kullanıcı düğümlerinin (istemci düğümleri olarak da bilinir) doğrudan bir hücre sitesi veya dağıtım düğümü olarak da bilinen merkezi bir düğüme bağlandığı bir yıldız ağı topolojisine dayanır. Hücre bölgeleri tipik olarak diğer hücre bölgeleri arasında noktadan noktaya bir bağlantıya sahiptir. Hücre bölgeleri birbirine bağlanır ve HamWAN ağının omurgasını oluşturur. HamWAN hücre siteleri 3.4 veya 5 GHz'de özel bir bağlantı üzerinden iletişim kurar. Ham WAN istemci düğümleri, zaman bölmeli çoklu erişim (TDMA) teknolojisine izin veren MicroTik Nv2 komut protokollerini kullanır. Ham WAN ayrıca kullanıcıların kimliğini doğrulamak için dijital sertifikalar kullanır.

Amatör yüksek hızlı multimedya ağ hakkında ek bilgi referans kitap ve makale (kitabın online ek bilgiler bakın) ve aşağıdaki web sitelerinde mevcuttur:
www.aredn.org
www.broadband-hamnet.org
www.HamWAN.org

15.6 Dijital mod tablosu

Tablo 15.19 (sayfa 34'te), amatörler tarafından 2013'ün başlarında kullanılan yaygın dijital modların ve bunların birincil özelliklerinin bir özetidir. Aşağıdaki metin üst düzey karşılaştırmalar yapmayı amaçlamaktadır. Bu modlar hakkında daha fazla bilgi için bu bölümün önceki bölümlerine bakın. Bu tablo veBir dizi dijital mod varyantı için izin verilen en düşük frekansı gösteren postalanmış liste, indirilebilir ek içeriğe sahip bir PDF dosyası olarak da mevcuttur.

Birçok modun bir dizi çeşidi vardır, en yaygın olanı tabloda gösterilir. Yüksek güvenilirlik, düşük veri hızı modları HF'de daha yaygındır. Bantların bulunduğu VHF/UHF'de daha yüksek veri oranları mevcuttur Daha az gürültü var ve güvenilir hale getirmek için daha az çaba gerektirir. Bazı modlar, Joe Taylor, KUT tarafından *WSJT olarak oluşturulan meteor saçılması, moonbounce ve beaconing modları gibi çok özel kullanım amaçlarına sahiptir (Yapısal* Dijital Modlar bölümüne bakın).

Yüksek güvenilirlik modlarında veri hızı ve bit hızı arasında önemli bir fark olabilir. Veri hızı, bit hızının paket ve hata düzeltme yükünü içerdiği durumlarda iletilen kullanıcı verilerinin miktarıdır. Bu oranlardan bazıları yaklaşıktır ve koşullara ve kullanılan modun varyantına bağlı olarak değişebilir. Sembol oranı, modülasyon şemasının bir fonksiyonudur ve verileri iletmek için kaç eşzamanlı taşıyıcı kullanılır.

Veri gönderirken hata işleme mekanizması dikkat edilmesi gereken kritik bir noktadır. Bazı modlar hata işleme içermez, bu da hataların algılanmadığı ve daha yüksek bir protokol katmanında (**AX.25** pakette olduğu gibi) ele alınması gerektiği anlamına gelir. İleri hata düzeltme (FEC), her pakette gönderilen verilerin bir parçası olarak hataları gerçek zamanlı olarak ele almak için en iyi çabayı gösterir. FEC, her pakete önemli miktarda ek yük ekleyebilir ve hatasız teslimatı garanti etmez, ancak modu yüksek gürültülü ortamlarda sağlam hale getirir. Otomatik Yeniden Deneme İsteği (ARQ), verilerin hatasız teslim edilmesini garanti edebilir, ancak alınan verileri gerçekten düzeltme yeteneğine sahip değildir. FEC ve ARQ kombinasyonu, küçük hataların gerçek zamanlı olarak düzeltilmesine ve büyük hataların yeniden deneme isteği oluşturmasına izin verir.

15. 7 Sözlük

ACK - Teşekkür, bir iletim bloğunun doğru alındığını belirtmek için gönderilen kontrol sinyali.
Adres - Bir kaynağı veya hedefi tanımlayan bir karakter veya karakter grubu.
AFSK - Ses frekansı-shift anahtarlama.
ALE - Otomatik bağlantı kuruluşu.
Algoritma - Sayısal yöntem veya süreç.
APCO - Kamu Güvenliği İletişim Görevlileri Birliği.
ARQ - Otomatik Tekrar reQuest, bir hata gönderme istasyonu, gönderdikten sonra
Bir veri bloğu, son bloğun tekrarlanıp tekrarlanmayacağını veya bir sonrakine geçip geçmeyeceğini belirlemek için bir yanıt (ACK veya NAK) bekler.
ASCII - Amerikan Ulusal Standart Kodu için İnformation İnterchange, yedi bilgi biti oluşan bir kod.
AX.25 Amatör paket radyo bağlantı katmanı protokolü .
Baud - Saniyede ayrı koşulların veya olayların sayısına eşit bir sinyal hızı birimi. (Bir darbenin süresi 20 ms ise, sinyal hızı 50 baud veya 0.02'nin tersi, kısaltılmış Bd).
Baudot kodu - Beş bitin bir karakteri temsil ettiği kodlanmış bir karakter kümesi. ABD'de ITA2 başvurmak için kullanılır.
Bell 103 - 1170 ve 2125 Hz merkezli tonların 200-Hz-shift FSK'sini kullanan 300 baud tam çift yönlü modem.
Bell 202 - VHF FM paket radyo için kullanılan 1200-Hz işaretli, 2200-Hz alanlı 1200 baud modem standardı.
BER - Bit hata oranı. ***BERT*** - Bit hata oranı testi.
Bit doldurma - Karelerin başında ve sonunda olmayan bayrakların kazara oluşmasını önlemek için bir çerçevede Os'un kullanılması ve silinmesi.
Bit- İkili rakam, tek bir sembol , içinde İkili terimler ya bir ya da sıfır.
Bit/s veya bps - Saniyede bit.
Bitmap - **Raster'e bakın.**
Bit hızı - Bitlerin bit/s veya bps olarak iletildiği hız. **Brüt (veya ham) bit hızı,** amaçtan bağımsız olarak iletilen tüm bitleri içerir. **Net bit hızı (iş hacmi olarak da adlandırılır)** yalnızca verileri temsil eden bitleri içerir.
BLER - Blok hata oranı.
BLERT - Blok hata oranı testi. ***BPSK*** -Binary faz kaydırmalı anahtarlama Veri sembollerini temsil etmek için kullanılan iki faz kombinasyonu vardır.
Bit-A ***grubu,*** genellikle sekiz. ***Önbellek*** - Gelecekteki kullanım beklentisiyle verileri veya paketleri depolamak, böylece yönlendirme veya teslimat performansını artırmak .
Kanal - Verilerin iletildiği ortam.
Sağlama toplamı - Bir paket veya mesajdaki tüm karakter değerlerinin toplamını temsil eden veriler.
CLOVER - Hal Communications tarafından geliştirilen dijital iletişim sisteminin ticari adı.
COFDM - Kodlu Ortogonal Frekans Bölümü Multipleks, OFDM artı hata düzeltme ve gürültü bağışıklığı sağlamak için kodlama.
Kod - Verileri temsil etme yöntemi. ***Codec*** - Verileri sıkıştırmak ve sıkıştırmak için algoritma.
Çarpışma - İki veya daha fazla iletim aynı anda meydana geldiğinde ve amaçlanan alıcılara müdahale ettiğinde ortaya çıkan bir durumdur.
Sıkıştırma - Bir sinyali veya veri kümesini temsil etmek için gereken veri miktarını azaltma yöntemi. **Dekompresyon,** sıkıştırma işlemini tersine çevirme yöntemidir.
Takımyıldız - Bir QAM veya diğer karmaşık modülasyon şemasında faz ve genliğin çeşitli kombinasyonlarını temsil eden bir dizi nokta.
Çekişme - İki veya daha fazla istasyon aynı anda iletmeye çalıştığında ortaya çıkan bir iletişim kanalındaki koşul.
Kontrol karakterleri - Bir protokolde özel anlamlara sahip veri değerleri, belirli işlevlerin gerçekleştirilmesine neden olmak için kullanılır.
Denetim alanı - HDLC çerçevesindeki komutları veya yanıtları ve sıra numaralarını içeren 8 bitlik bir desen.
Evrişim - Sinyalleri zaman içindeki davranışlarına göre birleştirme veya karşılaştırma işlemi.
Döngüsel Artıklık Kontrolü (CRC) - Bir paket veya mesajdaki tüm karakter değerlerini temsil eden bir hesaplamanın sonucu. CRC sonucu ile gönderilir Bir iletim bloğu. Alıcı istasyon, iletilen veri bütünlüğünü kontrol etmek için alınan CRC'yi kullanır.
Datagram - Bağlantısız bir protokolde bir veri paketi.
Veri akışı - Hava veya ağ üzerinden bilgi akışı.
DBPSK - Diferansiyel ikili faz kaydırmalı anahtarlama .
Dibit - İki bitlik bir kombinasyon .
DQPSK - Differential quadrature phaseshift anahtarlama.
Domino - Bazı açılardan MFSK15 benzer bir konuşma HF dijital modu.
DRM - Dijital Radyo Mondiale. Yayıncılardan oluşan bir konsorsiyum, 100 kHz ile 30 MHz arasındaki bantlarda dijital ses yayını için bir sistem geliştiren üreticiler, araştırma ve devlet kuruluşları.
DV -Digital ses.
Emisyon - Alr üzerinden iletilen bir sinyal.
Kodlama - Verileri belirli bir kodla temsil edilen bir forma dönüştürmek.
Şifreleme - İletilen bir mesajın anlamını gizlemek amacıyla kodları kullanma ve kodlama işlemi. **Şifre çözme,** orijinal verileri kurtarmak için şifreleme işlemini tersine çevirir.
Hata Düzeltme Kodu (ECC) - İletim hatalarını onarmak için kullanılan kod.
Göz deseni - Seri dijital akışın şeklini ve herhangi bir bozulmayı gözlemlemek için bir veya daha fazla göz şeklinde bir osiloskop ekranı.
Hızlı Fourier Dönüşümü (FFT) - Dalga formunun örneklenmiş değer kümesinden bir sinyalin spektrumunu üreten bir algoritma.
FEC- İleri hata düzeltme. ***Çerçeve -*** Tek paket veya set olarak iletilen veri kümesi.
Faks (faks) - Sabit görüntülerin, yarı tonlu veya tonsuz, kalıcı bir biçimde çoğaltılması amacıyla iletilmesi için bir telgraf biçimi .
FCS - Çerçeve kontrol sırası. (ayrıca bkz. **CRC)**
FDM - Frekans bölmeli çoğullama.
FDMA - Frekans bölümü çoklu erişim.
FEC- Forward hata düzeltme, iletilen verilerin alıcı istasyonun bazı hataları düzeltmesine izin verecek kadar gereksiz olduğu bir hata kontrol tekniğidir.
FSK - Frekans kaydırmalı anahtarlama .
Gri kod - Sıralı sayısal değerler arasında değişen bit sayısını en aza indiren bir kod.
G-TOR, Kantronics tarafından geliştirilen bir dijital iletişim sistemidir.
HDLC - ISO 3309'da belirtildiği gibi üst düzey veri bağlantısı kontrol prosedürleri.
Hellschreiber - Metin iletimi için bir faks sistemi.
Host- Paket radyoda kullanıldığı gibi, uzak istasyonlar tarafından erişilebilen uygulama programlarına sahip bir bilgisayar.
/ AS - ITU standardı olarak belirli bir karakter kümesini belirleyen Uluslararası Alfabe .

(Sözlük 36. sayfada devam etti)

Tablo 15.19

Amatör Radyoda Kullanılan Dijital Modülasyon Modları ve Formatları

Tanımlar ve kısaltmalar için bu bölümün metnine bakın

En Düşük İzin Verilen Frekans, bu emisyonun Bölüm 97.307 sınırlarına göre kullanılabileceği en düşük amatör frekanstır.

Sembol oranı ve bant genişliği. Herhangi bir frekans listelenmemişse, emisyona tüm veri segmentlerinde izin verilir.

Çevrimiçi ek materyaldeki "Dijital Modlar - İzin Verilen En Düşük Amatör Frekans" ek PDF dosyasına da bakın

Bu kitaba eşlik ediyor.

Mod veya Biçim Adı	*Geliştirici*	*Müdür Freq*	*Müdür Uygulama*	*En düşük izin verilen Frekans*	*Veri Hızı (bit/sn)*	*Bit hızı (bit/sn)*
ALE	MIL-STD-188-141, FED-STD-1045	HF	Veri		<375	375
AMTOR-A	G3PLX	HF	Veri		53	114
AMTOR-B	G3PLX	HF	Veri		57	114
AORAMBE	AOR Corp	HF	Ses, Veri		2400	3600
APCO P25	APCO	VHF	Ses	50 MHz	6800	9600
Chip64	IZ8BLY	HF	Keyboarding		21.1/37.5	300
YONCA-İ	Hal Comm.	HF	Veri		< 37.5-750	62.5-750
CLOVER-2000	Hal Comm.	HF	Veri		108-1994	500-3000
DMR	Motorola	VHF	Ses	50 MHz		9600
Domino	ZL2AFP	HF	Keyboarding		31/44/62?	31/44/62
DominoEX	ZL 1BPU	HF	Keyboarding		(<15.63)-86.13	15.63-86.13
D-Star (DV)	JARL	VHF	Ses ve veri	28 MHz		4800
D-Star (DD)	JARL	UHF	Veri	902 MHz	72k-124k	128000
Faks		HF	İmage			
FDMDV	G3PLX/HB9TLK	HF	Ses		1450	1450
FSK441	K1JT	VHF	Meteor saçılımı	28 MHz	882	882
FFST4 *	, ,	LF-MF	Zayıf sinyal		1.49	6.18
FST4W *	, ,	LF-MF	Zayıf sinyal feneri		0.457	2.92
FT4	,	HF	Yarışmalar		15.3	41.67
FT8	,	HF	DXing		6.1	18.75
G-TOR	Kantronics	HF	Veri		35/75/115	80/160/240
Hellschreiber (Feld)	Rudolf cehennem	HF	Keyboarding		2.5 char/s	122.5
JT4 *	K1JT	V/UHF	Moonbounce		1.64	8.75
JT9 *	K1JT	MF-VHF	Zayıf sinyal		1.47	5.21
JT65 *	K1JT	V/UHF	Moonbounce		1.54	16.1
MFSK16	ZL1BPU/IZ8BLY	HF	Klavye, Veri		31.25	62.5
MSK144	,	VHF	Meteor saçılımı	50 MHz	1069.4	2000
MT63	SP9VRC	HF	Keyboarding		35/70/140	320/640/1280
Olivia	SP9VRC	HF	Keyboarding		8.75/17.5	78.13/156.25
Paket (Bell202)		VHF	Veri	28 MHz	<1200	1200
PACTOR-İ	DL6MAA/DF4KV	HF	Veri, Winlink e-posta		51.2/128	100/200
PACTOR-II	Spec. com. Sys.	HF	Veri, Winlink e-posta		100-700	200-800
PACTOR-IIİ.	Spec. com. Sys.	HF	Veri, Winlink e-posta		85-2722	200-3600
PSK31	G3PLX	HF	Keyboarding		31.25	31.25
Q65 *	,	V/UHF	Dağılın, Moonbounce		1.51	10.0
QPSK31	G3PLX	HF	Keyboarding		31.25	62.5
PSK63/125		HF	Keyboarding		62.5/125	62.5/125
QPSK62/126		HF	Keyboarding		62.5/125	125/250
Q15X25	SP9VRC	HF	Veri		300/1200/2400	2500
RTTY (Baudot)		HF	Keyboarding,		30.3	45.45
SSTV (geleneksel)	W ~ ORX	HF	İmage		8 s/çerçeve	
SSTV Martin M1	Martin Emmerson	HF	İmage		114 s/çerçeve	
SSTV Scottie S 1	Eddie Murphy	HF	İmage		110 s/çerçeve	
Sistem Füzyonu	Yaesu	VHF	Ses, veri	50 MHz		9600
Throb	G3PPT	HF	Keyboarding		10/20/40 wpm	
WİNMOR	KN6KB	HF	Winlink e-postası			62.5-3750
WSPR (MEPT-JT)	K1JT	HF-VHF	Zayıf sinyal feneri		0.45	2.93

* Bir dizi alt kod mevcuttur.

Sembol oranı (baud)	*Modülasyon ("N-" çoklu taşıyıcı anlamına gelir)*	*Hata işleme*
125	8FSK	FEC
114	FSK	ARQ
114	FSK	FEC
50	36-QPSK	FEC
4,800	4FSK/QPSK	FEC
300	DBPSK-DSSS	FEC
31.25	4- (2-16) DPSK/(2-4) DASK	FEC/FEC +
62.5	8- (2-16) DPSK/(2-4) DASK	FEC/FEC +
4800	4FSK/QPSK/C4FM	FEC
7.8/11/15.6	16FSK	Hiçbir şey
3.9-21.5	18FSK	Yok/FEC
4800	GMSK/QPSK/4PSK 0.5	FEC
128000	GMSK/QPSK/4PSK 0.5	FEC
120 1 PM	FM, 1500-2300 Hz	Hiçbir şey
50	15-QPSK	Hiçbir şey
441	4FSK	Hiçbir şey
3.09	4-GFSK	FEC + CRC
1.46	4-GFSK	FEC + CRC
20.833	4-GFSK	FEC + CRC
6.25	8-GFSK	FEC + CRC
100/200/300	FSK, 170/200 Hz kaydırma	FEC + ARQ
122.5	SOR	Hiçbir şey
4.375	4FSK	FEC
1.736	9FSK	FEC
2.69	65FSK	FEC
15.625	16FSK	FEC
2000	OQPSK	FEC + CRC
5/10/20	64-DPSK	FEC
15.63/31.25	32-FSK	FEC
1200	FSK	ARQ
100/200	FSK, 200 Hz kaydırma	ARQ
100	,	FEC + ARQ
100	(2-18) - DBPSK/DQPSK	FEC + ARQ
31.25	BPSK	Hiçbir şey
1.667	65FSK	FEC + CRC
31.25	QPSK	FEC
62.5/125	BPSK	Hiçbir şey
62.5/125	QPSK	FEC
83.33	15-QPSK	FEC + ARQ
45.45	FSK, 170 Hz kaydırma	Hiçbir şey
120 satırlık B/W	FM, 1200-2300 Hz	Hiçbir şey
240 satırlık RGB	FM, 1200-2300 Hz	Hiçbir şey
240 satırlık RGB	FM, 1200-2300 Hz	Hiçbir şey
4800	4FSK/QPSK/C4FM	FEC
1/2/4	9FSK/2-9FSK	Hiçbir şey
31.25/62.5	(1-15) -QPSK/16QAM/4FSK	FEC + ARQ
1.46	4FSK	FEC

İnformasyon alanı - Aktarılacak zekayı içeren herhangi bir bit dizisi.
İnterleave - Birden fazla veri akışını tek bir akışta birleştirin veya veri akışını kullanılan modülasyon ve kanal özellikleri için optimize edecek şekilde değiştirin.
İP - İnternet Protokolü, İnternet'teki adresler arasında bilgi yönlendirmek için kullanılan bir ağ protokolüdür.
ISO - Uluslararası Standardizasyon Örgütü.
ITU - Uluslararası Telekomünikasyon Birliği, Birleşmiş Milletler'in özel bir ajansı**.** **(www.itu.int. bakınız)** ITU'nun ITU-T-Telekomünikasyon Standardizasyon Sektörü, eskiden CCITT.
Jitter - Dijital sinyalde zamanlama veya fazda istenmeyen değişiklikler.
Katman - İn iletişim protokolleri, bir referans modeldeki katmanlardan veya seviyelerden biri.
En az önemli bit (LSB) - En küçük değeri temsil eden bir bayt veya kelimedeki bit .
Seviye 1 - OSİ referans modelinin fiziksel katmanı.
Seviye 2 - OSİ referans modelinin bağlantı katmanı.
Seviye 3- OSİ referans modelinin ağ katmanı.
Seviye 4 - OSİ referans modelinin transfer katmanı.
Seviye 5 - OSİ referans modelinin oturum katmanı.
Seviye 6 OSİ referans modelinin sunum katmanı.
Seviye 7 - OSİ referans modelinin uygulama katmanı.
Kayıpsız (sıkıştırma) - Orijinal verilerin tam bir kopyasıyla sonuçlanan sıkıştırma yöntemi
Kayıplı (sıkıştırma) - Orijinal verilerin bir kısmının kaybolduğu sıkıştırma yöntemi
MFSK16 - Çok frekanslı vardiya iletişim sistemi
Modem - Modülatör-demodülatör, bir veri terminali ve iletişim hattı (veya radyo) arasında bağlanan bir cihaz. Data **set olarak da adlandırılır.**
En önemli bit (MSB) - En büyük değeri temsil eden bir bayt veya kelimedeki bit.
Multicast- Veri paketlerini birçok kullanıcıya dağıtmak için tasarlanmış bir protokol Kullanıcı ve veri kaynağı arasında iletişim olmadan.
MSK - Hz'deki kaymanın bit/s'deki sinyal hızının yarısına eşit olduğu frekans kaydırma anahtarlaması.
MT63 - PSK3 l ve RTTY'ye benzer bir klavye-klavye modu.
Nibble - Dört bitlik bir miktar. Yarım bayt.
Düğüm - Bir ağ içinde, genellikle iki veya daha fazla bağlantının bir araya geldiği, anahtarlama, rutin ve konsantre işlevlerini yerine getiren bir nokta.
OFDM - Ortogonal Frekans Bölmeli Çoklayıcı. Aralarındaki paraziti azaltacak şekilde aşamalı olan aralıklı alt taşıyıcıları kullanma yöntemi.
OSİ-RM - ISO 7498'de belirtilen Açık Sistemler Bağlantı Referans Modeli ve ITU-T Öneri X.200.
PACTOR - Special Communications Systems GmbH & Co KG (SCS) tarafından sunulan dijital iletişim protokollerinin ticari adı.
Paket - İ) Radyo: AX.25 protokolünü kullanarak iletişim. 2) Veri: Belirli bir protokol için iletilen veri yapısı (ayrıca bkz. **çerçeve.)**
Eşlik (eşlik kontrolü) - Bit sayısı bayt, kelime veya paket gibi belirli bir veri öğesindeki belirli bir değerle. Parite tek veya çift olabilir**. A paritesi Bit** element paritesi hakkında bilgi içerir.
Pixel - "Resim öğesi" için kısaltma. ***İlkel*** - Bir çizim veya konuşma gibi bir sinyal veya veri kümesi oluşturmak için bir talimat.
Project 25 APCO için geliştirilen ve P25 olarak da bilinen dijital ses sistemi.
Protokol - Bilgi alışverişi için resmi kurallar ve prosedürler.
PSK - Faz kaydırmalı anahtarlama .
PSK31 - Peter Martinez, G3PLX tarafından geliştirilen dar bant dijital iletişim sistemi.
QAM Quadrature Genlik Modülasyonu. Eş zamanlı faz ve genlik modülasyonu yöntemi. Ondan önce gelen sayı, örneğin 64QAM, her semboldeki ayrı aşamaların sayısını gösterir.
QPSK - Sembolleri temsil eden dört farklı sinyal fazı kombinasyonunun bulunduğu dörtlü faz kaydırma anahtarlaması.
Raster (resim) - İmages, piksel olarak adlandırılan bireysel veri öğeleri olarak temsil edilir .
Router - Bir ağ paket anahtarı. İn paket radyo, paketleri yönlendirebilen bir ağ seviyesi röle istasyonu.
RTTY - Radyoteletip.
Örnek - Bir analog sinyali bir dizi dijital değere dönüştürün.
Shift - İ) Bir FSK veya AFSK sinyalindeki işaret ve uzay frekansları arasındaki fark. 2) RTTY'deki LTRS ve FİGS gibi karakter kümeleri arasında değişiklik yapmak.
SSID - İkincil istasyon tanımlayıcısı. İn AX.25 bağlantı katmanı protokolü, aynı çağrı işareti altında çalışan birkaç paket radyo istasyonunu tanımlamak için çok amaçlı bir oktet.
Durum - Genlik veya faz gibi verileri temsil etmek için kullanılan sinyal özelliklerinin özel kombinasyonu.
Start (stop) bit- *Veri* baytının başında (sonunda) alıcı ekipmanı senkronize etmek için kullanılan sembol.
Sembol - Belirli bir sinyal olayını temsil eden bir iletimin durumundaki belirli durum veya değişiklik. **Sembol oranı,** birim başına iletilen sembol sayısıdır Zamanın (**ayrıca baud bakınız).**
TAPR - Tucson Amateur Packet Radio Corporation, dijital mod geliştirme dahil kar amacı gütmeyen bir organizasyon.
TDM - Zaman bölmeli çoğullama.
TDMA - Zaman bölmeli çoklu erişim**.** ***Throb*** -A çoklu frekans değiştirme modu gibi MFSK15.
TNC - Terminal düğüm denetleyicisi, paketleri (çerçeveleri) birleştiren ve söken bir cihaz.
Trellis - Verileri temsil eden izin verilen sinyal durumları kombinasyonu kümesi. (Ayrıca bkz Viterbi **kodlama ve takımyıldızı .)**
Geri dönüş süresi - Gereken süre Yayılma, modem ters çevirme ve alıcı-vericinin alıcı-alma anahtarlama zamanının gerektirdiği yarı-dubleks devrenin yönünü tersine çevirmek.
Unicast - Bilginin bir ağdaki tek bir nokta çifti arasında değiştirildiği bir protokol.
Varicode - Farklı veri değerlerinin farklı uzunluklarda kodlarla temsil edildiği bir kod.
Vektör - İmage, çizim talimatlarının bir koleksiyonu olarak temsil edilir.
Word- Bir bayttan daha büyük bit kümesi.

15.8 Kaynaklar ve Bibliyografya

D. Bern, W2LNX ve K. Elkin, KB3TCB, "UHF ve Mikrodalga Bantlarında Yüksek Hızlı Kablosuz Ağ", *QST, Kasım* 2015, s. 33-37

E. Bern, W2LNX ve K. Elkin, KB3TCB, "UHF ve Mikrodalga Bantlarında Yüksek Hızlı Kablosuz Ağ", **tapr.org/pdf/ DCC2014-High-Speed-WirelessNetworking-UHF-Microwave-BandsW2LNX presentation.pdf**

F. Bombardiere, K2MO, "A Quick-Start Guide to ALE400 ARQ FAE", *QST,* Haziran 2010, s. 34-36 .

G. Ford, WB8IMY, *HF Digital ile Yayına Başlayın, 2.* baskı, ARRL, 2018.

H. Ford, WB8IMY, *HF Dijital El Kitabı, 4.* baskı, ARRL, 2007 (baskı dışı).

İ. Ford, WB8IMY, *VHF Dijital El Kitabı,* ARRL, 2008 (baskı dışı).

J. Franke, K9AN ve J. Taylor, KUT, "JT65 (63,12) Reed-Solomon Kodu için Açık Kaynaklı Yumuşak Karar Çözücü", *QEX, Mayıs/Haziran. 2016*, s. 8-17 .

S. Franke, K9AN ve J. Taylor, KUT, "MeteorScatter İletişimi için MSK144 Protokolü", *QEX, Sep./Ekim* 2018, s. 30- 36.

T. Franke, K9AN, B. Somerville, G4WJS ve J. Taylor, KUT, "FT4 ve FT8 İletişim Protokolleri*", QEX, Jul., Ağustos* 2020, s. 7 - 17.

B.P. Lathi, *Modern Dijital ve Analog İletişim Sistemleri, Oxford* University Press, 1998.

"İletim Yöntemleri El Kitabı - Referans Belgesi ", Rohde & Schwarz, 2014, **kaynaklarda mevcuttur. rohde-schwarz-usa.com/c/manual-oftransmissi-2**

N. Palermo, IV3NWV, "Q-ary - RepeatAccumulate Kodları Zayıf Sinyaller için İletişim **", microtelecom.it/ qracodes/QRACodes-RevlO.pdf**

G. Popiel, KW5GP, *Amatör Radyo için Yüksek Hızlı Multimedya,* ARRL, 2016

H. Sklar, *Dijital İletişim, Temel Bilgiler ve Uygulamalar, Prentice* Hall, 1988.

Yaesu System Fusion Standard, "Amatör Radyo Dijital Standartları" vl.0 15 Ocak 2013, rev 1.01 18 Nisan 2013, **www'den indirilebilir. yaesu.com.**

J. Taylor, KUT, "JT65 İletişim Protokolü*", QEX,* Sep./Ekim 2005, s. 3.

K. Taylor, KUT ve B. Walker, WIBW, "Dünya Çapında WSPRing", *QST,* Kasım 2010, s. 30.

L. Taylor, KIJT, *"WSJT:* VHF Meteor-Saçılma İletişimi için Yeni Yazılım", *QST, Aralık* 2001, s. 36-41.

İçerik

Bölüm 16 - İndirilebilir Ek İçerik Makaleleri

- John Post tarafından Yüksek İrtifa Balonu için Basit Bir Sensör Paketi, KA5GSQ
- APRS Bob Simmons tarafından tanıtıldı, WB6EYV
- Pat Cain tarafından bir Smartphone ile APRS, K0PC
- ARRL Eğitim ve Teknoloji Programı Uzay/Deniz Şamandırası Mark Spencer, WA8SME
- Fox-1 Uydu Telemetrisi - Bölüm 1: Uyduda Burns Fisher, W2BFJ
- Fox-1 Uydu Telemetri- Bölüm 2: FoxTelem Chris Thompson tarafından, AC2CZ
- Bütçede Yakın Uzaya Dokunmak, Paul Verhage, KD4STH
- Yüksek İrtifa Platformları - Paul Verhage, KD4STH tarafından Powerpoint sunumları ve PDF makaleleri koleksiyonu içeren klasör

Bölüm **16**

Amatör radyo veri platformları

Bu bölüm, amatör iletişimin bilimsel deneylerin temel bir unsuru olarak artan kullanımını ele almaktadır. Veri toplamak ve izlemek için amatör araçların kullanılması, bugün bu amaç için kullanılan en popüler platform olan yüksek irtifa balonlarına odaklanmaktadır. Dronlar ve roketler gibi diğer platform türleri de bunları denemek ve kullanmaktan zevk almak için kullanılır. Amatör Radyo, kullanımlarını desteklemede önemli bir rol oynar.

Bölüm, bu platformlarda veri toplamak için ne tür sensörlerin ve dönüştürücülerin kullanıldığının tartışılmasıyla başlar. Navigasyon ve telemetri akışları da veri toplamak ve platformu çalıştırmak için temeldir. Çeşitli telemetri ve konum verileri, bilgilerin platformdan nasıl iletildiğinin gözden geçirilmesi ile birlikte burada ele alınmaktadır. (Modların açıklamaları için Dijital Protokoller ve Modlar bölümüne bakın.)

Gelecekteki sürümler, kapsamı ek teknolojilere, platformlara ve uygulamalara genişletmeye devam edecektir. Bu baskıdaki materyaller Paul Verhage, KD4STH ve Bill Brown, WB8ELK tarafından güncellendi.

Bilim deneyleri yapan ve mobil zanaat işleten amatörler, kıtaları ve tüm okyanusları geçerken bile, veri bağlantıları ve kontrol sinyalleri için sık sık Amatör Radyo kullanırlar! *Bu tür platformlar* balonları ve çok rotorlu kopterleri içerir. Diğerleri kara tabanlıdır (hava istasyonları, hayvan izleme veya robotlar gibi) veya deniz (okyanus veya nehir şamandıraları veya gezginler). CubeSats **(www.cubesat.org) ayrıca** Amatör Radyo kontrolü ve veri bağlantıları kullanır.

Bu platformları oluşturmak çeşitli teknik alanları birleştirir: olayları ve olayları ölçmek için sensörler ve veri toplama sistemleri, platformu oluşturmak için mekanik ve elektrik mühendisliği, 3 boyutlu navigasyon ve veri bağlantısı ve ilgili radyo teknolojileri. Bu melezler, deneycileri ve bilim adamlarını Amatör Radyo'ya çekiyor, tıpkı kablosuz çağın şafağında çekildikleri gibi.

Bilimsel deneylerin desteklenmesi, Amatör Radyo'nun yeni bir yönü değildir - amatörler, 1923'te Tom Mix, 1 TS, kaşif MacMillan'a Kuzey Kutbu'na *Bowdoin'de eşlik ettiği zamandan beri bilimi desteklediler.* Amatörler, Deniz Laboratuvarı'na iyonosferin varlığının kurulmasına yardımcı olan dinleme testlerinde yardımcı oldular. Hikaye, 1930'larda Grote Reber, W9GFZ ve radyo astronomisi, 1957-1958 İnternational Jeofizik Yılı boyunca jambonların geniş katılımı, yaban hayatı izleme, yayılma raporlama, uydu yapımı ve diğer birçok örnekle devam etti. Son zamanlarda, yüzlerce amatör toplam güneş tutulmasının HF yayılımı üzerindeki etkisini gözlemlemek için Güneş Tutulması QSO Partisine (hamsci.org) katıldı. Hiç şüphe yok ki, FCC Bölüm 97.1'in yerine getirilmesi, jambonlar teknolojiyi yeni kullanımlara uyarlayarak "radyo sanatını geliştirmeye" devam ettikçe gelişiyor.

Bu bölüm dört bölümden oluşmaktadır: platforma genel bakış, sensörler, telemetri ve navigasyon ve platform tasarımı. Amaç, etkili bir platform oluşturmak için gerekli mühendisliği kapsamaktır. Bu faaliyetlerdeki hızlı inovasyonun tanınmasıyla, bu bölüm gelecekteki baskılarda değişecektir. Yeni dijital protokoller ve minyatür telemetri ve ses-görüntü vericileri görmeyi bekliyoruz. Taşınabilir-mobil güç kaynaklarında ve antenlerinde çok sayıda ilerleme olacak.

Her ne kadar *ARRL El Kitabı eksiksiz* olmaya çalışsa da, bu çabaların tüm yönlerini kapsayan bu kitabın kapsamı dışındadır. Bu bölümün sonundaki Referanslar ve Bibliyografya bölümünde belirtilen dergiler ve web siteleri, platformlar ve teknoloji ile ilgili ek materyaller ve en son güncellemeleri sağlar.

16.1 Platforma Genel Bakış

Otomatik platformlar, çok sayıda işlevi yerine getiren birçok yerde bulunur. Genellikle, insanların güvenlik veya kapsamlı zaman taahhüdü gereksinimleri gibi nedenlerle veri toplama cihazlarını çalıştırmasının pratik olmadığı yerlerde veri toplama çözümüdür. Veri toplamanın yanı sıra, otomatik platformlar da transponder, tekrarlayıcı ve işaretçi olarak hizmete sokulur. Bu gibi durumlarda, otomatik platformlar, bu platformların ürettikleri verileri telemetre etmek, konumlarını ve durumlarını bildirmek veya analog ve dijital radyo iletişimlerini iletmek için ihtiyaç duydukları kablosuz iletişim gereksinimleri nedeniyle Amatör Radyo tarafından iyi bir şekilde sunulmaktadır.

Bugün kullanılan birincil platformlar yüksek irtifa balon kaynaklı uzmanlığı içermesine rağmen

İments, benzer hususlar diğer sabit ve mobil karasal ve deniz deney platformları için de geçerlidir.

16.1.1 Platform yapısı

Uzaktan algılama platformunun genel yapısı **Şekil 16.1'de gösterilmiştir.** Güç kaynağı ile birlikte, beş ayrı işlev vardır:

1) Sensör verileri veya görüntü elde etme - analog verilerin dijital formata dönüştürülmesi ve hareketsiz görüntülerin veya videoların elde edilmesi

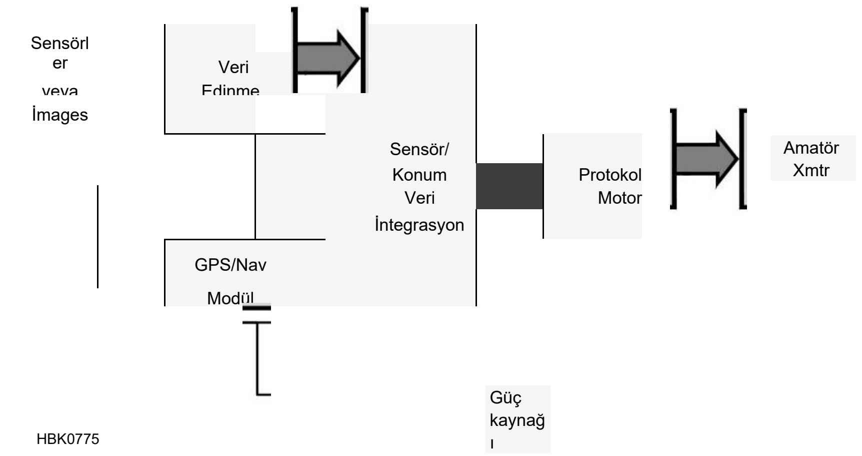
2) GPS veya navigasyon verileri - konum verilerinin dijital biçimde elde edilmesi

3) Sensör ve konum verilerinin integrasyonu
–Depolanacak ve/veya yer istasyonuna iletilecek tüm verilerin toplanması

4) Protokol motoru - iletim için verilerin paketlenmesi ve kodlanması

5) Amatör verici - dijital olarak modüle edilmiş RF sinyalini üretir

Bu işlevler ayrı modüller tarafından uygulanabilir veya her şey APRS izleyicilerinden biri gibi tek bir mikrodenetleyici tabanlı modül tarafından gerçekleştirilebilir.



Şekil 16.1 - Telemetri bağlantısı için Amatör Radyo kullanan bir uzaktan algılama platformunun temel yapısı.

Seçim tamamen platform tasarımcısına bağlıdır ve belirli bir görev için gereksinimlere göre değişir. Örneğin, **Şekil 16.2,** GPS konumu dışındaki her şeyin tek MMT modülü tarafından sağlandığı iki modüllü bir çözümü göstermektedir. Daha sonra açıklanan ATV yükü, genel audiovideo sinyalinin bir parçası olarak iletim için video ve GPS verilerini entegre etmek için ayrı bir denetleyici kullanır. Kombinasyonlar sonsuz! Yüksek İrtifa Platformlarında (balonlar) aşağıdaki bölümde listelenen web siteleri, göreviniz için doğru alt sistemleri aramaya başlamak için iyi yerlerdir.

DATALOGGERLAR

Veri kaydediciler, önceden belirlenmiş bir programda veya önceden belirlenmiş bir olay tarafından istendiğinde dijital ve analog verileri alan veya "günlüğe kaydeden" bağımsız mikroişlemci tabanlı cihazlardır. Ayrıca aviyonik ve navigasyon ekipmanlarından dijital veri edinebilirler. Veriler daha sonra analiz için saklanır veya iletilir. Veri kaydediciler ticari ürünler olarak mevcuttur veya ev yapımı olabilirler. Ticari veri kaydediciler avantaja sahiptir Dayanıklı ve standart olmak. Öte yandan, stratosfere bir bilim uçuşu için istenen ölçüde özelleştirilebilir olmayabilirler. BASİC Stamp (Parallax), PICAXE, Arduino ve Raspberry Pi gibi popüler mikrodenetleyiciler, sadece verileri kaydetmenin yanı sıra deneyleri de çalıştırabilen özel veri kaydediciler oluşturmayı çok daha kolay hale getirdi.

SICAKLIK ARALIKLARI VE HÜMİDİYE

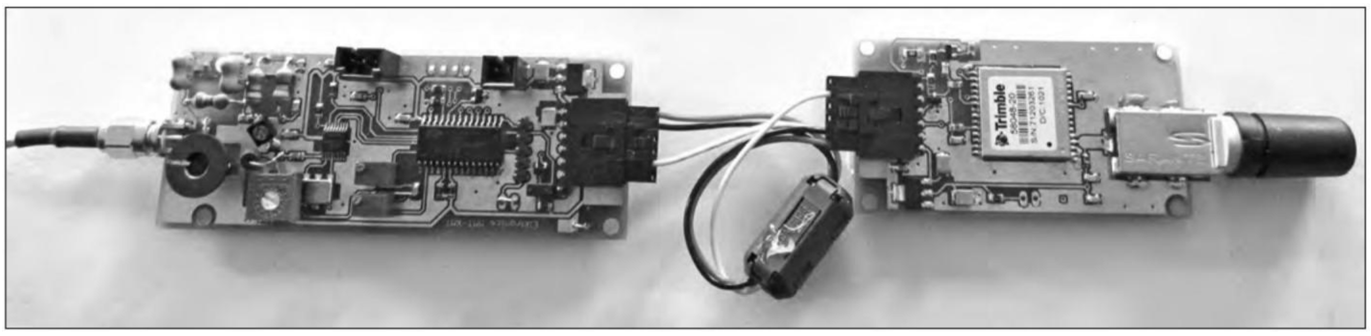
Bu bölümde tartışılan platformlar genellikle açık havada veya korunmasız ortamlarda kullanılır. Sonuç olarak, elektronik ve diğer alt sistemler uzun süre aşırı sıcaklıklara maruz kalabilir. Bileşenleri, modülleri veya diğer ekipmanları seçerken, kullanım amacına uygun şekilde derecelendirildiğinden emin olun.

Elektronik ve elektro-mekanik sistemler için en yaygın dört sıcaklık spesifikasyonu aşağıdaki gibidir:

Ticari: 0 ° C ila 85 ° C
İndustrial: -40 ° C ila 100 ° C
Otomotiv: -40 ° C ila 125 ° C
MIL-SPEC (veya MIL-STD): -55 ° C ila 125 ° C

Ticari Özellikleri karşılayan bileşenler, iç mekanlarda bulunan sabit istasyonlar için iyi çalışacaktır. Bununla birlikte, açık sabit istasyonları tasarlarken, amatör en azından İndustrial Spesifikasyonlarını karşılayan bileşenleri kullanmayı düşünmelidir.

Yakından ilişkili bir özellik, yüzde olarak belirtilen ve yoğunlaşan veya yoğunlaşmayan bağıl nem (RH) içindir. RH, çölde veya üst atmosferde %0'dan %100'e kadar yağmur veya sis veya su kaynaklı ortamlarda değişebilir. "Yoğuşma", cihazın veya bileşenin yüzeylerinde doğrudan havadan sıvı su oluşması anlamına gelir. Platformunuz yoğunlaşan neme veya doğrudan su spreyine veya sıçramasına maruz kalacaksa, platform bileşenlerini korumanın en iyi yöntemleri için ekipman üreticisine danışın.



Şekil 16.2 - Solda bir GPS alıcı modülü (sağ) ve WB8ELK'nin MMT'sinden (Çok Modlu Verici) oluşan iki modüllü bir yük.

16.1.2 Platform Çeşitleri

HIGH ALTITUDE BALONLAR

Yüksek irtifa balonları en sık olarak yakın alana 12 pound (daha ağır ağırlıklar mümkündür) ağırlığa kadar otomatik platformları taşımak için tasarlanmış lateks (neopren ile karıştırılmış) hava balonlarıdır. 60.000 feet'in (uçuş seviyesi 600) üzerindeki ve 328.000 feet'in altındaki irtifalar genellikle *yakın alan olarak adlandırılır.* Atmosferin bu bölgesi, Dünya yörüngesinde bulunanlara Dünya yüzeyinden daha yakın koşullara sahiptir.

100.000 feet'in üzerindeki yüksekliklere büyük hava balonları ve hafif platformlar kullanılarak erişilebilir. Daha ağır platformlar, *sıfır basınçlı balonlar olarak adlandırılan polietilen derili balonlara dayanır.* Bu balonlar atmosfere havalandırılır ve herhangi bir yükseklikte çevreleyen atmosferin üzerinde bir iç basınç geliştirmez. **(www.eoss.org/ faq/zero _ basınç)**

Kıtalar, okyanuslar ve hatta gezegeni çevreleyen uzun süreli uçuşlara duyulan ihtiyaç, *süper basınçlı balonların geliştirilmesini gerektirmiştir. Bu balonlar* yüksek teknolojili plastik derilere sahiptir ve hava geçirmez olarak kapatılmıştır. Bu, kaldırma gazlarının kaçmasını ve uçuş sürelerini kısaltmasını önler. Sıfır basınçlı ve süper basınçlı balonlar geleneksel olarak profesyoneller alanında yer alırken, - amatörler mühürlü Mylar folyo parti balonlarının yanı sıra özel plastik bir film kullanarak daha büyük özel yapım süper basınçlı zarflardan yararlanıyorlar.

Başarılı olmak için, yükün toplam ağırlığı yarım ons veya daha az olmalıdır. Bir avuç amatör inanılmaz derecede hafif yükler geliştirdi ve çoğu tamamen güneş enerjisiyle çalışıyor. Bir örnek olarak, İngiltere'de başlatılan bir Mylar parti balonu aylarca havada kaldı ve dünyayı dokuz kez dolaştı. Daha yakın zamanlarda, Atlanta, Georgia'dan fırlatılan bir balon bir yıl boyunca havada kaldı ve dünyayı 20'den fazla kez dolaştı.

Verileri elde etmek ve dijital forma dönüştürmek için mikroişlemci tabanlı bir veri günlüğü sistemi ile bir dizi koşul genellikle ölçülür veya izlenir. Veriler, kurtarma için dahili bellekte saklanır veya bir telemetri akışı olarak yer istasyonlarına iletilir. Sensör verileri ayrıca APRS üzerinden iletim için GPS verileri ile entegre edilebilir.

Bazı APRS izleyicileri analog ve dijital sensör verilerini alabilir ve bunları APRS veri mesajlarına entegre edebilir.

Bağımsız deneyler de balona eklenebilir, daha sonra yerleştirilebilir ve inişten sonra kurtarılabilir. Hava balonu tarafından taşınan sensörler tarafından toplanan veriler daha sonra analiz edilebilir ve balonun - yüksekliğiyle ilişkilendirilebilir. Bu nedenle, yükün veri toplarken uçuş sırasında konum ve yükseklik verilerini iletebilmesi veya saklayabilmesi son derece önemlidir.

Balonlar ve balonlar için uygun deneysel platformlar hakkında **arhab.org, wb8elk.com, eoss.org, ansr.org** ve **nearsys.com. önemli miktarda bilgi bulabilirsiniz.** Ayrıca bu bölümün sonundaki Referanslar ve Bibliyografya bölümüne bakın.

BalonSats

BalloonSats, bağımsız yüksek irtifa deneylerine sahip paketlerdir. Bir izleyici içermezler, çünkü izleyicileri içeren operasyonel platformlar tarafından taşınacakları varsayılmaktadır. BalloonSats, okul öğrencilerine yakın uzay araştırmalarını tanıtmak için mükemmel bir yoldur. Öğrencilerin yakın uzayın uzay benzeri ortamında deneyler yapmalarına izin veren b

İNSANSIZ HAVA ARACI VEHİKLES (İHA)

İHA gelişimi yüzyıllar öncesine dayanıyor.

Bununla birlikte, İHA'yı günümüzün pratik ve uygun fiyatlı platformuna dönüştüren hafif elektronik otopilotların geliştirilmesiydi. Dört kanatlı quadcopter ve altı kanatlı hexacopter'in şarj edilebilir lityum polimer pillerle ticari olarak pazarlanmasıyla amatörler pratik İHA'lara erişebildiler. İHA, balonların yapmadığı ciddi irtifa ve ağırlık sınırlarına sahiptir. Bununla birlikte, İHA daha yüksek - çözünürlüklerde, daha kısıtlı bölgelerde, daha yüksek veri yakınlığı ve daha hızlı geri dönüş süresi ile görüntüleme ve veri toplama için bir platform sağlar. Bu platformun popülerliği ve geleneksel havacılık için ortaya çıkan potansiyel riskler, kayıt - gereklilikleri ve uçuş kısıtlamaları ile so

AMATEUR ROCKETRY

Amatör roketçilikle ilgili deneyler başladı 1920'lerin sonunda Almanya'da. 1950'lere gelindiğinde, amatör roketçilik, özellikle 1957'de Sputnik 1'in piyasaya sürülmesinden sonra, savaş sonrası Amerika için büyüyen bir hobi haline geldi.

Modem kompozit itici gazların ve hafif dijital elektroniklerin piyasaya sürülmesiyle, ciddi veri toplama artık mümkün. Balonların ve İHA'ların aksine, roket tabanlı platformlar, roketçiliğin doğasında bulunan hızlı ivmeleri ve sıkı boyutları hesaba katmalıdır. Yüksek ivmeleri nedeniyle roket, yüksek irtifalarda ancak çok kısa zaman dilimlerinde veri toplamayı mümkün kılar.

ROBOTICS

Robotlar, ihtiyaç duydukları insan girdisi miktarına bağlı olarak özerk veya yarı özerk olarak tanımlanabilir. En ünlü robotlar arasında, NASA'nın Mars yüzeyini keşfetmek için gönderdiği bir dizi gezici var. Programlanabilir bir mantık biçimi olan İnexpensive mikrodenetleyiciler, robotiği amatör seviyeye getirdi. Robotlar genellikle balonlardan, roketlerden veya İHA'lardan daha az ağırlık sınırına sahiptir. Ayrıca platformları istenen yerlere taşıyabilir ve platformları görevini yerine getirirken sahada kalabilirler. Son olarak, robotlar genellikle platformlarına balon, roket ve İHA'lardan daha az güç sınırı koyarlar. Bununla birlikte, robotlar zemini yavaş hızlarda kaplamaya ve platformlarını yer seviyesinden veri kaydetmeye sınırlama eğilimindedir.

FIXED VE FLOATİNG

PLATFORMLARI

Sabit platformlar, tek bir yerde kalan veri toplama istasyonlarıdır. Bunun nedeni, bir hava istasyonu gibi bir direğe monte edilmeleri veya bir şamandıra gibi deniz dibine demirlenmeleri olabilir. Tipik olarak, sabit platformlar uzun süreli veri toplama veya görüntüleme için yerinde kalır. Bu nedenle, elementlerden korunmaya ihtiyaç duyarlar. Ayrıca, sabit platforma hizmet etmek için sahaya giden bir insandan ara sıra bakım gerektirirler.

Bazıları demirlenmiş ya da demirlenmemiş yüzen şamandıralardır. Demirli şamandıralar sabit bir istasyon olarak ele alınabilir. Serbest yüzen şamandıralar veya deniz gezgini tarzı platformlar, kendi kendine yeten güç altında veya rüzgar ve akıntıları takip ederek su kütlesi üzerinde hareket eder.

16.2 Sensörler

Amatör Radyo ile birleştirilen İnexpansive sensörler ve mikrodenetleyiciler, amatörün - bir nedenden ötürü erişilemeyen ortamlarda deneyler yapması için fırsatlar yaratır. Atmosferdeki veya uzak okyanustaki aşırı yüksek rakımlar da dahil olmak üzere Dünya'nın birçok ilginç bölgesi bu kategoriye girer. Jambon, hem amatörlerin hem de profesyonellerin bu ortamları keşfetmesine yardımcı olabilir.

Bu platformlar, bir insanın gerçekte ölçülen durumla temas halinde olmadan bir nesneyi veya olayı uzaktan duyumsamasını veya ölçmesini sağlar. Ölçümden elde edilen veriler daha sonra kurtarıldıktan sonra nihai toplama için platformda saklanır veya kayıt ve analiz (telemetri) için bir yer istasyonuna iletilir. Amatör uzaktan algılama platformları tarafından ölçülen parametrelere örnek olarak sıcaklık, basınç (hava ve su/sıvı), nem, ozon ve diğer gazlar, hızlanma ve ışık sayılabilir.

Sensör, sıcaklık veya basınç gibi belirli bir duruma tepki veren ve yanıt olarak öngörülebilir bir çıktı üreten bir cihazdır. İlk adım, ilgili parametre için uygun sensörü veya sensörleri seçmek ve sensör çıkışlarını dijital verilere dönüştürmenin bir yolunu, genellikle çıkışları bir mikrodenetleyiciye veya analogdan dijital dönüştürücüye İC'ye bağlayarak seçmektir. Sensörler ve bunlarla *ilişkili sinyal koşullandırma* devreleri, uzaktan algılamanın "ön ucu'dur. Geleneksel amatör vericilerin konuşma ve video devrelerine benzer şekilde, kalite sonuçları elde edilecekse tasarımlarında aynı özen gereklidir.

Bu bölüm sensörleri aşağıdaki dört çıkış tipine ayırır: *direnç tabanlı, akım tabanlı, voltaj tabanlı ve dijital. Ek olarak*, dört yaygın sensör çıkışı türü burada tartışılmaktadır. Bu çıktıların tümü amikrokontrolör tarafından doğrudan okunabilir değildir. Bununla birlikte, bu sensörlerin çıkışını bir mikro denetleyiciye arayüz oluşturabilecek bir forma dönüştürmek için yöntemler mevcuttur. (DSP **ve SDR Temelleri bölümünün Analog/Dijital Dönüşüm** bölümüne bakın.)

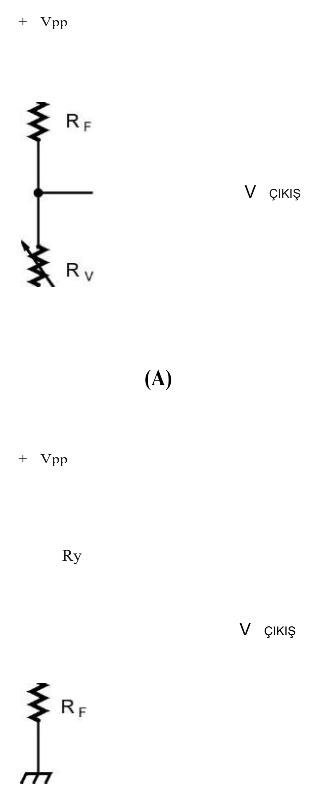
16.2.1 Direnç Tabanlı Sensörler

Direnç tabanlı sensörler, ölçtükleri çevresel değişkene yanıt olarak bir iç direnci değiştirir. Bir örnek, ışık tarafından ışınlandığında elektron ve delikler üreten bir yarı iletken olan kimyasal kadmiyum sülfürden (CdS) oluşan fotoseli içerir. - Serbest elektron ve deliklerin üretimi azaltır CdS'nin ışığa maruz kaldığında direnci.

Birçok durumda, ölçülen durumdaki değişikliklere yanıt olarak dirençteki değişiklik küçüktür. Bu nedenle, sensör üreticileri genellikle bu değişen direnci voltajda daha kolay ölçülen bir değişime dönüştürmek için algılama elemanı ile ek devre içerir. Bununla birlikte, dirençli tip sensörler (sinyal koşullandırması olmadan) hala mevcuttur ve oldukça kullanışlıdır.

Direnç tabanlı sensörler, bir mikrodenetleyicinin doğrudan ölçebileceği bir sinyal oluşturmaz. İnstead, sensörün direnci, voltajı düzenlenmiş bir voltaj kaynağından değiştirmek için kullanılır. Değişen bir direnci değişen bir voltaja dönüştürebilen basit ve popüler bir devre, **Elektrik Temelleri** bölümünde açıklandığı gibi voltaj ayırıcıdır.

Şekil 16.3'te gösterildiği gibi iki direncin voltaj bölücü devresi. Bir direnç sabitlenir



(A)

(B)

HBK0768

Şekil 16.3 - Voltaj bölücü devresi, İki dirençten oluşan bir seri devre. A'daki dirençlerin yönlendirilmesi, algılama direnci artan bir duruma yanıt olarak direnci artırdığında tercih edilir. Algılama direnci artan bir duruma yanıt olarak direnci azalttığında B kullanın. Bu, artan koşulla birlikte çıkış voltajının artmasına neden olur.

Dirençte (Re) ve diğeri sensördür ve bu nedenle dirençte (R) değişkendir. Voltaj bölücü devresinden geçen akım değişkendir. İt, değişken algılama elemanının direnci azaldıkça ve viceversa arttıkça artar. Bununla birlikte, iki voltaj düşüşünün toplamı her zaman besleme voltajına eşittir. İki direncin tercih edilen düzenlemesi, algılama direncinin yanıt verdiği koşula - sıcaklık, nem, aydınlatma vb.

Voltaj bölücü devresine bağlı bir mikrodenetleyici, toprağa bağlı direnç boyunca voltajı sayısallaştırır. Bu, direnç tabanlı sensörlerin, koşuldaki değişikliği takip eden değişen voltajlar üreten devrelere tasarlanmasına izin verir. Örneğin, - fotosellerin direnci ışık yoğunluğu arttıkça azalır. Şekil 16.3A'de Ry olarak bağlı bir fotosel boyunca voltajı sayısallaştıran bir mikrodenetleyici, ışık yoğunluğu *azaldıkça Vour'un arttığını gözlemleyecektir.* Bununla birlikte, fotosel Şekil 16.3B'de R olarak bağlanır, ışık yoğunluğu *arttıkça Vour artar.* İkinci durum, çıkış voltajına ve zıt yönlerde (veya ters orantılı) değişen algılanan duruma sahip olmaktan daha kolay anlaşılır ve çalışılır.

Voltaj bölücü devresinin çıkışını tanımlayan iki denklem vardır. Birincisi, değişken direnç boyunca voltaj düşüşünü, ikincisi ise sabit direnç boyunca voltaj düşüşünü tanımlar.

Şekil 16.3A için:

Vovr = + V (R/(Re + R))

Şekil 16.3B için:

$$V_{OUT} = +V\ (R_F/(R_F + R_V))$$

OPTIMIZNG R,

Yukarıdaki denklemler, R için seçilen değerin, voltaj bölücü devresi tarafından oluşturulan çıkış gerilimlerinin aralığı üzerinde büyük bir etkiye sahip olduğunu göstermektedir. Sensör çıkışının hassasiyeti, Vour'un voltaj aralığı en üst düzeye çıkarıldığında en yüksektir. Maksimum aralığı oluşturan Re değeri, sensörün beklenen en yüksek direncinin (Rμ) ve beklenen en düşük - direncinin (R}) geometrik ortalamasıdır. Bir voltaj bölücü devresindeki en iyi sabit direnç değerini (Re) hesaplamak için denklem:

$$R_f = \sqrt{R_H R_L}$$

Voltaj bölücü devresinden V OUT için maksimum aralık böylece besleme voltajının 1/3'üne eşittir, Vpp. Ayrıca, voltaj aralığı,

besleme voltajı. Aşağıdaki üç denklem, optimize edilmiş bir voltaj ayırıcının minimum voltajını, maksimum voltajını ve voltaj aralığını hesaplar.

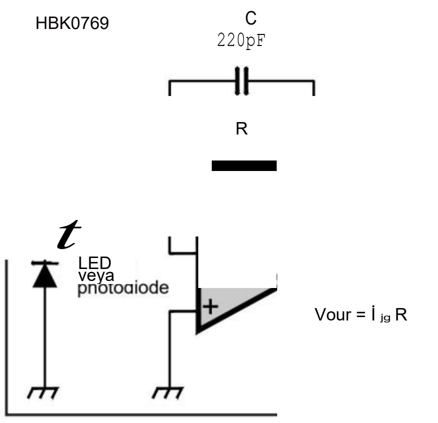
VM = Vp1y/3

VMax 2Vpp/3

Aralık = V MİN - V MAX = V DD/3

16.2.2 Akım Tabanlı Sensörler

Bazı sensör türleri, ölçtükleri çevresel duruma yanıt olarak çıkış akımı üretir veya değiştirir. Örnekler arasında fotodiyot, güneş pili ve ışık yayan diyot (LED) bulunur. Bu cihazların üçü de benzer, ancak benzer şekillerde kullanılmıyor. Bir ışık fotonu emildiğinde, enerjisi cihazdaki bir elektrona PN kavşağından atlamak için yeterli enerji verir. Elektron sensörden ölçülebilir bir akım oluşturur.



Şekil 16.4 - Transimpedance amplifikatörü, akımı dengeleyerek girişindeki akımı çıkıştaki voltaja dönüştürür
Giriş akımı ile R üzerinden.

LED, en şaşırtıcı akım tabanlı sensörlerden biridir. Fotodiyot çok çeşitli frekanslara duyarlı olsa da, LED, ileri taraflı olduğunda yaydığı dalga boyunda ışığa karşı en duyarlıdır. Bu, LED'i çok ucuz spektral olarak hassas bir fotometre yapar. (LED yanıtlarının açıklaması için Mims'in Referanslar ve Bibliyografya bölümü girişine bakın.)

Akım tabanlı bir sensör, akımın miliamperlerini ölçmek için ayarlanmış bir dijital multimetreye (DMM) bağlandığında yararlı veriler sağlayabilir. Bununla birlikte, bu, voltajı sayısallaştırma yeteneğine sahip bir mikrodenetleyici için uygun bir yapılandırma değildir. Bu nedenle, değişen akımı değişen bir voltaja dönüştürmenin bir yolunu bulmak gerekir. Bunu başarmanın iki popüler yolu, bir transimpedance amplifikatörü kullanmak veya bir kapasitörün şarj süresini ölçmektir.

TRANSIMPEDANCE AMPLIFIER

Şekil 16.4'teki transimpedance amplifikatörü, giriş akımını bir çıkış voltajına dönüştüren popüler bir op amp devresidir. Geri besleme direnci R, -transimpedance amplifikatörünün kazancını ayarlar. Çıkış voltajı aşağıdaki denklem ile verilir:

Vour In x R

Kapasitör C, 1/RC üzerindeki yüksek frekanslarda kazancı azaltır ve gürültüyü azaltmak için düşük geçişli bir filtre görevi görür. Genel olarak kullanışlı bir değer, LED ışık algılama için normal R değerleri ile 220 pF'dir. C değerini seçerken ölçümünüzün bant genişliğini dikkate almanız gerekecektir.

Geri besleme direnci için seçilen değerin, yüksek sensör çıkış seviyeleri için amplifikatör doygunluğuna neden olmaması önemlidir. Bu koşullar altında, sensör çıkışı çok yüksek olduğunda ve amplifikatör doygunlaştığında veriler kaybolur.

USNG CAPACITOR ŞARJ TİME

Bir sensörden gelen akımı sayısallaştırmak için ikinci bir yöntem, bir akımın bir kapasitörü belirli bir voltaja şarj etmesi veya boşaltması için gereken süreyi ölçmektir. Bir örnek *kitapta bulunabilirEarthMeasurements by Parallax* **(www.parallax.com,** BASİC Stamp mikrodenetleyicilerinin üreticisi). Burada, BASİC Stamp başlangıçta bir kapasitör şarj eder. Damga daha sonra, akım tabanlı sensörden giren akım nedeniyle kapasitörün boşalması için gereken süreyi ölçer. Kondansatör ve direnç değerleri sensörün beklenen akım çıkışına göre seçilir. Kitap, bir fotodiyot veya LED'in akım çıkışını ölçmek için Şekil 16.5'teki devreyi kullanır.

Tablo 16.1'de *(Dünya Ölçümleri,* Program 4.2) gösterilen program, Şekil 16.5'teki şemayı kullanmak için yazılmıştır. İt, devrenin İ/O pin 6 aracılığıyla BASİC Damgasına bağlandığını varsayar. G/Ç referansını devrenizin gerektirdiği şekilde başka bir pinle değiştirin.

Program ışık yoğunluğunu saniyede bir kez bildirir. İt, kapasitörü, HIGH 6 komutunun kullanımıyla besleme voltajı ile aynı potansiyele şarj ederek başlar. Daha sonra, LED tarafından yayılan ters akım, ışığa maruz kalması nedeniyle, kapasitörü boşaltır. Kapasitörün değişen potansiyeli, LED'deki voltaj düşüşünün + 5 V'daki başlangıcından itibaren azalmış gibi görünmesini sağlar. 1.4 V'un üzerindeki herhangi bir voltaj, BASİC Damgası tarafından yüksek bir mantık olarak kabul edilir. Bu nedenle, LED'den gelen ters akım kondansatör voltajını daha düşük hale getirdiğinden, LED'deki voltaj sonunda 1.4 V'tan daha düşük ve mantık düşük olur.

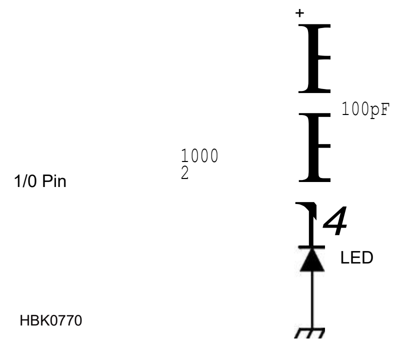
RCTime komutu, İ/O pin 6'nın bir mantık yüksekliğinden (1.4 V'un üstünde) bir mantık düşüklüğüne (1.4 V'un altında) değişmesi için gereken süreyi (2 µs'lik birimler halinde) sayar. 2 µs birimindeki sonuç, değişken RCT'de saklanır. Daha büyük

Tablo 16.1
BASİC Damga Programı

Bu BASİC Stamp programı, ışık yoğunluğunu ölçmek için Şekil 16.3 devresiyle birlikte kullanılır.

```
RCT VAR Kelime
İşığı VAR
Kelime HIGH  6

Döngü:
      RCTİME 6,1,RCT
      HIGH 6
      İşık = 65535/RCT
      DEBUG "İşık İntensity:" DEC İşık PAUSE
      1000
      GOTO  Döngüsü
```



Şekil 16.5 - Parallax tarafından bir fotodiyot veya LED'in akım çıkışını sayısallaştırmak için önerilen devre. Bu devreyi akım ölçümü için kullanma hakkında daha fazla bilgi için metne bakın.

LED'de parlayan ışığın yoğunluğu, kapasitör ne kadar hızlı boşalırsa ve değişken RCT'de depolanan değer o kadar küçük olur. RCT'deki değer daha sonra ilişkiyi tersine çevirmek için 65535'e bölünür ve daha sonra ışık yoğunluğuyla doğrudan orantılı bir değer içeren değişken İşıkta saklanır.

16.2.3 Voltaj Tabanlı Sensörler

Bazı sensör türleri, ölçtükleri duruma yanıt olarak voltaj çıkışlarını değiştirir. Örnekler arasında LM355 sıcaklık sensörü, Honeywell'in HIH-4000 bağıl nem sensörü ve Microdyne'in MPS-3138 basınç sensörü bulunur. Bu cihazlar tipik olarak akım veya direnç tabanlı sensörlerdir ve çıkışı kullanılabilir bir voltaj değişimine yükseltmek ve koşullandırmak için devrelerdir.

Arayüzü en kolay olan voltaj tabanlı sensörler, çip üzerinde sinyal amplifikasyonu ve düzeltme içeren sensörlerdir. Sonuç, doğrusal ve besleme voltajı ile orantılı olan bir ratiometrik çıkış olabilir. Voltajını ölçülen çevresel duruma dönüştürmek için gereken sensörün dönüşüm faktörü, cihazın veri sayfasında belgelenmiştir.

Basınç sensörleri, GPS gibi dijital bir çözüm mevcut değilse, havadaki bir platform için yükseklik sensörleri olarak kullanılabilir. Mutlak basınç, fırlatmadan önce zemin barometrik basıncına göre kalibre edilmesi gerekmesine rağmen tercih edilir ve uçuş uzun mesafeyi kapsıyorsa, yerel basınç verilerine dayanarak ek düzeltmeler gerektirir.

16.2.4 Kapasitans Tabanlı Sensörler

Kapasitans tabanlı sensörler, birincil ölçüm araçları olarak kapasitanstaki değişiklikleri kullanır. Bilinen alanın iki elektrotu arasındaki kapasitans, elektrotlar arasındaki mesafeye ve bunları ayıran yalıtım malzemesinin dielektrik sabitine bağlıdır. Ayrılma veya dielektrik sabitini değiştiren herhangi bir işlem daha sonra kapasitansta bir değişiklik olarak algılanabilir. Bu şekilde algılanan parametreler arasında hareket, nem, sıvı ve malzeme seviyesi, kimyasal bileşim ve ivme bulunur.

Kapasitansa dayalı sensörler nadiren sinyal koşullandırma ve doğrusallaştırma olmadan tedarik edilir. Birçoğunun ölçümü dijital bir değer olarak sağlayan dijital çıktıları vardır. Diğer bir seçenek, sensörün - kapasitansının daha sonra bir dijital devre tarafından okunabilen bir osilatörün frekansını kontrol etmesini sağlamaktır. Kapasitif algılama hakkında daha fazla bilgi için, **www.capsense. adresindeki mükemmel genel bakış.**

16.2.5 Sensör kalibrasyonu

Sensörler iki temel konfigürasyonda gelir: *algılama elemanları ve şartlandırılmış sensörler.* Daha önce tartışılan voltaj bölücü, bir algılama elemanının bir örneğidir. Bölme ile ilişkili elektronik yoktur - paket sadece iki direnç ve gerekli bağlantı telleri veya terminalleri içerir. Şartlandırılmış sensörler, harici olarak kullanıma sunulmadan önce algılama elemanından gelen sinyal üzerinde çalışan elektronik devre içerir. Devreler genellikle sensöre uygulanan gücü düzenler ve verileri doğrusal hale *getirir,* böylece doğrusal bir ölçüm aralığı çıkış voltajındaki doğrusal bir değişiklikle temsil edilir.

Tüm algılama elemanları ve bazı koşullu - sensörler, çıkış sinyalini sensörün ölçtüğü parametre değerine dönüştürmek için bir kalibrasyon denklemi gerektirir. Bazı durumlarda, denklem LM335 sıcaklık sensöründe olduğu gibi basit ve doğrusaldır. Diğer durumlarda, denklem, bir voltaj bölücü devresinde kullanıldığında termistör ve fotosel gibi karmaşık olabilir.

Kalibre etmeye çalışmadan önce bir sensörün bir durumu ölçeceği aralığı anlamak önemlidir. Kalibrasyon denklemi genellikle ölçümlerin interpolasyonuna dayandığında, ölçümlerin ekstrapolasyonuna dayandığından daha doğrudur. Bu kuralın istisnaları vardır. Örneğin, doğrusal sensörlerin kalibrasyon denklemleri, sensörün maksimum çalışma koşulları aşılmadığı sürece, ekstrapolasyon yapıldığında doğru olabilir. Aksi takdirde, kalibrasyon denklemini oluşturmak için çıktısının ölçümlerini toplarken sensörü beklenen tüm çevresel koşullara maruz bırakmak en iyisidir.

Jambon, tezgah üstü sıcaklık gibi bu koşulların bazılarını kolayca oluşturabilir. Isı lambaları kullanılarak yüksek sıcaklıklar ve strafor soğutucularda paketlenmiş kuru buz kullanılarak oluşturulan düşük sıcaklıklar oluşturulabilir. Diğer koşulların simüle edilmesi gerekebilir. Örneğin, ışık yoğunluğu, sensör ile sabit bir ışık kaynağı arasındaki mesafeyi değiştirerek kolayca değiştirilebilir. Bununla birlikte, ışık yoğunluğunun 1/r faktörü ile azaldığını hatırlıyor musunuz? Bir sensörün kalibrasyon eğrisini oluşturmak için bu yöntemi kullanırken.

Elektronik tablo kalibrasyon denklemleri oluşturmak için güçlü bir araçtır. Kalibrasyon denklemini oluşturmak için, çevresel durum değiştikçe sensörün çıkışını dikkatlice ölçün. Okumaları ve mesafeyi bir elektronik tabloya girin. Bir sonraki sütunda, sadece sensörden uzaklığına bağlı olarak kaynağın yoğunluğunu hesaplayın. Sonuçları grafiğe dökün, böylece bağımsız değişken (X ekseni) uzaklık ve bağımlı Değişken (Y ekseni) yoğunluktur. Ardından, grafikteki verilerden bir regresyon çizgisi oluşturmak için işlevi seçin.

16.2.6 Dijital sensör protokolleri

Bazı sensör çıkışları dijital formdadır. Bu sensörler, verilerini bir veya daha fazla devre üzerinden bir dizi bit olarak değiştirildiği seri bir protokol olarak iletir. Veriler, harici bir zamanlama sinyaline (senkron *protokolü) senkronize edilebilir veya* iletilen verilerin içine gömülü özel sinyallere senkronize edilebilir (*asenkron protokol).*

Senkron seri veri protokollerine örnek olarak İ-Wire, İnter-İntegrated Circuit (İ2C) ve Serial Peripheral İnterface (SPİ) verilebilir. Asenkron seri veri iletimine örnek olarak USB ve PC'lerdeki RS-232 (COM) bağlantı noktaları verilebilir. Bu seri protokoller ölçülen verileri ek şartlandırma olmadan bir mikroişlemciye aktarabilir.

Başka bir dijital sensör türü, bir olayın algılanmasının bir voltaj darbesi veya bir anahtar kapanması olarak sinyal verdiği bir sensördür. Örneğin, Geiger sayaçları tarafından iyonlaştırıcı radyasyonun tespiti, iyonlaştırıcı radyasyon bir Geiger-Muller tüpünden geçerken oluşturulan voltaj darbeleri ile işaret edilir. Bu sinyaller, genellikle bir mikroişlemci tarafından uygulanan bir sayaç veya kayıt devresi gibi ek işlem gerektirir.

SENKRON SENSÖR VERİ PROTOKOLLERİ

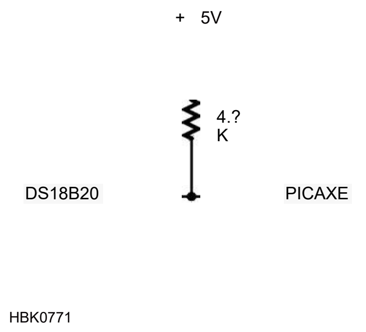
Aşağıdaki protokoller hiçbir şekilde sensörler tarafından kullanılanlar değildir, ancak amatörlerin kullanması veya karşılaşması en muhtemel olanlardır. - Aşağıda belirtilen üretici web siteleri, bu protokolleri destekleyen cihazlarla tasarım ve geliştirmeyi desteklemek için çok sayıda kaynağa sahiptir.

1-Wire

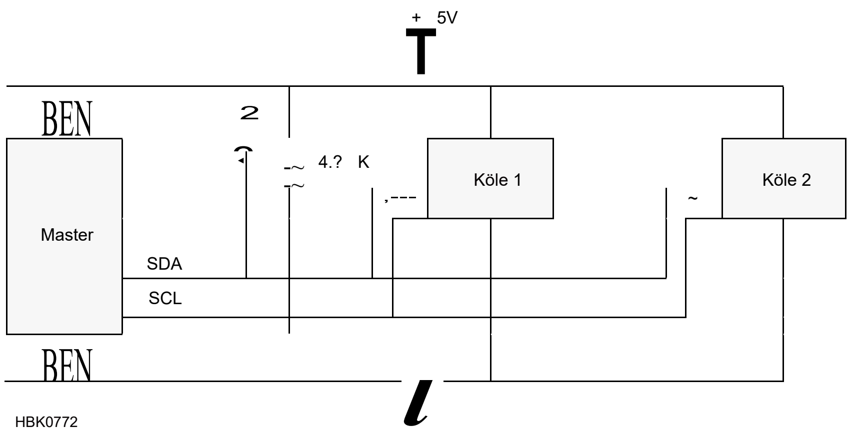
İ-Wire, iki - http://www.maxim/veya daha fazla entegre devre arasında iletişimi sağlamak için Dallas Semiconductor (şimdi Maxim Electronics'in bir parçası - www.maxim integrated.com) tarafından geliştirilen bir iletişim sistemidir. Bir İ-Wire ağındaki cihazlar, microlan adı verilen tek telli bir veri yolunda bir araya getirilir. *(Bkz.* Şekil **16.6.) Bir** cihaz ana cihaz gibi davranır ve kendisi ile microlana bağlı köle cihazlar arasındaki iletişimi kontrol eder. Mevcut bazı İ-Wire cihazları şunları içerir :

- Sıcaklık sensörü: (MAX51826)
- EEPROM belleği (DS24B33)
- Düşük voltaj sensörü (DS25LV02)

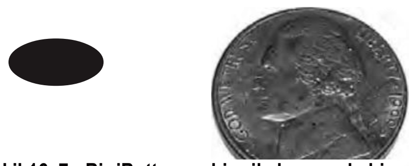
Bir microlan ayrı bir güç teli içermeyebileceğinden, microlana bağlı birçok cihaz kendi içlerinde küçük bir kapasitör içerir.



Şekil 16.6 - DS18B20 bir 1-Wire sıcaklık sensörüdür. Bu devrede, cihaz paraziter güç kullanmaz ve bir 5 V kaynağına bağlanır. Bir PICAXE mikrodenetleyici ile iletişim kurar READTEMP veya READTEMP12 komutunu kullanan bu aygıt.



Şekil 16.8 - Bir I2C ağı üzerinden bağlanan bir ana ve iki köle IC örneği.



Şekil 16. 7 - Bir iButton ve bir nikel arasında bir karşılaştırma.

Tasarım. Kapasitör, iletişim gerçekleşirken cihaza parazitik güç sağlar. Kondansatör gereklidir çünkü iletişim, güç ve toprak arasında geçiş yapmak için tek tel üzerindeki voltajı gerektirir. Bazı geçici güç kaynağı olmadan, cihazlar iletişim sırasında güç kaybeder.

Ana cihaz, diğer komutlardan önce köle adresini microlan üzerinden ileterek her bir köle cihazıyla iletişim kurar. Birden fazla cihaz bir microlana bağlanabildiğinden, karışıklığı önlemek için her cihazın benzersiz bir adresi olmalıdır. Köle adresleri lazerle 1-Tel aygıtlara kazınır. Alternatif olarak, tek bir İ-Wire cihazı bir microlana bağlıysa, ağdaki iletişim adreslemeyi tamamen göz ardı edebilir.

İ-Wire iki yönlü bir iletişim protokolüdür. Ana aygıt, slave aygıtının adresini göndererek iletişimi başlatır ve ardından ağ üzerinden komut verir. Yalnızca mesajda adresi olan cihaz komutlara yanıt verecektir.

iButtons

Bir iButton, kalın bir saat piline benzeyen mühürlü bir 1- Tel cihazdır (bkz. **Şekil 16,7**). iButonlara bellek ve lityum pil dahildir. Hafıza İD içerir

Cihazın ve genellikle veri depolamak için kullanılabilir. Pil, bir iButton'un bir -microlandan bağımsız olarak çalışmasına izin verir.

İButton cihazları, bir microlana bağlandığında depolanan verilerini indirir. Microlan bağlantısı, iButton cihazına bir 1-Tel reseptörüne basılarak yapılır. İ-Wire reseptörleri mikrodenetleyici projelerine entegrasyon için kullanılabilir. Bazı kullanılabilir iButton cihazları aşağıdakileri içerir:

• Zaman ve sıcaklık kaydediciler (DS1920 Thermochron)

• Zaman, sıcaklık ve nem veri kaydedicileri (DS1923 Hygrochron)

Amatör, İ-Wire hava istasyonunun devam eden gelişimi ile ilgilenebilir. İMuttones da dahil olmak üzere 1-Wire cihazlarla ilgili en son bilgiler için Maxim İntegrated'e (www.maximintegrated.com) başvurun.

12C

İnter-İntegrated Circuit veya I2C, iki veya daha fazla İC arasında iletişimi sağlamak için Phillips tarafından geliştirilen bir iletişim yöntemidir. Bir I2C ağındaki cihazlar, **Şekil 16.8'de olduğu gibi iki telli bir veri yolu üzerinde bir araya getirilir.** Bir cihaz ana cihaz gibi davranır ve kendisi ile ağa bağlı bağımlı cihazlar arasındaki iletişimi kontrol eder. I2C ağı, **www. i2c-bus.org** adresinde ve onu kullanan cihazların üreticileri tarafından sağlanan uygulama notlarında ayrıntılı olarak açıklanmıştır.

I2C ağındaki ilk bağlantı seri veri (SDA) hattıdır. Bu satır, cihazlar arasında köle cihaz adreslerini, verileri ve talimatları taşır. İkinci satır seri saat (SCL) hattıdır. Bu bağlantı, gönderen İC'den (master) alıcı İC'ye (slave) gönderilen verileri senkronize etmek için zamanlama darbeleri sağlar. Bir I2C ağı olan SDA ve SCL hatları, pull-up dirençleri ile + 5 V'a kadar çekilir. 4.7 k © 2 değeri iyi çalışır .

Ana aygıt, diğer komutlardan önce I2C veri yolu üzerinden bir adres ileterek her bir slave aygıtıyla iletişim kurar. Birden fazla cihaz I2C bir ağa bağlanabildiğinden, karışıklığı önlemek için her cihazın benzersiz bir adresi olmalıdır. Slave adresleri İC'de tasarlanabilir veya adres pimlerinin bir kombinasyonunu + 5 V ve toprağa bağlayarak bir İC için harici olarak yapılandırılabilir .

I2C iki yönlü bir iletişim protokolüdür. Ana aygıt, slave aygıtının adresini göndererek iletişimi başlatır ve ardından ağ üzerinden komut verir. Yalnızca mesajdaki adresini alan cihaz komutlara yanıt verecektir. Seri veriler hızlı (400 kHz) veya yavaş (100 kHz) modda gönderilebilir. Ana aygıt, komutları ve bellek adreslerini bir bayt veya bir sözcük (iki bayt) uzunluğunda komutlarla gönderir. Mevcut bazı I2C cihazları aşağıdakileri içerir:

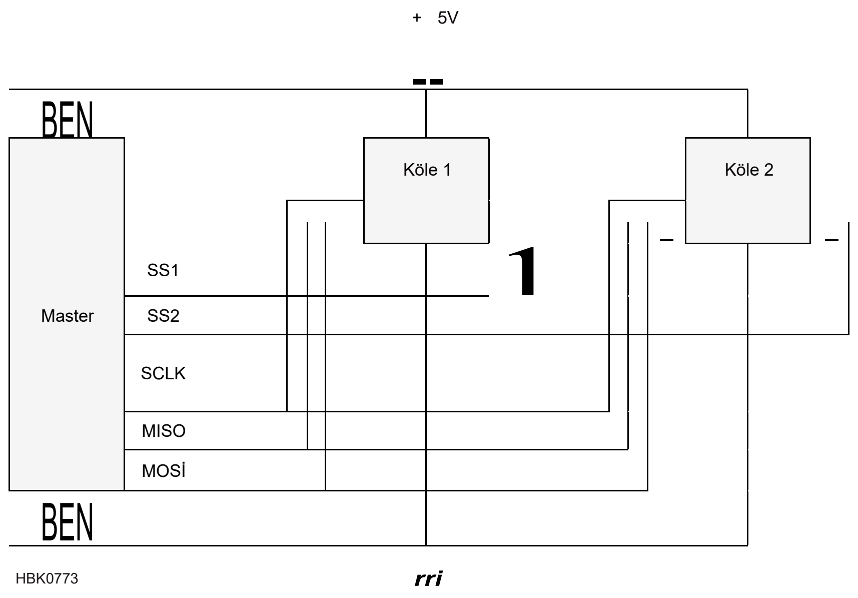
• Bellek: 24LCxxx belleğin I2C serisi.

• Gerçek zamanlı saatler: DS1307

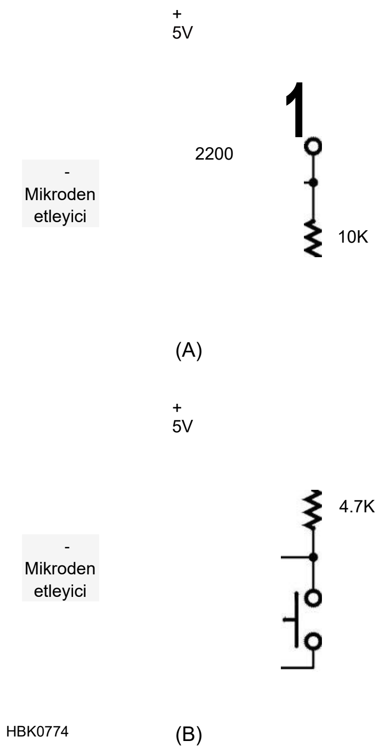
•Analogdan dijital dönüştürücülere: LTC2903 (12 bit), AD7991 (12 bit), andMCP3421 (18 bit)

SPİ ve Microwire

Serial Peripheral İnterface veya SPİ, iki veya daha fazla İC arasında iletişimi sağlamak için Motorola (şimdi Freescale) tarafından geliştirilen bir iletişim yöntemidir. Bir SPİ ağındaki cihazlar, bir twoor üç telli veri yolunda birlikte zincirlenir. (Bkz. **Şekil 16.9**.) I2C gibi, bir cihaz da kendisiyle ağa bağlı köle cihazlar arasındaki iletişimi kontrol eden ana cihazdır. Başlangıçta National Semiconductor (şimdi Texas İnstruments) tarafından geliştirilen Microwire ağı, esasen SPİ'nin bir alt kümesidir. Microchip (PIC işlemci ailesinin üreticisi) genel bir bakış yayınladı ve



Şekil 16.9 - Bir SPİ ağı üzerinden bağlanan bir master ve iki slave İC örneği.



Şekil 16.10 - (A) Bu devre bir mantık yüksek sinyali üretir, tipik olarak 5 V, bir olay algılandığında, bir anahtar kapatma olarak temsil edilir. (B) Bu devre, bir olay algılandığında tipik olarak toprak veya O V gibi bir mantık düşük sinyali üretir.

wwl.microchip.com/ downloads/en/DeviceDoc/spi.pdf.'da SPİ hakkında öğretici

Veri ve talimatları iletmek için SPİ otobüsünün iki satırı kullanılır: MOS! (master out/slave in) ve MİSO (master in/slave out). Bazı durumlarda, MİSO ve MOS! Çizgiler tek bir paylaşılan çizgide birleştirilebilir. Otobüsün üçüncü satırı, ana cihaz ile slave cihazı arasında gönderilen verileri senkronize etmek için zamanlama darbeleri sağlayan zamanlama saat çizgisidir (SCLK). Bu hatların hiçbiri bir direnç tarafından yüksek çekilmesini gerektirmez.

Ana aygıt, her bir slave aygıtının Slave Select (SS) satırını etkinleştirerek slave aygıtlarıyla iletişim kurar. Karışıklığı önlemek için, her bir slave aygıtının ana aygıtla benzersiz bir bağlantısı olmalıdır. Bu, I2C ve SPİ arasındaki büyük bir farktır. Bir I2C ağı, cihazlar arasında yalnızca iki iletişim hattı gerektirirken, bir SPİ ağı, ana ve her bir köle arasında bir SS hattına ek olarak iki veya üç iletişim hattı gerektirir. Çok sayıda köle aygıtı, efendi ve köle aygıtları arasında çok sayıda özel SS çizgisi gerektirir.

SPİ ayrıca iki yönlü bir iletişim - protokolüdür. Ana cihaz, köle cihazın SS hattını etkinleştirerek iletişimi başlatır. Sadece aktif SS hattı olan cihaz komutlara cevap verecektir. Seri veriler, ana cihazın SCLK hattını attığı kadar hızlı gönderilir. Ana cihaz ve slave cihazı arasındaki her iletimdeki sayı, sekiz veya 16 bit yerine slave cihazının tasarımı ile sınırlıdır. Bazı kullanılabilir SPİ cihazları aşağıdakileri içerir:

- Analogdan dijital dönüştürücülere: MAX186 (12 bit çözünürlük)
- Sıcaklık sensörü: LM74
- Hall efekt sensörü: MLX90363
- Basınç sensörü: MPLl 15Al
- Bellek: AT25010B

Popüler Dallas Semiconductor DS 1620 Sıcaklık Sensörünün SPİ'ye benzer bir üçlü arayüz kullandığını unutmayın.

ASENKRON SENSÖR VERİ PROTOKOLLERİ

Asenkron iletişim, gönderen ile alıcı arasındaki zamanlamayı korumak için bir saat sinyali kullanmayan herhangi bir iletişim şeklidir. Bir mesaj, alıcının vericinin mesajıyla senkronize olmasını sağlayan bir başlangıç sinyali ile başlar. İletişimin geri kalanı, saniyede veya baud başına veri bitlerinde önceden tanımlanmış bir oranda izlenir. (Veri hızı tartışması için Dijital Protokoller ve Modlar bölümüne bakın.) Gönderen ve alıcı eşit derecede doğru saatler kullandığı sürece, aynı veri bitlerini iletir ve alırlar.

Bazı sensörler, çıkış verilerini RS-232 ve USB bağlantı noktalarını kullanarak sağlar. Veriler, üretici tarafından geliştirilen bir protokol tarafından kontrol edilen bir karakter akışı olarak iletilir. USB aygıtları genellikle belirli veri nesnesi sınıflarına uygundur, böylece genel aygıt sürücüleri sensörden veri almak için kullanılabilir. Kullanıcının sensörle etkileşime girmesine izin veren kontrol ve yapılandırma protokolleri genellikle tescillidir.

Zamandan bağımsız seri cihazlar, yalnızca bir olayın algılanmasında çıkış voltajında bir değişiklik üretir. İlk örnek *olay sayacıdır. En* basit olay sayaçları, bir anahtarın kapanmasını algılar;

Yaban hayatının varlığını tespit etmek için yararlıdır. Oyun kameraları, vahşi yaşamın görüntüsünü kaydetmek için bir kamerayı tetiklemek için anahtarları bu şekilde kullanır. Termostatlar ve termal anahtarlar başka bir örnektir .

Anahtarlar, bir mikrodenetleyiciyi iki farklı yöntemle sinyal vermek için kullanılabilir. İlk olarak, *aktif düşük olarak adlandırılan* anahtar, bir olayın algılanmasında bir mikrodenetleyici I/0 pimi toprağa bağlar. Olay mevcut olmadığında, - I/O pimi pozitif voltaja bağlanır veya bir çekme direnci ile pozitif bir voltaja kadar çekilir. *Aktif yüksek olarak adlandırılan ikinci yöntemde,* anahtar bir olayın algılanmasında bir mikrodenetleyici I/0 pimini pozitif voltaja bağlar. Olay olmadığında, I/O pimi toprağa bağlanır. Bu anahtar devrelerinin her ikisi için şemalar **Şekil 16.10'da gösterilmiştir.**

Asenkron çıkış üreten bir sensör örneği Geiger sayacıdır. Aware Electronics'in RM-60 RM-60 Geiger sayacının çıktısı **(www.aw-el. com)** iyonlaştırıcı radyasyon tespit edilene kadar 5 V seviyesini korur. Daha sonra çıkış voltajı 20 µs için O V'ye düşer. Bir RM-60 Geiger sayacı tarafından tespit edilen radyasyon miktarı, sensör tarafından sabit bir süre boyunca yayılan darbelerin sayısı sayılarak ölçülür.

Diğer olay sayaçları, bir LED göstergesi - veya piezoelektrik annunciator kullanırlarsa mikrodenetleyici kullanımı için değiştirilebilir. Bir LED aydınlatıldığında, terminallerinde 1.4 V'dan daha büyük görünür. LED'e lehimlenmiş teller, mikrodenetleyicinin LED flaşlarının sayısını saymasına izin vermek için toprağa ve bir mikrodenetleyicinin İ/O pinlerinden birine bağlanabilir. Flaş sayısını saymaya özen gösterin, çünkü bazı ucuz sensörler, olay her algılandığında veya bir anahtar kapanması için temas sıçraması durumunda birkaç darbe verebilir.

16.2.7 Güç sensörleri

Algılama elemanı sensörlerinin çıkışı tipik olarak güç kaynağı voltajına ve gürültüsüne karşı çok hassastır. Voltaj bölücüsündeki güç kaynağı voltajındaki herhangi bir değişiklik de, çıkışta orantılı olarak azaltılmış olarak görünür.

Voltaj ayırıcı. Buna gürültü, geçişler, yavaş yavaş düşen pil voltajı - algılama elemanının besleme voltajındaki herhangi bir değişiklik dahildir. Algılama elemanı kullanıcısı, sensör çıkış voltajının kirlenmesini önlemek için sensöre temiz, filtrelenmiş, düzenlenmiş güç sağlamalıdır.

Algılama elemanının yüklenmesi de tasarımcının uğraşması gereken bir konudur. Bir yüksek impedans algılama elemanı, çok düşük bir yük empedansına bağlanırsa hatalı voltajlar verecektir. Algılama elemanının derecelendirmelerinin ne olduğunu bildiğinizden emin olun!

Şartlandırılmış sensörler gürültü ve güç kaynağı değişikliklerine karşı çok daha az hassastır. Elektroniklerin "temiz'bir kaynakla çalıştığından emin olmak için bir çeşit voltaj regülatör devresi dahil edilmiştir. Genellikle lazerle kesilmiş kalibrasyon - devresini içeren şartlandırma elektroniği, temiz, iyi düzenlenmiş

Bir güç kaynağından gelen gerilimi düşürür. Çıkış yüklemesinin etkilerine karşı çok daha az hassastırlar, ancak genellikle WÎre'nin - uzun süreli çalışması gibi çıktıda tolere edebilecekleri kapasitans miktarı konusunda sınırlar vardır.

Taşınabilir veya mobil platformlarda, güç genellikle bir pil takımı tarafından sağlanır. Deney için platformu başlatmak için dışarı çıkmadan önce taze, tamamen şarj edilmiş pillere sahip olduğunuzdan emin olun. Şarjı tüketilirken pil takımındaki voltajdaki kademeli azalmayı dikkate alın - pilleri uçuşta olan bir balonla değiştirmek çok zor! Bu platformlarda ağırlıktan tasarruf etme arayışında, pil takımı voltajında hala yeterli kapasiteye sahip olduğunuzdan emin olun (Güç **Kaynakları** bölümüne bakın), böylece denemenin misS10n sırasında gücü tükenmez.

16.3 Navigasyon Verileri ve Telemetri

Navigasyon verileri, sensör ölçümlerinin coğrafi verilerle birleştirilmesini sağlar; bu, verilerin konumla (yükseklik dahil) ilişkilendirilmesi için önemlidir. Son bir adım, toplanan verileri telemetri olarak bir yer istasyonuna iletmek veya daha sonra veri çıkarma için bir uzaktan algılama yükünü izlemek ve kurtarmak için Amatör Radyo'yu kullanmayı içerir. Bu verilerin en yaygın kullanımı hava balonları ve diğer yakın uzay görevleri için olduğundan, bu bağlam kullanılacaktır .

Verileri ASCİİ karakterleri (7 veya 8 bit) olarak iletmenin daha kompakt ikili formatlara tercih edildiğini belirtmek önemlidir. ASCİİ karakterleri, insan tarafından okunabilir olma avantajına sahiptir, böylece ham veriler bile denetlenebilir ve kullanılabilir. Çoğu amatör uzaktan algılamanın düşük veri hızlarında, ASCİİ karakterleri kullanılarak çok az genel verim kaybedilir. Ham veri akışını doğrudan okuma yeteneği, sorun giderme sırasında da

16.3.1 Ölü Hesaplaşma

GPS gibi bir dijital navigasyon veri kaynağı mevcut değilse, ölü hesaplama işlemiyle yükseklik de dahil olmak üzere platform konumunu tahmin etmek de mümkündür. Kesin olarak hesaba katıldığında, navigasyon (veya izleme) bilinen bir konumun (düzeltme *olarak adlandırılır) belirlenmesine* ve ardından - platform hızından ve yönünden sonraki konumların hesaplanmasına bağlıdır.

Yön verileri, analog voltaj veya dijital olarak kodlanmış sinyal olarak yön veren pusula sensörlerinden elde edilebilir. Yükseklik, zemin barometrik basıncına ve platformdan gelen mutlak basınç okumalarına dayanarak hesaplanabilir.

Doğru yer hızı verilerinin elde edilmesi, - rüzgar veya akımla hareket eden balonlar veya su kaynaklı aletler gibi mobil platformlar için zordur. Eğer başka bir konum izleme şekli mevcutsa, nadiren doğru olmasına rağmen yer hızını çıkarmak mümkündür.

16.3.2 GPS Verileri

Şu anda uygulandığı gibi, bir GPS (Küresel Konumlandırma Sistemi) modülü, daha sonra Otomatik Paket Raporlama Sistemi (APRS) kullanılarak bir telemetri akışı olarak iletilen navigasyon verilerini elde etmenin olağan yoludur. Böylece, ikisi bu bölümde birleştirilir.

Modele bağlı olarak, GPS alıcıları, aşağıda açıklanan GPGGA ve GPRMC cümleleri gibi bir dizi navigasyon cümlesi üretir. GPS cümleleri, virgüllerle ayrılmış alanlarda bilgi içeren insanca okunabilir metinlerdir. Aşağıda, daha önemli iki GPS cümlesinin (yüksek irtifa balonculuğu söz konusu olduğunda) ve alanlarının kısa bir açıklaması bulunmaktadır.

GPGGA CEZASI

GPGGA cümlesi, Küresel Konumlandırma Sistemi Sabit Veri cümlesidir ve balon tabanlı bir GPS'den tipik bir GPGGA cümlesi şöyle görünür.

```
$ GPGGA, 153919.00.4332.2076, N,
11608.6666,W,1,08,1.1,13497.1
, M, 18.3, M , * 78
```

GPGGA cümlesinde 13 alan vardır

Cümle tanımlayıcısını takiben, "SGPGGA". Soldan sağa alanlar aşağıdaki gibidir.

1) UTC süresi (saat, dakika, saniye)

2)Latitude North (derece ve ondalık dakika - derece ve dakika arasında ayırıcı olmadığını unutmayın)

3) N (kuzey)

4)Boylam Batı (derece ve ondalık dakika - derece ve dakika arasında ayırıcı olmadığını unutmayın)

5) W (batı)

6)GPS Kalitesi İndicator (0 = GPS **düzeltmesi yok, 1 =** GPS düzeltmesi ve 2 = diferansiyel GPS düzeltmesi)

7) Uydu Sayısı (tespit edilen uydu sayısı - konumun belirlenmesinde hepsi kullanılamaz)

8) Yatay Konumun Seyreltilmesi (veya DOHP, düzeltmenin ne kadar hassas olduğunun bir göstergesidir ve 1.0'a ne kadar yakınsa o kadar iyidir)

9) Yükseklik (metre olarak)

10) M (metre)

11)Geoidal Ayırma (gerçek yükseklikteki fark ve idealleştirilmiş bir Dünya yüzeyinin metre cinsinden yüksekliğinin matematiksel bir açıklaması)

12) **M** (metre)

13)Sağlama toplamı (cümlenin özel ORing sonucu ve metnin bozuk olmadığını doğrulamak için kullanılır)

GPRMC CEZASI

GPRMC cümlesi, Önerilen Minimum Spesifik GPS/Transit Veri cümlesidir ve balon tabanlı bir GPS'den tipik bir GPRMC cümlesi buna benzer.

```
$ GPRMC, 153924.00, A, 4332.2317,
N,11608.6330,W,24.4,46,3.2310
99,10.1, E *7E
```

GPRMC cümlesinde 12 alan vardır.Cümle tanımlayıcısı, "$ GPRMC". Soldan sağa alanlar aşağıdaki gibidir :

1) UTC süresi (saat, dakika, saniye)
2)Navigasyon uyarısı (A = tamam ve V = uyarı)
3) Kuzey Enlemi (derece ve ondalık dakika - derece ve dakika arasında ayırıcı olmadığını unutmayın)
4) N (kuzey)
5)Boylam Batı (derece ve ondalık dakika - derece ve dakika arasında ayırıcı olmadığını unutmayın)
6) W (batı)
7) Hız (düğümlerde)
8) Başlık (derece gerçek kuzey)
9)Tarih (gün, ay ve yıl - aralarında ayrım olmadığını unutmayın)
10) Manyetik Değişim (derece sayısı)
11) Manyetik değişimin yönü (E = doğu ve W = batı)
12) Sağlama toplamı (cümlenin özel ORing sonucu ve metnin bozuk olmadığını doğrulamak için kullanılır)

16.3.3 Otomatik Paket Raporlama Sistemi (APRS)

Çoğu mobil platform, bir görev boyunca uzayın kenarına kadar platformun konumunu ve yüksekliğini takip etmek için bir APRS istasyonu içerir. Genellikle yukarıda açıklanan GPS verilerini içeren APRS konum raporları, kurtarma veya izleme için platformun konumunu bulmak için doğrudan kullanılabilir. (APRS hakkında daha fazla bilgi için, **Dijital Protokoller ve Modlar bölümüne bakın**.)

144.390 MHz'lik ABD ulusal APRS frekansında çalışan özel yer istasyonları, digipeater ve İnternet ağ geçidi istasyonlarından oluşan geniş bir ağ vardır (144.800 ve diğer frekanslar dünyanın başka yerlerinde kullanılmaktadır). Bu ağ sayesinde, platformun konumu yakın gerçek zamanlı olarak bir harita üzerine çizilecektir. Haritaları görüntülemek için iki popüler web sitesi **aprs.fi** ve **findu.com.** Bu siteler APRS İnternet ağ geçitleri üzerinden alınan ve yönlendirilen APRS paketlerinin veritabanlarıdır.

Chase ekipleri, bir platformun APRS verilerini doğrudan Amatör Radyo üzerinden veya APRS haritalarını kullanarak İnternet üzerinden toplar. Platform veya yük daha sonra bu konum verilerine dayanarak kurtarılabilir. Daha sonra veriler, diğer sensör verileri ve yerleşik bellekte depolanan görüntülerle ilişkilendirilir.

Düşük güçlü bir GPS modülünü bir VHF vericisi ve APRS mesaj paketlerini oluşturan mikroişlemci ile birleştiren bir dizi APRS "izleyici" vardır. Örneğin, **Byonics (www.byonics.com),** balon yükleri için irtifa

FA High Altitude Combo dahil olmak üzere APRS izleme ve telemetri ürünlerinin anumberini yapar.

RPC-Electronics - **(www.rpc-electronics.com) RTrak-HAB** - Yüksek İrtifa APRS İzleyici Yükü, yüksek irtifa balonculuğu için de özel olarak üretilmiştir.

WB8ELK tarafından oluşturulan izleyici kombinasyonu Şekil 16.2'de gösterilmiştir. Sağda, daha önce tartışılan GPS cümlelerini oluşturan bir GPS modülü var. Solda, APRS paketlerini oluşturan ve ileten MMT (Çok Modlu Verici) bulunur.

APRS POSITION VERİLERİ

Basit bir APRS izleyici, bir görev için yararlı navigasyon verileri akışı oluşturabilir. Veriler, iki navigasyon cümlesinin oluşturulduğu GPS alıcısında başlar. Cümleler daha sonra gerekli APRS formatında bir konum raporu oluşturmak için birleştirilir. GPS cümleleri gibi, ham APRS paketleri de kolayca yorumlanan okunabilir metinlerdir.

APRS pozisyon raporunda alan sınırlayıcıları olarak virgül ve eğik çizgi kombinasyonu kullanılır. Bir balon görevinden bir APRS raporu örneği şöyle görünür:

```
13:37:23 UTC: KD4STH- 8 >
APT311, WIDE1-2, qAS, KCOQBU, 1
33721h3836.39N/09500. 51W >
160/031/A = 049114
```

APRS raporunda 12 alan bulunmaktadır. Soldan sağa alanlar aşağıdaki gibidir:

1) UTC süresi (saat, dakika, saniye)
2) Çağrı işareti ve SSID
3) Yönlendirme İnformation
4)GPS Saati (UTC'de zaman - saat, dakika ve saniye arasında ayırıcı olmadığını unutmayın)
5) h (saat)
6)Latitude North (derece ve ondalık dakika - derece ve dakika arasında ayırıcı olmadığını unutmayın)
7) *Nİ* (kuzey)
8)Boylam Batı (derece ve ondalık dakika - derece ve dakika arasında ayırıcı olmadığını unutmayın)
9) W > (batı)
10) Başlık (gerçek kuzeyden derece olarak)
11) Hız (düğümlerde)
12) A = (yükseklik eşittir)
13) Yükseklik (ayak)

Mevcut olabilecek başka biçimler ve alanlar vardır. Ek telemetri alanları, yükseklik verilerini takiben çeşitli formatlarda eklenebilir. APRS raporları hakkında daha fazla bilgi için, **www.eoss adresindeki "Uzay Bilimlerinde Kullanılan APRS Formatları'na bakın. org/aprs/aprs _ formats _ eoss .**

APRS CONFİGURATION

Yüksek irtifa APRS izleyicileri, irtifa verileri sağlayacak ve Akıllı İşaretleme'yi kullanmayacak şekilde programlanmalıdır. Rakım verileri büyüleyici bir veridir ve belirlemek için kullanışlıdır

Bir platform indiğinde. Akıllı İşaretleme, izleyici hızını veya yönünü değiştirmezken APRS izleyicilerinin konumlarını iletmesini önler. İnişte, izleyicinin konumunu düzenli bir programda duyurmaya devam etmesi önemlidir. Bu, izleyici iniş sırasında kovalamaca ekibinin dışındaysa özellikle önemlidir.

Yüksek irtifa balonları ve daha büyük roketler için ufuk yüzlerce mil uzakta olabilir. Bu nedenle, iletim ayak izleri on binlerce mil kareyi kapsayabilir. Yüksek irtifa APRS izleyicilerinin APRS'nin düzenli kullanımına müdahale etmesini önlemek için, yüksek irtifa balon topluluğu, 144.390 MHz'lik bir frekans kullanılıyorsa, bir APRS izleyicisinin aşağıdaki ayarlarla programlanmasını önerir. (Teşekkürler Jerry Gable, KF7MVY)

1. Yol Önerileri: Yol kullanmayın veya Yolu WIDE2-l olarak ayarlayın. Asla ortak WIDE2- l, WIDE- gibi iki parçalı bir yol kullanmayın, WIDE2-2 veya WIDE3-3 kullanmam .
2. İletim Hızı: Geçiş sırasında iletim hızını 60 saniyede bir kez ve iniş sırasında 30 saniyeden az olmamak üzere sınırlayın.

Mümkün veya pratik ise, 144.390 MHz dışında bir frekans kullanmak isteyebilirsiniz.

16.3.4 Uydu telemetri

Amatör uydular, uydudan gelen veri akışını oluşturmak ve iletmek için çeşitli modülasyon yöntemleri ve veri kodlaması kullanır. Bit hızları 1200 ila 9600 bps arasında değişir ve CW, **PSK**, BPSK, FSK ve AFSK modülasyon türleri yaygındır. Her uydu ayrıca, genellikle AX.25 paket radyo protokolünü kullanarak verileri kodlamak için özel bir şema kullanır.

Uydu verilerini çözmek, uyduyu oluşturan ekibin genellikle telemetri akışının bir tanımını yayınlaması ve verileri almak ve çözmek için yazılım sağlaması dışında çok zor olacaktır. Bu şekilde, bireysel amatörler uydunun operasyon ekibi için telemetri verilerini toplayabilir.

Belirli uydulardaki İnformation genellikle **www.amsat.org (AMSAT Kuzey** Amerika) veya amsat-uk.org/satellites/telemetry/ (AMSAT UK) gibi AMSAT web sitelerinden birinde bulunur. Telemetri kod çözücü yazılımının mevcut olup olmadığı da dahil olmak üzere uydu durumu, - DK3WN'nin web sitesinde (**www.dk3wn.info/p/?page_id=29535**) bulunabilir. Üniversiteler veya diğer özel gruplar tarafından başlatılan CubeSats için ek bilgiler genellikle uydunun sponsoru tarafından sağlanan bir web sayfasında mevcuttur.

Uydu telemetrisini daha yüksek bit hızlarında, özellikle 9600 bps'de güvenilir bir şekilde çözmek için, alıcıdan tam bant genişliği sesini sağlamanız veya 9600 baud işlemi için derecelendirilmiş paket radyo TN Cs kullanmanız gerekir.

Fox-1 uydu (AO-85, **www bakın. Uydunun** mevcut durumu için amsat.org/status) hem düşük hızlı 200 bps DUV (ses altındaki veriler) hem de yüksek performanslı 9600 bps FSK telemetri akışına sahiptir. *FoxTelem yazılımı* bilgileri çözmek için kullanılabilir. Uydu verileri için mevcut en iyi uygulamaların bir örneği olarak, Fox-1 telemetri sistemi üzerine AMSAT Journal'dan iki bölümlü bir makale, - indirilebilir ek bilgilerde PDF olarak mevcuttur. (Bums Fisher, W2BFJ ve Chris Thompson, AC2CZ. için referans listelerine bakın) Diğer birçok uydu aynı veya benzer telemetri formatlarını ve modülasyonlarını kullanır.

16.3.5 Lisanslı Olmayan Telemetri Şanzımanları

Lisanssız 915 MHz ve 2.4 GHz bantlarında çalışan birçok düşük güçlü veri bağlantısı vardır. Tipik olarak, bunların kısa menzilli uygulamalar için kullanılması amaçlanmıştır, ancak büyük irtifada balon yükü ile, bu cihazların menzili, özellikle yükü izlemek için yüksek kazançlı bir Yagi anteni kullanılıyorsa, çok daha uzundur. (VHF ve UHF ışınları hakkında bilgi için Antenler bölümüne bakın.)

Veri bağlantı modüllerinin çoğu, Zigbee gibi standart bir iki yönlü protokol kullanır ve doğrudan analog ve dijital giriş ve çıkışlara sahiptir. Bazı modüller Ethernet ve Bluetooth arayüzlerini destekler ve yük içine monte edilebilen modüller için daha fazla seçenek sunar.

FCC Bölüm 15 kurallarına göre çalışan lisanssız vericilerin de alan gücü gibi belirli kısıtlamalara tabi olduğunu belirtmek de önemlidir. Ek olarak, anten tipi sabit olabilir ve hatta vericiye kalıcı olarak takılması gerekebilir. Bu ve diğer kısıtlamalar bu cihazların aralığını sınırlamak için gereklidir. Amatörler ekipmanlarını değiştirmek ve ayarlamak için kullanılır ve bu olmayabilir
Bu cihazların bazıları için izin! Emin olun
Tam belgeleri almak için unlike-
Kullanmayı planladığınız eensed cihaz ve emin olun

Beklediğiniz şekilde kullanabilirsiniz.

16.3.6 Diğer Telemetri Dijital Modları

Havadan ve diğer uzaktan konumlandırılmış platformlardan olağan iletişim yöntemi APRS ağı üzerinden yapılır. APRS mesajları X.25 paketlerinde paketlenir ve genellikle FM iletimlerinde FSK veya PSK modülasyonu olarak iletilir. Bu iyi çalışır ve APRS digipeaters ve sunucuların geniş zemin ağından yararlanır.

APRS ile birlikte, diğer alt sistemler amatör balon topluluğunda popülerdir. Bunlar Zayıf Sinyal Yayılımını içerir Reporter (WSPR), Hellschreiber, - DominoEX, Contestia, JT9, PSK31, RTTY, CW (özellikle kayıp bir yakın uzay balonunu avlamak için), ses tekrarlayıcıları için FM ve ATV ve SSTV aracılığıyla görüntü. (Bu dijital modların tümü **Dijital Protokoller ve Modlar bölümünde ayrıntılı olarak açıklanmıştır**.)

WSPR

WSJT-X yazılım paketinin bir parçası olan WSPR (Dijital **Protokoller ve Modlar** bölümüne bakın), HF kullanan basit bir konum raporlama yöntemidir ve bu nedenle uzun süreli balon uçuşları için pratik bir izleme veri sistemidir. WSPR, bir iletim için iki dakikadan biraz daha az sürer.

Protokol tanımında belirtilen bir WSPR raporunun formatı: çağrı işareti, verici konumu (Maidenhead ızgara konum belirleme sistemini kullanarak) ve verici gücü (dBm'de) ile sınırlıdır. Telemetri göndermek için amatörler, irtifa, voltaj, sıcaklık ve altı basamaklı bir şebeke konumlandırıcıyı kodlamak için, Amatör Radyoda kullanılmayan önekler olan "0" veya "Q'ile başlayan bir çağrı işareti kullanan ikinci bir WSPR iletimi göndererek bir yol geliştirdiler. Telemetri, çağrı işareti alanına ve güç seviyelerine gömülüdür ve bir yöntem de ızgara karesini kullanır. 2018'in başından itibaren kullanımda ve geliştirilmekte olan birkaç protokol var. "Wspr telemetri" için bir İnternet araması yaparak onlar hakkında bilgi bulabilirsiniz.

Şekil 16.11, 75 günde dünya çapında altı yolculuk yapan WB 8ELK'nın balonunun izini göstermektedir. Pist, WSPR.net raporlarına dayanmaktadır ve UK High - Altitude Society'nin **(UKHAS) tracker.habhub.** Herhangi bir zamanda uçan birçok balonun izlenmesini içeren org web sitesi.

WSPR, APRS'ye benzer bir avantaja sahiptir, çünkü dünya çapında, raporları merkezi bir web sunucusuna aktarabilen ...mış bir yer istasyonu ağı vardır. **wsprnet.org** web sitesinde görüntülendi. Uzun süreli bir balondan elde edilen veriler, 10 ila 25-mW aralığında çok düşük güçlü bir HF vericisi kullanılarak binlerce kilometre uzaktan alınabilir.

JT9

WSJT-X yazılım paketinin bir parçası olan JT9 (Dijital **Protokoller ve Modlar** bölümüne bakın), düşük güçlü HF telemetrisi için de çok etkilidir ve uzun süreli, yüksek irtifa balon platformları için kullanılmıştır. Bir iletiyi göndermek bir dakikadan az sürer. İt, telemetrinin gömülebileceği serbest biçimli bir iletime izin verir, ancak bilgi miktarı çok sınırlıdır. APRS ve WSPR modlarında olduğu gibi dünya çapında dağıtılmış bir yer istasyonu ağı yoktur.

HELLSCHREIBER

Hellschreiber (Almanca "ışık yazıcısı"), balon konumunu ve diğer verileri faks görüntüsü olarak gönderebilen bir HF iletim yöntemidir. Karakterler, alınan bir waterfallstyle ekrandaki verilerin görüntüsünü oluşturan doğru zamanlanmış bir açma/kapama anahtarlama dizisi ile oluşturulur. Bu, kötü alım koşulları için ideal bir moddur, çünkü insan gözleri gürültülü bir görüntüden bilgi almakta çok iyidir.

ASCİİ RTTY

ASCİİ RTTY'nin küçük bir mikrodenetleyici ile uygulanması çok kolaydır. İt, Baudot RTTY'ye benzer iki ton ve hız kullanır, ancak telemetri göndermek için tam ASCİİ karakter kümesini kullanır. HF sistemleri için 45 baud arasında değişen hızlar. 100 ila 300 baud RTTY, VHF ve UHF FM vericileri aracılığıyla gönderilebilir .

CONTESTIA VE OLIVIA Contestia ve Olivia, mükemmel FEC düzeltmesine sahip MFSK modlarıdır. Olabilirler

[•_·]



WBBELK tarafından başlatılan ve 75 gün içinde dünya çapında 6 geziyi yöneten bir balonun izi. Görüntü, UKHAS web sitesi (tracker.habhub.org) tarafından toplanan WSPR raporlarından oluşturuldu.

HF, VHF ve UHF yükleri için kullanılır. Bu modlar ve bunların bir mikrodenetleyicide nasıl kodlanacağı hakkında bilgi burada bulunabilir: **ukhas.org.uk/guides: olivia _ and _ contestia**

DOMİNOEX

Domino EX, HF, VHF veya UHF'de düşük güç sinyali kullanarak balon verilerini gönderebilen 18 tonlu bir dizi kullanarak çok zayıf sinyaller için tasarlanmıştır. İt, her bir tonun mutlak frekansı yerine tonlar arasındaki frekans farkını kullanan Ofset İncremental Frekans Anahtarlama (IFK +) kullanır. Sonuç olarak, frekans kaymasına karşı çok toleranslıdır.

PSK31

PSK31, öncelikle sabit bir verici gerektiren ve 31.25 baud veri hızı sağlayabilen HF yükleri için aşamalı bir kaydırma anahtarlı modudur.

CW (MORSE KODU)

CW, Açık/Kapalı Anahtarlama veya OOK gerçekleştiren küçük bir mikrodenetleyici ile uygulanması en kolay moddur. İt öncelikle kayıp bir balon yükünü bulmak için bir yedek verici olarak kullanılır. Küçük bir GPS eklenmesiyle, bazı balon grupları aslında Konum ve irtifayı Mors kodu ile gönderin, böylece kovalama ekibi bir dizüstü bilgisayarda bir kod çözme programı kullanmadan konumu çözebilir.

SATELLİTE COMMUNICIATION

Bazı görevler uydu iletişimini yedekleme ve telemetri mesaj sistemi olarak kullanır. Bunlar, bir abonelik ücreti talep eden lisanssız iletişim yöntemleridir. Bugün kullanılan iki uydu iletişim hizmetleri Spot (20.000 feet irtifa altında pozisyon takibi için - **www.findmespot. Com) ve** iridium modemler (mesaj göndermek için - örneğin RockBlock **Mk2 modem (www.sparkfun.com/products/13745).** - Uydu veya cep telefonu sistemleri kullanılarak iletilen veriler için format standartları yoktur.

16.3.7 Telemetri Alma ve Aktarma

Çoğu dijital mod, **ukhas.org.uk/ projeden indirilebilen dl-FLdigi adlı ücretsiz yazılım paketi FLdigi'nin değiştirilmiş bir sürümü tarafından kolayca alınabilir: dl-fldigi.** Bu yazılım alır Telemetriyi çözer, alınan verilerin doğruluğunu sağlamak için bir sağlama toplamı kullanır ve bu verileri bir sunucuya gönderir. Pozisyon raporu daha sonra - İngiltere Yüksek İrtifa Topluluğu (UKHAS) tarafından tutulan: tracker.habhub.org adresinde görülebilir. Site herhangi bir platformdan telemetri görüntüleyebilir, ancak özellikle yüksek irtifa balon platformları, hem Amatör Radyo hem de lisanssız vericiler için tasarlanmış bir dizi özelliğe sahiptir.

tracker.habhub.org ile kullanılmak üzere telemetri oluşturma biçimi, aşağıdaki gibi ASCİİ karakterlerinin komaseparated değerleridir (CSV):

$ $
CALLSİGN,
sentence_id,
zaman, enlem,
boylam,
yükseklik ,
hız (isteğe bağlı),
rulman (isteğe
bağlı),
Dahili sıcaklık (isteğe bağlı), *
CHECKSUM\n

Bu parametreler, başlamak için $ $ ve - sonunda bir sağlama toplamı dışında değiştirilebilir. Telemetri formatları hakkında daha fazla bilgi şu adreste bulunabilir **ukhas.org. uk/iletişim: protokol .**

16.4 Yükler

16.4.1 VHF/UHF/Mikrodalga Yükleri

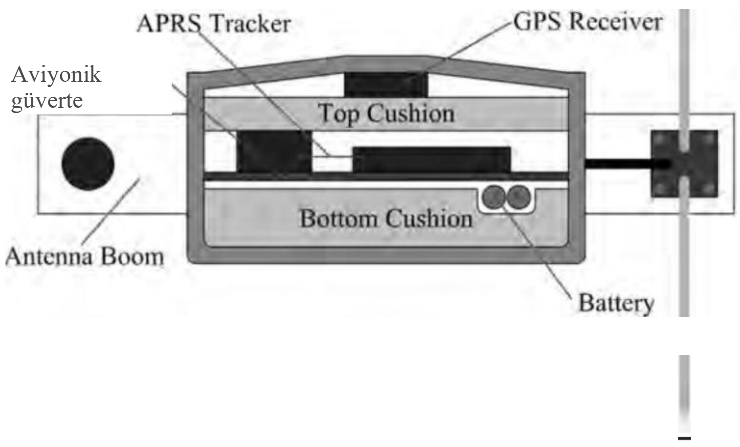
NEARSPACETRACKER

Yüksek irtifa yükleri için çok popüler bir konfigürasyon, verileri elde etmek ve kaydetmek veya iletmek için aviyoniklerden, konum verileri için bir GPS alıcısı ile birleştirilmiş bir APRS izleyici modülünden ve basit bir dipol veya çok yönlü antenden oluşan Yakın Uzay İzleyicisidir. **Şekil 16.12,** böyle bir paket için tipik bir fiziksel düzeni göstermektedir. APRS izleyici modülü bir *terminal düğüm denetleyicisi (TNC)* ve bir alıcı-verici modülünden oluşur. İt ayrı bir TNC ve radyo kullanmak için daha balonlar için tam bir APRS izci kullanılması tavsiye edilir. Birleştirilmiş bir sistem kullanmak, izleyicinin karmaşıklığını, ağırlığını ve pil ihtiyaçlarını azaltır .

Tam bir inşaat makalesi, Paul Verhage, KD4STH tarafından "Bütçeye Yakın Uzaya Dokunmak" başlıklı bu kitabın indirilebilir ek içeriğine dahil edilmiştir. Birleştirilmiş izleyici **Şekil 16.13'te gösterilmiştir. İt,** elektronik, pil ve anteni tutmak için ucuz yalıtımlı bir öğle yemeği soğutucusu kullanır.

Bunun gibi izleyici paketleri, sadece jambonlar için değil, APRS modülünün kullanımına izin vermek için lisanslı bir amatör tarafından desteklendiğinde öğrenciler ve diğer gruplar için mükemmel deneylerdir. Bu tür deneyler iyi bir yoldur

HBK0814



Şekil 16.12 - Bir APRS izci, GPS alıcısı, bir aviyonik paket, piller ve bir dipol anteni içeren idealleştirilmiş bir Yakın Uzay İzleyicisini gösteren bir kesme grafiği.

Öğrencileri Amatör Radyo ile tanıştırın ve genellikle yerel bir radyo kulübü tarafından desteklenebilir.

İzleyiciler için önemli hususlar ağırlıkları (daha az daha iyidir) ve çalışma süreleridir (veya tam şarjlı bir pille ne kadar süre çalışırlar). İzleme sistemi ne kadar hafif olursa, bilim için daha fazla ağırlık yükler. Ayrıca, belirli bir balonun patlamadan önce daha yüksek bir irtifaya ulaşacağı anlamına gelir (kaldırma gazının azaltılmış ilk hacmi nedeniyle). Bir balonu doldurmak bir saat sürebildiğinden, tepe irtifaya ulaşmak için doksan dakika, inmek için kırk beş dakika ve iyileşmek için birkaç saat, bir izleyici



Şekil 16.13 - Yalıtımlı bir kumaş öğle yemeği soğutucusunda monte edilmiş komple Near Space Tracker.

Bir pil setiyle en az altı saat çalışabilecek.

TheByonic TinyTrak 3, Argent Data Systems Tracker 3, Tracksoar ve diğerleri gibi APRS izleyicileri yazılım yapılandırılabilir. Bu, izleyicinin davranışının izleyici için sağlanan yapılandırma yazılımı kullanılarak önceden programlanabileceği anlamına gelir. APRS izci, Callsign, SSID, Symbol, Smart Tracking, Transmit Times, Time Slotting ve Status Messages gibi ayarlar için yapılandırılmıştır. (APRS ile ilgili önceki bölüme bakın.)

300 mW sinyal üreten bir izleyici balon uçuşu için yeterlidir. Skytracker **(wb8elk.com) gibi sadece 25 mW üreten bir APRS vericisi bile** yedek izleyici olarak kullanılabilir. Bu düşük güçte bile, yaklaşık 1500 feet AGL'ye (yer üstü seviyesi) kadar daha yüksek güç vericileri ile karşılaştırılabilir. Bu, çoğu balon uçuşu için birkaç yüz mAhr kapasiteli bir pilin yeterli olacağı anlamına gelir (2200 mAh, bir gecede iyileşmeye izin verdiği için daha da iyidir).

5-V bir LM2940T-5 voltaj regülatörü 0,5 V'luk bir düşüşe sahip olduğundan, iki hücreli (2S) şarj edilebilir bir LiPo pil, bir balon uçuşundaki çoğu aviyonik için fazlasıyla yeterli güç sağlayabilir. Ek olarak, bu piller genellikle RC yarış arabaları için satıldığı hobi mağazalarından temin edilebilir.

Dikey dipol, APRS kullanan yakın alan izleme modülleri için önerilen antendir. Yapımı basittir, hafiftir ve kovalamaca aracı antenlerine (hangi Manyetik olarak monte edilmiş dikey kamçı olma eğilimindedir).

GPS RECEIVERS

GPS alıcıları APRS izleyicileri için hayati bir bileşendir. Güdümlü füzelerde kullanılmasını önlemek için, Çok Taraflı İhracat Kontrolleri Koordinasyon Komitesi, GPS alıcılarının, 59.000 feet'in üzerindeki bir yükseklikte 1.000 knot'tan daha hızlı hareket ederken konum verisi oluşturmayı durdurmasını gerektirir. Bazı şirketler bunu bir OR koşulu olarak kabul ettiler ve bir AND koşulu olarak değil. Bu nedenle, amatörler seçtikleri GPS alıcısının 59.000 feet'in üzerinde çalışacağını doğrulamalıdır. Amatörler, bir İnternet araması aracılığıyla uygun alıcıların bir listesini bulabilir.

GPS sinyalleri zayıf sinyallerdir. Bu, GPS alıcılarının bağlı olduğu radyo sinyallerini engellemenin kolay olabileceği anlamına gelir. Deneyler, birkaç inç straforun bir GPS sinyalini engellemeyeceğini, ancak bir alüminize Mylar tabakasının olacağını göstermiştir. Amatörlerin, APRS izleyicilerini, gövde yapılarını tamamlac

SIMPLEX TEKRARLAYICI

Okuyucular, 100.000 fitte yüksek irtifa balonunun, 400 milden daha fazla bir radyo hattı görüş ufkuna sahip olduğunun farkında olmalıdır. Mil cinsinden radyo sinyali görüş hattı formülü aşağıdaki gibi hesaplanabilir:

Mesafe (mil cinsinden) = 1.41 X.Jheight (ayak cinsinden), burada H, ayak cinsinden yüksekliktir .

Anten yüksekliği VHF ve UHF üzerinde çalışmak için çok önemli olduğundan, 19 mil yüksekliğinde bir antene sahip olduğunuzu hayal edin. Eğer bu yüksekliğe bir tekrarlayıcı uçurabilirseniz, 800 mil uzaklıktaki iki yer istasyonu tekrarlayıcı aracılığıyla birbirleriyle iletişim kurabilir. Bunu yapmanın basit bir yolu, 2 metre veya 70 cm bandında çalışan tek bir el telsizi uçurmaktır. Bir ses kaydediciyi ve oynatma cihazını el telsizine bağlamak, bir *simpleks tekrarlayıcı oluşturur. Bu cihazlardan biri* Argent Data ADS-SRI'dir. Durdurulan bir Radio Shack simplex tekrarlayıcı modülü bazen çevrimiçi olarak bulunabilir .

Bir simpleks tekrarlayıcı konuşmasının asılması için biraz pratik ve sabır gerekir, ancak bu, zeminde minimum ekipman kullanarak çok durumlu bir bölge üzerinde çok heyecan verici temaslar kurmanın çok basit bir yolunu sunar.

CROSSBAND TEKRARLAYICI

İki el telsizi kullanırsanız, biri 2 metrede ve biri 70 cm'de, çapraz bant tekrarlayıcı yükü oluşturabilirsiniz. (Bazı el telsizleri kendi başlarına çapraz bant tekrarlayıcı olarak da çalışabilir.) İki radyo arasındaki sesi ayarlamak ve ayrıca bir PTT kontrolü sağlamak için bir ses seviyesi kontrolü oluşturmanız gerekir.

Simpleks tekrarlayıcıdan daha karmaşık, daha ağır ve daha pahalı olmasına rağmen, bu, desenlenmeyi önlemek için büyük filtrelerin uçması konusunda endişelenmenize gerek kalmadan gerçek zamanlı bir tekrarlayıcı sağlar. Giriş genellikle 2 metre bandında ve çıkış 70 cm bandındadır. Diğer şekilde ayarlayabilseniz de, 2 metrelik iletimin 3. harmoniği, 70 cm alıcı ile deser

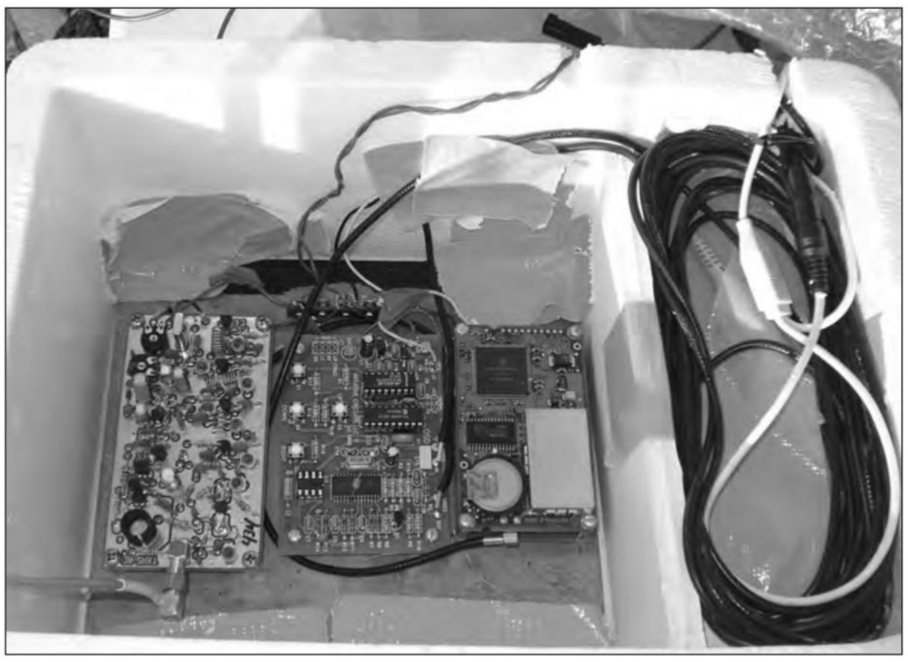
STİLL İMAGES

Herhangi bir balon uçuşuna harika bir katkı, uçuş sırasında canlı görüntüler alma yeteneğidir. Balon, atmosferin yüzde 99'unun üzerinde olduğu için, 100.000 fitten uzayın siyahlığının ve Dünya'nın eğrisinin muhteşem bir görüntüsünü açıkça görebilirsiniz**. Şekil 16.14,** balonla fırlatılan bir kamera tarafından çekilen bir fotoğrafı göstermektedir. Uygun hafif kameralar, başparmak sürücü (USB) formatlarında ve - giyilirken kullanılmak üzere tasarlanmış helmet- veya bikecamlarda mevcuttur.

SSTV, en az 1998'den beri uçmaktadır ve **ArgentData (www.argentdata.com) tarafından SSTVcam gibi bir SSTV modülü kullanılarak 2 metre FM vericileri ile hala kullanılmaktadır.** SSTV görüntüleri bir PC'deki ses kartları ve yazılımlar kullanılarak çözülür. Yazılımı kullanma yeteneği, amatörlerin tercih ettikleri herhangi bir SSTV modunu kullanmakta özgür oldukları anlamına gelir. Argent sistemi, Robot 36, Robot 72, Scottie 1 ve Scottie 2 olmak üzere dört modda görüntü üretebilecek şekilde yapılandırılmıştır. Scottie 2, 71 saniyede bir görüntü aktaracak ve Robot



Şekil 16.14 - Kamera yükü taşıyan bir balon, 2010 yılında Dayton Hamvention'dan Bill Brown, WB8ELK tarafından başlatıldı. Bu resim birkaç dakika sonra yaklaşık 1000 feet yükseklikten elde edildi.



Şekil 16.15 - Bu yük bir GPS alıcısı (sağ), yük denetleyicisi (merkez) ve bir ATV vericisinden (sol) oluşur. Piller ve kablolar en sağ bölmededir ve tüm platform bir strafor muhafazasında bulunur.

36, biraz çözünürlük kaybına rağmen biraz daha hızlıdır. Scottie modları en çok balon uçuşlarında kullanılır. (İndirilebilir **İmage Communications** bölümüne bakın)

SSTV ses sinyalini çözmek ve görüntüleri bir bilgisayar ekranında görüntülemek için çeşitli programlar vardır. *MMSSTV, Mix W, -MultiPSK ve Ham Radio Deluxe* (DM780), SSTV görüntülerini yakalamak ve görüntülemek için kullanılabilecek birkaç programdır .

VIDEO

Bir uçuştan uzayın kenarına canlı bir video kamera görüntüsü izlemek gibi bir şey yoktur. Tipik olarak, en iyi sonuçlar için 434 veya 439.25 MHz'de 1 W ila 3 W AM modülasyonlu ATV vericisi kullanılır. FM ATV vericilerini 23 cm ve 13 cm bantlar gibi daha yüksek frekanslarda da kullanabilirsiniz, ancak yol kaybı bu frekanslarda çok daha yüksek olacak ve maksimum downrange alım mesafenizi sınırlayacaktır. Kullanılabilecek birçok hafif video kamera var. (Bkz. Analog ve dijital ATV hakkında daha fazla bilgi için indirilebilir ek malzeme ile İmage Communications bölümü.)

Video iletmek için analog ve dijital yöntemler kullanılır. Dijital modda, Raspberry Pi bilgisayarlar video üretebilir ve videoyu iletmek için 5.8 GHz modemler kullanılır. UHF ayrıca dijital video iletmek için de kullanılabilir. Video bindirmeleri kullanarak, GPS verileri bir yedekleme izleme yöntemi olarak görüntüler üzerine bindirilebilir.

Bu web sitelerinde çeşitli vericiler bulunabilir: **www.hamtv.com, www.hamtv.com/videolynx.html#VM70X, kh6htv.com ve www.hides.com.tw/product_eng.html.**

Şekil 16.15, yalıtkan strafor kutu muhafazasında tipik bir ATV yükü göstermektedir. Solda düşük güçlü 70 cm verici var. Ortadaki mikroişlemci tabanlı denetleyicidir. GPS alıcı modülü sağda. Piller ve kablolar en sağdaki ayrı bölmeye yerleştirilir. Üç elektronik kartın, mekanik stabilite sağlamak ve vericiden gelen RFI'yi en aza indirmek için ortak bir PCB zemin düzlemi üzerine monte edildiğini unutmayın. ATV bağlantısının anteni paketin altında asılı duruyor.

UHF'de, Little Wheel veya Big Wheel çok yönlü antenler, yüksek irtifa hava balonlarının temelini oluşturmuştur. Balon grubu Project Traveler, **www.projecttraveler.org/ ind ex.p h p/how-to-s/6-little-wheelantenna-for-70cm -atv adresinde yüksek irtifa balon uçuşları için bir Little Wheel anteni yapma konusunda bir web sayfasına sahiptir.** PC Electronics (www.hamtv.com/wheel.html), çeşitli bantlar için Olde Antenna Labs "tekerlek" antenleri hattının yanı sıra video kamera modülleri, ATV vericileri ve alıcıları taşır.

Analog video, uçuşun başlarında P5 (yüksek kaliteli) sinyaller üretirken, balonun yüksekliği nispeten düşüktür. Yüksek irtifalarda, balonun altından bile zeminde Pl (düşük kaliteli) sinyaller almak nadir değildir.

Sürekli çalışan **1 W TV** vericisinin güç gereksinimlerinin bir APRS veya ses tekrarlayıcı yükünden çok daha yüksek olacağını unutmayın. Genellikle en az üç saatlik çalışma süresine izin vermek için yeterli bir Ah derecesine sahip en az 12 V gerekir. Yüksek kapasiteli, dört hücreli, RC yarış arabası aküleri, ATV vericilerine güç sağlamak için iyi bir seçenektir.

Yerde iyi bir antene, bir ATV downconverter'a ve bir analog TV alıcısına ihtiyacınız olacak. Yerel ATV aktivitesi için yatay polarizasyonun kullanıldığı bir alanda uçuyorsanız, Big Wheel anteni, yükün ATV anteni için iyi bir seçenektir. İt, yükün altında olduğu kadar ufukta da iyi bir kapsama alanı sağlar. Dikey bir anten de kullanabilirsiniz, ancak doğrudan dikey bir radyatörün altında bir boş olacaktır.

16.4.2 HF Yükleri

Yüksek irtifadaki bir balonun RF aralığı, VHF ve UHF kullanıldığında yaklaşık 450 mil ile sınırlıdır. Bazı balon grupları, binlerce kilometre uzaklıktaki alım raporları ile HF bantlarında vericiler uçurdu. Yerel bölgenizin çok dışındaki Amatör Radyo operatörlerini dahil etmenin harika bir yolu.

Kayan nokta matematiğini çağırmak zorunda kalmadan küçük bir mikro denetleyiciye programlanabilen birkaç dijital mod vardır (çok http://www.elktronics.com/mod lu bir HF balon vericisi örneği için www.elktronics.com bakın). Mors kodu, RTTY, PSK3 l, DominoEX ve Hellschreiber de başarıyla uçtu.

1 W altındaki iletim gücü seviyeleri, bu dijital modların bazılarının zayıf sinyal avantajı nedeniyle iyi çalışacaktır. DominoEX, Hellschreiber ve PSK3 l özellikle çok zayıf sinyal alımı için iyidir. WSPR ayrıca izleme bilgileri de sağlayacaktır.

GÖZETİMSİZ OPERATYON KONUSUNDA SINIRLAMALAR

Katılımsız "işaret" operasyonunun ve kendi başlarına iletim yapan istasyonların, FCC yetkisi altındaki alanlarda bulunduğunda otomatik kontrol bandı segmentleriyle sınırlı olduğunu unutmayın. HF vericisini uzaktan kumanda altında açıp kapatmanın bir yolu olmalıdır. (Vericiyi açıp kapatabilmek, uzaktan bağlantı yoluyla tam kontrol oluşturmaz, bu nedenle vericinin hala otomatik kontrol altında çalıştığı kabul edilir.) DTMF dekoder kartı ile birlikte bir kontrol alıcısı olarak kullanılabilecek bir dizi ucuz ve hafif UHF el telsizi vardır.

Aşağıdaki gibi FCC Bölüm 97 .221 - Kısıtlı İşlem gereksinimlerine uyduğunuzdan emin olun:

§ 97 .221 *Otomatik olarak kontrol edilen dijital istasyon .*

(A) Bu kural bölümü bir yardımcı istasyon, bir işaret istasyonu, bir tekrarlayıcı için geçerli değildir Bir istasyon, bir dünya istasyonu, bir uzay istasyonu veya bir uzay telekomünikasyon istasyonu .

(B) Bir istasyon, 6 m veya daha kısa dalga boyu bantlarında ve 28.120-28.189 MHz, 24.925-24.930 MHz, 21.090-21.100 MHz, 18.105-18.110MHz, 14.0950-14.0995 MHz, 14.1005-14.112 MHz'de bir RTTY veya veri emisyonu iletirken otomatik olarak kontrol edilebilir 10.140-10.150 MHz, 7.100-7.105 MHz veya 3.585-3.600 MHz segmentleri

(C) 97.303 ABD Doları (h) cinsinden belirtilen kanallar hariç olmak üzere, bir istasyon, bir RTTY veya veri emisyonu iletilirken, bu tür emisyon türleri için yetkilendirilmiş diğer herhangi bir frekansta otomatik olarak kontrol edilebilir :

(1) İstasyon, yerel veya uzaktan kumandalı bir istasyon tarafından yapılan sorgulamaya cevap veriyor; ve

(2) Otomatik olarak kontrol edilen istasyondan hiçbir iletim 500 Hz'den fazla bir bant genişliği kaplar.

16.5 Yüksek İrtifa Balon Platformları

Okuyucu, "yakın alan", "ARHAB" veya "BalloonSats'gibi arama terimlerini kullanarak indirilebilir birçok yakın alan bilgisi bulacaktır. Yakın bir uzay etkinliği planlayan kişi ve kuruluşlar, **yakınlarda bir dizi bildiri ve sunum bulacaklardır.** "Diğer İnsanların Helyumu" **bölümündeki com web sitesi (www.nearsys.com/arhab/ophe/ophe.htm). Ücretsiz** e-kitap *BASİC Stamp Near Space (seethe Referanslar* bölümü) yüksek irtifa balonculuğunun her yönünü kapsar. İt, yakın bir uzay programına sıfırdan başlamak isteyen veya yeni fikirler arayan amatör için yazılmıştır. Son olarak, *Nuts and Volts dergisindeki "Near Space" sütunu,* yüksek irtifa balon projeleri için mikrodenetleyicilerin tasarlanması ve kullanılması üzerine makaleler içermektedir.

İşte Amatör Radyo yüksek irtifa balonu (ARHAB) hakkında çok fazla bilgi içeren birkaç web sitesi:

- Amatör Radyo Yüksek İrtifa Balonu - (ARHAB) - **www.arhab.org**
- Yakın Uzay - **nearsys.com**
- Uzay Bilimlerinin Sınırı - **www.eoss.org**
- WB8ELK Balonları - **www.wb8elk.com**
- İngiltere Yüksek İrtifa Topluluğu **www.habhub.org**
- Great Plains Süper Lansmanı - **www.superlaunch.org**

16.5.1 FAA Gereksinimleri

İnsansız serbest balonlar için düzenleyici kurum Federal Havacılık İdaresi'dir (FAA). İnsansız serbest balonlar için geçerli düzenleme Federal Havacılık Yönetmeliği Bölüm 101 (FAR 101) veya Başlık 14: Havacılık ve Uzay, 14 CFR 101'dir.

FAR 101 Bölüm 101.1, bu dört koşuldan birine düşerse, herhangi bir insansız serbest balon için geçerlidir:

1. İnsansız serbest balon, 4 pounddan daha ağır bir yük taşır ve inç kare başına 3 onstan daha büyük bir ağırlık/boyut oranına sahiptir (Bu "yüzey yoğunluğu", en küçük alana sahip bir yük tarafında ölçülür).
2. İnsansız serbest balon, 6 3 pounddan daha ağır olan tek bir yük taşır. İnsansız serbest balon, toplam 12 kilo ağırlığında iki veya daha fazla paket yükü taşır.
4. İnsansız serbest balon, yükü balona bağlamak için bir ip veya çizgi kullanır; bu, balondan yük yükünü ayırmak için 50 kilodan fazla kuvvet gerektirir.

Amatörlerin yukarıda belirtilen dört sınırlamayı aşmamaları şiddetle tavsiye edilir. Bu sınırlamalardan herhangi biri aşıldığında, balon uçuşu ek gereksinimleri karşılamalıdır. Bu gereksinimler Alt Bölüm D'de açıklanmıştır ve aşağıdakileri içerir.

A) Fırlatma yeri seçimindeki sınırlamalar

B) Lansman sırasında bulut kapsamı ile ilgili sınırlamalar

C) Yük azaltma cihazları ekleme gereksinimi

D) Balon sonlandırma cihazları eklemek için gereklilik

E) Balon trenine radar reflektörü ekleme zorunluluğu

F) Balon treninin görünürlüğünü artırma şartı

G) Ek lansman öncesi bildirim gereksinimleri

H) Balonun konumunu düzenli olarak bildirme zorunluluğu

Bölüm 101.3, FAR 101'in gereksinimlerini karşılayamayan bir balon uçuşu için feragat talep edilebileceğini belirtir. Feragat isteyen herkes bir FAA Formu 7711-2, Sertifika BaşvurusuWavier veya Yetkilendirme.

Bölüm 101.5, insansız bir serbest balonun, kontrol eden kurumun veya bu sınırlı veya yasak alanı kullanan kurumun izni olmadan sınırlı veya yasak bir alandan fırlatılamayacağını belirtir.

Bölüm 101. 7, bir balonu insanlar veya mülkleri için tehlike yaratacak şekilde çalıştıramayacağınızı belirtir. Örneğin, uçuş sırasında nesneler, insanlara veya mülklerine zarar verebilecek veya zarar verebilecek şekilde nesneler bırakılacaksa, bir balon fırlatılamaz.

Yük başına maksimum ağırlık altı

Platform için toplam on iki pound için pound. Ek ağırlık başlatmak, FAA'dan özel izin almayı gerektirir. Bu, 6 kiloluk kurşun ağırlıklarını uçurabileceğiniz anlamına gelmez. Yükünüzün yoğunluğunun başkalarına zarar vermeyeceğinden emin olmalısınız ve ayrıca içinde paketlediğiniz tüm pahalı elektronikleri de korumanız gerekir.

16.5.2 Balon Platform Ortamı

Yakın uzay ortamı, **Tablo 16.2'de** gösterildiği gibi (LEO, Düşük Dünya Yörüngesi anlamına gelir), dış uzayda bulunanlara birçok yönden Dünya yüzeyinden daha yakın olan çevresel koşullara sahiptir.

HORIZONTAL DEPRESSION

Dünya yüzeyindeki bir gözlemci için görsel ufuk, tüm azimuthlar (yönler) için zirveden (tepe noktası) 90 derece yatay bir çizgi oluşturur. Yükseklik arttıkça, ufuk, gözlemcinin gözünden bir çizginin Dünya yüzeyine teğet olduğu nokta tarafından belirlenir. (Radyo Horizon, **Radyo Sinyallerinin Yayılması bölümünde açıklandığı gibi biraz daha uzaktır.) Bir gözlemcinin** yüksekliği arttıkça, **Şekil 16.16'da gösterildiği gibi,** bu teğet noktası Dünya'nın eğriliği nedeniyle daha uzak hale gelir. Zirveden teğet çizgisine olan açı da artar, bu nedenle ufuk gözlemciye daha düşük görünür. Ufkun bu alçalmasına *yatay depresyon denir.*

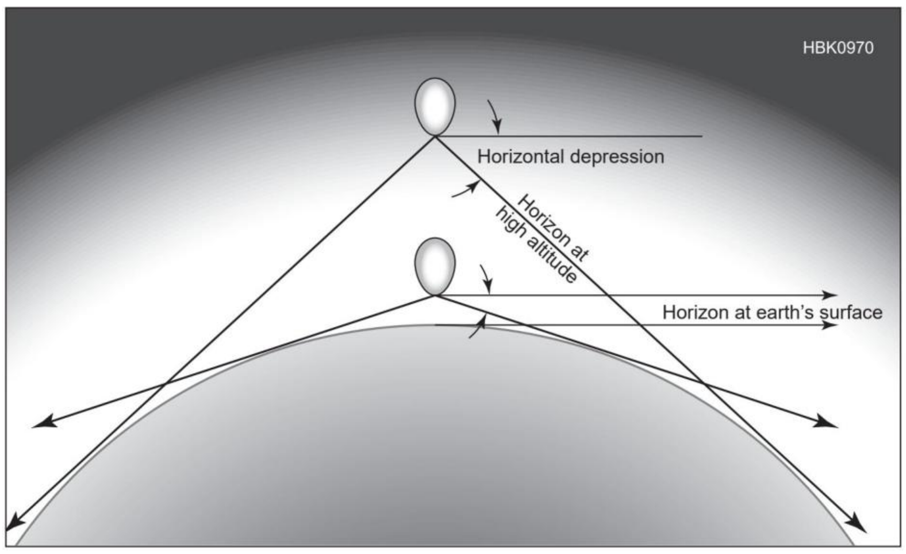
ATMOSHERİC YOĞUN VE BASKI

Hava basıncı ve dolayısıyla yoğunluk, yükseklik arttıkça azalır, çünkü bu seviyenin üzerindeki havanın ağırlığı azalır. Atmosferik yoğunluktaki değişiklikleri belirlemenin bilimsel yolu *ölçek yüksekliğidir.* Bir kapasitör deşarjına benzer şekilde, ölçek yüksekliği, atmosferin yoğunluğunun e faktörü (2.718'e eşit) azaldığı yükseklikteki değişimdir. Ölçek yüksekliği, yerçekimi ivmesi, atmosferik gazların ortalama atomik kütlesi ve sıcaklık gibi faktörlere bağlıdır. Ölçek yüksekliği, her gezegenin atmosferinin bir özelliğidir ve astrodinamik ve uzay için yararlı bir ölçümdür.

Tablo 16.2
Balon ortamı özeti

	Deniz seviyesi	Yakın Uzay	*LEO*
Basınç	1013mb	60 mb ila 5 mb	0mb
sıcaklık	59 ° F	-60 ° **F** ila 20 ° F	tanımsız
yerçekimi	32,2 ft/sn?	31.09 ft/s ?	28.9 fts?
Ufka Uzaklık * Yatay	6 'uzun boylu yetişkin 0	300 mil ila 400 mil 5	1260 mil
Çöküntü * * Kozmik	derece için 3 mil	derece	18 deg
İşınlar	8 sayım/dak	800 sayım/dak	?
UV Radyasyon	UV-A, az miktarda UV-B	UV-A ve UV-B	UV-A, B, & C

* Ufka olan mesafe formül mesafesi (mil) = sqrt (yükseklik (feet) * 1.5) * * ile hesaplanabilir
Metne bakın



Şekil 16.16 - Bu son derece abartılı görünümde, yüksek balon daha düşük irtifalarda olduğundan daha uzak bir ufka sahiptir. Bu, yükseklik arttıkça yüksek irtifa balonunun ufkunu bastırır.

Omy. Dünya atmosferinin ölçek yüksekliği 4,9 mildir. Bu nedenle, her 4.9 mil yüksekliğindeki artış için, Dünya'nın atmosferi yalan ya da %37'si yoğundur. Basit bir kural, hava basıncının 18.000 metrelik yükseklik artışı başına %50 oranında düşmesidir.

Hava basıncı (Şekil **16.17'ye bakınız),** - organizmaları canlı tutmak için yakın alan deneylerinde, hava tarafından sağlanan yalıtım olmadan yayılabilecek ve hava ile teması cihazları serin tutmada bir faktör olduğu yüksek voltajlı elektrik devrelerinde bir endişe kaynağıdır.

SICAKLIK

Atmosfer, ikisi **Şekil 16.18 grafiğinde gözlemlenebilen dört katmandan oluşur**. En alt katman *troposferdir* ve tüm hava koşullarımızı içerir. İt, doğrudan güneş ışığıyla değil, toprakla (güneş ışığı ile ısıtılan) teması ile ısıtılır. Troposferde ne kadar yüksekse, sıcak zeminden o kadar uzaktır ve bu nedenle hava o kadar soğuktur.

İkinci atmosferik tabaka *s tratosferidir ve* tabakadaki ozon molekülleri tarafından emilen enerjiden ısınır. Ozon güneş ultraviyolesinin yere ulaşmasını engellediğinden, ultraviyole fotonların enerjisi ozon moleküllerini ısıtır. Stratosfere ne kadar yüksek tırmanırsa, o kadar çok ultraviyole engellenir ve bu nedenle hava o kadar ısınır.

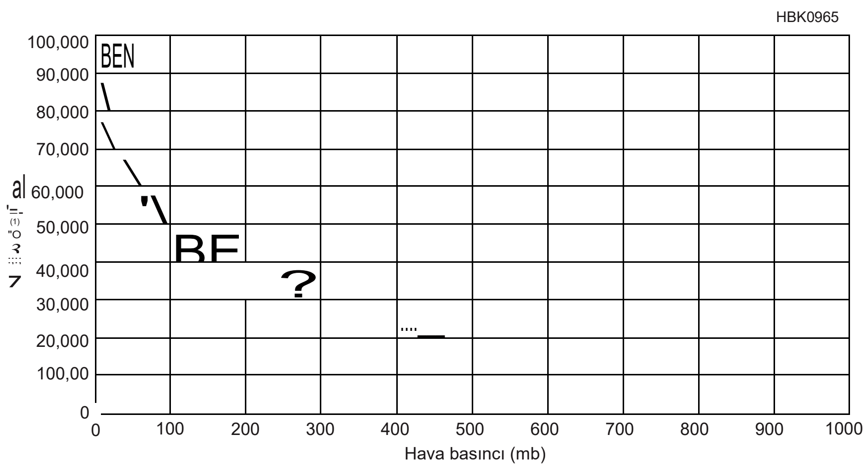
Tropopoz, troposfer ve stratosfer arasındaki sınırdır. Sensörler genellikle bu geçiş katmanı içinde sabit kalan hava sıcaklığını gösterir. Şekil 16.18, bir balon deneyi sırasında ölçülen tipik bir sıcaklık profilini göstermektedir.

Sıcaklık, kimyasal işlemlerin ne kadar hızlı çalıştığının bir faktörüdür. Düşük sıcaklıklar, pillerin voltajı ve akım çıkışı için bir endişe kaynağıdır. Düşük sıcaklık ayrıca, yağlanmış mekanik sistemlerin yakalayacağı noktaya kadar viskoziteyi artırabilir. Diğer bir sorun, bazı öğelerin (plastik zip bağları gibi) soğukta kırılgan hale gelmesi ve yakın alanda beklendiği gibi performans göstermemesidir.

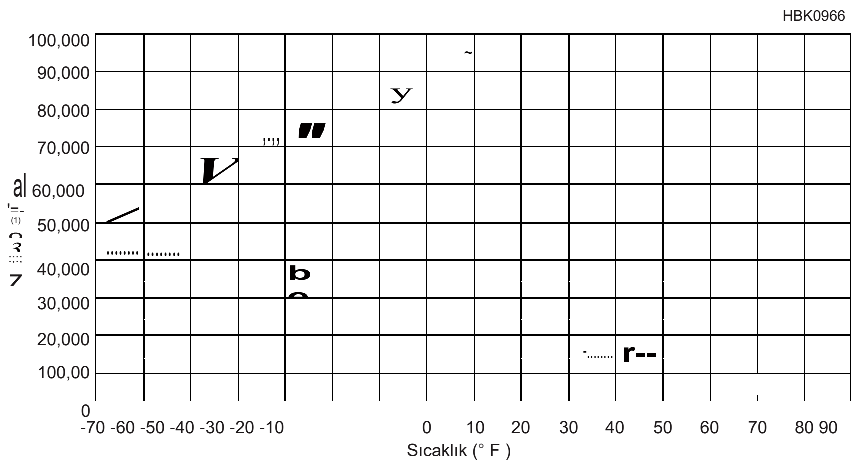
ALTITUDE VE SICAKLIK RATINGI

Birçok GPS alıcı modülü 60.000 feet'in üzerinde çalışmaz. Bir GPS alıcısı seçerken, veri sayfasının balonun beklenen maksimum yüksekliğinin üzerinde bir maksimum yükseklik belirlediğinden emin olun. Stratosferik yüksekliklerde çalıştığı bilinen bazı popüler modüller, Trimble, Garmin, u-Blox ve İnventek tarafından yapılan modüllerin yanı sıra Byonics ve Argent Data tarafından sunulan yüksek irtifa modülleridir.

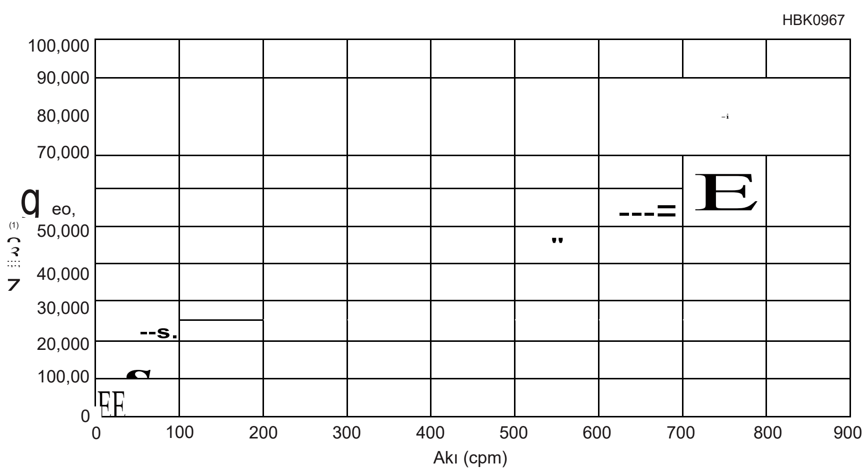
Yüksek irtifa deneyleri için tasarlanmış İnstrument modülleri, yüksek irtifada bulunan koşullar için yeterli bir dereceye sahip olmalıdır. Modüller ve genel amaçlı kullanım için yapılmış diğer öğeler yeterli yüksekliğe sahip olmayabilir



Şekil 16.17 - Yüksekliğe karşı tipik bir hava basıncı değişimi.



Şekil 16.18 - Troposferi (50.000 feet'e kadar) ve stratosferi (50.000 feet'in üzerinde) gösteren yüksekliğe karşı tipik hava sıcaklığı profili.



Şekil 16.19 - Bu tipik balon deneyinde artan irtifa ile kozmik ışınlara daha sık rastlanır.

ve sıcaklık derecesi. Bu, bu derecelendirmeler aşıldığında işe yaramayacağı anlamına gelmez, ancak güvenilmez hale gelebilir veya performans özelliklerini karşılamayabilir.

Çoğu tüketici elektroniği ve entegre devre 0 ila 70 ° C arasında derecelendirildiğinden, yakın alan yükleri için endüstriyel sıcaklık aralığı (-40 ila 100 ° C) veya otomotiv sıcaklık aralığı (-40 ila 125 ° C) için derecelendirilmiş cihazları bulmak isteyebilirsiniz. Yüksek irtifa balonculuğu ile ilgili forumlar ve kullanıcı toplulukları genellikle bu aşırı koşullarda iyi performans gösteren belirli ekipman modelleri için önerilere sahip olacaktır. (Sıcaklık ve Bağıl Nem ile ilgili önceki bölüme bakın .)

Kozmik ışınlar enerjik atomaltı - parçacıklardır. Bu parçacık popülasyonunun çoğu protonlar veya hidrojen atomlarının çekirdekleridir. Daha ağır çekirdeklerin daha küçük bir popülasyonu da kozmik ışınlarda bulunabilir. Atomik parçacıklar üst atmosfere girdiğinde, birincil *kozmik ışınlar olarak adlandırılırlar.*

Birincil kozmik ışınlar oksijen ve azot molekülleriyle çarpıştığında atomları parçalara ayırır ve *ikincil kozmik ışınlar oluşturur. Bu* ikincil kozmik ışınlar enerjik X-ışınları ve nötronlar, pionlar ve müonlar gibi diğer atomaltı parçacıkları içerir. İkincil kozmik ışınların çoğu bozunur ve daha fazla çarpışmalara rağmen enerji kaybeder. Çoklu çarpışmaların sonucu, kozmik ışın akışında yaklaşık 62.000 feet (Pflotz Hattı olarak adlandırılır) bir zirvedir. Kullanılan radyasyon sensörünün türüne bağlı olarak, Pflotz hattında, kozmik ışın akışı deniz seviyesinden yüz kat daha büyük olabilir. (Bakınız **Şekil 16.19.)**

Kozmik ışın çarpmaları hassas elektronikleri etkileyebilir. Bununla birlikte, bu sadece Çok Büyük Ölçekli İntegrasyon (VLSI) entegre devreleri olan elektronik cihazlarda bir endişe kaynağı olmalıdır. Buna anılar, işlemciler ve gelişmiş işlem birimleri dahildir. Daha küçük ölçekli İ C'ler daha büyük mantık ve devre yapılarına sahiptir, bu da kozmik bir ışının "biraz dönmesini" zorlaştırır.

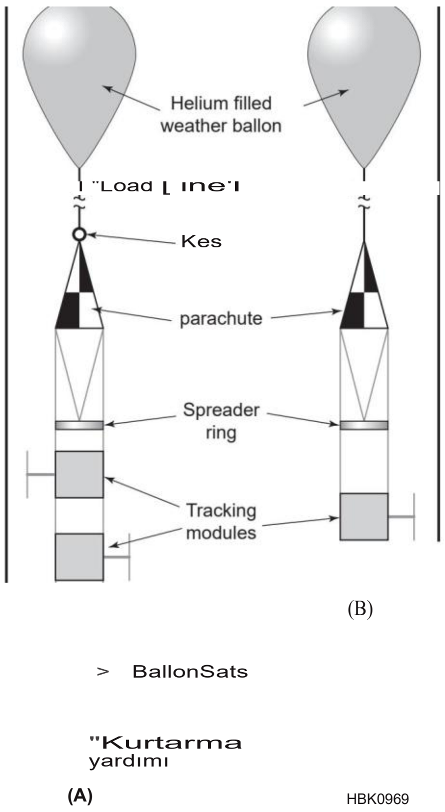
Yüksek hızlı aviyonikler, yakın bir uzay uçuşu sırasında kozmik ışın kaynaklı tekil rahatsızlıklardan (SEU) biraz daha büyük bir risk altında olabilir. Aslında, NASA araştırması, 100.000 feet'teki aviyoniklerin ortalama 2.3 saatte bir SEU yaşayabileceğini buldu. Amatörün radyasyonla güçlendirilmiş elektroniklere erişememesi ihtimali; Aslında, bir amatörün bu tür elektronikleri satın alması şüphe uyandırabilir! Gelişmiş aviyonik, SEU'ları tespit etmek ve düzeltmek için yazılım kullanır, ancak bu amatörler için de pratik olmayabilir. Amatörün en basit çözümü, aviyoniklerini büyük bellek hücrelerine sahip elektronikler kullanarak tasarlamak ve bu nedenle VLSI entegre

16.5.3 Balon Platformu Fiziksel Tasarım

Şekil 16.20 tipik balon platformlarının bir çiftini göstermektedir. Bir kez doldurulmuş bir hava balonu, yaklaşık yedi metre uzunluğundadır. İt, paraşüt ve yüklere bir *yük hattı ile bağlanır.* Yük hattı 15 ila 20 feet uzunluğunda kesilir, böylece patlayan balonun kalıntıları paraşütün üstüne çökmez. Bunu yapmak, paraşütün düzgün şekilde açılmasını ve yükü yavaşlatmasını önleyebilir. Patlamadan hemen sonra, balonun kalıntıları, erken iniş sırasında balonu paraşütün üzerine yerleştiren paraşütten daha yavaş düşecektir.

Bununla birlikte, geç iniş sırasında patlayan balon ile paraşüt kefen hatları veya izleme anteni arasında dolaşma riski vardır. Bu risk, yük hattı patlama balonunu izleme modüllerinin altında askıya alacak kadar uzun olduğu sürece nadiren bir sorundur.

Paraşütün çapı, yükün toplam ağırlığına göre seçilir. Amaç, 5 metre/saniyeden, 1.000 fit/dakikadan veya saatte 10 milden fazla olmayan düşük hızlı bir iniş sağlamaktır. 6 feet çapında bir paraşüt genellikle 12 kiloluk bir yük için yeterince büyüktür.



Şekil 16.20 - **(A) Çeşitli bileşenleri gösteren idealleştirilmiş bir balon platformu. (B) Sadece gerekli minimum bileşenlere sahip basitleştirilmiş bir balon platformu.**

Paraşütün altında ve kefen hatlarının bir kısmı *yayıcı halka adı verilen plastik bir halkadır.* Elektronik halka genellikle bir ayak çapında plastik bir halkadır ve paraşütün kefen çizgileri arasında gevşek bir şekilde askıya alınır. Tırmanış sırasında kefen çizgilerinin birbirine dokunmasını ve sarılmasını engeller. Paraşüt kefen hatları bükülmediği sürece, balon patladıktan kısa bir süre sonra paraşüt düzgün bir şekilde açılacaktır (video kayıtları bunun bir saniye kadar az sürebileceğini göstermektedir). Örtü çizgilerinin bükülmesine izin verilirse, yükün inişi uygun şekilde frenlenmez. 70.000 metreden bir iniş, bu gibi durumlarda yedi dakika kadar kısa sürebilir. Ayrıca, yanlış çalışan bir paraşüt, yük antenlerinde veya hatta yükün kendisinde dolaşabilir.

Bir *kesme cihazı, F* AR 101'in en katı sınırlarını karşılayan bir balon uçuşunda isteğe bağlıdır. Kesme, paraşüt ve yükü balondan ve yük hattından komut üzerine veya balon patlaması veya uçuş süresi gibi koşullar karşılandığında ayırır. Günümüzde kullanılan tüm kesme sistemleri olmasa da çoğu, VHF veya UHF FM kanalları üzerinden gönderilen bir dizi DTMF tonu kullanır. Tipik olarak, bir DTMF kod çözücü yongası, yük üzerindeki bir VHF veya UHF alıcısına bağlanır ve komutlar, komut frekansında yerdeki bir vericiden ses tonları olarak gönderilir.

DTMF ton kontrolü, kullanıcının parolasını takip eden bir kesme komutu iletmesine izin verir. Balon kesimi için şifre koruması, başka bir amaç veya yük için tasarlanmış DTMF tonlarından yanlış aktivasyon olmamasını sağlar. Kesme, yük hattını bir nikrom tel bobini ile eritmek veya yük hattını keskin bir bıçakla dilimlemek için tasarlanmıştır.

İnitiating cutdown, yükün inişini başlatır ve balonun patlama yüksekliğine ulaşana kadar yükselmeye devam etmesini sağlar. Balon patladıktan sonra çalışan bir kesme, balonu paraşütten ayırır. Balon parçalarını ve yük hattını paraşütten ayırmak, inişi daha az kaotik hale getirir ve yükü ilk inişin şok ve hızlanmasından korur.

Kesmeyi takiben, yakın bir uzay balonunun serbest bırakılması, bağlı platformlar için sallanma ve bükülme oluşturur; Bununla birlikte, balon patlamasından sonra iniş önemli ölçüde daha travmatiktir. Aslında, Şekil **16.21'de gösterilen ivmeölçer grafiğinde balon patladığında çok belirgindir.**

Kütleyi merkezinden uzağa yerleştiren herhangi bir nesne (bir kol kolu vardır) balon patlaması sırasında hasara maruz kalır. - Platformun geri kalanından önemli ölçüde daha yoğun olan herhangi bir nesne balon patlaması sırasında serbest kalabilir ve platform içinde bir darbe tehlikesi oluşturabilir veya hatta platformdan tamamen kaçabilir. Kırılgan hale gelen montaj yöntemleri Platformdaki yoğun veya ağır nesneleri sınırlamak için soğuk kullanılamaz.

MUHAFAZA VE İNSTALLATION

Platform tasarımı, yakın alanın düşük sıcaklığını ve düşük basıncını, balon patlamasının şokunu ve titreşimini ve daha az ölçüde artan kozmik radyasyonu dikkate almalıdır.

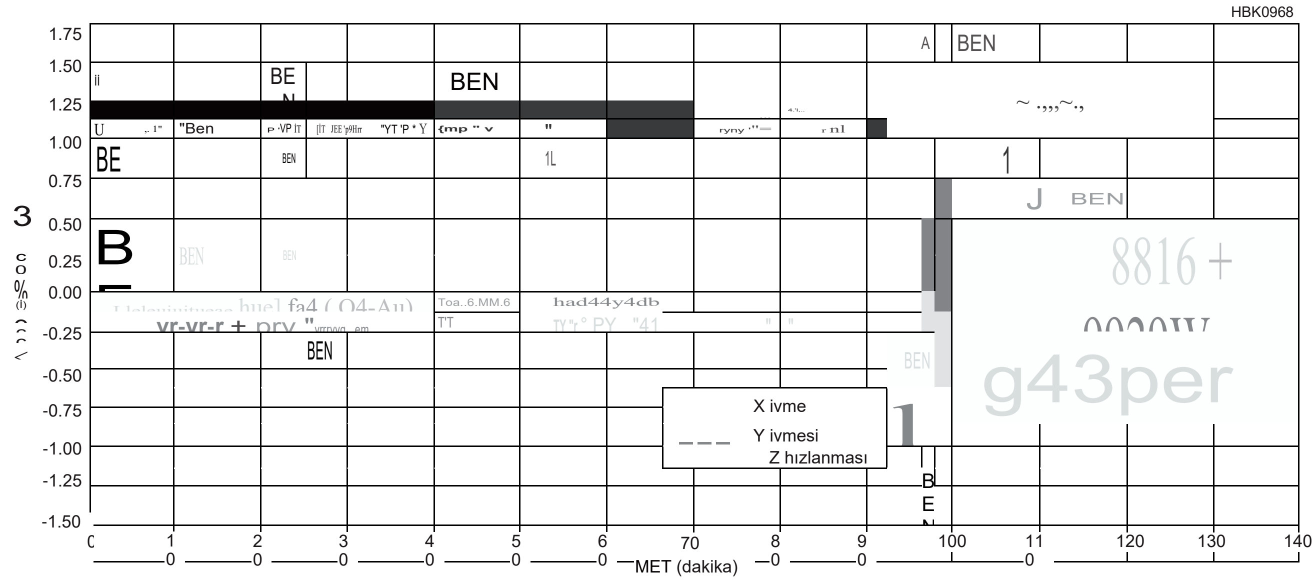
Bir strafor kutusu en yaygın muhafazalardan biridir. Köpük çok hafiftir, - yük elektroniği için uçuş sırasında karşılaşılan aşırı sıcaklıklara karşı yalıtım sağlar ve iniş etkisini azaltmaya yardımcı olur. Yeryüzündeki en sıcak yaz gününde bile, Dünya'nın yaklaşık 50.000 feet üzerinde yaklaşık 60 ° Yağ olabilir. Çoğu pil tipi, çoğu elektronik bileşenin spesifikasyon aralığının dışında olan bu aşırı sıcaklıklarda iyi çalışmaz. Neyse ki, bir strafor kutusu iç sıcaklıkları bu acımasız dış koşulların çok üzerinde tutmaya yardımcı olacaktır .

Strafor muhafazasının dışını siyah bantla (siyah ambalaj bandı gibi) kaplamak, kapalı bileşenler için pasif bir ısıtma sistemi oluşturur. İkinci bir ısı kaynağı kimyasal bir el ısıtıcısıdır. El ısıtıcıları demirin oksidasyonundan ısı üretir ve iki saatlik bir uçuş için ısı üretebilir. Isıttıkları eşyaların iyice ısındığından emin olmak için fırlatmadan bir saat önce el ısıtıcılarına başlayın. El ısıtıcılarının ısı üretme kabiliyeti, yükseliş sırasında (daha az oksijen mevcudiyeti) düşecektir, ancak ilk sıcaklık ve el ısıtıcılarının kademeli olarak azalan ısı çıkışı, öğeleri uçuş boyunca yaklaşık 10 derece daha sıcak tutacaktır.

Başka bir teknik, elektronik ve pilleri köpük çekirdekli bir tahtaya monte etmek ve her şeyi üç kat küçük hücreli kabarcık sargısı ile sarmaktır. Yalıtım ve sıkışan güneş ışığı elektroniği sıcak tutacaktır.

Balon platformunun içindeki bileşenler köpük kauçuk (köpüklü üretan) kullanılarak darbeye karşı korunabilir. Tüm durumlarda, her bileşen, hareketsiz hale getirilen bileşenin ağırlığının birkaç katını tutacak kadar güçlü bağlantı elemanları kullanılarak platforma monte edilmelidir. Ek olarak, bağlantı elemanları soğuk nedeniyle kırılgan hale gelen malzemelerden inşa edilemez. Bu nedenle, yüksek irtifa balon uçuşları için ağır veya yoğun nesneleri kısıtlamak için plastik zip bağları kullanmayın.

Yüksek voltaj gerektiren herhangi bir alet, silikon tutkal kaplaması gibi ek elektrik yalıtımı almalıdır. Düşük hava basıncına maruz kaldığında hacmi genişleyebilen itemler, yakın uzaya gönderilmeden önce yerde (vakum odası bu amaç için idealdir) değerlendirilmelidir. Hava soğutması gerektiren cihazlar, hava soğutması gerektirmeyen öğelerle değiştirilmeli veya belki de daha büyük ısı alıcıları verilmelidir.



Şekil 16.21 - Tipik bir balon deneyinin hızlanma profili, balonun yaklaşık 95 dakikada çok net bir şekilde patladığını açıkça göstermektedir.

BATTERİES

Lityum bazlı piller, aşırı voltaj düşüşü olmadan soğuk sıcaklıkları idare etme eğiliminde oldukları için yüksek irtifa güç kaynağı olarak şiddetle tavsiye edilir. Piller ana muhafazaya dahil edilebilir veya ayrı bir kaba dahil edilebilir. Ana muhafazanın altındaki ayrı bir pil kutusunun ağırlığı, tüm platformun stabilize edilmesine yardımcı olur.

Lityum pillerin pratik bir kaynağı bir RC hobi dükkanıdır. Yarış arabası aküleri çeşitli voltajlarda ve kapasitelerde gelir. Birçok APRS izleyici 5 V üzerinde çalışacak şekilde tasarlandığından, iki veya üç hücreli bir pil takımı (7 ,2 V veya 11,1 V) seçin. İzleyici elektroniğinizin düşük bir çıkış voltaj regülatörü varsa, izleyiciniz iki hücreli bir pil takımı ile çalışabilir. Eveready L91 AA lityum pil, Amatör Radyo yüksek kaliteli - balon platformlarıyla kullanım için popülerdir.

Sadece RC yarış arabası aküleri ile akü voltajı seçeneğiniz yok, aynı zamanda kapasite seçeneğiniz de var. APRS trackerve aviyoniklerinizin mevcut çekimini ölçün ve bu değeri 24 saat ile çarpın. Bu, izleyiciniz için minimum pil kapasitesi hakkında kabaca bir fikir verecektir.

Piller, tipik üç saatlik yakın alan uçuşu için izleme sistemini çalıştırmak için yeterli kapasiteye ve ayrıca fırlatmadan önce ve iyileşmeyi beklerken yerde harcanan ek süreye sahip olmalıdır. Örneğin, izleyicinin iniş sırasında kaybolması durumunda bir gecede konum raporları ürettiğinden emin olmak için ekstra rezerve sahip olmak güzel.

PREDİCTİ FLIGHT YOLLAR VE TRACKNG

Yüksek irtifa balonu uçururken, fırlatmadan birkaç gün önce bir uçuş tahmini yapmak iyi bir fikirdir. Uçuştan önceki gece tahmini tekrarlayın. Amaç, balonun yoğun nüfuslu bir bölgeye inmediğinden veya başarılı bir iyileşme sağlamanın zor olacağından emin olmaktır. **www.arhab.org web sitesinden erişilebilen iki popüler indirilebilir tahmin programı vardır**.

Amatör Radyo, bir balonun uçuşunun ilerlemesini izlemek için popüler bir yoldur. Bir hava balonu uçuşunu izlemek için gereken minimum sistem, 60.000 feet'in üzerinde çalıştığı onaylanmış bir GPS alıcısı, bir APRS TNC (terminal düğüm denetleyicisi) ve 2 metrelik bir FM vericisinden oluşur. (Platformun hava trafik kontrol sistemlerine görünürlüğünü artırmak için genellikle bir radar reflektörü bulunur.)

Normal APRS konfigürasyonu, önerilen yol WIDE2-1 olarak ayarlandığında dakikada bir kez bir pozisyon raporu iletmektir. 1 W'ın altındaki bir güç seviyesi oldukça yeterlidir ve birçok sistem sadece 200 mW ile oldukça iyi çalışır.

Zaman ve yükseklik verileri, hava balonunun yükselme oranını yüksekliğin bir fonksiyonu olarak hesaplamak için kullanılabilir. Ek olarak, aynı bilgi paraşütün iniş oranını hesaplamak için kullanılabilir. Bir paraşütün iniş hızı, hava yoğunluğu tarafından kontrol edilen hava sürtünmesinin bir fonksiyonu olduğundan, iniş sırasındaki paraşütün iniş hızı, hava yoğunluğunu yüksekliğin bir fonksiyonu olarak tahmin etmek için kullanılabilir. Ayrıca, bir hava balonu rüzgara esir olduğundan, ölçümlerin Yükseklik, hız ve yönün ölçümleri, belirli yüksekliklerde rüzgar hızı ve yönü ölçümleridir.

İkinci bir izleyiciyi dahil etmek, hava balonları gibi mobil otomatik platformlar için cazip bir sigorta şekli olabilir. Bir APRS izleyicisi 100.000 feet yükseklikte başarısız olursa, hava balonu ikinci izleyici kullanılarak izlenebilir ve kurtarılabilir. Yedekli APRS izleyicilerinin farklı SSID'ler kullanması gerekecektir. Ek olarak, yayınlarının aynı anda gerçekleşmemesi ve birbirlerini sıkıştırmaması için zaman dilimli olmaları gerekir. Tercihen, yedekli izleyiciler, otomatik platform arayan kişiler için izlemeyi basitleştiren birincil izleyiciyle aynı frekansta iletir.

Son olarak, bir *kurtarma yardımı,* paraşüt ve yükü indikten sonra en kullanışlı olan bir yedekleme kurtarma yöntemidir. Bir kurtarma yardımı, yüksek sesli ses sinyali, flaş ışıkları veya tilki avı (yön bulma) vericisi gibi sistemleri içerebilir. Bunlar, bir takip ekibinin, bir GPS konumunun platformu bulmak için yeterli olmadığı ağaçlara veya fırçalara veya uzun bitkilere indikten sonra bir balon platformunu kurtarmasına yardımcı olur.

APRS TELEMETRI

APRS en popüler ve genellikle kısa süreli balon uçuşlarında (sadece birkaç saat süren) ve kovalamaca ekibi ile digipeaters arasında görüş hattı iletişiminin mümkün olduğu yerlerde kullanılır. İGates kullanımı, - lisanssız bireylerin bir akıllı telefon veya tablet kullanarak balon kovalamalarına katılmalarına izin verir.

Balon uçuşları için kullanışlı olan en basit APRS telemetri dizisi, bir tanımlama, mesaj zamanı, balonun üç boyutlu konumu, balonun rotası ve Balonun hızı. Böyle bir dize, **www.eoss.org/aprs/ aprs_formats_eoss ve** APRS-IS.net APRS mesaj formatı belirtiminde açıklandığı gibi aşağıdaki gibi görünür şartname **www.aprs-is.net/q.aspx. (Örnek** bir dize için APRS'de önceki bölüme bakın.)

16.6 İnsansız Hava Araçları {İHA'lar)

16.6.1 Genel İHA Platformu Gereksinimleri

Dronlar veya İHA'lar ve kontrol sistemleri *İnsansız Hava Sistemleri* (UAS) kategorisinde gruplandırılmıştır. UAS için düzenleyici kurum Federal Havacılık İdaresi'dir (FAA). Bölüm 107'nin amaçları doğrultusunda, FAA İHA'ların model uçaklarla aynı olduğunu düşünmüyor. Bunun bir nedeni, model uçakların otonom olarak uçamayan basit sistemler olarak kabul edilmesidir. Bu nedenle, bir model uçak kontrol edilecek pilotun görüş alanında kalmalıdır. Federal Havacılık Yönetmeliği Bölüm 107 (FAR 107) veya Başlık 14: Küçük İnsansız Uçak Sistemleri (14 CFR 107). Bölüm 107, bir işletme için İHA'ları uçuran pilotlar için geçerlidir; Hobilerin farklı gereksinimleri vardır. Bununla birlikte, lisanslı bir uzaktan pilot olarak, pilot için ek ayrıcalıklar mevcuttur.

Bu bölüm devam edecek! Hobi olarak veya eğitim için İHA'ları uçuran insanların ihtiyacına odaklanın. Bu kişiler için aşağıdaki şartlar geçerlidir:

1) Bir hobi veya zevk için uçuyorsanız, İHA'nızı uçurmak için uzaktan pilot olarak sertifikalandırmanız gerekmez.

2) YoumustregisteryourUAV ifitweighs arasında 0.55 ve 55 pound (bu gereksinim ilk uygulandığından beri birkaç kez değişti).

3) Önce havaalanı ve/veya *hava trafik kontrolü (ATC) temas etmeden bir havaalanı beş mil içinde İHA uçamaz.* Bazı küçük havaalanlarının ATC'si olmadığını unutmayın. Bu durumlarda, havaalanı müdürü ile iletişime geçmeniz gerekir.

4) İHA'nız her zaman insanlı uçaklara geçiş hakkı vermelidir.

5) İHA'nızı görüş alanında veya görüş hattında tutmalısınız.

6) İHA'nız 55 kilodan az olmalıdır.

7) Topluluk temelli güvenlik kurallarına uymalısınız.

8) Bir İHA'yı yerden 400 metreden daha yükseğe uçuramazsınız.

9) İnsanların veya stadyumların üzerinde bir İHA uçuramazsınız.

10) Drone operasyonunun bir parçası olmayan bir UAVoverdeoplei uçuramazsınız.

11) Hareket eden araçların üzerinde İHA uçuramazsınız.

12) Uyuşturucu veya alkol etkisi altındayken İHA uçuramazsınız.

13) Bir İHA'yı hassas mülk veya altyapı üzerinde veya çevresinde uçuramazsınız.

14) Bir İHA'yı, makul bir gizlilik beklentisi olan insanları gözetlemek veya izlemek için kullanamazsınız.

İHA pilotları **www.faa.gov/uas'da ve** www.modelaircraft.org.'daki Academy ofModel Aeronautics'ten (AMA) ek bilgi bulabilirler**.**

UAV pilotlarının, bir UA V uçmadan önce uygulamayı cep telefonlarına B4UFly indirmeleri şiddetle tavsiye edilir. Uygulama, havaalanlarını ve bulunduğunuz yere yakın diğer kısıtlı siteleri veya başka bir deyişle, bir İHA'yı uçurmanıza izin verilmeyen yerleri gösterir.

16.6.2 İHA Veri ve Navigasyon Alt Sistemleri

Ticari İHA'lar, geleneksel radyo kontrollü - uçaklar için kullanılan aynı dijital radyo kontrolörlerini gerektirir. Bu kontrolörler İHA ile birlikte gelebilir veya ayrı olarak satın alınabilir. İHA'larını parçalardan monte eden gelişmiş İHA pilotları için ayrı bir satın alma daha yaygındır. Radyo kontrolörü sabit kanatlı bir uçak yerine çok rotorlu bir uçak kullandığından, uçak pilotu İHA operasyonu için radyo kontrolörünü yapılandırmalıdır. Aksi takdirde, bir İHA için radyo kontrolörünün çalışması, sabit kanatlı bir uçaktakiyle neredeyse aynıdır.

Bir dış mekan çok rotorlu İHA o kadar karmaşıktır ki, bir insan pilotu İHA'nın rotorlarının her birini kontrol ederek doğrudan birini çalıştıramaz. İnstead, birçok İHA, bir GPS alıcısı ve ivmeölçerler, jiroskoplar ve bir pusula (manyetometre) gibi atalet navigasyon bileşenleri içeren yerleşik bir uçuş kontrolörü taşır. Uçuş kontrolörü, UAV'nin rotorlarında joystick girişine ve iç koşullara göre ayarlamalar yapar. Tüm bu unsurları tek bir uçuş kontrolöründe birleştirmek, bir İHA'yı uçurmayı çok daha kolay hale getirir - pilotun sadece İHA'nın itme, zift, rulo ve yalpalamasını kontrol etmek için joystick'leri itmesi gerekir.

Birçok yerleşik UAV uçuş kontrolörü, - pilotun uçuş bilgisayarının ayarlarını RC anahtar ayarları veya hatta yazılımı ile değiştirerek UAV'nin uçuş özelliklerini ve davranışlarını ayarlamasına izin verir. Örneğin, bir İHA irtifa tutacak şekilde yapılandırılabilir (İtme joystick ortalanmış bırakıldığında aynı irtifa), joysticks arepushed (UAV 'gölgeleme regardlessess) yönünde uçmak ve hatta daha fazla joystick girişi olmadan önceden tanımlanmış rota uçmak için programlanmış .

Bir İHA'dan iletilen en popüler veriler video görüntüleridir (birinci *şahıs görünümü veya* FPV olarak adlandırılır). Bazı İHA'lar irtifa, rota ve hız gibi faydalı navigasyon verilerini iletir. Ek olarak, pilin durumu, pilotun İHA'nın uçuşunu yönetmesine yardımcı olmak için bazı İHA'larda iletilir. Pil durumu genellikle yerleşik LED renkleri ile belirtilir.

Başarılı bir platform olmak için, İHA'ların genellikle toplanan verilerin yakınlığı nedeniyle diğer veri türlerini bir telemetri akışı olarak iletmeleri gerekmez. Başka bir deyişle, bir drone hızla operasyonel irtifaya ulaşabilir, veri kaydedebilir, daha sonra birkaç dakika veya daha kısa sürede fırlatma alanına geri dönebilir. Bu nedenle, hava balonlarının aksine, İHA'lardan gelen veriler hızla erişilebilir ve indirildiğinde zamanında kalır .

Bununla birlikte, bir İHA veri iletecekse, pilot veri vericisi ve radyo denetleyicisi ile yerleşik GPS arasındaki uyumluluğu test etmelidir. Bir pilot, bir İHA'yı güvenli bir şekilde çalıştıramazsa, yerleşik veri vericisi, RC komutlarının alınmasına veya İHA'nın GPS alıcısına müdahale ederse müdahale eder.

Veri vericisi ve İHA arasındaki girişim testi açık havada ve İHA pervaneleri çıkarılmış olarak yapılmalıdır. Pilot daha sonra UAV'nin durum LED'lerini veya diğer durum iletimlerini güvenli bir şekilde izleyebilir ve veri vericisi İHA'da çalışır.

Pilotun gerçekleştirmesi gereken ek bir güvenlik testi, İHA'nın ağırlık merkezinin bir ölçüsüdür. İHA uçuş kontrolörlerinin İHA'nın ağırlık merkezi hakkında beklentileri var. Bu ağırlık merkezini önemli ölçüde değiştiren bir İHA'ya bir yük eklemek, İHA'yı kontrol etmeyi zorlaştıracak veya hatta imkansız hale getirecektir. İfa yükü bir İHA'ya eklenecek, pilot modifikasyondan önce ve sonra ağırlık merkezini belirlemelidir.

16.6.3 İHA Platform Konfigürasyonu

Çoğu pilot İHA'larını *uçmaya hazır (*RTF*) veya neredeyse uçmaya hazır* (ATF) satın alır. Ora-

Ön olarak, vakaların büyük çoğunluğunda, -İHA'nın uçuş alt sistemlerini monte etme veya koruma konusunda endişelenmenize gerek yoktur.

Eğer bir pilot parçalar halinde bir İHA satın alıyor ve monte ediyorsa, İHA'yı inşa etmek için montaj talimatlarını izleyin. Talimatlar, İHA'nın uçuş alt sistemlerini monte etmenin doğru yolunu gösterecektir. İHA'nın uygun *ağırlık merkezini* (CG) korumak için doğru yerleştirme önemlidir. CG, İHA'nın uçuş kontrolörünün beklediği gibi bulunmadığında, öngörülemeyen uçuşlar ve hatta çökmeler meydana gelebilir.

16.6.4 İHA Elektronik Alt Sistemleri

Bir İHA'ya yeni bir elektronik sistem kurmadan önce, pilot, yükten gelen RFİ'nin İHA'nın GPS alıcısına müdahale edememesini sağlamalıdır. Bu, bazı dijital kameralarda, örneğin kameranın içindeki kristal kontrollü saatin, GPS'in uygun bir kilit kazanmasını veya daha da kötüsü, uçuş sırasında uydu kilidini kaybetmesini önlemek için yeterli RF yayabileceği bir sorun olabilir. Bu nedenle, İHA, yeni elektronik yükü İHA'da yerinde test edilirken ve daha sonra İHA çevresinde test edilirken yerde bırakılmalıdır. Birçok ticari İHA, GPS durumlarını LED'ler ve radyo denetleyicisi aracılığıyla bildirebildiğinden, uzak pilot, yeni yük elektroniği test edilirken GPS kilidinin sabit kalmasını sağlamak için bir süre onları izlemelidir.

Bir İHA için kullanışlı bir elektronik alt sistem bir ses veya dijital tekrarlayıcıdır. (VHF/UHF Yükleri ile ilgili önceki bölüme bakın.) İHA'nın bir yük ile birkaç yüz feet yüksekliğe tırmanma yeteneği, onu hızlı bir şekilde konuşlandırılmış bir anten kulesi yapar. İHA tabanlı bir anten kulesinin sınırlamaları aşağıdakilerden bazılarını içerir :

• Sınırlı ağırlık - genellikle bir kilodan fazla değil
• Sınırlı süre havada - yeni pillerle 30 dakikadan fazla ve yük ağırlaştıkça daha az
• Sınırlı otorite - zayıf otorite, eğer rüzgar çok kuvvetli eserse, bir İHA'nın rüzgarla sürüklenmesini engelleyemeyeceği anlamına gelir
• Gündüz saatlerinde uçmakla sınırlıdır
•Sınırlı anten yönelimleri-antenler, İHA'nın pervanelerine müdahale etmedikleri yerlere yerleştirilmelidir.
• Sadece İHA'nın çalışmasına dahil olmayan kişilerin üzerinde uçmakla sınırlıdır

İkinci bir kullanışlı elektronik alt sistem FPV veya birinci şahıs video izleme sistemidir. (İmage ve Video yüklerinde önceki bölüme bakın.) FPV ile uçan bir İHA, arama kurtarma (SAR) için bir sinerji ekler. Hams, UAV'yi uzun mesafeleri hızla taramak, sarp arazide uçmak ve hatta çitler üzerinden dik kanyonlara bakmak için kullanabilir. Bu yetenekler arama sürelerini ve potansiyel olarak tehlikeli arazilere girip çıkma riskini azaltabilir. Termal görüntüleme kamerası, UAVenhanced SAR'a eklemek için başka bir güçlü araçtır.

Video kamera ve vericiyi içeren komple FPV sistemleri minimum maliyetle kolayca temin edilebilir. Lisanssız 5.8 GHz radyo frekanslarını kullanıyorlar ve yüzlerce miliwatt gücünde iletiyorlar. Ek olarak, sistemler hafif olacak ve İHA'nın çalışmasına müdahale etmeyecek şekilde tasarlanmıştır. Bununla birlikte, uzaktan pilotun İHA'yı uçuran pilota yardım etmesi için bir gözlemciye ihtiyacı olacaktır.

İHA'ların elektronik olmayan bir uygulaması, bir ağaç veya yapı üzerinde hafif bir ipin bir ucunu taşıyor, böylece bir anten daha sonra çekilebiliyor. Bu, bir operatörün bir askı atışı veya "anten başlatıcısı'ile genellikle mümkün olandan daha hassas bir anten yerleştirmesine izin verir.

16.6.5 İHA'ya güç verilmesi

Bir İHA'nın motorları çok yüksek bir akım talebine sahiptir. Motor başına yirmi veya daha fazla amper nadir değildir. Motorların ağır akım talepleri (dördü bir quadcopter ve altı tanesi bir hexacopter üzerinde) ve hafif bir quadcopter gereksinimi, yüksek kapasite, yüksek akım çekme ve hafif pil gerektiği anlamına gelir. Bu gereksinimler ve uçuş pilini şarj etme yeteneği en iyi şekilde lityum polimer (LiPo) pillerle karşılanır. Yeni batarya-1es satın almadan önce İHA'nız için önerileri okuyun.

16. 7 Roket

16.7.1 Genel Roket Platformu Gereksinimleri

Amatör Radyo gibi, amatör roketçilik de kendi kendini düzenleyen bir faaliyettir. Model roketler ulusal hava sahasını kullandığından, model roketler için nihai düzenleyici kurum Federal Havacılık İdaresi'dir (FAA). Model roketler için geçerli FAA yönetmeliği Federal Havacılık Yönetmeliği Bölüm 101 (FAR 101) veya Başlık 14: Havacılık ve Uzay, 14 CFR 101'dir. Buna ek olarak, Ulusal Yangından Korunma Birliği (NFPA), roket motorlarını güvenli bir şekilde taşımak ve kullanmak için güvenlik kodları oluşturur. NFPA 1127 - Code for High Power Rocketry Scope, - amatör kullanım için roket motorlarının yapımını, itici kütlesini ve güvenilirliğini kapsar. Roket motoru üreticileri bu kodları takip eder ve amatörler motorlarını saygın bayilerden satın aldıkları sürece, model roketleri uçururken bu bir endişe olmayacaktır. National Association of Rocketry (NAR) ve Tripoli Rocketry Association (TRA) model roketçilik için kendi kendini düzenleyen organizasyonlardır. Bu nedenle, Model veya amatör roketleri fırlatmadan önce bu organizasyonlardan birine katılmanız şiddetle tavsiye edilir.

16.7.2 Uygun Roket Verileri ve Navigasyon Alt Sistemleri

Amatör Radyo, düşük güçlü model roket uçuşlarında nadiren kullanılır. Bunun nedeni çoğunlukla küçük model roketler tarafından yüklere yerleştirilen aşırı ağırlık sınırları ve sınırlı menzilidir. Bununla birlikte, Amatör Radyo, bazı yüksek güçlü amatör roketlerde, uçuştan sonra roketlerin kurtarılmasına yardımcı olarak görünür. Bu amaçla çeşitli ticari ürünler mevcuttur.

Roketler için radyo izleme ürünleri lisanslı ve lisanssız frekanslarda mevcuttur. Ayrıca APRS (yerleşik roket GPS alıcıları) veya radyo yön bulma (tilki avı) ürünleri olarak görünürler. Diğer tek izleme sistemi bir ses işaretçisidir ve bu nedenle Amatör Radyo'ya güvenmez.

Amatör Radyo da telemetri amacıyla model roketçilik bir görünüm yapıyor. Veriler tipik olarak ivme, hız ve irtifayı içerir. Anteni kısa ve hafif tutmak için roket telemetrisi için UHF frekansları tercih edilir. Antenin yönü, roketin yapımı nedeniyle mutlaka dikeydir.

16.7.3 Roket platformu yapılandırması

Amatör bir roketin içine monte edilen tüm elektronikler, bazı durumlarda 10 g'ın üzerinde hızlanma, kalkışta çok yüksek ivmeler yaşayacaktır. (1 g, Dünya yüzeyindeki yerçekimi kuvvetine eşdeğerdir.) Bu nedenle, tüm elektronikler - roketin gövdesine, gevşek olmalarını önleyecek şekilde güvenli bir şekilde monte edilmelidir. Bu, özellikle elektronikten daha yoğun olabilen piller için geçerlidir. Hızlandırmaya ek olarak, roket yükleri birden fazla yönde mekanik şok ve hızlı sarsıntı yaşayabilir.

Çoğu model roket, sıcaklık ve basınçta önemli değişiklikler yaşayacak kadar yükseğe tırmanamaz. Bu nedenle, elektronik yüklerinin bu koşullardan korunması gerekmez. Bununla birlikte, 10.000 feet'in üzerine çıkan ve bu nedenle hava basıncında ve hava sıcaklığında hızlı değişiklikler yaşayabilen bazı yüksek güçlü amatör roketler vardır. Yüksek irtifa hava balonlarının aksine, elektronikler yüksek irtifalara o kadar hızlı ulaşır ki (bir balona kıyasla), yük tamamen soğutulacak kadar uzun süre soğuk ıslanmaz.

Roketler üzerindeki sensörler, ölçtükleri fiziksel koşullarda hızlı değişiklikler yaşarlar. Bu gürültülü okumaya neden olabilir Hesaba katılması gereken sensörlerden. Paraşüt dağıtımı için tepe irtifasını belirlemek gibi roketin çalışmasını kontrol etmek için kullanılan sensörler, yararlı olmak için çıktılarının gerçek zamanlı olarak filtrelenmesi gerekir. Roket kurtarıldıktan ve verileri indirildikten sonra diğer veriler filtrelenebilir.

Roketler üzerindeki antenler küçük ve hafif olmalı ve roket evrelemesine veya paraşüt dağıtımına müdahale etmemelidir (roket burun konisini çıkarmayı içerir). Bu gereksinimler UHF dipolü kullanışlı bir anten yapar. Antenin uçları roket gövdesine sabitlenmelidir, böylece roket gövdesi üzerinden akan havada titreşmezler. Veya anten olmalıdır Roket gövdesinin içine sabitlendi. Bazı radyo izleyicileri esnek antenler ve kamçılar kullanır. Kuş izleyicileri, benzer gereksinimlere sahip oldukları için roketler için popüler radyo izleyicileri yapar.

İHA'larda olduğu gibi, bir roketin yüküne dahil olan herhangi bir elektronik cihaz, özellikle roketin maksimum irtifa tespiti için bir GPS alıcısı kullanıldığında, girişim için test edilmelidir.

Roket uçuşları kısa olma eğiliminde olduğundan, yüksek kapasiteli bir batarya genellikle gerekli değildir. Form faktörü (şekil ve boyutlar) ve ağırlık genellikle önemli hususlardır. Bu, alkalin pillerin roket elektroniği için genellikle kabul edilebilir olduğu anlamına gelir.

16.8 Robotik

16.8.1 Genel Robotik Platform Gereksinimleri

Robotlar, duyusal girdi elde edebilen, bu girdiye ve robotun mevcut durumuna dayanarak kararlar verebilen, daha sonra bu kararın sonuçlarına göre hareket eden sistemler olarak tanımlanır. Bir robotun duyusal verileri ve mevcut durumu birleştirme ihtiyacı, çoğu robotun bir tür programlanabilir mikrodenetleyici içerdiği anlamına gelir.

Hareket edebilmek, bir robotun çok hareketli olması gerektiği anlamına gelmez. Örneğin İndustrial robotlar tipik olarak durağandır ve yalnızca tanımlanmış sınırlar içinde çalışabilirler. Bir robotun hareket yöntemi elektrik (motorlar ve servolar gibi), pnömatik (hava basıncı) veya hidrolik (sıvı basıncı) olabilir. Her birinin bir robot denetleyicisine kendi yetenekleri, gereksinimleri ve arabirim gereksinimleri vardır.

Robotlar bir dizi özerkliğe sahiptir. Bir robot tamamen özerk olabilir ve uzun süre herhangi bir insan müdahalesi olmadan çalışabilir veya bir robot düzenli, öngörülebilir insan müdahalesi gerektirebilir (gezegen gezgini gibi). Whenarobotrekireshumaninput, bu iletişim - kablosuz veya tel veya fiber optik içeren bir ip aracılığıyla olabilir.

Birçok sensör türü, birçok iç durum, birçok kontrol sistemi, birçok hareketlilik sınırlaması, birçok mekanik sistem ve insanlar ile robotlar arasında iletişim kurmanın birçok yolu, robotik için genel bir platform tanımlamayı imkansız kılar. Her robot tipik olarak onu yaratan kişi veya insanlar kadar benzersizdir.

Robotlar halkla etkileşime girmedikçe, robotların amatör kullanımını kontrol eden bir düzenleme yoktur. Bu, kendi kendini süren otomobillerin ve kamyonların ortaya çıkmasıyla değişiyor.

16.8.2 Uygun Robotik Veri ve Navigasyon Alt Sistemleri

Küçük alanlarda seyahat eden robotlar genellikle gezinmek için atalet navigasyon yöntemleri veya konum ölçüm sistemleri kullanır. Tipik sensörler şunları içerir:

- İvmeölçerler
- Magnetometreler
- Enkoderler
- Menzil Bulucuları
- Işık dedektörleri
- Hat dedektörleri
- Lazer mesafe bulucular
- Sınır Anahtarları

Büyük mesafelerde veya bölgelerde seyahat eden robotlar, GPS tabanlı navigasyon sistemlerini yerleşik atalet ve yerel konum ölçüm sistemlerine birleştirebilir.

Navigasyon veya duyusal verileri bir insan operatörüne/monitörüne (Mars Rover gibi) gönderen robotlar, APRS'yi bu bilgileri kablosuz olarak iletmek için iyi bir yöntem bulacaktır. Ek olarak, bir insan operatörü - APRS mesajları aracılığıyla robota talimatları geri gönderebilir.

Görüntüleri ileten robotlar yavaş tarama (SSTV) veya amatör televizyona (ATV) güvenebilir. SSTV, koşullar yavaş değiştiğinde veya görüntü göndermek için yalnızca düşük güç seviyelerinin mevcut olduğu durumlarda uygun bir yöntemdir. ATV, robotun sürekli insan müdahalesine ihtiyaç duyacak kadar yüksek hızlarda seyahat ettiği yerlerde önemlidir. (İmage ve Video yüklerinde önceki bölümlere bakın.)

Amatör Radyo kullanan robotik projeler şu anda az olsa da, 2018'in başlarından itibaren daha başarılı olanlardan biri HF Voyager projesidir. **(www.jrfarc.org/hf-voyager)** Özerk bir "dalga planörü" olan HF Voyager, otomatik kontrol altında çalışır, çağrı işareti ile temas kurar KH6JF/mm FT8 ve PSK-31 kullanarak 20 metrede pri- Mary çalışma modları. WSPR'yi zayıf yayılma zamanlarında da kullanabilirsiniz.

İnsanlar ve bir robot arasındaki uzun menzilli iletişimin olası bir çözümü uydular aracılığıyla olabilir. Bir İridium modem, yerleşik robot denetleyicisinin dünyanın hemen hemen her yerinden veri gönderip almasına izin verecektir.

Son olarak, amatör robotik mühendislerinin kısa menzilli robotik projeleri için kullandıkları ISM gibi lisanssız radyo bantları var. Bu bantlar hem görüntüde hem de veride insan-robot iletişimine izin verir.

16.8.3 Robotik Platform Yapılandırması

Küçük, kapalı robotların tipik olarak birkaç sınırlaması vardır (yarışmalar için uygulananlar dışında). Robotist pillerini sık sık değiştirebilir, robotlar aşırı yüksek veya düşük sıcaklıklara maruz kalmaz, üzerlerine yağmur yağmaz ve küçük ve hafif motorlar onları mobil hale getirmek için yeterlidir.

Büyük, açık bir robot tasarlayan bir robotçunun, robot tasarımını yukarıda belirtilen sınırlamaların çoğuyla dengelemesi gerekecektir. Bu, güçlü ama hafif bir robot gövdesi (genellikle alüminyumdan yapılmış) ile başlar. Hava koşullarına dayanıklı muhafazalar, yerleşik elektroniği korumak için gereklidir. Motorların, toz ve yağmurun sorun olduğu yerlerde mühürlenmesi gerekir. Motorlar, robotu makul hızlarda hareket ettirecek kadar güçlü olmalıdır. Robotun batarya tasarımı, robotun elektronik ve motorlarını robotu aşırı derecede zorlamadan çalıştırma kapasitesine sahip olmalıdır. Son olarak, robotun hızına bağlı olarak, tasarım fiziksel şok koruması gerektirebilir.

Çoğu robot, gelmek için esnek antenler kullanır.

İnsan operatörleri ile municate. Anten tipik olarak robotta, kameralara ve robotik kollara müdahale edemeyeceği yüksek bir yere monte edilir.

Uzun süre doğrudan insan teması olmadan çalışan robotların

Pillerini kapalı tutmak için güneş şarjını kullanın. Güneş şarj sistemlerinin pil seviyesini izlemesi ve ardından pilleri uygun voltaj ve akımda şarj etmek için harekete geçmesi gerekir. Robotların yüksek güç talepleri, asla sadece güneş enerjisi ile ve piller olmadan çalışamayacakları anlamına gelir. Bu

Ayrıca, robotların pillerini şarj etmek için bir noktada zamana ihtiyaç duyacakları anlamına gelir.

Lityum polimer (LiPo) piller, hafif olduklarından, çok çeşitli sıcaklıklarda çalışabildiklerinden ve yüksek akım taleplerini karşılayabildiklerinden robotlar için iyi pillerdir.

16.9 Sabit istasyonlar

16.9.1 Genel Sabit İstasyon Platformu Gereksinimleri

Hava istasyonları gibi sabit istasyonlar, çevresel koşulların insanlara düşman olduğu veya verileri kaydetmenin pratik veya güvenli olmadığı yerlerde bulunur. Demirlenmiş veya sürüklenen şamandıralar bu sınıflandırmaya dahildir. Bu nedenle, aşırı hava koşullarına dayanacak şekilde sabit istasyonlar inşa edilmelidir. Ve onların veri alt sistemleri, düzenli olarak yönlendirilemedikleri takdirde kritik öneme sahiptir.

FCC, iletişim kurmak için radyo kullanan sabit istasyonların telemetri gereksinimlerinden sorumlu kurumdur. Sabit alan veri toplayıcıları ve veri kaydediciler (demirli şamandıralar gibi) için veri iletim gereksinimleri, sürüklenen şamandıralar için olduğundan daha basittir. Bunun nedeni, sürüklenen bir şamandıranın okyanus akıntıları tarafından uluslararası sulara veya diğer ülkelerin kıyı sularına taşınabilmesidir. Her ülkenin Amatör Radyo kullanımını düzenleyen kendi kuralları olduğundan, sürüklenen şamandıra tasarımcısı ve üreticisi, sürüklenen şamandıralarının Amatör Radyo yasalarını ihlal etmemesini sağlamak için diğer ülkelerin iletişim kurallarını tanımalıdır.

Karadaki hava koşullarını sürekli izlemek gerektiğinde, bir hava istasyonu tercih edilen çözümdür. Bir amatör, rüzgar akışını engelleyecek engel seviyesinin (binalar ve ağaçlar gibi) üzerine bir hava istasyonu kurmalıdır. Bu, çatıların üzerine ve uzun direklere veya radyo kulelerine monte edilmiş birçok hava istasyonu bulunabileceği anlamına gelir.

Su kütlelerindeki koşulların izlenmesi söz konusu olduğunda, bir şamandıra kullanılır. Şamandıralar iki tipte olabilir - deniz yatağına demirleyerek sabit kalanlar veya okyanus ve rüzgar akıntıları ile sürüklenenler. Demirli şamandıralar - 1951'den beri Ulusal Oşinografi ve Atmosfer İdaresi (NOAA) tarafından kullanılmaktadır ve sürüklenen şamandıralar 1979'dan beri kullanılmaktadır. Şu anda, editörler NOAA'nın herhangi bir iletişim gereksiniminden habersizdir.

Bağlantılı veya sabit veri toplama istasyonları, insanların makul bir gizlilik beklentisi olan veya varlıklarının navigasyona veya yol hakkına müdahale edeceği yerlerde sabitlenmemelidir.

16.9.2 Uygun Sabit İstasyon Verileri ve Navigasyon Alt Sistemleri

Hava istasyonları ve şamandıralar için veri ve navigasyon sistemlerinin ihtiyaçları önceki bölümlerde belirtilenlere benzer. Veri ihtiyaçları, istasyon ile verileri kaydeden amatör arasındaki mesafeye göre ele alınır.

Çatıdan bir evin içine kadar olan kısa mesafeler için, istasyon ile PC veya ekran arasında bir tel bağlantısı genellikle yeterlidir. Bir iletişim kablosunu eve yönlendirmenin pratik olmadığı durumlarda, lisanssız bir radyo sistemi genellikle çalışır ve genellikle sabit istasyonda bulunur. Aksi takdirde, uzun mesafe, görüş hattı iletişimi gerektiğinde, APRS mevcut en iyi yöntemlerden biridir. Aslında, satın alınabilecek entegre APRS özelliğine sahip birçok hava istasyonu var.

Veri kullanıcısından uzun mesafelerde bulunan sabit istasyonlar için, HF modları genellikle en iyi çözümdür. Buna WSPR, Hellschreiber, RTTY, CW ve JT9 modları dahildir.

Spot (findmespot.com) ve İridium modemler gibi uydu iletişim yöntemleri, uzun mesafeli sabit ve mobil istasyonlar için olası bir çözümdür. Bir Spot izleyici yalnızca konumunu bildirir; Bu nedenle, şamandıralar gibi mobil istasyonların konumunu bildirmek için en iyi şekilde kullanılır. Bir İridium uydu modemi, Spot'un aksine, telemetre verisi sağlar. Bu uydu sistemlerinin her ikisi de bir abonelik gerektirir. Bu nedenle amatör, sabit istasyonu işletmeye almadan önce verilerin değerinin bir abonelik maliyetini haklı çıkarıp çıkarmadığını belirlemelidir .

16.9.3 Sabit İstasyon Platformu Yapılandırması

HAVA DURUMU DURUMU

Ticari hava istasyonları, sıcak ve soğuk sıcaklıkları idare edebilen bileşenleri kullanır ve çoğunu bir muhafazanın içinde barındırır. Öte yandan, hava durumu sensörleri, verilerini toplamak için elemanlara maruz bırakılmalıdır.

Basınç sensörleri evin içinde (hava istasyonuna yakınsa) veya muhafaza içinde olmadığından muhafaza içinde bırakılabilir.

Hava geçirmez. Bağıl nem sensörleri havaya maruz bırakılmalı, aynı zamanda yağmur ve yoğuşmadan korunmalıdır. Bir çözüm, bağıl nem (RH) sensörünü, yanlarından delikleri kesilmiş bir muhafazanın içinde barındırmaktır. Sıcaklık sensörleri (LM335 gibi) havaya maruz bırakılmalı, ancak güneş ışığına maruz bırakılmamalıdır, çünkü güneş emilimi sensörü ortam hava sıcaklığının üzerinde ısıtacaktır. Sıcaklık sensörünün üzerine yerleştirilen bir güneş kalkanı genellikle yeterlidir. Alternatif olarak, hava istasyonu muhafazasının alt tarafına bir sıcaklık sensörü monte edilebilir.

Daha zor hava sensörlerinden ikisi anemometre ve rüzgar gülüdür. Genellikle, (rüzgar gülü için) veya jeneratörlerle (anemometre için) gevşemeye gerek kalmadan 360 derece dönebilen konum sensörlerinden yapılır. Bunlar, nemden korunmaya ihtiyaç duyan mekanik sistemlerdir, ancak engel olmadan sürekli olarak dönmekte özgürdürler. Korunması daha az zor olan diğer çözümler arasında sıcak tel anemometresi ve ultrasonik anemometre ve rüzgar gülü bulunur.

ŞAMANDIRALAR

Sürüklenen şamandıralar okyanus akıntılarını, suyu ve hava koşullarını (sıcaklık, basınç, RH, su sıcaklığı, tuzluluk) izlemek için kullanılır. Demirli bir şamandıra rüzgar hızını ve yönünü bildirebilirken, sürüklenen bir şamandıra hareketi nedeniyle aynı doğruluk seviyesinde rapor veremez.

Şamandıralar, yüzerlerse, su yoğunluğundan (1.0 gram/cc) daha az bir yoğunluğa sahip olmalıdır. Daha düşük bir yoğunluk, şamandıranın tepesini daha yüksek yoğunluklu bir şamandıradan daha yüksek su üstünde yükseltecektir. Dikkatli olun - çok düşük olan yoğunluk, devrilen dengesiz bir şamandıraya neden olabilir. Bu nedenle, şamandıraların balastlara ihtiyacı vardır, böylece yuvarlanan sularda ve dalgalarda dik bir konfigürasyon sağlayabilirler. Bir şamandıraya yerleştirilen balast, şamandıranın istenen ağırlık merkezinin altına yerleştirilmelidir. Herhangi bir balast şamandıraya güvenli bir şekilde bağlanmalıdır, böylece şamandıra dalgalar tarafından eğildiğinde konumunu değiştiremez. Son olarak, balast bağlantısı - şamandıranın su geçirmezliğini tehlikeye atamaz.

Tüm şamandıra bileşenleri tatlı veya tuzlu sudan korunmalıdır. Bu nedenle, şamandıralar su geçirmez contalarla inşa edilmelidir.

Bu, genellikle şamandıranın üstünde bulunan şamandıra antenleri için zor olabilir. Bu antenler düzenli olarak tatlı veya tuzlu suya maruz kalacaktır. Bu nedenle, şamandıra antenleri, konektörler de dahil olmak üzere metal bileşenlerinden tuzlu suyu uzak tutmak için yalıtım gerektirir. Yalıtım - malzemelerinin seçiminde dikkatli olun, soğuk su bazı malzemeleri sert veya kırılgan hale getirebilir. Soğuduklarında dayanıklılıklarını ve esnekliklerini koruyan yalıtım malzemeleri seçin.

İnsülasyon sıcaklıktaki değişiklikleri yavaşlatır, ancak bu değişiklikleri durduramaz. Şamandıralar soğuk koşullarda günlerce veya haftalarca çalışabildiğinden, Strafor gibi yalıtım, elektroniklerin korunmasında daha az etkilidir. İki seçenek, şamandıraya ısıtıcılar eklemek veya soğuk koşullarda çalışacak şekilde tasarlanmış elektronikleri kullanmaktır.

16.9.4 Sabit İstasyon Platformunun Güçlendirilmesi

İndoor ve bazı açık sabit istasyonlar ev veya ticari elektrik gücüne erişebilir. Eğer öyleyse, bu istasyonlar için güç kaygısı olmayacak. Diğer dış mekan sabit istasyonları çalışması gereken piller gerektirir - Piller için ısıtma ve soğutma sağlanmadıkça aşırı koşullarda tion. **Ek olarak**, piller - koruyucu kaplarda hava geçirmez bir şekilde kapatılamazlarsa nemli koşullara maruz kalabilirler. Aküleri mühürleme gereksinimi, tuzlu suya maruz kaldıkları için şamandıralar için kritik öneme sahiptir.

Eğer sabit bir istasyon bakım gerektirmeden bir yılın büyük bir bölümünde çalışırsa, amatör istasyonun pillerini şarj etmek için güneş enerjisi kullanmayı düşünmelidir. Güneş pilleri, onları nemden korumak için kapsüllenmelidir.

16.10 Kaynaklar ve Bibliyografya

ARRL Kullanım Kılavuzu, 11. baskı, (ARRL, 2016).

ARRL Anten Kitabı, 23. baskı, (ARRL, 2015).

İngiltere, **K.,** WA5VJB, "Cheap Yagis", **www.wa5vjb.com/yagi-pdf/ cheapyagi.pdf**

Buchmann, İ., *Taşınabilir Dünyada Piller (Cadex*, 2011).

Cain, P., K ~ PC, "APRS with a - Smartphone*", NCJ*, Eylül/Ekim 2012, pp 16-17 .

Fisher, B., W2BFJ, "Fox-1 Uydu Telemetri - Bölüm 1: Uydu Üzerinde", *AMSAT Journal, Kasım/Aralık* 2015, pp 9-12.

Horzepa, S., WAlLOU, *APRS: Radio ve İnternet üzerinde Hams Hareketli,* (ARRL, 2004- baskı dışı).

Mims, F., "Spektral Seçici Filtreler Olarak Işık Yayan Diyotlarla Güneş Fotometresi", Uygulamalı Optik, Cilt. 31, No. 33, 20 Kasım 1992, s. 6965-6967 .

Post, J, KA5GSQ, "Yüksek İrtifa Balonculuğu İçin Basit Bir Sensör Paketi", *QEX,* Mayıs/Haziran 2012, pp 10-19.

Simmons, B., WB6EYV, "APRS Unveiled", *QEX,* Kasım/Aralık 2012, pp 19-23 .

Spencer, M., WA8SME, "ARRL Eğitim ve Teknoloji Programı Uzay/Deniz *Şamandıra ", QST,* Mayıs 2012, sayfa 33-35 .

Thompson, C., AC2CZ, "Fox-1 Uydu Telemetri - Bölüm 2: FoxTelem*", AMSAT Dergisi, Ocak/Şubat* 2016, pp 7-9.

Verhage, Paul, KD4STH, *BASİC Stamp Near Space (Referanslar* bölümüne bakın), nearsys.com/pubs/book/index.htm.

Williams, D., AJ5W, "APRS ve Yüksek İrtifa Araştırma Balonları", *QST,* Ağustos 2007, pp 48-49.

Benton, D., KE5URH, "Tulsa (OK) - Technology Center's İnnovative Approach to Training Future Engineers", *CQ VHF,* Fall 2008, p 32.

Brown, B., WB8ELK, "Havada: Kentucky Uzay Balloon-1," *CQ VHF,* Bahar 2009, p 57.

Brown, B., WB8ELK, "Havada Yukarı: HF Balon İzleme", *CQ VHF,* Kış 2011, p 63.

Dean, T., KBIJİJ, "ATV: W2KGY - BalloonSat Payload", *CQ VHF,* Fall 2010, p 68.

Ferguson, D., AI6RE, "Transatlantik Balon Uçuşu 2012, CNSP-18 K6RPT-12," *CQ VHF,* Kış 2013, s 8.

Dümen, M., WC5Z, "Roket veya Balon Yükleri için Düşük Maliyetli 70 cm İzleme Feneri", *CQ VHF, Güz* 2010, p 31 .

Whitham, R., VE3NSA ve Cieszecki, J. VE4CZK, "WinCube Projesi", *CQ VHF,* Kış 2009, s 12.

Balonlarla ilgili "Up İn The Air" sütunu da dahil olmak üzere CQ VHF'deki tüm makalelerin bir endeksi KB9MWR tarafından derlenmiştir **www.qsl.net/kb9mwr/ files/ham/cq-vhf.html.**

***Kuruyemiş ve Volt Dergisi,* Paul Verhage, KD4STH**

"Yakın Uzay: Son Sınıra Yaklaşmak", Mar 2013, p 68.

"Yakın Uzay: Yakın Uzay Basit Uçuş Bilgisayarını Kullanma", Jan 2013, p 72 .

"Yakın Uzay: Son Sınıra Yaklaşmak", - Kasım 2012, s 14.

"Yakın Uzay: Yeni Bir BalonSat Gövde Tasarımı", Jul 2012, p 68.

"Yakın Uzay: Yakın Uzay UltraLight -The Everyman Uçuş Bilgisayar", Jan 2011, p 67.

"Yakın Uzay: Kendi Mikro Datalogger", Mayıs 2009, p 80.

Verhage, 2018'in başından itibaren "Yakın Uzay" sütununu yazmaya devam ediyor.

İçerik

Bölüm 17 - İndirilebilir Ek İçerik

Makaleler

- Yüksek Güç İletim Tüpleri için Bir Tüp Test Cihazı John Mathis, WA5FAC ve Max Landey, KM4UK
- Amplifikatör Aşırı Çekim-Sürücü Koruması Phil Salas, AD5X
- *Önceki ARRL El Kitabı* Sürümlerinden Amplifikatör Projeleri
- Tasarım Örneği - John Stanley, K4ERO tarafından 8877 Vakum Tüpü kullanan HF Amplifikatörü
- Tasarım Örneği - Dick Frey, K4XU tarafından MOSFET Termal Tasarım
- İnteraktif Ayar ve Yük Ayarlarından Kaçınmak için Tasarım, John Stanley, K4ERO
- Bir Transistörün Güç Derecesinin Belirlenmesi (APT Uygulama Notu) Dick Frey, K4XU

HF Amplifikatör Projeleri

- Dick Frey tarafından 250 W Geniş Bant Katı Hal Doğrusal Amplifikatör, K4XU (inşaat notları ve fotoğrafları, PCB düzenleri, parça listeleri vb.
- Jerry Pittenger tarafından 3CX1500D7 RF Doğrusal Amplifikatör, K8RA (PCB düzeni, Pi-L değerleri elektronik tablo , vb dahil)
- John Stanley tarafından Everyham Amp, K4ERO (inşaat notları, düzenleri, farklı tüplerin kullanımı, vb dosyaları dahil)
- Sunnyvale/Saint Petersburg Kilowatt-Plus, George Daughters'ın 4CX1600B HF amplifikatör projesi, K6GT

VHF Amplifikatör Projeleri

- 144 MHz Amplifikatör Russ Miller, 3CX1200Z7 tarafından N7ART kullanarak
- Dick Stevens tarafından 6 Metre Kilowatt Amplifikatör, W1QWJ
- James Klitzing, W6PQL tarafından Doğrusal 2 Metre, 80 W Tüm Mod Amplifikatör oluşturun
- Mark Mandelkern, K5AM tarafından 'Lüks Doğrusal' Amplifikatör için Tasarım Notları
- Robert Sutherland, 220-MHz tarafından Yüksek Performanslı Topraklı İzgara W6PO Kilowatt Lineer
- Paul Wade, W1 GHZ tarafından Basit Geniş Bant Katı Hal Güç Amplifikatörleri

UHF/Mikrodalga Amplifikatör Projeleri

- Steven Lampereur, KB9MWR tarafından 10 GHz için 2 Watt RF Güç Amplifikatörü
- Steve Powlishen tarafından 432 MHz 3CX800A7 Amplifikatör, K1FO
- 2304 MHz 70 W Rover Amplifikatör tarafından Bill Koch, W2RMA ve John Brooks, N9ZL
- New 900-MHz Band için Yüksek Güçlü Boşluk Amplifikatörü, Robert Sutherland, W6PO
- Chip Angle, N6CA tarafından Çeyrek Kilowatt 23 cm Amplifikatör Parçaları 1 ve 2

Yazılım ve Araçlar

- 135 Derece Pi Ağ Hesap Makinesi Hesap Tablosu John Stanley, K4ERO
- *MATCH.EXE* yazılımı (Tuned ile kullanım için
  (Rezonans) Ağlar tartışması)

Aşağıdaki programlar ayrı Yazılım klasöründe mevcuttur

- Popüler yüksek güç iletim tüplerinin çalışmasının analizi için Bentley Chan ve John Stanley, K4ERO tarafından TubeCalculator.
- *PI-EL,* Jim Tonne, W4ENE, verici çıkışı için pi ve pi-L ağlarının tasarımı ve analizi için.
- Jim Tonne, W4ENE, özel analog metre ölçeklerinin tasarımı ve baskısı için MeterBasic.

Bölüm 17

RF Güç Amplifikatörleri

Amatör Radyo operatörleri genellikle miliwatt'lardan 1.5 kW'lık tam yasal güç sınırına kadar çok geniş bir yelpazede iletilen güç kullanır. Bu bölüm, tipik alıcı-vericinin 100 - 150 W seviyesinin ötesindeki RF güç amplifikatörlerini kapsar. Etkileşimli ayarlamayı önlemek için tasarım yönteminde yeni bir kenar çubuğu da dahil olmak üzere tüp tipi amplifikatörlerin bölümleri John Stanley, K4ERO tarafından hazırlandı. Katı hal amplifikatörleri üzerindeki bölümler, yeni "palet" amplifikatör modüllerine genel bir bakış ile birlikte Richard Frey, K4XU tarafından sağlanmıştır. Roger Halstead, K8RI, indirilebilir ek içerikle görünen amplifikatör ayarlaması ve amplifikatör yapımında ihtiyaç fazlası bileşenlerin kullanımı üzerine materyal katkısı yaptı. Solid-State Amplifikatör İMD bölümü Rob Sherwood, NC0B tarafından katkıda bulunmuştur; Dick Frey, K4XU; Warren Pratt, NR0V; Ve Tom Thompson, W0IVJ. Tüpler, transistörler ve ARRL *El Kitabı'nın önceki sürümlerinde ortaya çıkan entegre devreler kullanan amplifikatör projeleri,* indirilebilir ek içeriğe dahil edilmiştir.

17.1 Yüksek Güç, Kimin İhtiyacı Var ?

En büyük başarı için hemen hemen her zaman daha yüksek güç seviyelerinin gerekli olduğu belirli faaliyetler vardır - örneğin yarışma ve DXing. Bu dezavantaja rağmen rekabetçi olmaktan hoşlanan bazı olağanüstü operatörler olsa da, yüksek güç istasyonları genellikle en büyük puanlara sahiptir ve önce yığınları geçer. VHF ve daha yüksek bantlarda, bazen yol kaybını ve zayıf yayılmayı aşmanın tek yolu yüksek güçtür.

Daha yüksek güce ihtiyaç duyulabilecek bir diğer yararlı ve önemli alan ise net operasyonlardır .

Net kontrol istasyonunun, bazıları gürültülü bir konum veya sınırlı anten seçenekleri veya mobil çalışma ile engellenebilen tüm potansiyel net katılımcılar tarafından duyulması gerekir. Bu, etkili acil durum iletişimi için çok önemli olabilir. Genel operasyon ayrıca, koşullar teması sürdürmek için talep ettiğinde yüksek gücün mevcudiyetinden de yararlanır.

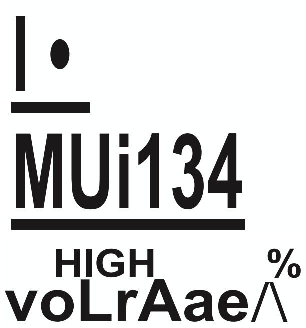
Amplifikasyona ihtiyacınız olduğuna nasıl karar veriyorsunuz? Genel bir kural olarak, iyi bir anteniniz varsa ve sizi duymayan çok sayıda istasyon duyuyorsanız, muhtemelen daha fazla güç çalıştırmanız gerekir. Gürültü seviyelerinin yüksek olduğu bantlarda (160 ve 75/80 metre) veya sinyallerin zayıf olduğu zamanlarda çalışıyorsanız, yasal sınırın çalıştırılmasının işlemleri daha keyifli hale getirdiğini görebilirsiniz. Öte yandan, birçok istasyon standart 100 W vericiyle veya daha düşük güçle bile duyulabileceklerini görecektir.

Güç gereksinimleri de kullanılan moda bağlıdır. PSK3 l gibi bazı dijital modlar, şaşırtıcı derecede düşük güçle çok iyi çalışır. CW, SSB sesinden daha fazla güç verimlidir. En az etkili olan, eski ekipman severler tarafından kullanılan tam taşıyıcı AM'dir. Daha yüksek gücün işlemlerinizi artıracağını belirledikten sonra, amplifikatörünüzü inşa etmeyi veya satın almayı planlayıp planlamadığınıza bakılmaksızın, bu bölümdeki malzemeyi incelemelisiniz.

Birçok güç amplifikatörünün çoğu gibi yasal sınırı aşabildiğini unutmayın.

Önce güvenlik!

İçerideki yüksek voltajlarla temas ederek KILLED OLABILIRSINIZ Ticari veya homebrew RF ampli-Fier. Lütfen aptalca riskler almayın. Her amplifikatöre potansiyel olarak ölümcül davranarak yanlış gidemeyeceğinizi unutmayın! Bu çok önemli konunun daha kapsamlı bir şekilde ele alınması için lütfen bu *El Kitabındaki Güç Kaynakları ve Güvenlik bölümlerinin uygulanabilir bölümlerini gözden geçirin.*



Yüksek güçlü amplifikatörler güçlü üretir RF alanları, özellikle bir tüp veya - transistörün yakınında ve çıkış devrelerinin çevresinde. Mikrodalgalar yoluyla 50 MHz frekanslarında yüksek RF seviyeleri özellikle tehlikelidir. Enerjili ekipmanı ayarlarken veya ölçerken kendinizi yoğun RF alanlarına maruz bırakmaktan kaçının ve kendiniz ve başkaları için RF maruz kalma kurallarına uyun. Daha fazla bilgi için Güvenlik bölümüne bakın.

Otomobiller, belirtilen hız sınırlarını aşabilir. Bu, 1.5 kW'dan fazla çıkış yapabilen bir amplifikatöre sahip her operatörün bir scoffiaw olduğu anlamına gelmez. Amplifikatör cihazları ve diğer amplifikatörler için daha uzun ömür Bileşenlerin yanı sıra daha temiz bir sinyal, bir amplifikatörün maksimum derecesinin altında çalıştırılmasının sonucudur. Ancak, otomobillerde olduğu gibi, bu ekstra yetenek de Bazı ayartmalar. FCC kurallarının, özellikle sınıra yakın çalışırken, çıkış gücünü belirlemek için doğru bir yol kullanmanızı gerektirdiğini unutmayın.

17 .2 Güç Amplifikatörlerinin Türleri

Güç amplifikatörleri güç seviyelerine, amaçlanan çalışma frekanslarına, cihaz tipine, çalışma sınıfına ve devre - konfigürasyonuna göre sınıflandırılır. Bu kategorilerin her birinde neredeyse her zaman iki veya daha fazla seçenek vardır. Mevcut olanlardan en uygun seçenek setini seçmek, temel tasarım kavramıdır.

17.2.1 Neden bir "Doğrusal" Amplifikatör ?

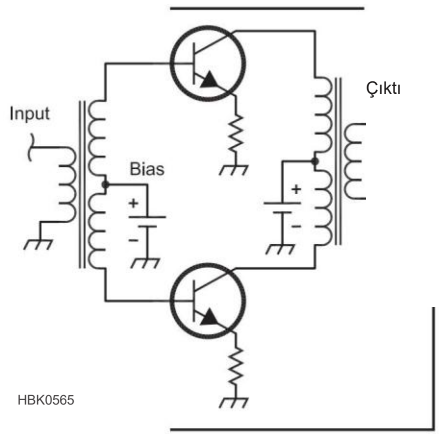
Amatörler tarafından iletilen güçlerini artırmak için yaygın olarak kullanılan amplifikatörler, genellikle amplifikatörler veya doğrusal amplifikatörler yerine "lineer'olarak adlandırılır. Bu ne anlama geliyor ve neden önemli ?

Yükselticilerdeki aktif cihaz, tüp veya transistör, bir anahtar gibidir. Gerçek bir anahtarın "açık've" kapalı "durumlarına ek olarak, aktif cihaz, ne sıfır ne de sonsuz olan sonlu bir direnç değeri sunduğu ara koşullara sahiptir. **RF Teknikleri bölümünde daha ayrıntılı olarak tartışıldığı gibi,** aktif cihazlar çeşitli *çalışma sınıflarında çalıştırılabilir. A sınıfı* işlem asla cihazı tamamen açmaz veya kapatmaz; Hep arada bir yerde. B Sınıfı, cihazı yaklaşık yarısı kadar tamamen kapatır, ancak asla tam olarak açılmaz. C Sınıfı, cihazı zamanın yaklaşık %66'sında kapatır ve neredeyse tamamen koşula ulaşır. D Sınıfı, açma ve kapama koşulları arasında mümkün olduğunca çabuk geçiş yapar. D Sınıfının yaptığını yapmaya çalışan, ancak daha iyi olan çeşitli hızlı anahtarlama yöntemlerine başka harfler atanmıştır. E sınıfı ve ötesi, anahtarlama sırasında yüksek voltaj ve akımın oluşmamasını sağlamak için özel teknikler kullanır.

Çalışma döngüsü sırasında, en yüksek verimlilik, aktif cihaz zamanının çoğunu açık veya kapalı durumda ve en az dirençli durumda geçirdiğinde elde edilir. Bu nedenle verimlilik, A sınıfından B sınıfına, B sınıfından C sınıfına, D sınıfına geçerken artar.

Doğrusal bir amplifikatör, daha güçlü olması dışında, giriş sinyaliyle aynı olan bir çıkış sinyali üreten bir amplifikatördür. Tüm amplifikatörler bunu yapmaz. Doğrusal amplifikatörler Sınıf A, AB veya B işlemi kullanır. SSB gibi modlar için kullanılırlar, burada çıktının girişin yakın bir şekilde

FM trans- için kullanılan C Sınıfı amplifikatörler



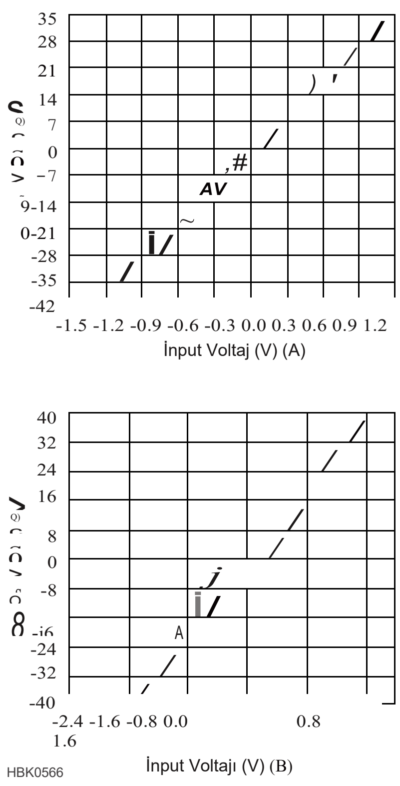
Şekil 17.1 - Bu basit devre düzgün bir şekilde doğrusal bir şekilde çalışabilir

Göndericiler *doğrusal değildir*. C sınıfı amplifikatör, uygun! Harmonikleri kaldırmak için filtrelenmiş y, giriş sinyalinde bulunan frekansları yeniden üretir, ancak sinyalin zarfı bozulur veya tamamen düzleştirilir. (Dalga formları, zarflar ve diğer sinyal özellikleri hakkında daha fazla bilgi için Modülasyon bölümüne bakın.)

Bir FM sinyali sabit bir genliğe sahiptir, bu nedenle zarfın içinde hiçbir bilgi taşımaz. Bir CW sinyali genlik varyasyonlarında bilgi taşır. Sadece açık ve kapalı durumlar korunmalıdır, bu nedenle bir C Sınıfı amplifikatör bir CW sinyalinin bilgi içeriğini korur. Bununla birlikte, modem CW vericileri darbeleri dikkatlice şekillendirir, böylece tuş tıklamaları minimum pratik değere düşürülür. Bir C Sınıfı amplifikatör darbe şeklini bozar ve tuş tıklamalarını daha da kötüleştirir. Bu nedenle, FM haricinde, - tüm amatör iletim modları için doğrusal bir amplifikatör önerilir.

FSK kullanan RTTY gibi bazı dijital modlar bir FM biçimidir ve ayrıca doğrusal olmayan bir Sınıf C, D veya E amplifikatör kullanabilir. Bu sinyaller temiz değilse, bir C Sınıfı amplifikatör onları daha da kötüleştirebilir. Ayrıca, C Sınıfı veya D ve E bile çok yavaş CW için, çok basit düşük güçlü CW vericileri için veya biraz daha kötü tuş tıklamalarının çok ciddi olmadığı kıvrılmamış bantlarda kullanılabilir. Sonuçta, C Sınıfı CW operasyonu ile uzun yıllar kullanıldı .

Tüp tipi ile ilgili olarak çalışma sınıfı

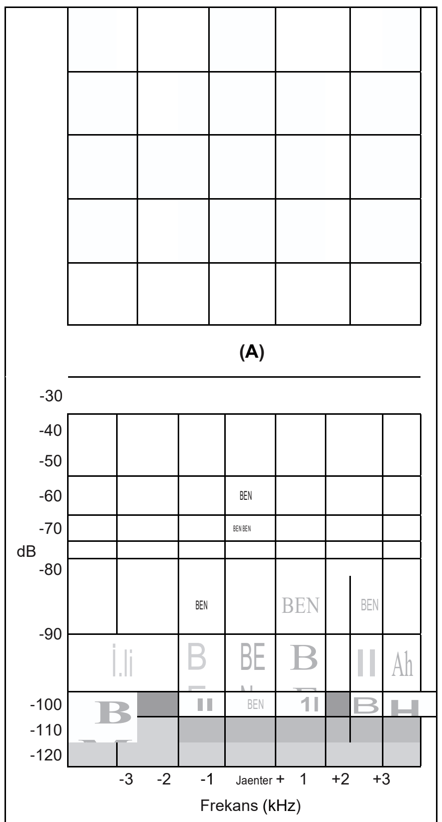


Şekil 17.2 - Bir osiloskoptaki X-Y ekranında gözlemlendiği gibi, bir amplifikatörden gelen çıkış sinyallerine karşı İnput. A'da, uygun önyargı ve giriş voltajı olan bir amplifikatör. B'de, yanlış önyargı ve yüksek giriş voltajı ile aynı amplifikatör.

Amplifikatör tasarımı bu bölümün daha sonraki bir bölümünde daha ayrıntılı olarak tartışılmıştır.

ACHİEVİNG LİNEAR AMPLIFICATİON

Lineer amplifikasyon nasıl elde edilir? Transistörler ve tüpler, giriş sinyalini, cihazın giriş ve çıkış gücünü ilişkilendiren eğrinin doğrusal kısmına düşen değerlerle kısıtlayarak doğrusal bir modda çalıştırılabilir. İmpropor yanlılığı ve aşırı tahrik gücü, doğrusal amplifikatörlerde bozulmanın en yaygın iki nedenidir. Tüm doğrusal amplifikatörler yanlış olabilir



Şekil 17.3 - İki tonlu bir test kullanarak bir doğrunun İMoptroper çalışması, bir osiloskop (A) üzerinde tepe kırpma ve bir **spektrum analizörü (B) üzerinde ek frekansların varlığını gösterecektir. Bu kalıplar ortaya çıktığında, "lineer'iniz" lineer olmayan'bir yükseltici haline gelir. Kanal kullanıcıları mutlu olmayacaktır. Verici testi hakkında daha fazla bilgi Test Cihazları ve Ölçümler bölümünde bulunabilir.**

Güç seviyesine veya transistörlerin veya tüplerin kullanılıp kullanılmadığına bakılmaksızın önyargılı veya aşırı hızlı.

Şekil 17 .1, doğrusal bir şekilde çalışabilen basit bir devreyi göstermektedir. Doğrusal işlem için, transistörlerin tabanındaki önyargı, devrenin çok küçük giriş sinyali değerlerinde bile bir çıkış sinyali üretmeye başlayacağı şekilde olmalıdır. **Şekil 17 .2'de gösterildiği gibi,** doğrusal çalışma için uygun şekilde ayarlandığında, amplifikatörün çıkış sinyali sadakatle izler giriş sinyali. Transistörlerde uygun önyargı olmadan, giriş voltajı bir eşiğin üzerine çıkana kadar çıkış sinyali olmayacaktır. Şekil 17.2B'de gösterildiği gibi, yanlış ayarlanmış amplifikatör aniden açılır ve giriş sinyali 0,5 V'a ulaştığında çıkış üretir.

Bazı tüpler *sıfır taraflı* çalışma için tasarlanmıştır. Bu, doğru plaka voltajı ile çalıştırıldığında tüpün tasarımında optimum bir önyargı akımının doğal olduğu anlamına gelir. Diğer tüp tipleri ve tüm transistörler, bu amaç için yapılmış devrelerle uygulanan yanlılığa sahip olmalıdır.

Tüm amplifikatörlerin, giriş gücü çok büyük olsa bile, üretebilecekleri güç miktarının bir sınırı vardır. Çıkış gücü bu üst sınıra karşı çalıştığında (yani, ek tahrik gücü daha fazla çıkış gücüne neden olmadığında), *düz tepe* oluşur ve **Şekil 17.3'te gösterildiği gibi çıkış bozulur. Birçok amplifikatör,** amplifikatör ile yardımcı alıcı-verici veya verici arasında geri bildirim sağlamak için otomatik seviye kontrol (ALC) devrelerini kullanır. Doğru ayarlandığında, ALC verici çıkış gücünü kontrol edecek ve amplifikatörün aşırı zorlanmasının en kötü etkilerini önleyecektir. Bununla birlikte, ALC ile bile, aşırı hızlanma meydana gelebilir.

17.2.2 Katı Hal vs Vakum Tüpleri

Yüksek güçlü amplifikatörler hariç, bugün ticari olarak üretilen amatör ekipmanın neredeyse tüm öğeleri, yalnızca katı hal (yarı iletken) cihazları kullanır. Yarı iletken diyotlar, transistörler ve entegre devreler (İ C), ekipman tasarımı ve imalatında çeşitli avantajlar sunar. Katı hal ekipmanı daha küçüktür, geniş bant (ayarsız) çalışma sunar ve PC kartları ve otomatik (daha düşük maliyetli) işlemler kullanılarak kolayca üretilir.

Tüm bu gerçeklere dayanarak, katı hal dünyasında vakum tüplerine yer yokmuş gibi görünebilir. Transistörler ve İC'ler, özellikle pratik anlamda önemli sınırlamalara sahiptir. İndividual presentday transistörleri genellikle gerekli akım ve voltaj kombinasyonunu idare edemez ve miktarı güvenli bir şekilde atamazlar. RF amplifikasyonu için yüksek güç seviyelerine yayılan ısı. Transistör çiftleri, hatta çift çiftleri, genellikle 100 W seviyesinde ve ötesinde pratik güç amplifikatör tasarımlarında kullanılır. Bazen çoklu amplifikatörlerden çeşitli güç kombinasyonu teknikleri kullanılmalıdır.

Tüp amplifikatörleri, belirli bir çıkış gücü için inşa etmek için daha ekonomik olabilir. Vakum tüpleri, 150-200 ° C'ye kadar olan yüzey sıcaklıklarında tatmin edici bir şekilde çalışır, bu nedenle, yeterli ortam havasını geçmişte veya göreceli büyük soğutma yüzeylerinden üfleyerek soğutulabilirler. Güç transistörlerinin çok küçük soğutma yüzeyleri, yaşam beklentilerini büyük ölçüde kısaltmaktan kaçınmak için 75-100 ° C'de tutulmalıdır. Bu nedenle, kötü durumda 50 ° C ortam hava sıcaklığı varsayıldığında, bir vakum tüpünün büyük soğutma yüzeyinin - ortamın 100-150 ° C üzerine çıkmasına izin verilirken, bir transistörün küçük yüzeyinin yaklaşık 50 ° C'den fazla yükselmesine izin verilmemelidir.

Ayrıca, RF güç transistörleri elektrik suistimaline karşı çoğu vakum tüpünden daha az toleranslıdır. Sadece mikrosaniye süren bir aşırı gerilim başak olabilir - ve gibi! y - RF güç transistörlerini yok etmek. - Karşılaştırılabilir bir başak bir tüp üzerinde herhangi bir etkisi olması olası değildir. Dolayısıyla önemli mesaj şudur: RF güç transistörleri ile tasarım yapmak, yeterli termal ve elektriksel korumanın sağlandığından emin olmak için dikkatli olunmasını gerektirir.

Yüksek güçlü bir katı hal amplifikatörünün RF bölümlerinin zorluğunu görmezden gelse bile, dikkate alınması gereken güç kaynağı vardır. 1 kW RF çıkışı sağlayabilen bir katı hal amplifikatörü, 40 A'dan daha fazla düzenlenmiş (ve geçici olmayan) 50 V gerektirebilir. Aynı güç seviyesindeki bir vakum tüpü amplifikatörü, 1 A'dan daha az bir seviyede, düzenlenmemiş 2000 ila 3000 V gerektirebilir.

Kilovat seviyesinde, vakum tüpü, maliyet etkinliği ve ekipman tasarımının kolaylığı nedeniyle amatör üreticiler için hala uygun bir seçenektir. Tüp amplifikatörleri ve katı hal amplifikatörleri birçok yönden oldukça farklı olduğundan, bunları bu bölümün farklı bölümlerinde ele alacağız. Ayrıca, katı hal bölümünün yazarı, tüp-katı hal tartışmasına biraz farklı bir bakış açısı sunar.

Mevcut Güç Şebekesi Borularının Bakımı ve Beslenmesi

Eimac Corporation'ın güç borusu tasarımı ve bakımının klasik el kitabı, *Güç Şebekesi Tüplerinin Bakımı ve Beslenmesi,* bir kez daha, nezaket İletişim ve Güç İndustries **(cpii.com** - Eimac CPİ bir bölümüdür). Kitap, tüp çalışması ve tasarımının tüm aşamalarını kapsayan altı PDF bölümünden oluşmaktadır**. İt www.arrl.org/engineering-references veya www indirilebilir. arrl.org/arrl-handbook-reference. (Kitabın** basılı bir kopyası CPİ'dan talep üzerine temin edilebilir.) Ek referanslar cpii.com/library.cfm/9. adresinden indirilebilir **ARRL,** bu önemli referansı radyo amatörlerine sunduğu için CPİ'ya teşekkür eder!

17.3 Vakum Tüpü Temelleri

Vakum tüpü terimi, genellikle boru şeklinde olan ve içinde vakum bulunan cihazların fiziksel yapısını tanımlar. İngilizler, cihazların çalışmasını tanımlayan elektron valfleri olarak adlandırırlar, çünkü bir su valfinin su akışını kontrol ettiği gibi elektron akışını kontrol ederler.

17.3.1 Termiyonik Emisyon

Metaller elektrik iletkenleridir, çünkü içindeki elektronlar bir elektrik alanın etkisi altında bir atomdan diğerine kolayca hareket ederler. Yeterince enerji eklendiğinde elektronların uzaya yayılmasına neden olmak da mümkündür. Isı, metal atomlarına enerji eklemenin bir yoludur ve ortaya çıkan - elektronların uzaya akışına *termiyonik emisyon denir. Her* elektron metal yüzeyden ayrılırken, tüpün dışından ısıtılmış metale elektrik bağlantısı olması koşuluyla başka bir elektron ile değiştirilir.

Bir vakum tüpünde, yayılan elektronlar bir elektrik alanı tarafından etkilenmedikçe metalin yüzeyi etrafında dolaşır. Eğer pozitif yüklü bir iletken yakınlara yerleştirilirse, elektronlar vakumdan çekilir ve bu iletkene ulaşır, böylece vakum tüpü boyunca sürekli bir akım akışı sağlar.

17.3.2 Vakum Tüpünün Bileşenleri

Temel bir vakum tüpü en az iki parça içerir: bir *katot* ve bir *plaka. Elektronlar katottan yayılır.* Katot, içinden büyük bir de akım geçirilerek doğrudan ısıtılabilir, bir ısıtma elemanına bitişik olarak yerleştirilebilir *(dolaylı olarak ısıtılır).* Ac akımları katotları doğrudan ısıtmak için de kullanılabilse de, ac voltajından herhangi biri sinyalle karışırsa, ac hum çıkışa girecektir. Eğer ac ısıtıcı besleme voltajı merkeze bağlı bir transformatörden elde edilebilirse ve merkez musluk sinyal zeminine bağlanırsa, hum en aza indirilebilir.

Termiyonik emisyon üretmenin zorluğu katot için kullanılan metale göre değişir ve bu metalin "çalışma fonksiyonu'olarak adlandırılır. İdeal bir katot, erimeden yüksek sıcaklıkları sürdürebilen düşük çalışma fonksiyonuna sahip bir metalden yapılır. Saf tungsten, çok yüksek bir sıcaklığa ısıtılabildiği için erken tüplerde kullanıldı. Daha sonra çok ince bir toryum tabakasının emisyonu büyük ölçüde arttırdığı öğrenildi. Düşük iş fonksiyonlarına sahip metallerin oksitleri de geliştirildi. İn modem tüpler, toriated-tungsten yüksek güç tüpleri için kullanılır ve oksit kaplı metaller yaygın olarak düşük güç seviyelerinde kullanılır.

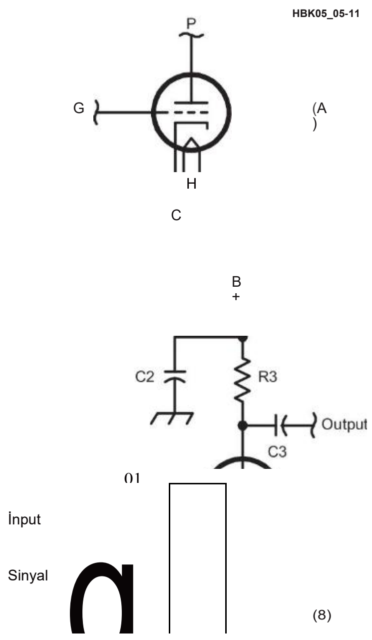
Filament voltajı uygun için önemlidir Bir tüpün çalışması. Çok düşük ise, emisyon yeterli olmayacaktır. Eğer çok yüksek, tüpün faydalı ömrü büyük ölçüde kısaltılacaktır. Hangi katot tipinin kullanıldığını bilmek önemlidir. Oksit kaplı katotlar %5 ila 10 oranında çalıştırılabilir. Tüp üreticileri, uygun çalışma ve maksimum tüp ömrü için izin verilen bir filaman voltaj aralığı belirtir - bu önerileri izleyin. Tüpler asla izin verilen değerin üzerinde filament voltajlarla çalıştırılmamalıdır. Tüp ömrünün uzatılması umuduyla filament geriliminin belirtilen aralığın altına düşürülmesi, oksit kaplı katotlu tüpler için kesinlikle önerilmez. Ek olarak, düşük filament voltajı, her türlü tüp için bozulmaya ve sahte emisyonlara neden olabilir. Amatör hizmette düşük filament emisyonundan kaynaklanan tüp arızaları nadirdir. Daha fazla bilgi için, filament voltaj yönetimi hakkında T. rauch, W8JI için Referans bölümü girişine bakın.

Her vakum tüpü, yayılan elektronlar için bir reseptöre ihtiyaç duyar. Vakum boyunca hareket ettikten sonra, elektronlar *anot olarak da adlandırılan plaka tarafından emilir.* Bu iki elemanlı tüp - anot ve katod- diyot olarak adlandırılır. *Diyot tüpü bir* yarı iletken diyota benzer: akımın **sadece** bir yönde geçmesine izin verir. Plaka katoda göre negatif giderse, akım akamaz çünkü elektronlar plakadan yayılmaz. Yıllar önce, yarı iletkenlerden önceki günlerde, doğrultucular olarak tüp diyotlar kullanıldı.

TRİODES

Sinyalleri yükseltmek için, bir vakum tüpü ayrıca bir kontrol *ızgarası içermelidir. Bu* isim fiziksel yapısından gelmektedir. İzgara, katot ve plaka arasında bulunan bir tel ağıdır. Katottan gelen elektronlar, plakaya giderken ızgara telleri arasında geçer. Bu teller üzerindeki voltaj tarafından kurulan elektrik alanı, katottan plakaya elektron akışını etkiler. Negatif bir şebeke voltajı elektronları iterek plakaya akışlarını engeller. Pozitif bir şebeke voltajı, elektronların plakaya akışını arttırır. Bir katot, bir ızgara ve bir plaka içeren vakum tüplerine *triyot* tüpleri (üç bileşen için tri) denir. **Şekil 17.4'e bakınız.**

Bir vakum tüpü amplifikatörünün giriş empedansı doğrudan ızgara akımı ile ilgilidir. Şebeke akımı şebeke voltajına göre değişir, - voltaj daha pozitif hale geldikçe artar. Şebeke voltajı negatif olduğunda, hiçbir şebeke akımı akmaz ve bir tüpün giriş empedansı neredeyse sonsuzdur. İzgara pozitif sürüldüğünde, akım çeker ve böylece daha düşük bir giriş empedansı sunar ve önemli bir tahrik gücü gerektirir. Tüpün plakasına yerleştirilen yük, çıkış gücünü ve verimliliğini güçlü bir şekilde etkiler. Tüp tasarımının önemli bir kısmı seçeneğin belirlenmesini içerir.



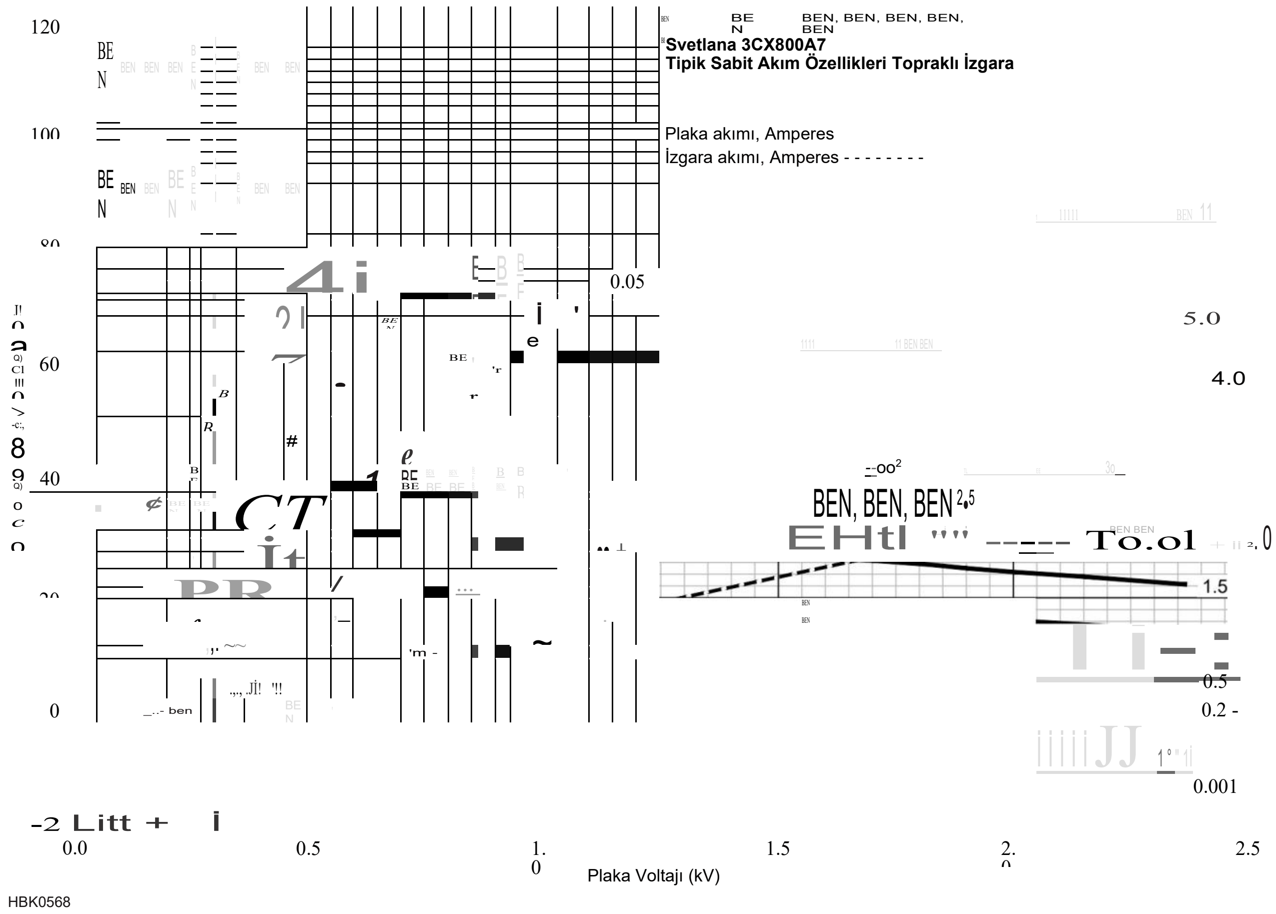
Şekil 17.4-Vacuum tüp triode. (A) İsıtıcı (H), katot (C), ızgara (G) ve plaka (P) detaylandıran şematik sembol. (B) Bir triode kullanarak ses amplifikatör devresi. C1 ve C3 için de engelleme kapasitörler Şebekeyi ve plaka önyargı voltajlarını izole etmek için giriş ve çıkış sinyalleri. C2, plaka önyargı voltajındaki gürültüyü azaltmak için bir bypass filtre kapasitörüdür, B +. R1 ızgara önyargı direncidir, R2 katot önyargı direncidir ve R3 plaka önyargı direncidir. Katot ve ızgara önyargı voltajları açısından pozitif olmasına rağmen unutmayın Toprağa göre, plakaya göre hala olumsuzdurlar.

Anne yükleme direnci. Bu parametreler *karakteristik eğriler olarak çizilir* ve tasarım sürecine yardımcı olmak için kullanılır. **Şekil 17 .5** bir örnek göstermektedir .

Vakum tüpü içindeki elemanlar, yalıtkan bir vakum ile ayrılan iletkenler olduğundan, tüp bir kapasitöre çok benzer. Katot ve ızgara arasındaki, ızgara ve plaka arasındaki ve katot ve plaka arasındaki kapasitans, amplifikatörün yüksek frekanslarda çalışmasını etkileyecek kadar büyük olabilir. Genellikle birkaç pikofarad mertebesinde olan bu kapasitanslar, bir amplifikatörün frekans tepkisini sınırlayabilir ve ayrıca istenmeyen salınıma yol açabilecek sinyal geri besleme yolları sağlayabilir. Nötralize edici devreler bazen bu tür salınımları önlemek için kullanılır. Nötralizasyon teknikleri bu bölümde daha sonra sunulmuştur.

TETRODES

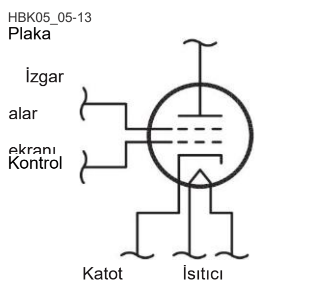
İzgara-plaka kapasitansı, istenmeyen sinyal geri bildiriminin ana kaynağıdır. Bu nedenle tüpler bir



Şekil 17.5 - **3CX800A7 bir triyot tüpü için karakteristik eğriler. İzgara voltajı solda çizilir, bot- boyunca plaka voltajı Tom. Düz çizgiler plaka akımı, kesikli çizgiler ızgara akımıdır. Bu grafik, bu bölümde gösterilen karakteristik eğrilerin tipik bir örneğidir ve metinde açıklanan TubeCalculator programı ile birlikte kullanılır ve bu kitabın indirilebilir ek içeriği ile kullanılabilir.**

Ekran ızgarası olarak adlandırılan ikinci ızgara, orijinal ızgara (şimdi *kontrol ızgarası olarak adlandırılır)* ve plaka arasına yerleştirilir. Bu tür tüplere tetrodlar denir (dört elemente sahiptir). **Şekil 17 .6'ya bakınız. Bu** ikinci ızgara genellikle RF toprağına bağlanır ve ızgara ile plaka arasında bir ekran görevi görür, böylece enerjinin geri beslenmesini önler, bu da kararsızlığa neden olabilir. Kontrol ızgarası gibi, ekran ızgarası bir tel ağdan yapılır ve elektronlar plakaya ulaşmak için teller arasındaki boşluklardan geçer.

Ekran ızgarası, katoda göre yüksek bir pozitif voltaj taşır ve kontrol ızgarasına yakınlığı, elektronların katottan çekimini artıran güçlü bir elektrik alanı üretir. Bir tetrode'un kazancı, ekran voltajı arttıkça keskin bir şekilde artar. Elektronlar ekran ızgarasına doğru hızlanır ve çoğu boşluklardan geçer ve plakaya ulaşana kadar hızlanmaya devam eder. Büyük tüplerde bu, ekran tellerinin ızgara telleriyle dikkatli bir şekilde hizalanmasıyla desteklenir.



Şekil 17.6 - Vakum tüpü tetrode. Isıtıcı (H), katot (C), iki ızgarayı detaylandıran şematik sembol: kontrol ve ekran ve plaka (P).

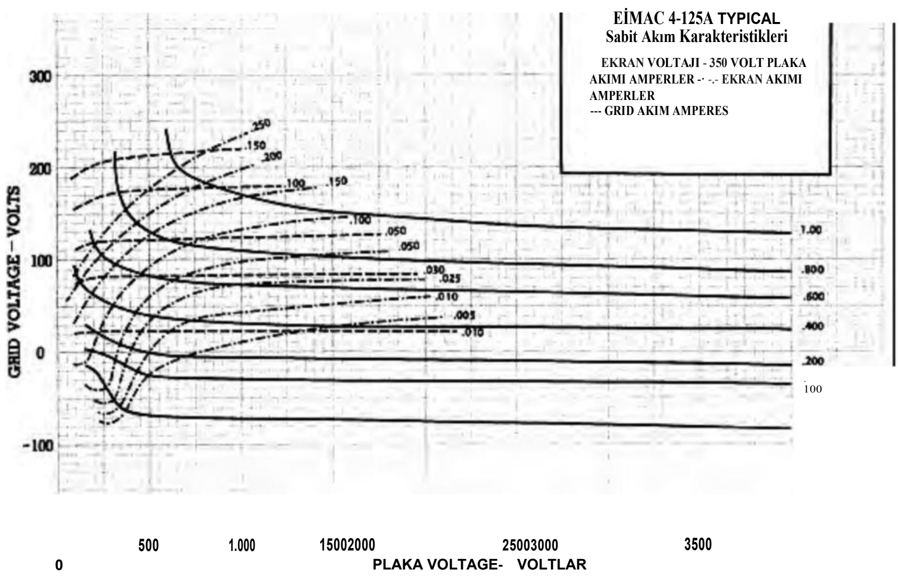
Ekranın etkisi, tüp eğrilerinin düzleşmesinde de görülebilir. Ekran, ızgarayı plakadan koruduğundan, belirli bir ekran ve şebeke voltajı için plaka voltajlarına karşı plaka akımı neredeyse düz hale gelir. **Şekil 17.** 7, tipik bir tetrode için karakteristik eğrileri ve birçoğu için eğrileri gösterir

Bu kitabın indirilebilir ek içeriği ile daha fazla tüp türü mevcuttur.

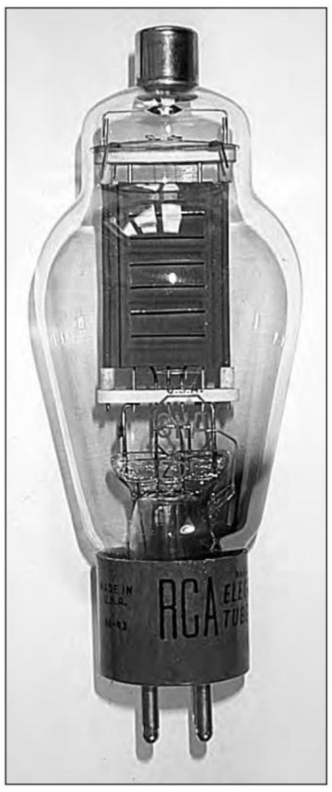
Özel bir tetrode formu, katot ile plaka arasında akan elektronları sıkı bir kirişe yoğunlaştırır. Azalan elektron ışını alanı tüpün verimliliğini arttırır. *Işın tetrodları,* - **daha düşük plaka** voltajlarına sahip daha yüksek plaka akımlarına ve daha küçük ızgara sürüş gücüne sahip büyük güç çıkışlarına izin verir. 6146 bir ışın güç tüpü örneğidir.

PENTODES

Vakum tüplerinde istenmeyen bir başka etki, *ikincil emisyon olarak adlandırılır.* - Tüpün içinde akan elektronlar o kadar fazla enerjiye sahip olabilirler ki, elektronları ızgaralardaki ve plakadaki metal atomlarından çıkarabilirler. İkincil emisyon, bir ızgaranın, özellikle de ekran ızgarasının, emdiğinden daha fazla elektron kaybetmesine neden olabilir. Bu nedenle, bir ekran genellikle kaynağından akım çekerken, bazen akımı arzın içine iter. Ekran kaynakları, akım sağlamanın yanı sıra absorbe edebilmelidir.



HBK0569
Şekil 17.7 - 4-125 tetrode tüp için karakteristik eğriler.



Şekil 17.8 - RCA 811A Cam zarflı bir verici triyot örneğidir. [Fotoğraf: Virtual Valve Museum, www.tubecollector.org]

Baskılayıcı ızgara olarak adlandırılan üçüncü bir ızgara, ekran ızgarası ve plaka arasına eklenebilir. Bu, tetrodlarda ikincil emisyonun etkilerinin üstesinden gelir. Üç ızgaralı bir vakum tüpüne *pentod (beş* element için penta-) denir. Baskılayıcı ızgara, genellikle katoda düşük bir voltaja bağlanır.

17.3.3 Tüp Adlandırma

Vakum tüpleri, vakumu korumak için bir zarf içine yerleştirilmiş elemanları (katot, ızgara, plaka) ile inşa edilir. **Şekil 17.8'de gösterilen klasik iletim tüpü gibi cam zarflı tüpler en** tanıdık olanlardır. Zamanla, üreticiler yüksek güçlü iletim tüpleri yapmak için diğer, daha sağlam yöntemleri keşfetmeye başladılar. Modem güç boruları, seramik yalıtım bölümleri ile ayrılmış metal parçalardan yapılmıştır **(Şekil 17.9).**

Uzun geçmişleri nedeniyle, vakum tüp tiplerinin hepsi tek bir mantıksal tanımlama sistemini takip etmez. Birçok küçük tüp tipi, 6AU6 veya 12AT7 gibi filament voltajının bir göstergesi ile başlar. 811 (Şekil 17.8) ve 6146 gibi diğer tüplere, bugün transistörlerin olduğu gibi, az ya da çok kronolojik sırayla sayılar atandı. Bazı cam zarf güç tüpleri, tüp elemanlarının ve plaka dissipation-3-S00Z sayısını gösteren bir numaralandırma sistemini izler ve 4-1 000A amatör çevrelerde iki yaygın örnektir.

Bazı güç tüpleri 3CX ve 4CX numaralandırma sistemini takip eder. İlk sayı bir triyot (3) veya tetrode (4) ve C seramik/metal konstrüksiyonu gösterir. X Soğutma tipini gösterir: Hava için X, su için W ve buhar soğutma için V. Soğutma tipini plaka dağılımı takip eder. (Amatörlerin kullandığı tüpler tipik olarak plaka dağılımını gösteren üç veya dört sayıya sahiptir; Ticari ve yayın hizmetinde kullanılanlar çok daha yüksek rakamlara sahip olabilir.) Böylece bir 4CX250 bir seramik, hava soğutmalı 250 W tetrode. Bir 3CX1200 bir seramik, hava soğutmalı, 1200 W triode. Genellikle bu tüpler, özel özellikleri veya yükseltilmiş bir tasarımı belirtmek için plaka dağılımını izleyen ek karakterlere sahiptir. Örneğin, bir 4CX250R, AB İ doğrusal işlemi için tasarlanmış 4CX250 özel bir versiyonudur. 4CX1500B, 4CX1500A güncellenmiş bir versiyonudur.

Tüp teknolojisinin en parlak döneminde, l 2AX7 (çift triyot) gibi aynı cam zarfta birkaç tüp ile bazı tüp tipleri geliştirildi. Özel ses pazarında kullanılan çok az cihaz dışında, bu tip tüpler artık yapılmamaktadır.

17.3.4 Boru Montaj ve Soğutma Yöntemleri

Çoğu tüp bir çeşit sokete monte edilir, böylece faydalı yaşamın sonuna ulaştıklarında kolayca değiştirilebilirler. Tüp elemanlarına bağlantılar tipik olarak tabandaki pimler aracılığıyla yapılır. Pimler, tüpün sokete sadece bir şekilde yerleştirilebilmesi için düzenlenir veya anahtarlanır ve ilgili çalışma voltajlarını ve akımlarını işlemek için boyutlandırılır ve yerleştirilir. Tüpler genellikle standart bir taban veya soket kullanır, ancak yıllar içinde birçok farklı baz gelişmiştir. Tüp veri sayfaları pinoutları gösterir



Şekil 17.9 - Bu 4CX1000A tetrode gibi modern güç tüpleri, metal ve seramik yapı kullanma eğilimindedir.

Çeşitli tüp elemanları, tıpkı İC'ler ve transistörler için veri sayfaları gibi. Bazı popüler iletim tüplerinin temel diyagramları için Bileşen Verileri ve Referanslar bölümüne bakın .

Tüplerin iletilmesi için ortak bir düzenleme, filament ve ızgara bağlantılarının ana tabandaki pimler aracılığıyla yapılması içindir.

Plaka bağlantısı, yüksek voltaj beslemesi ve tank devresine daha kolay bağlantı için tüpün üstündeki büyük bir pim veya direk vasıtasıyla yapılır. Bu yapı, Şekil 17.8 ve 17.9'da gösterilen örneklerde açıkça görülmektedir. Başıboş tepkileri azaltmak için, bazı eski cam tüplerde ızgara ayrı bir bağlantı kullandı.

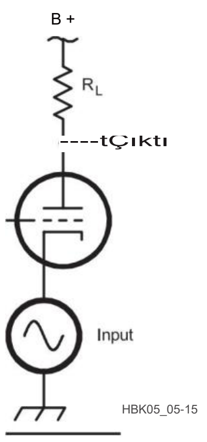
Plakadan ısı dağılımı, vakum tüpü güç amplifikatörleri için en önemli sınırlayıcı faktörlerden biridir. Çoğu erken vakum tüpü camla kaplandı ve ısı kızılötesi radyasyon olarak geçti. Daha fazla soğutma - gerekliyse, hava sadece camın dışına üflendi. 5 kW'a kadar güçlere uygun modern seramik tüpler genellikle havayı doğrudan harici bir anottan zorlayarak soğutulur. Bu tüpler, - serbest hava akışına izin veren özel bir soket gerektirir. Büyük harici anot ve soğutma yüzgeçleri olabilir seenintheexampleinŞekil 17.9.Bir yalıtım bloğu ve su soğutma yoluyla iletim diğer seçeneklerdir, ancak amatör ekipmanlarda sıklıkla görülmezler. Pratik amplifikatör soğutma yöntemleri bu bölümde daha sonra ayrıntılı olarak tartışılmıştır.

17.3.5 Vakum Tüpü Konfigürasyonları

Devreler ve Bileşenler bölümünde açıklanan katı hal cihazlarında olduğu gibi, vakum tüpünün herhangi bir elemanı hem giriş hem de çıkış için ortak olabilir. Bir katot takipçisi olarak adlandırılan ve emitör takipçisine benzeyen ortak bir plaka bağlantısı, bir zamanlar az voltaj kaybıyla çıkış empedansını (akım kazancı) azaltmak için kullanılmıştır. Bu uygulama neredeyse modası geçmiş.

Çoğu modern tüp uygulaması ya ortak katodu ya da ortak ızgarayı kullanır bağlantı. Şekil 1 7.4 B, hem akım hem de voltaj kazancı sağlayan ortak katot bağlantısını göstermektedir. Şekil **17 .10'da gösterilen ortak ızgara (genellikle topraklanmış ızgara olarak adlandırılır) bağlantısı** sadece voltaj kazancı sağlar. Bu nedenle, ortak katot bağlantısı tek bir aşamada 20 ila 30 dB kazanç sağlayabilirken, topraklanmış şebeke bağlantısı tipik olarak 10 ila 15 dB kazanç sağlar.

Topraklanmış bir ızgara aşamasının giriş empedansı düşüktür, tipik olarak birkaç yüz ohm'dan azdır. Topraklanmış bir katot aşamasının giriş empedansı çok daha



Şekil 17.10 - Topraklanmış ızgara amplifikatör şeması. Giriş sinyali katoda bağlanır, ızgara bir de bias voltajı, -Vg ile uygun çalışma noktasına önyargılıdır ve çıkış voltajı, plaka akımı, İp tarafından geliştirilen Ri üzerinden voltaj düşüşü ile elde edilir.

17.3.6 Tüp Amplifikatörlerde Çalışma Sınıfları

Çalışma sınıfı, FM dışındaki çoğu Amatör Radyo modu için RF güç amplifikatörlerinin doğrusal çalışması ihtiyacını açıklayan önceki bölümde kısaca tartışılmıştır. Bir amplifikatör aşamasının çalışma sınıfı, iletim açısı, her RF sürücü döngüsünün açısal kısmı, derece cinsinden, plaka akımının aktığı sırada tanımlanır. İletim açısı, cihazdaki önyargı ve sürücü seviyesinde daha az ölçüde belirlenir. Bunlar, sırayla, amplifikatörün verimliliğini, doğrusallığını ve çalışma empedanslarını belirler. Aşağıdaki tartışma için Şekil 17.11'e bakınız.

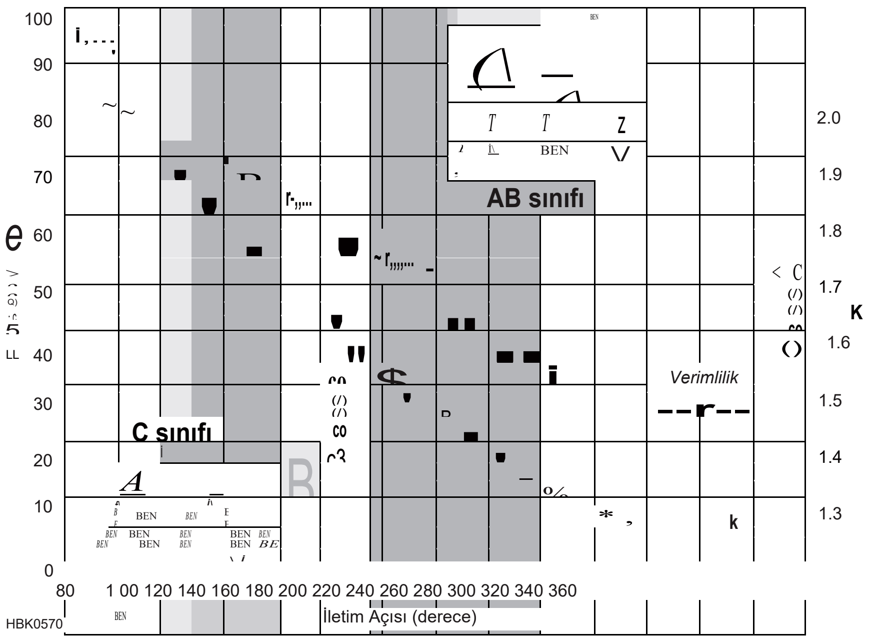
A sınıfı, plaka akımının her zaman aktığı işlem olarak tanımlanır. Bir sinüs dalgası için bu, dalganın 360 °'si boyunca anlamına gelir. A sınıfı en iyi doğrusallığa sahiptir, ancak verimliliği düşüktür .

B sınıfı, önyargının, tüpün negatif giriş sinyalleri için kesileceği şekilde ayarlandığı, ancak giriş sinyali pozitif olduğunda akımın aktığı zamandır. Böylece bir sinüs dalgası için, iletim döngünün 1/2'si veya 180 ° sırasında gerçekleşir. B sınıfı, dalganın eksik yarısını sağlamak için iki cihaz pushpull içinde çalıştığında veya eksik yarıyı "volan" eylemiyle geri yüklemek için ayarlanmış bir devre mevcut olduğunda doğrusal olarak yapılır (daha sonra bu bölümde tartışılmıştır).

AB sınıfı, A Sınıfı ve B Sınıfı Fora sinüs dalgası arasında kalan işlem olarak tanımlanır, iletim açısı 180 °'den fazla, ancak 360 °'den az olacaktır. İn pratik AB sınıfı - amplifikatörler genellikle grafiğin orta alanında gösterilen gri alan içine düşer. B Sınıfı gibi, doğrusal çalışma için bir itme çekme bağlantısı veya ayarlanmış bir devre gereklidir. AB sınıfı, B sınıfından daha az verimlidir, ancak A sınıfından daha iyidir Doğrusallık B sınıfından daha iyidir, ancak A sınıfından daha kötüdür.

AB sınıfı vakum tüpü amplifikatörleri ayrıca ABl veya AB2 sınıfı olarak tanımlanır. İn sınıfı AB 1, ızgara pozitif sürülmez, bu nedenle ızgara akımı akmaz. Neredeyse hiçbir tahrik gücü gerekmez. İn Sınıf AB2, ızgara katot ve bazı ızgara akım akışları açısından zaman zaman pozitif tahrik edilir. Sürücü gücü ve çıkışı AB 1'e kıyasla artar. Amatör hizmette kullanılan çoğu doğrusal amplifikatör AB2 Sınıfı'nı çalıştırır, ancak daha fazla doğrusallık için bazıları AB 1 Sınıfı veya hatta A Sınıfı'nı çalıştırır.

Sınıf C, iletim açısı 180 °'den az olduğunda - tipik olarak 120 ° ila 160 ° forvacuum



Şekil 17.11 - Çeşitli işletme sınıfları için verimlilik ve K. Verimliliği belirlemek için katı çizgiyi okuyun. Metinde açıklandığı gibi, gerekli plaka yükünü hesaplamak için kullanılan bir sabit olan K için kesikli çizgiyi okuyun.

Volan etkisi

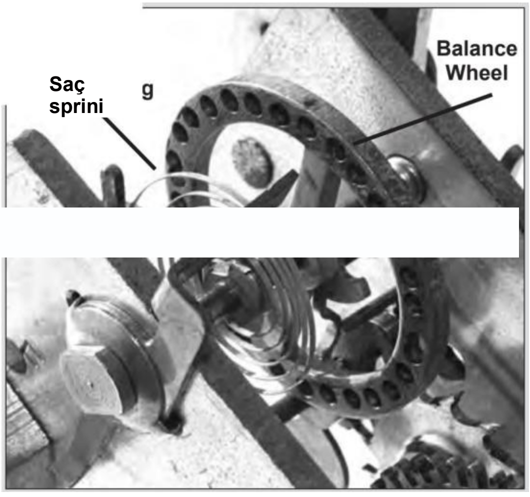
Bir rezonant tank devresinin çalışması (rezonant LC devrelerinin tartışılması için Osilatörler ve Sentezleyiciler bölümüne bakınız) bazen "volan" etkisi olarak adlandırılır. Bir volan, bir rezonant tankın belirli işlevlerini gösterir, ancak tek başına bir volan rezonant değildir; Yani, tercih edilen çalışma sıklığı yoktur.

Bir rezonans tankı için daha iyi bir benzetme - kesin olmasa da - ağırlıklı bir tekerleğin ileri geri döndüğü, bazen bir saç yayı olarak adlandırılan spiral bir yay ile merkez konumuna geri döndüğü mekanik saatlerde ve saatlerde kullanılan denge çarkında bulunur. Denge çarkı enerjiyi atalet olarak depolar ve bir indüktöre benzer. Saç yayı ayrıca enerji depolar ve bir kapasitöre benzer şekilde çalışır. Yay, çalışma frekansı veya rezonans (1 Hz) için bir ayarlamaya sahiptir. Bir kaçış mekanizması, tekerleği devam ettirmek için saatin her bir kenesiyle küçük bir tekme verir.

Denge tekerleğinin dönme (veya radyal) hızının bir grafiği bir sinüs fonksiyonu verecektir. Bu nedenle, darbeleri eşapmandan pürüzsüz sinüzoidal harekete dönüştürür. Benzer şekilde, bir tüpün plakasındaki akım darbeleri, tank devresinde bir sinüs dalgasına yumuşatılır.

Plaka (veya toplayıcı veya drenaj) voltajı, plaka akımı darbelerden oluşmasına rağmen bir sinüs dalgasıdır. Tıpkı escarpment mekanizmasının sadece tekmelerini uygulaması gerektiği gibi Doğru zaman, tanka akım darbelerinin eklendiği frekans, "plaka ayarı" kapasitörü ile ayarlanan tankın doğal rezonans frekansı ile eşleşmelidir.

Tankın verimli çalışması, kayıplar çıkışa aktarılan enerjiye kıyasla küçük olduğunda gerçekleşir. İn benzer şekilde, düşürme Denge çarkındaki kayıplar mücevherli rulmanlar kullanarak saati daha verimli hale getirir. Depolanan enerji miktarı Denge tekerleğinde de uygulama kadar düşük tutulmalıdır - cal çünkü tekerleğin aşırı "salınımı" havaya ve rulmanlara enerji harcar. Aynı şekilde, tanktaki "dolaşımdaki akımlar", - bileşenlerin kaçınılmaz kayıplarından kaynaklanan ısıtmayı azaltmak için sınırlandırılmalıdır.



Şekil 17.A1 - Mekanik bir saatteki denge çarkı ve saç yayı, tank devrelerindeki volan etkisini göstermektedir.

Tüp amplifikatörleri veya soldaki gri alan içinde Şekil 17.11. Tüp, hiçbir tahrik sinyali uygulanmadığında kesilmenin çok ötesinde önyargılıdır. Çıkış akımı yalnızca sürücü döngüsündeki pozitif tepeler sırasında akar, bu nedenle sürücü frekansında nispeten dar darbeler oluşturur. Verimlilik yüksektir, ancak doğrusal olmayan çalışma sonuçları. C sınıfı amplifikatörler her zaman giriş ve çıkışta ayarlanmış devreler kullanır. Çok dar darbelerle (küçük iletim açıları) aşırı verimlilik elde etme girişimleri çok yüksek tahrik gücü gerektirir, bu nedenle azalan getiri noktasına sonunda ulaşılır.

D-H sınıfları çeşitli anahtarlama modu teknikleri kullanır. Bunlar neredeyse sadece katı hal devreleri ile kullanılır.

17.3.7 Tüp Operasyonunu Anlamak

Vakum tüpleri karmaşık akım transfer - özelliklerine sahiptir ve her bir çalışma sınıfı Yük empedansı yoluyla farklı RF akım RMS değerleri üretir. Daha önce açıklandığı gibi, boru üreticileri, borunun çalışma parametreleri (plaka ve şebeke voltajı ve akımı gibi) nasıl değiştiğini gösteren karakteristik eğriler sağlar. İki farklı iletim tüpü için karakteristik eğrilerin örnekleri için Şekil 17.5 ve 17.7'ye bakınız. Tüp eğrilerinin kullanımı, belirli bir tüpün özellikleri hakkında bilgi edinmenin en iyi yolunu sağlar. Bir tüple tasarlamadan önce, bu eğrilerin bir setini alın ve iyice inceleyin.

Çeşitli parametreler arasındaki karmaşıklık ve etkileşim nedeniyle, bilgisayarlı tasarım (CAD) yazılımı tüp operasyonunun analizinde yararlıdır. Böyle bir *program olan TubeCalculator,* bu kitabın indirilebilir ek içeriğiyle birlikte birçok popüler iletim tüpü için eğrilerle birlikte kullanılabilir. Bu yazılım, tüple belirli bir işlemin analizini yapmayı kolaylaştırır

Sen seçtin. **Şekil 17.12,** yüksek güçlü amplifikatörlerde kullanılan tipik bir tüp için "sabit akım" eğrileri örneği ve çeşitli çalışma parametreleri için değerleri gösteren tablolar içeren bir TubeCalculator ekranını göstermektedir. Gösterilen eğriler dikey eksende ızgara voltajına ve yatay eksende plaka voltajına sahiptir. Eski tüpler ve daha yeni olanlar, plaka voltajının yatay eksende çizildiği ve dikey üzerindeki plaka akımının biraz farklı bir format kullanır. *TubeCalculator* her iki tür kullanarak analiz sağlar.

Tüp heartofany amplifikatörüdür. Yazılımı istenen çalışma parametrelerine ulaşmak için kullanmak, bir amplifikatörün anlaşılması ve tasarlanması için büyük bir adımdır. Tasarımın ikinci en önemli kısmı ayar bileşenleridir. Tasarlanmadan önce, gerekli plaka yük direnci belirlenmelidir *ve TubeCalculator* bunu yapacaktır. Ek olarak, bir tüp tahrik altında veya aşırı tahrik edildiğinde, önyargı yanlış olduğunda veya yük direnci yanlış olduğunda ne olacağı konusunda fikir verecektir.

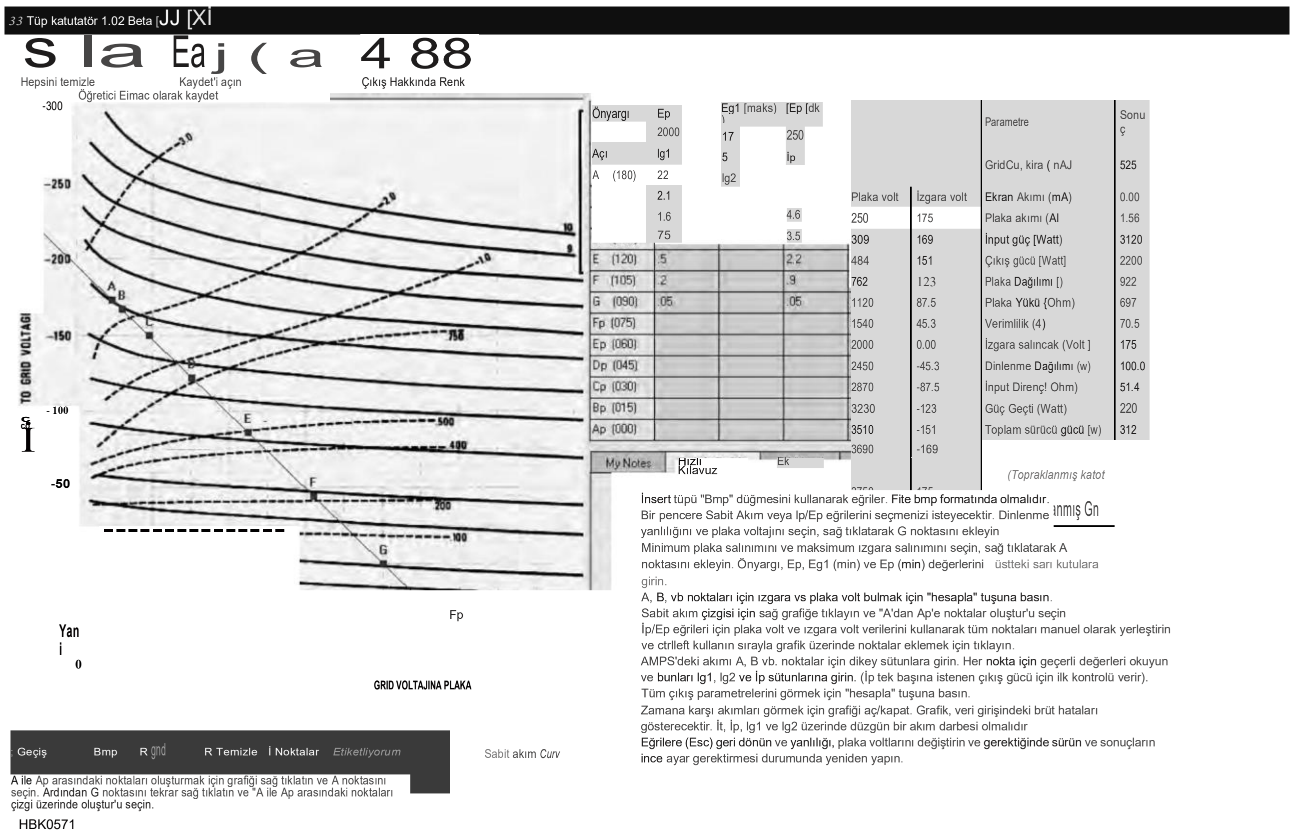
Eğer bir tüp nominal gerilimler ve akımlar dışında kullanılıyorsa, tüp eğrileri kullanılarak yapılan analiz, deneme yanılma dışında tek çözümdür. Deneme yanılma, yüksek güç amplifikatörlerinde bulunan yüksek voltaj ve akımlar nedeniyle iyi bir fikir değildir. Analizinizi eğrileri ve yazılımları kullanarak yapmak en iyisidir, - aksi takdirde tüpü üretici tarafından belirtilen voltajlara, akımlara, tahrik seviyelerine ve yük değerlerine çok yakın bir şekilde çalıştırmaya devam edin.

ANALYZİNG OPERATİNG PARAMETRELERİ

Karakteristik eğriler, voltaj ve akımlar değiştikçe tüp çalışmasına ayrıntılı bir bakış sağlar. Örneğin, plaka voltajına ve ekran voltajlarına bağlı olarak, plaka akımını istenen herhangi bir değere ayarlamak için ne kadar negatif şebeke voltajının gerekli olduğunu hızlı bir şekilde görebilirsiniz. Plaka akımını istenen maksimum değere yönlendirmek için ne kadar şebeke voltajının gerekli olduğunu da görebilirsiniz.

RF güç amplifikatörleri ile hem şebeke voltajı hem de plaka voltajı sinüzoidal olacak ve faz dışında 180 ° olacaktır. Sabit akım eğrileriyle, çalışma döngüsünün her noktasını izleyecek bir çalışma hattı çizilebilir. Bu, iki noktayı birleştiren düz bir çizgi olacaktır. Bir nokta, tepe plaka voltajının ve tepe negatif şebeke voltajının kesişiminde olacaktır. Diğer nokta, tepe pozitif şebeke voltajının ve minimum plaka voltajının kesişiminde olacaktır .

İfwe, bu hat boyunca plaka akımını zamanın bir fonksiyonu olarak çizer, doğrusal olmayan bir şekilde değiştiği görülür; Tam şekli operasyon sınıfına bağlıdır. Doğrusal RF güç amplifikatörlerinde en yaygın olarak kullanılan sınıf AB2 işlemi için, aşağıdaki gibi bir şey görünecektir:



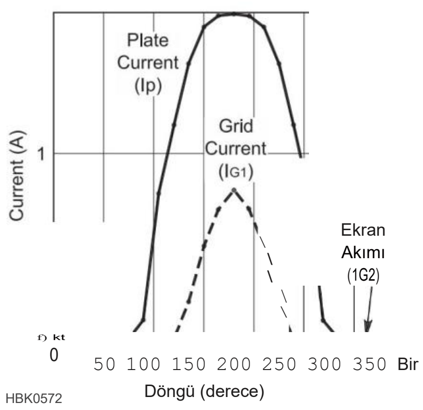
Şekil 17.12 - ***TubeCalculator* programının ana ekranı (bu kitabın indirilebilir ek içeriği ile kullanılabilir). Ekranın sol tarafındaki pencereye karakteristik bir eğri grafiği yüklenir.**

Şekil 17 .13'te gösterilen arsa. Bu oldukça karmaşık dalga formu basit formüller kullanılarak kolayca değerlendirilmez, ancak zamana karşı mevcut değerleri alarak ve -ortalama alma teknikleri uygulanarak analiz edilebilir. Bu yöntem 1936'da Chaffee tarafından geliştirildi ve bugün kullanılan güç tüplerinin çoğunu geliştiren Eimac şirketi tarafından popüler hale getirildi.

TubeCalculator ile veriler eğrilerden çıkarılabilir ve giriş gücü, çıkış gücü, gerekli şebeke gücü, ızgara ve plaka dağılımı ve gerekli yük direnci gibi birçok yararlı çalışma parametresine dönüştürülebilir.

TÜP PARAMETRESİ SELECTION İÇİN MANUEL YÖNTEMLER

Tasarım için bir bilgisayar kullanmak istemeyenler için, çoğu tüp üreticisi tipik işletim değerlerinin bir tablosunu sağlayacaktır. Bu bilgilerin bazılarının özeti **ComponentData ve Referanslar** bölümünde mevcuttur. Bu değerler hem tüp özelliklerinden hem de gerçek operasyonel testlerden belirlenmiştir. Önerilen işleminiz voltajlar ve akımlar açısından tipik değerlere yakın olduğu sürece, tipik değerler size istenen yük direncini ve beklenen çıkış gücünü sağlayabilir.



Şekil 17.13 - TubeCalculator **programı tarafından çizilen bir döngü boyunca sınıf AB2 plaka ve ızgara akımı. Bu çizim bir triyot içindir, bu nedenle ekran (G2) akımı için eğri yoktur.**

ve verimlilik. Tipik çalışma parametreleri, -önerilen optimum yük direncini de içerebilir. Eğer değilse, iyi kurulmuş "başparmak kurallarını" kullanabiliriz.

Vakumtube amplifikatörleri için optimum yük direnci, de plate voltajının de plate'e oranı ile yaklaştırılabilir.

Maksimum sinyaldeki akım, her çalışma sınıfına uygun bir sabitle bölünür. Yük direnci, sırayla, amplifikatörün sağlayabileceği maksimum güç çıkışını ve verimliliğini belirler. Tüp yük direnci için yaklaşık değer

$$R = \frac{V_P}{K \times I_P} \qquad (1)$$

nerede

R = uygun yük direnci, içinde Ohms

V_P = de plate potansiyeli, I_P = de plate akımı, A'da

K = RMS akımını her sınıf için uygun olan de current oranına yaklaştıran bir sabit. Farklı işlem sınıfları için: Sınıf A, **K = 1.3**; Sınıf AB, **K =** 1.5-1.7; Sınıf B, K = 1.57-1.8; C sınıfı, K = 2. K'nin farklı iletim açıları için değişme şekli Şekil 17 .11'de gösterilmiştir (sağ ölçek).

Kullanılacak tüpler için optimum yük direnci değerini belirledikten sonra, amplifikatör için çıkış ağlarını tasarlamaya hazırız. Tüp seçiminden sonra, bu toplam tasarımın en önemli parçasıdır .

17.4 Tank devreleri

Genellikle amplifikatörümüzün çıkışıyla tipik olarak 50 ©'lik bir iletim hattı sürmek istiyoruz. Bu 50 © 2 empedansı tüp için optimum yük direncine dönüştürmek için bir çıkış ağı kullanılır. Bu dönüşüm, -harmonikleri uygun bir seviyeye indirmeye de hizmet eden rezonant çıkış ağları ile gerçekleştirilir. *Bu El Kitabının Radyo Temelleri bölümü* rezonans devrelerinin işleyişinin ayrıntılı bir analizini vermektedir. Burada sadece en önemli noktaları özetliyoruz .

Rezonans devreleri enerji depolama yeteneğine sahiptir. Kapasitörler elektrik enerjisini plakaları arasındaki elektrik alanında depolar; İndüktörler, bobin sargısı tarafından indüklenen manyetik alanda enerji depolar. Bu devreler, RF enerjisi için depolama "tankları'olarak hareket ettikleri için tank devreleri olarak adlandırılır. Bu enerji sürekli olarak endüktif depolama ve kapasitif depolama arasında ileri geri iletilir. Bu işlem tarafından üretilen "alternatif" akım ve voltajın, frekansı ile dalga biçiminde sinüzoidal olduğu matematiksel olarak gösterilebilir.

$$F = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} \quad (2)$$

Bu, elbette, tank devresinin rezonans frekansıdır.

17.4.1 Tank Devresi Q

Bir tank devresinin enerji depolama yeteneğini ölçmek için bir kalite faktörü olan Q tanımlanır. Q, bir tam RF döngüsü sırasında bir sistemde depolanan enerjinin -kaybedilen enerjiye oranıdır.

$$Q = 2\pi \frac{W_S}{W} \quad (3)$$

nerede

W s = depolanan enerjidir

W L = İsıya ve yüke kaybedilen enerji

Bir tank devresine bağlı bir yük, devre kayıpları olarak tank çalışması üzerinde tam olarak aynı etkiye sahiptir. İkisi de enerji harcar. Sadece devre kayıpları tarafından tüketilen enerji yararlı çıktı yerine ısı olur. Enerji tank devresinden bir yüke bağlandığında, yüklenen Q (Qi):

$$Q_L = \frac{X}{R \text{ kaybı} + R \text{ yük}} \quad (4)$$

Burada RLoad yük direncidir. RLoss'ta dağılan enerji ısı olarak israf edilir. Ve X, rezonansta eşit olduğu varsayılan indüktörün veya kapasitörün reaktansını temsil eder. İdeally, tüm tank devre enerjisi olmalıdır Bu, R1oss mümkün olduğunca küçük olması gerektiği anlamına gelir.

17.4.2 Tank Devre Verimliliği

Bir tank devresinin verimliliği, yük direncine (R1saa) teslim edilen gücün, tank devresindeki kayıplarla (R1oaa ve R1os) dağıtılan toplam güce oranıdır. Tank devresi içinde, Rμoaa ve Riss etkili bir şekilde -serilerdir ve dolaşımdaki akım her ikisinden de akar. Her biri tarafından dağıtılan güç, direnciyle orantılıdır. Bu nedenle, yüklenen tank verimliliği şu şekilde tanımlanabilir:

$$\text{Tank verimliliği} = \frac{\text{Yükle}}{R1oaa + R1oss} \times 100 \quad (5)$$

burada verimlilik yüzde olarak belirtilir. Yüklenen tank verimliliği şu şekilde de ifade edilebilir:

nan ems =] i- *} '["uoo (nerede

Qi = tank devresi Q yüklüydü ve Qt = tank devresinin boşaltılmış Q'su .

Pratik devreler için Qu, daha küçük bir katkı sağlayan anahtarlar, kapasitörler ve parazitik bastırıcılar ile bobinin neredeyse Q'sudur. Öyleyse, tank verimliliği, dolaşımdaki akımı düşük ve İ-R kayıplarını düşük tutan QL'yi düşük tutarak en üst düzeye çıkarılabilir. En iyi verimlilik için Qi maksimize edilmelidir; Bu, devre kayıplarını düşük tutmak anlamına gelir. Tipik bir 10 QL ile, depolanan enerjinin yaklaşık %10'u her döngüde yüke aktarılır. Bu enerji, tüp tarafından sağlanan enerji ile değiştirilir. 10 Qi kullanan ve tüpten çıkışa 1.5 kW geçen tipik bir amplifikatörde, plaka tankının yaklaşık 15 kW RF enerjisi depoladığını düşünmek ilginçtir. Bu Neden bileşen seçimi sadece düşük kayıp için değil, yüksek voltajlara ve akımlara direnmek için çok önemlidir.

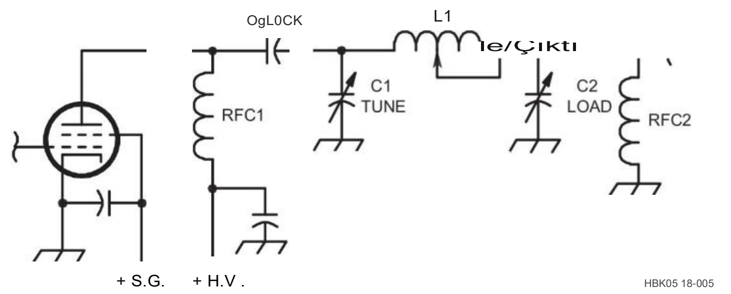
Rezonant devreler her zaman plaka devresinde kullanılır. İzgara giriş (ortak katot) olarak kullanıldığında, hem eşleşen hem de ayarlanmış bir devre kullanılabilir veya başka bir düşük empedans yükü, geniş bir eşleşen transformatör veya ağ ile ızgaradan toprağa bağlanır. "Yüklü ızgara" kazancı azaltır, ancak istikrarı artırır. Topraklanmış ızgara çalışması, katot devresinde ayarlanmış bir devre gerekli olmayabilir, çünkü giriş Z 50 © 2'ye yakın olabilir, ancak ayarlanmış bir ağ eşleşmeyi artırabilir ve genellikle doğrusallığı artırır. Bu rezonans devreleri, ızgara ve plaka üzerindeki voltajların sinüs dalgaları olmasını sağlamaya yardımcı olur. Bu dalga şekillendirme etkisi harmonik reddetme ile aynı şeydir. Temel frekansın güçlendirilmesi ve harmoniklerin reddedilmesi bir filtreleme veya seçicilik biçimidir.

Harmonik bastırma miktarı devre yüklü Qi'ye bağlıdır, bu nedenle amplifikatör tasarımcısı için bir ikilem vardır. En iyi tank verimliliği için düşük bir QL arzu edilir, ancak daha zayıf harmonik bastırma sağlar. Yüksek QL, bazı tank verimliliği pahasına amplifikatör harmonik seviyelerini düşük tutar. HF'de, Qi'nin bir uzlaşma değeri genellikle tank verimliliğinin yüksek kalacağı ve harmonik bastırmanın da makul olacağı şekilde seçilebilir. Daha yüksek frekanslarda, tank QL, devredeki kaçınılmaz kaçak reaktanslar nedeniyle her zaman kolayca kontrol edilemez. Bununla birlikte, yüksüz Qμ, frekans ne olursa olsun, devre kayıplarını düşük tutarak her zaman

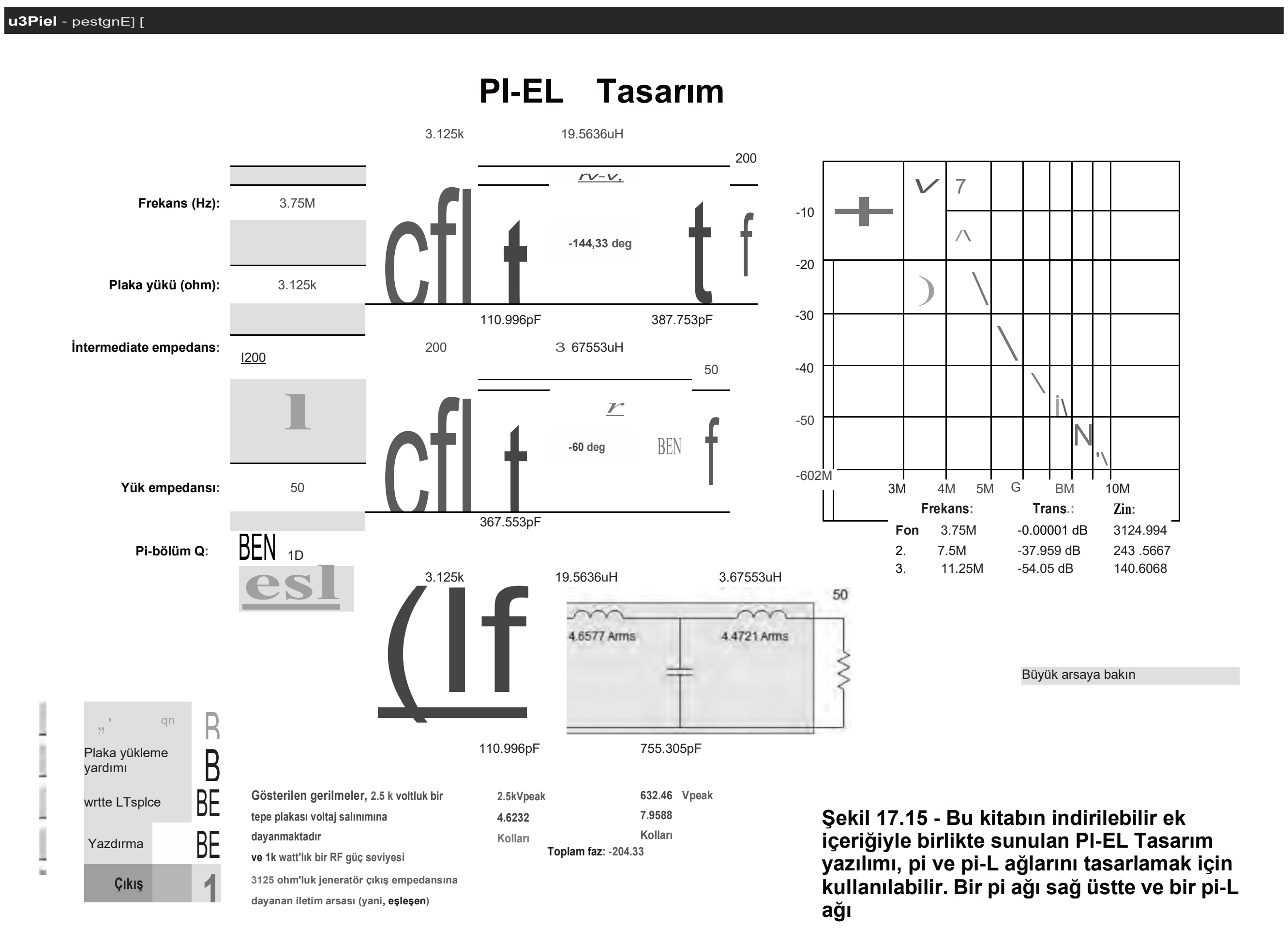
17.4.3 Tank Çıkış Devreleri

THE PI NETWORK

Toprağa kapasitörler ve seri olarak indüktör ile pi ağı yaygın tüp tipi amplifikatör eşleştirme için kullanılır. Bu, yardımcı olan bir düşük geçiş filtresi gibi davranır



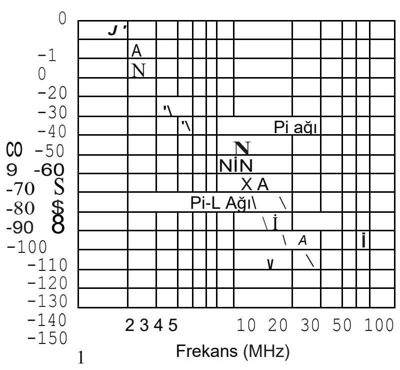
Şekil 17.14 - Bir tetrode güç amplifikatörünün çıkışında kullanılan bir pi eşleştirme ağı. RFC2, CsLOCK'un başarısız olması durumunda koruyucu amaçlar için kullanılır.



Şekil 17.15 - Bu kitabın indirilebilir ek içeriğiyle birlikte sunulan PI-EL Tasarım yazılımı, pi ve pi-L ağlarını tasarlamak için kullanılabilir. Bir pi ağı sağ üstte ve bir pi-L ağı

harmoniklerden kurtulmak. Bir pi ağının harmonik bastırılması, empedans dönüşüm oranının ve devrenin QL'sinin bir fonksiyonudur. İkinci harmonik zayıflama, Qμ değeri 10 olan bir pi ağında 2000 n'lik bir yük empedansı için yaklaşık 35 dB'dir. Pi ağının düşük geçiş etkisine ek olarak, tüp plakasında üçüncü harmonik zaten tipik olarak 10 dB daha düşük ve dördüncü bunun yaklaşık 7 dB altındadır. Bir tüp amplifikatörünün çıkış devresinde kullanılan tipik bir pi ağı **Şekil 17.14'te gösterilmiştir.** Analog **ve Dijital Filtreleme bölümü,** - harmonikleri de büyük ölçüde azaltabilen harmonik filtreleri açıklar. Bunlar tipik olarak değiştirilmez, ancak her zaman devrede bırakılır. Böyle bir filtre ile, - amplifikatör pi ağı ile daha yüksek bantlardaki harmonikleri azaltma gereksinimleri büyük ölçüde azalır.

Bir pi ağı için bileşen değerlerini hesaplamak için formüller, bunları kullanmak isteyenler için, bitmiş tasarımlar için tablo verileriyle birlikte bu kitabın indirilebilir ek içeriğine dahil edilmiştir. Giriş değişkenleri istenen plaka yük direnci, eşleşecek çıkış empedansı (Genellikle 50 Q), istenen yüklenen Q (genellikle 10 veya 12) ve frekans. Bu girdilerle Cl, Ll ve C2 bileşenlerinin değerleri hesaplanabilir. Bu bileşenler - genellikle plaka ayar kondansatörü, tank indüktörü ve yükleme kondansatörü olarak adlandırılır. Çok frekanslı bir amplifikatörde, bobin indüktansı bir bant anahtarı ile değiştirilir



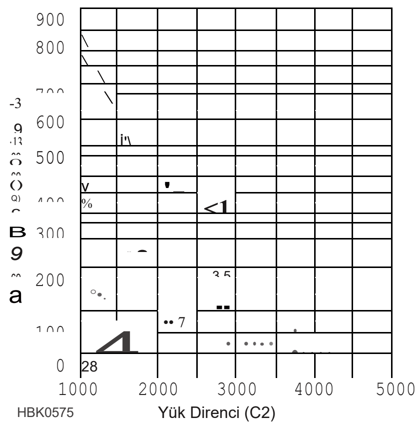
Şekil 17.16 - Pi ve pi-L devrelerinin göreceli harmonik reddi

Ve kapasitörler söz konusu bant için doğru değere ayarlanır.

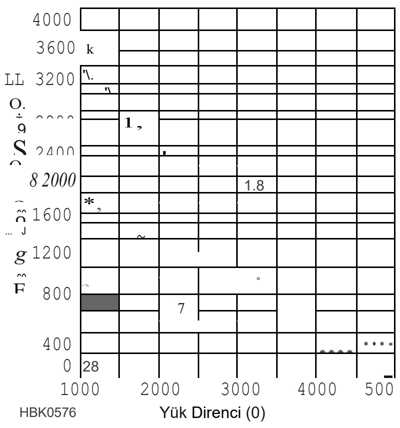
Tank devresi bileşen değerleri en kolay bilgisayar yazılımı kullanılarak bulunur. W4ENE, Jim Tonne'un Pİ-EL Design programı, bu kitabın indirilebilir ek içeriğiyle birlikte mevcuttur ve burada gösterilmiştir. Bu yazılımla, bir pi veya pi-L ağı için tüm bileşenler (bir sonraki bölümde açıklanmıştır) hızlı bir şekilde hesaplanabilir. Özellikle bir pi-L ağında çok fazla olası değişken olduğundan, tüm durumları kapsayacak şekilde grafik veya tablo verilerini yayınlamak pratik değildir. Bu nedenle, bu yazılımın kullanımı, çıkış ağları tasarlayanlar için şiddetle tavsiye edilir. Yazılım, birçok "eğer" olasılığının hızlı bir şekilde kontrol edilmesini ve optimum bir tasarımın bulunmasını sağlar .

Pİ-L AĞİ

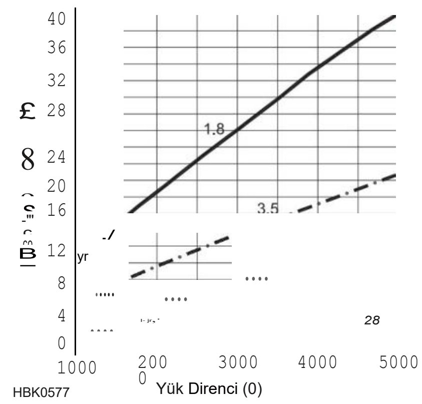
Çıkış ağında ek bir indüktör kullanmanın, **Şekil 17.15'in sağ alt köşesinde gösterildiği gibi bir pi ağından bir pi-L ağına etkili bir şekilde değiştirmenin bazı avantajları vardır.** Harmonik reddetme, **Şekil 17.16'da gösterildiği gibi artar,**



Şekil 17.17 - Çeşitli bantlar ve yük direnci değerleri için plaka ayarlama kapasitör değerleri. Metinde açıklandığı gibi, bir tank devresinin manuel tasarımı için 17.19'dan Figures17.17 kullanılabilir.



Şekil 17.18 - Çeşitli bantlar ve yük direnci değerleri için plaka yükleme kapasitör değerleri.



Şekil 17.19 - Çeşitli bantlar için tank indüktör değerleri ve yük direnci değerleri.

Ve bileşen değerleri daha uygun hale gelebilir. Alternatif olarak, Q, basit pi ile aynı harmonik reddi korurken daha düşük kayıplara indirgenebilir. Bu, maksimum gerekli ayar kapasitansını daha kolay ulaşılabilir değerlere düşürebilir.

Bir pi-L tasarımıyla, basit pi ağından çok daha fazla seçenek vardır. Bunun nedeni, ara empedansın, çıkış empedansı (genellikle 50 ©2) ile istenen plaka direnci arasında atamak istediğimiz herhangi bir değeri alabilmesidir. Bu ara empedansın her frekans için aynı olması gerekmez, bu da tasarımı daha da optimize etme imkanı sağlar. Bu nedenle, pi-L düşünüldüğünde grafik değerlerini kullanmak yerine yazılımın kullanılması özellikle arzu edilir. Bu yazılımı kullanarak, gerekli yük direnci için bileşen değerlerini ve herhangi bir frekans için Q değerlerini hızlı bir şekilde belirleyebilir ve harmonik reddetme değerlerini çizebilir. Bileşenlerin voltaj ve akım değerleri bile hesaplanır .

Daha fazla analiz, *SPICE'ın çeşitli versiyonları kullanılarak yapılabilir.* Popüler bir *SPICE sürümü,* Linear Technologies'den edinilebilir ve web sitelerinde ücretsiz olarak indirilebilir, **www.linear.com.** Yukarıda belirtilen Pİ-EL Design yazılımı, *LTspice için dosyaları otomatik olarak üretir. Pİ-EL Design,* bloke edici kondansatörün ihmal edilebilir reaktansa sahip olduğunu ve RF boğulmasının sonsuz reaktansa sahip olduğunu varsayar. Bu varsayımların geçerli olmadığı zamanlar olabilir. Bu bileşenlerin ve bunları telafi edecek değişikliklerin etkisi *LTspice kullanılarak kolayca değerlendirilebilir.* Ayrıca, tüm bileşenlerin sahip olduğu paraziter ve başıboş etkilerin etkilerini de değerlendirebilir. Şekil 17.16'daki tepki eğrilerindeki derin boşluklar, indüktörlerdeki başıboş kapasitansdan kaynaklanır. Bunlar avantaj sağlamak için kullanılabilir, ancak anlaşılmadığı takdirde beklenmedik sonuçlara da yol açabilir. Daha fazla bilgi için RF Teknikleri bölümüne bakın.

TANK DESIGN İÇİN MANUEL YÖNTEMLER

Bilgisayar olmadan bir pi ağı tasarlamayı denemek isteyenler için, grafik formunda pi tasarımları sağlanır. Bu grafikler **(Şekil 17.17 - Şekil 17.19),** çeşitli bantlar ve istenen plaka yükü direnci için pi ağ bileşenleri için tipik değerler verir. Yük direncinin her değeri için Her bant için bileşen değerleri okunabilir. Gösterilmeyen bantlar için, gösterilen bantlar arasındaki enterpolasyonla yaklaşık bir değere ulaşılabilir. Bu değerleri yüksek hassasiyetle okuyabilmek için gerekli değildir. Uygulama, hesaplanmamış için başıboş kapasitans ve indüktans muhtemelen hesaplanan değerleri sadece yaklaşık bir başlangıç noktası yapacaktır. Daha fazla hassasiyet isteyenler için, bu veriler bu kitabın indirilebilir ek içeriği ve bunları hesaplamak için formüllerle birlikte tablo biçiminde mevcuttur.

Bu grafiklerden birkaç şey ortaya çıkıyor. Gerekli kapasitans azalır ve daha yüksek bir yük direnci kullanıldığında gerekli indüktans artar. Bu, daha yüksek plaka voltajı ve daha düşük plaka akımına sahip bir amplifikatörün daha küçük kapasitör değerleri ve daha büyük indüktörler gerektireceği anlamına gelir. Kondansatörler elbette daha yüksek voltajlara dayanmak zorunda kalacaklar, bu nedenle fiziksel boyutları daha küçük olabilir veya olmayabilir. İndüktörler içlerinde daha az akıma sahip olacak, böylece daha küçük boyutlu bir tel kullanılabilir. Birçok bandı kapsayan bir amplifikatör için, tasarımın en zorlu kısımlarının frekans uçlarında olduğu açık olacaktır. 1.8 MHz bandı

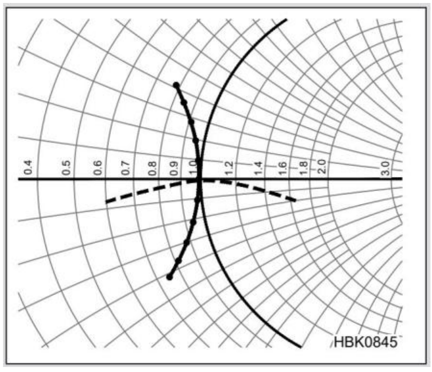
Tablo 17.1
1.8 MHz için Pi-L Değerleri

Plaka Yükü Direnç (a)	*Plaka Ayarı Kondansatör (pF)*	*Plaka İnductor (µH)*	*Plaka Yükü Kondansatör (pF)*	*Çıktı İnductor (µH)*	*İntermediate Direnç (o)*	*Yüklendi Q (Qµ)*	*Harmonik Zayıflama (3 ./5., dB)*
1000	883	10.5	3550	Yok (pi)	Yok (pi)	12	30/42
1000	740	15	2370	7.7	200	12	38/54
1000	499	21.5	1810	7.7	200	8	35/51
2200	376	26.4	1938	7.7	200	12	39/55
2200	255	37.7	1498	7.7	200	8	36/52
5000	180	50.4	1558	7.7	200	12	39/55
5000	124	71	1210	7.7	200	8	36/53
5000	114	83	928	11.7	400	8	39/55

İnteraktif Ayar ve Yük Ayarlarından Kaçınmak için Tasarım

Yükleme kontrolünü ayarlamak, plaka akımını da yeniden daldırmamızı gerektiriyorsa, bir tüp amplifikatörünü ayarlarken can sıkıcı olabilir. Bu, yükleme kapasitörü, yükünün sadece dirençli kısmı yerine, son tüp tarafından görülen reaktansı değiştirdiğinde gerçekleşir. Çıkış gücünün seçilen bir değere ayarlanması, her iki denetimin de çok sayıda yeniden ayarlanmasını gerektirebilir.

Plaka ayar kapasitörü doğrudan tüp tarafından görülen yükün üzerindedir, bu nedenle sadece rezonans için ayarlanır. Yükleme kapasitörü tüp tarafından pi ağı üzerinden görülür ve ağın faz kayması, yükleme kontrolü ayarlandığında plaka yük empedansının nasıl değiştiğini belirler. Yükleme kapasitörünün sadece tüp yükünün dirençli kısmını değiştirmesi için, pi ağı için 45 °'nin tek bir katı olan bir faz kayması değeri seçin. 45 ° faz kaymasına sahip bir pi ağı çok düşük Q değerine sahip olacağından, en iyi seçim 135 ° faz kaymasına sahip bir ağdır .

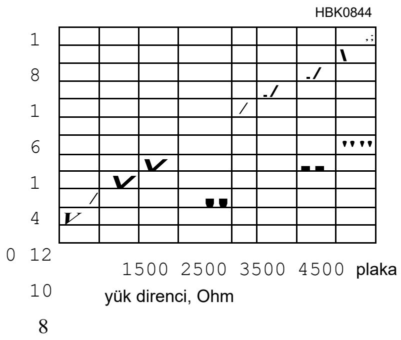


Şekil 17.A2 - Pi ağı üzerinden çeşitli faz kayması değerleri için plaka ve yük kapasitörlerinin etkisi.

Şekil 17.A2'deki Smith çizelgesi bu etkiyi göstermektedir. Noktalı düz çizgi, plaka ayarlama kapasitörünü ayarlama etkisini gösterir. Rezonansa yakın olduğunda, tüp tarafından görülen yükün dirençli kısmını değiştirmez, ancak yatay direnç eksenini dik açıyla geçtiği gerçeğinin gösterdiği gibi reaktif parçayı ayarlar. Yük rezonansta tamamen dirençli olduğunda, plaka akımında bir düşüş elde ederiz.

Kalın kesikli eğri, yükleme kapasitörünü 135 ° pi ağ ile ayarladığımızda ne olduğunu gösterir. Tüp yükünün dirençli kısmı, yatay eksen boyunca hareket eden eğrinin gösterdiği gibi değişir, ancak rezonans büyük ölçüde etkilenmez. İnce kesikli çizgi, yük kapasitörünü 135 ° olmayan bir faz kaymasına sahip bir ağ ile değiştirdiğimizde ne olduğuna dair bir örnek gösterir. Hem dirençli kısmı
Ve tüp yükünün reaktif kısmı değişir, bu da plaka kapasitörünün rezonansa yeniden ayarlanmasını gerekli kılar.

Bir pi ağının faz kayması, ağın Q'su ve empedans dönüşüm oranı ile belirlenir. Bize "sihirli" 135 ° faz kayması verecek Q değeri böylece çıkış empedans oranı plaka yüküne bağlı olacaktır. Pi ağının çıkışında 50 © yük için, istenen Q değeri **Şekil 17.A3'nin üst eğrisinden belirlenebilir. Q'nun** bu değerini pi-L tasarım programına koymak, istenen pi ağ bileşeni değerlerini üretecektir. Örneğin, 2500 n plaka yükü için, tankın istenen Q'sunun 12.4, yaygın olarak kullanılan 10 değerine yakın olan makul bir Q olacağını görüyoruz. Böylece, tasarım Q'nun hafif bir ayarıyla "etkileşimli olmayan yükleme kontrolü" tasarımına ulaşabiliriz .



Şekil 17.A3 - Etkileşimli olmayan ayarlama için Pi ağı Q'ya karşı plaka yükü direnci. A için üst eğriyi kullan 50 n basit pi ağı ve 100 n ara direnç valusu olan bir pi-L ağı için alt eğri

Şekil 17.A3'in üst eğrisinde görebildiğimiz gibi, çok yüksek veya düşük plaka yükü değerleri ile, normalde kullanılan Q değeri olan 10 değerinden sapma aşırı olabilir ve basit pi ağı ile pratik olmayan tamamen etkileşimli olmayan bir ayar çözümü olabilir. Plaka yükü için
4000 ©'den, 16.4'lük bir Q'nun gerekli olacağını görüyoruz. Bu biraz yüksektir ve tankta aşırı kayıplara yol açacaktır. Alternatif bir yaklaşım pi-L ağını kullanmak ve ara değerin 100 olmasına izin vermek olacaktır. Alt eğri, bunun pi-L ağının daha kabul edilebilir olan 11.2 Q değeri kullanılarak tasarlanmasına izin verdiğini göstermektedir.

Formüller, bir elektronik tablo hesap makinesi ve nasıl çalıştığını gösteren daha fazla Smith grafik grafiği ile bu yöntemin daha fazla tartışılması, bu kitabın indirilebilir ek içeriği ile kullanılabilir.

En fazla indüktans ve kapasitans gerektirir ve 28 MHz bandı en az gerektirir. Genellikle, tüpün çıkış kapasitansı artı çeşitli başıboş kapasitans ile birlikte plaka kondansatörünün minimum değeri, elde edilebilecek etkili plaka kapasitansına daha düşük bir sınır koyacaktır. Bu grafikler, değerin 25 pF olduğunu ve diğer bileşenlerin bu minimum değeri hesaba katacak şekilde ayarlandığını varsayar. Burada kaçınılmaz bir denge, tankın Q'sunun en yüksek bantlarda optimum değerden daha yüksek olmasıdır.

Daha düşük frekans bantlarına ayarlanırken, kondansatörün, özellikle de yükleme kondansatörünün maksimum değeri sınırlayıcı bir faktör olacaktır. Bazen, sabit mika veya seramik ileten nominal kapasitörler, gereken toplam değere ulaşmak için değişken kapasitörle paralel olarak değiştirilecektir.

Pİ-L AĞİ İÇİN BILEŞEN SELECTION

Bir pi-L ağı tasarlamak için manuel yöntemler kullanmak isteyenler için, bu kitabın indirilebilir ek içeriğine ve -türetildikleri matematiksel formüllere sahip arama tabloları vardır**. Tablo 17.1,** genel eğilimleri gösteren kısaltılmış bir versiyondur. Gösterilen değerler 1.8 MHz içindir. Diğer bantlar, tüm bileşen değerlerini frekans oranına bölerek yaklaşılabilir. Örneğin, 18 MHz için, tüm bileşen değerlerini 10'a bölün. 3.6 MHz için, değerleri ikiye bölün, vb.

Belirli bir Qi için, pi-L devresinin pi devresinden daha iyi harmonik reddi vardır. Bu, tasarımcının daha düşük bir Qi kullanmasına izin verir, bu da daha düşük kayıplar ve daha düşük kapasitör değerleri ile sonuçlanır, bu da daha düşük frekanslarda bir avantajdır.

Cies. Bununla birlikte, indüktör değerleri daha yüksek olacaktır ve daha düşük kapasitör değerleri daha yüksek frekanslarda elde edilemez olabilir. Pi-L devresi ile çalışmak için daha birçok değişken vardır ve bu nedenle, devrenin mevcut bileşenlerin sınırları içinde çalışmasını sağlamak için birçok farklı olasılık denenebilir.

VHF VE HIGHER FREKANSLARINDA SORUNLAR

Bir devrenin boyutu bir dalga boyunun yaklaşık %5'ine yaklaştığında, bileşenler, olduklarını varsaydığımız saf indüktans veya kapasitanstan ciddi şekilde ayrılmaya başlar. İnduktörler iletim hatları gibi davranmaya başlar. Kapasitörler genellikle başıboş iç reaktanslar ve kurşun indüktansı nedeniyle işaretli değerlerinden çok farklı değerler sergilerler. Bu nedenle,

Ayarlanmış devreler, "saf" indüktanslar ve kapasitanslar oluşturma sorununu aşmak için sıklıkla şerit hatları veya diğer iletim hatları şeklinde üretilir. Bileşenlerin seçimi genellikle kullanılan ağ türünden daha önemlidir.

VHF tüp amplifikatör plaka devrelerinde karşılaşılan yüksek empedanslar, tipik ağlarla kolayca eşleştirilmez. Tüp çıkış kapasitansı genellikle eşleşen ağların çoğunun uygun olmadığı kadar büyüktür. Her zamanki

Pratik, tüp çıkış kapasitansını seri veya paralel olarak bağlanmış düşük kayıplı bir endüktans ile rezonansa sokmaktır. Sonuç çok yüksek Q tank devresi olabilir. Makul tank verimliliği elde etmek için bileşen kayıpları mutlak minimumda tutulmalıdır. Çıkış empedansı dönüşümü genellikle tank devresine endüktif olarak bağlanmış bir bağlantı veya bir seri kapasitör kullanarak çıkış direncinin paralel bir dönüşümü ile gerçekleştirilir.

Plaka yük empedansının yüksek değerlerinden beri

Plaka ayar kapasitans düşük değerler için çağrı, bir gerekli yük empedansı azaltmak için paralel olarak ek tüpler eklemek için cazip olabilir. Bu sadece başıboş plaka kapasitans ekler ve parazitik salınımlar için potansiyel artar. Bu nedenlerden dolayı VHF'de paralel tüpler nadiren kullanılır. İtme-çekme devreleri bazı avantajlar sunar, ancak modem kompakt seramik tüp tipleri ile çoğu VHF amplifikatör, dağıtılmış tip ayarlı ağlarla birlikte tek bir tüp kullanır. Diğer yaklaşımlar bu bölümde daha sonra tartışılmıştır.

Vakum Tüpü Amplifikatörünüzü Ayarlama

Bugün çoğu jambon, maksimum güç çıkışı için ayarlanmış triyotları kullanan çok çeşitli amplifikatörlere kullanılır. Ne yazık ki, tüm amplifikatörler veya tüpler bu yaklaşım için yeterince sağlam değildir. Örneğin, tetrodes kullanan amplifikatörler, maksimum güç ayarının yok edilmiş bir kontrol ızgarası veya ekran ızgarası ile sonuçlanabileceği farklı bir ayarlama prosedürü kullanır! Prosedürler değil bağlı olarak değişir
Sadece tetrode'un derecelerinde, aynı zamanda voltajlarda da. Herhangi bir - yükselticiyi ayarlarken, ızgara akımlarını yakından izleyin ve belirtilen maksimum - akımı aşmayın, çünkü bunlar tüpün zarar vermesi en kolay unsurlardır.

Ticari amplifikatörler için, aşağıdaki prosedürler olarak "Kılavuzu Oku", üreticinin talimatlarıyla tam olarak aynı olmayabilir ve bazı durumlarda oldukça farklı olabilir. Tüm durumlarda,
Son ayar ayarlamaları, düşük güçte değil, tam güç çıkışında yapılmalıdır, çünkü borunun özellikleri farklı güç seviyeleri ile değişir. Amplifikatörün düşük güçte ayarlandıktan sonra yüksek güçte çalıştırılması, sahte emisyonlara veya çıkış ağı bileşenlerinin aşırı gerilmesine neden olabilir.

Tüm bant değiştirme kontrollerinin düzgün ayarlandığından emin olarak başlayın. Eğer amplifikatör TUNE ve LOAD kontrolleri (bazen sırasıyla PLATE TUNE ve OUTPUT olarak adlandırılır) belirli bir bantta önerilen ayarlara sahipse, bu ayarlardan başlayın. Amplifikatörünüz bir TUNE moduna ayarlanabiliyorsa, bunu yapın. Uyarıcıdan ilk sürücü miktarını (giriş gücü) ayarlayın - amplifikatör kılavuzunu okuyun veya bir kılavuz yoksa tüpün özelliklerini kontrol edin. Uyarıcı çıkışı, uyarıcının ALC sistemlerinin düzgün çalışması için yarım veya daha fazla tam güç olmalıdır.

Triode tabanlı, topraklanmış ızgara amplifikatörünü ayarlamak en basitidir: - Aşmadan maksimum çıkış gücü için ayarlama
Tüp değerleri, özellikle şebeke akımı veya yasal çıkış gücü sınırı. Tipik prosedür, ızgara akımını izlerken, plaka akımı hedef akımın yaklaşık dörtte birine eşit olana kadar sürücüyü arttırmaktır (bağlı olarak).

Tüp ve ızgara önyargısı) bir wattmetre veya dahili güç sayacı üzerindeki çıkışı izlerken. TUNE kontrolünü ayarlama Ardından maksimum çıkış için LOAD kontrolünü ilerletin. Zirvedeki TUNE sırasını tekrarlayın, ardından daha fazla çıkış gücü elde edilinceye kadar LOAD'ı arttırın, derecelendirmeleri aşmadan
Tüp veya yasal güç sınırı. Gerekirse, - sürücüyü artırın ve hem TUNE hem de LOAD kontrollerini yeniden zirveye çıkarın.

Biraz farklı bir şekilde çalışan, - tasarlanmış çıkış gücünün yakınında çalışan bir ızgaralı tetrode (veya pentode) amplifikatör, izin verilen maksimum ekran akımını artırmak, ancak aşmamak için en yüksek çıkış gücü için TUNE kontrolünü ve LOAD kontrolünü kullanır. Genel olarak ilk bölüm
Tetrode amplifikatör ayarlaması, ekran ve kontrol ızgarası akımını izlerken maksimum güç çıkışı için ayarlanan TUNE ve LOAD kontrollerine sahip bir triode amplifikatörüyle aynıdır. İlk ayarlama adımından sonra, ekran akımını en üst düzeye çıkarmak için LOAD kontrolü kullanılır. Maksimum güç, maksimum ekran akımına denk gelmelidir. Ekran akımı sadece daha iyi bir göstergedir. Triode amplifikatöründe olduğu gibi, sürücünün arttırılması gerekiyorsa, TUNE ve LOAD kontrollerini yeniden ayarlayın.

Hem triode hem de tetrode amplifikatörleri için, yukarıdaki prosedürler tamamlandıktan sonra, TUNE kontrolünü küçük bir miktar daha yüksek veya daha düşük bir seviyeye taşımayı ve LOAD kontrolünü tekrarlamayı deneyin. Ayrıca bilinen
TUNE kontrolünü "sallamak'olarak, bu küçük varyasyon, birkaç yüzde daha fazla çıkış gücü veya daha iyi verimlilik ile ayarları bulabilir.

Ayarlama tamamlandıktan sonra, her bant için TUNE ve LOAD kontrollerinin ayarlarını işaretlemek iyi bir fikirdir. Bu, onthe-air veya dummy-load ayarlama süresini azaltır, tüpe stresi azaltır ve diğer istasyonlara müdahale eder. Genellikle, maksimum çıktı için gerekli olan hızlı bir'ince ayar "ayarıdır. İşaretler seti aynı zamanda bir teşhis aracı olarak da hizmet eder, maksimum güç ayarları aniden değişirse. Bu, anten sisteminde başarısız bir konektör veya anten gibi bir değişiklik olduğunu gösterir. - *Roger Halstead, KBR/*

"COLD TUNİ" AN AMPLIFİER Yüksek voltaj ve akımın yanı sıra pahalı bir tüpe veya başka bir bileşene zarar verme tehlikesi nedeniyle, bir amplifikatöre güç uygulamadan önce "soğuk ayar" yapmak ihtiyatlıdır. Bu, tank bileşenleri ve tüp yerinde olduğu anda inşaatın başlarında yapılabilir. Soğuk ayar bazı test ekipmanları gerektirir, ancak zor veya zaman alıcı değildir. Sadece ayarlamayı doğru yapmakta bir probleminiz varsa, çok zaman alacaktır, ancak bu tam olarak bir sorun olduğunu keşfetmeden gücü kullanmak istemediğiniz durumdur. Soğuk ayarlama ile, RF boğma gibi ek bileşenleri ekleyebilir ve kaldırabilir ve ayarlamayı ne kadar etkilediğini görebilirsiniz.

Daha büyük boyutlu ekipmanlarda her zaman başıboş kapasitanslar ve indüktanslar vardır, bu nedenle dikkatlice tasarlanmış devrelerinizin tam olarak doğru olmayabileceği iyi bir şans vardır. Ticari ekipmanlarda bile, ayar aralıklarının sınırlamalarının ve her bant için kadranların yaklaşık ayarlarının farkında olmak isteyebilirsiniz. Ekipman el kitabı bu bilgileri sağlayabilir, ancak sahip olduğunuz amplifikatör kalibrasyonun biraz dışındaysa ne olur? Tüm bu durumlarda, soğuk testler kötü ayarlamanın neden olduğu hasara karşı ucuz sigorta sağlar ve aynı zamanda kurulum konusunda pratik yapmanızı sağlar.

İlk adım, güç fişini duvardan çıkararak ekipmanın gerçekten soğuk olmasını sağlamaktır. Yüksek voltaj devreleri etrafında çalışacağınız için, sigortaları çıkarmak veya başka bir şekilde gücün gelememesini sağlamak isteyebilirsiniz. İyi tasarlanmış bir amplifikatörde, tum'u engelleyen ve belki de plaka voltajını kısaltan kilitler olacaktır. Bunlar RF devrelerini etkileyen bir yerdeyse, geçici olarak çıkarılması gerekebilir. Sadece bittiğinde onları geri koyduğunuzdan emin olun.

Plaka devre bileşenlerinin ayarlanması en önemlisidir. Bunları kontrol etmenin en kolay yolu, tüp boyunca plakadan toprağa bir direnç takmaktır. Direnç, tasarım yükü direnci ile aynı değerde olmalı ve endüktif olmamalıdır. Birkaç

500 © aralığında seri dirençler, karbon filmi veya eski karbon kompozisyon tipi çalışacaktır, ancak tel yara değil. Tüp soketinde kalmalı ve ona tüm normal bağlantılar **yerinde olmalıdır**. Kapaklar, en azından son testler için kurulmalıdır, çünkü ayarlamayı etkileyebilirler.

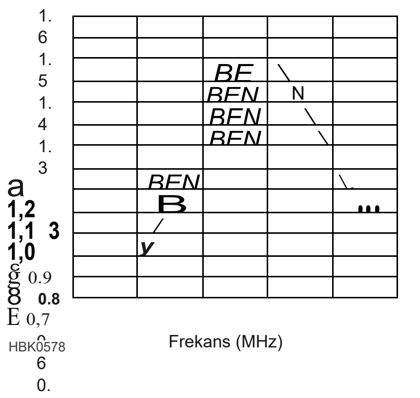
Bir test cihazını 5092 çıkışına bağlayın. Bu bir anten köprüsü veya diğer 50©2 ölçüm cihazı olabilir. Uygun test ekipmanı örnekleri, tercihen Boonton 250A gibi bir empedans basamak transformatörü, bir vektör empedans ölçer veya bir RX metre ile vectornetworkanalyzer olacaktır. Eğer direncin plaka boyunca gücü dayanabilirse, düşük güçlü bir verici bile olabilir .

Doğru bandı seçin ve plaka ve yük kapasitörlerini ayarlayın, böylece çıkış konektöründeki cihaz 50 Q noktasında 50 Q veya düşük bir SWR gösterir. Bu tür bir devre iki taraflı olduğundan, şimdi 50 9 yükünü, test için tüp plakasında kullandığınız dirençli yüke benzemek için dönüştürmeniz gerekenlerle aynı olacak ayarlara sahipsiniz. İf sen

RF frekanslarında nispeten yüksek empedansları ölçebilen bir cihaza sahip olduğunuzda, çıkışı 50 © ile sonlandırabilir ve plaka üzerindeki empedansı ölçebilirsiniz. Şekil **17 .20 gibi görünecek.**

Benzer bir test giriş için çalışacaktır, ancak bazen tüpteki giriş empedansının ne olacağını bilmek daha zordur. Aslında, sürücü seviyesi ile biraz değişecektir, bu nedenle düşük güçlü bir test tam bir resim vermeyebilir. Bununla birlikte, plaka devresinin durumunda olduğu gibi, endüktif olmayan bir direnç kullanarak giriş empedansının en iyi tahminini şebekeye koyabilirsiniz. Ardından, bir eşleşme için giriş devrelerini ayarlayın .

Bu devreleri, özellikle plaka devresini ayarlamak için eski bir zamanlayıcının yöntemi, bir dip ölçer kullanmaktır. Bugünlerde bunları bulmak oldukça zorlaşıyor ve her halükarda sadece rezonans gösteriyor. Plaka ve çıktı arasındaki dönüşüm oranının doğru olup olmadığını bilemezsiniz, ancak hiç yoktan iyidir. En azından, uygun frekansta bir dalış yapamazsanız, bir şeylerin kesinlikle yanlış olduğunu bileceksiniz.



Şekil 17.20 - Çıkış ağı 1.9 MHz'e ayarlanmış ve çıkış uygun yükünde sonlandırılmış bir amplifikatör tüpünün plakasında ölçüleceği gibi İmpedance.

17.5 İletim Tüpü Derecelendirmeleri

17.5.1 Plaka, Ekran ve İzgara Dağılımı

Bir tüpün güç tutma kabiliyetini sınırlayan nihai faktör, genellikle (ancak her zaman değil) maksimum plaka dağılım derecesidir. Bu, tüpün kaç watt'lık ısının güvenli bir şekilde dağılabileceğinin ölçüsüdür, eğer uygun şekilde soğutulursa, kritik sıcaklıkları aşmadan. Aşırı sıcaklık, iç tüp bileşenlerine veya vakum contalarına zarar verebilir veya yok edebilir - tüp arızasına neden olabilir. Aynı tüp, çalıştırıldığı koşullara bağlı olarak farklı voltaj, akım ve güç değerlerine sahip olabilir, ancak güvenli sıcaklık değerleri - hiçbir durumda aşılmamalıdır! Önemli soğutma hususları daha sonra bu bölümde daha ayrıntılı olarak tartışılmıştır.

Bir güç amplifikatörünün verimliliği, - çalışma sınıfına, ayar ve devre kayıplarına bağlı olarak yaklaşık %25 ila %85 arasında değişebilir. Verimlilik, sahneye verilen de gücünün ne kadarının yararlı RF çıkış gücüne dönüştürüldüğünü gösterir; Gerisi çoğunlukla plaka tarafından ısı olarak dağılır. *TubeCalculator* programı, çıktılarından biri olarak plakanın dağılımını hesaplar. Aksi takdirde, plaka voltajının (V) plaka akımıyla (A) çarpılması ve çıkış gücünün (W) çıkarılmasıyla belirlenebilir.

AB sınıfı bir amplifikatör için, dinlenme dağılımı da not edilmelidir, çünkü RF girişi olmadan, *tüm* de gücü plakada dağıtılır. Bu dinlenme dağılım değerini bulmak için plaka voltajını dinlenme plakası akımıyla çarpın. Ekran dağılımı basitçe ekran voltajı çarpı ekran akımıdır. İzgara dağılımı biraz daha karmaşıktır, çünkü şebekedeki gücün bir kısmı önyargı kaynağına girer, bir kısmı çıkışa geçirilir (topraklanmış ızgara kullanıldığında) ve bir kısmı şebekede dağıtılır. Bazı tüpler çok kırılgan ızgaralara sahiptir ve herhangi bir ızgara akımı ile çalıştırılamaz.

Günümüzde amatör hizmette bulunan hemen hemen tüm vakum tüpü güç amplifikatörleri, yaklaşık %50 ila %65 verimliliğe sahip doğrusal amplifikatörler (Sınıf AB veya B) olarak çalışmaktadır. Bu, genellikle plaka dağılımının yaklaşık 1 ila 2 katı faydalı bir güç çıkışının elde edilebileceği anlamına gelir. Bu, elbette, tüpün maksimum plaka dağılım derecesini gerçekleştirecek kadar soğutulmasını ve maksimum plaka akımı veya ızgara dağılımı gibi başka hiçbir tüp derecesinin aşılmamasını gerektirir .

Modülasyon tipi ve görev döngüsü, belirli bir tüp dağılımı için ne kadar çıkış gücü elde edilebileceğini de etkiler. Bazı işlem türleri diğerlerinden daha az verimlidir, yani tüpün daha fazla ısı dağıtması gerekir. CW gibi bazı modülasyon biçimleri Veya SSB, doğada aralıklı olup, sürekli iletimin olduğu modülasyon formatlarından (örneğin RTTY veya FM) daha az ortalama ısınmaya neden olur.

Güç tüpü üreticileri, servis değişikliklerine izin vermek için iki farklı derecelendirme sistemi kullanır. CCS (Sürekli Ticari Hizmet) daha muhafazakar bir derecedir ve tam güçte sürekli kullanımda olan tüpleri belirtmek için kullanılır. İkinci derecelendirme sistemi, aralıklı, düşük dutycycle çalışmasına dayanır ve İCAS (İntermittent Ticari ve Amatör Hizmet) olarak bilinir. ICAS derecelendirmeleri normalde ticari üreticiler ve CW ve SSB hizmetinde makul tüp ömrü ile tutarlı maksimum güç çıkışı elde etmek isteyen bireysel amatörler tarafından kullanılır. FM, RTTY ve SSTV uygulamaları için CCS derecelendirmeleri kullanılmalıdır. (Amatör servis için plaka güç transformatörleri de CCS ve İCAS koşullarında derecelendirilmiştir.).

MAXİMUM RATİNGS

Tüp üreticileri ürettikleri tüpler için maksimum değer setleri yayınlarlar. Hiçbir maksimum nominal değer asla aşılmamalıdır. Örnek olarak, bir tüpün maksimum plaka voltaj derecesi 2500 V, maksimum plaka akım derecesi 500 mA ve maksimum plaka dağılım derecesi

350 W. Plaka voltajı ve akım değerleri 2500 V x 500 mA = 1250 W'lık güvenli bir güç girişi anlamına gelse de, bu yalnızca dağılma derecesi aşılmayacaksa geçerlidir. Tüp sınıfta kullanılırsa AB2 %60 beklenen bir verimlilikle, maksimum güvenli güç girişi

P - 100Pp _100x350_875 W
IN100-Np 100-60

17.5.2 Tank Devre Bileşenleri

KAPASİTÖR RATİNGS

Yüksek güçlü bir amplifikatördeki tank kapasitörü, yüksek voltajın bozulmasını önlemek için plakalar arasında yeterli boşluk bırakılarak seçilmelidir. Uygun şekilde yüklenmiş bir tank devresinde bulunan tepe RF voltajı, modülasyon olmadan, de plate voltajına eşit olarak konservatif olarak alınabilir. Tank kapasitöründe de besleme voltajı da görünürse, bu tepe RF voltajına eklenmeli ve toplam tepe voltajı de besleme voltajının iki katı olmalıdır. Daha yüksek voltajlarda, tank devresinin, de supply voltajlarının tank kapasitörü boyunca görünmeyecek şekilde tasarlanması arzu edilir, böylece daha az plaka aralığına sahip daha küçük bir kapasitörün kullanılmasına izin verilir. Kondansatör üreticileri genellikle ürünlerini plakalar arasındaki tepe voltajı açısından değerlendirir. Tipik plaka aralıkları **Tablo 17.2'de verilmiştir.**

Çıkış tankı kapasitörleri, plakaya kısa düşük endüktans yol açmasına izin vermek için tüpe mümkün olduğunca yakın monte edilmelidir. Özellikle, minimum devre kapasitansının önemli hale geldiği daha yüksek frekanslarda, kapasitör, şasiden veya diğer ekranlardan iyi yerleştirilmiş stator plakaları ile monte edilmelidir. Rotorun zeminden yalıtılması gereken devrelerde, kondansatör, ilgili plaka voltajı ile orantılı bir boyuttaki seramik izolatörlere monte edilmeli ve hepsinden önemlisi, güvenlik açısından operatöre - kondansatör mili ile düğme arasında iyi yalıtılmış bir bağlantı kullanılmalıdır. Kontrol topuzuna bağlı şaftın bölümü iyi topraklanmış olmalıdır. Bu, panelde bir metal şaft burç vasıtasıyla rahatlıkla yapılabilir.

COİL RATİNGS

Tank bobinleri, Q'da belirgin bir kaybı önlemek için çaplarının en az yarısı kadar koruyucu veya üfleyici gövdeleri gibi diğer büyük metal yüzeylerden uzağa monte edilmelidir. Belki 24 ve 28 MHz dışında, bobinin tank kapasitörüne son derece yakın monte edilmesi gerekli değildir. 6 veya 8 inç'e kadar olan uçlara izin verilir. Tankı tutmak daha önemlidir

Tablo 17.2
Tipik Tank-Kondansatör Plaka Aralıkları

Aralık bırakma bırakma İnches	*Peak Voltaj*	*Aralık İnches*	*Tepe voltaj*	*Aralık İnches*	*Tepe voltaj*
0.015	1000	0.07	*3000*	*0.175*	*7000*
0.02	1200	0.08	*3500*	0.25	*9000*
0.03	1500	0.125	*4500*	0.35	*11000*
0.05	2000	0.15	*6000*	0.5	13000

Kondansatör, yanı sıra diğer bileşenler, bobinin hemen alanının dışında.

Bir tank bobini tasarımında temel pratik hususlar genellikle mevcut alana sığacak ve gerekli gücü aşırı ısıtma olmadan idare edecek bir iletken boyutu ve bobin şekli seçmektir. Bu nedenle aşırı güç kaybı, çok küçük bir iletken kullanmanın en kötü tehlikesi değildir. Üretilen ısının, tank devresindeki bağlantı parçalarını sökmesi ve fiziksel hasara veya arızaya yol açması nadir değildir. Bu nedenle, özellikle birkaç yüz watt'ın üzerindeki güç seviyelerinde, tank devresindeki tüm elektrik bağlantılarının mekanik olarak ve lehimlenmesini sağlamak son derece önemlidir.

Tablo 17.3, 24 ve 30 MHz bantlarında 15 veya daha az yüklü tank devresi Q ve düşük frekans bantlarında 8 ila 12 olduğunu varsayarak amplifikatör tank bobinleri için önerilen iletken boyutlarını göstermektedir. Sürüş gücünün oldukça küçük olduğu ekran ızgara tüpleri için giriş devreleri durumunda, kayıp nispeten önemsizdir ve hemen hemen her fiziksel olarak uygun tel boyutu ve bobin şekli yeterlidir.

Tablo 17.3'teki iletken boyutları, sürekli hizmet amatör CW, SSB ve RTTY hizmetindeki deneyime dayanmaktadır ve bobinlerin makul derecede iyi havalandırılmış bir muhafaza içinde bulunduğunu varsaymaktadır. Tank alanı iyi havalandırılmamışsa ve/veya bobinlere önemli tüp ısısı aktarılırsa, AWG tel boyutlarını iki katına çıkarmak (örneğin, # - 12'den # 10'a değiştirmek) ve boru boyutlarını % inç artırmak iyi bir uygulamadır .

Akım kullanımı için gerekenden daha büyük iletkenler, özellikle daha yüksek frekanslarda, boşaltılmamış Q'yu en üst düzeye çıkarmak için sıklıkla kullanılır. Cilt derinliği etkilerinin kayıpları arttırdığı durumlarda, büyük çaplı iletkenlerin daha büyük yüzey alanı faydalı olabilir. Küçük çaplı bakır boru, % inç dış çapa kadar, alt VHF aralığı boyunca tank bobinleri için başarıyla kullanılabilir. Yüksek güçlü bobinler inşa etmek için uygun boyutlarda bakır boru genellikle sıhhi tesisat ve soğutma ekipmanı tedarikçilerinden 50 ayak rulolarında mevcuttur. Boruların gümüş kaplanması kayıpları daha da azaltabilir. Bu, özellikle boru yaşlandıkça ve oksitlendiğinde geçerlidir. Gümüş oksit, bakır oksitten çok daha iyi bir iletkendir, bu nedenle gümüş kaplamalı tank bobinleri, yıllarca kullanıldıktan sonra bile alçak özelliklerini korur .

Tablo 17.3
Tüp Vericiler için Bobinler İletimi için Bakır İletken Boyutları

Güç Çıkışı (W)	*Bant (MHz)*	*Minimum iletken **boyutu***
1500	1.8-3.	10
	5 7-14	8veya %
	18-28	"6 0r %"
500	1.8-3.	12
	5 7-14	10
	18-28	%8or
150	1.8-3.	"16
	5 7-14	12
	18-28	10

* Tam sayılar AWG'dir ;
inç kesirler boru ODs vardır.

(Amatör çevrelerde gümüş kaplamanın faydaları hakkında bazı tartışmalar var.)

VHF ve yukarısında, tank devre - indüksiyonları mutlaka tanıdık bobine benzemez. Bu yüksek frekanslarda makul Q tank devrelerini rezonansa sokmak için gereken indüktanslar, sadece şerit hatlarının veya iletim hattının bölümlerinin pratik olduğu kadar küçüktür. Bunlar sac veya büyük çaplı borulardan yapıldığından, akım işleme yetenekleri normalde ilgili bir faktör değildir.

17.5.3 Diğer Bileşenler RF

CHOKES

Herhangi bir RF boğulmasının özellikleri frekansa göre değişir. Düşük frekanslarda boğma neredeyse saf bir endüktans sunar. Daha yüksek bir frekansta, bir paralel direnç devresine benzeyen yüksek empedans özelliklerini alır. Daha da yüksek bir frekansta, empedansın en düşük olduğu seri rezonans koşulundan geçer - genellikle şant besleme plakası tıkanması olarak tatmin edici bir şekilde gerçekleştirmek için çok düşüktür. Frekans daha da arttıkça, paralel ve seri rezonansların değişmesi modeli tekrarlanır. Rezonanslar arasında, boğulma çok çeşitli miktarlarda endüktif veya kapasitif reaktans gösterecektir.

İn en yüksek güçlü amplifikatörler, boğulma

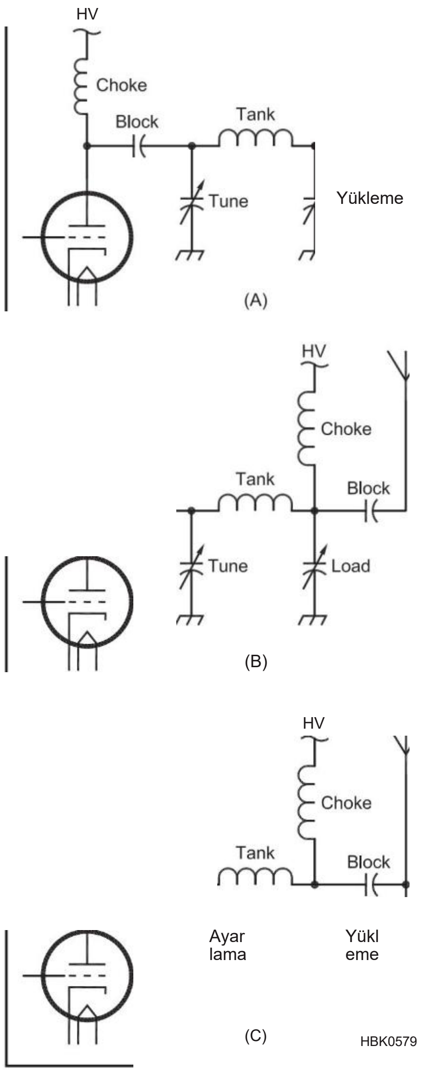
Doğrudan tank devresine paraleldir ve tam tank RF voltajına tabidir. Bkz. **Şekil 17.21A.** Eğer boğucu yeterince yüksek bir empedans sunmuyorsa, boğucu tarafından onu dışarı atmak için yeterli güç emilecektir. Bunu önlemek için, boğma en düşük frekansta (en azından plaka yük direncine eşit) etkili olmak için yeterince yüksek bir reaktansa sahip olmalı ve yine de yüksek frekans bantlarının herhangi birinin yakınında seri rezonansa sahip olmamalıdır. Yüksek güçlü bir - amplifikatördeki rezonant-boğma arızası çok dramatik ve zarar verici olabilir!

Bir RF boğucu, kendi kendine rezonans frekansının (SRF) altında en iyi performansı gösterir, ancak kabul edilebilir derecede yüksek bir empedansa sahip olduğu aralık boyunca kullanılabilir. Boğmanın empedansı SRF'nin altında endüktif ve SRF'nin üstünde kapasitif olacaktır. (RF **Teknikleri bölümündeki RF Chokes tartışmasına bakın**.) Plaka devresinde, rezonanslar bobin boyunca bir veya daha fazla noktada çok yüksek voltajlar üretebilir. Bu, arklama ve boğulmaya zarar verebilir. Bu boğmalar genellikle rezonansların etkisini en aza indirmek için özel olarak sarılır, ancak muhafaza ve diğer bileşenlere dağıtılmış kapasitans SRF'yi etkilediğinden, bu tam uygulamaya uyacak şekilde yapılmalıdır.

W8JI, www'de görülebilen SRF ve plaka tıkanıklıkları hakkında bilgilendirici bir makale yazdı. **w8ji.com/rf_plate_choke.htm.** Yüksek güçlü RF devrelerinde kullanılan indüktörlerle ilgili yardımcı web sayfası **(www.w8ji.com/loading_inductors.htm) ayrıca çok** bilgilendiricidir .

Bu nedenle, şant besleme kullanımına yönelik herhangi bir boğulma dikkatlice araştırılmalıdır. En iyi yol, bir empedans ölçüm cihazı ile toprağa reaktansını ölçmek olacaktır. Dip metre kullanılırsa, boğucu doğrudan, ağır bir örgü veya kayışla uçtan uca kısaltılmalıdır. Yakındaki metalik - nesneler rezonansları etkilediğinden, istenen konuma monte edilmeli, ancak devrenin geri kalanından ayrılmalıdır. Boğmanın bir ucundan bir veya iki inç uzakta birleştirilmiş bir dip ölçer neredeyse her zaman en düşük seri rezonans frekansında derin, keskin bir daldırma ve daha yüksek seri rezonanslarda daha sığ düşüşler gösterecektir.

1.8 ila 28 MHz bantları için bir amplifikatörde kullanılacak herhangi bir boğma, bu aralıktaki tüm amatör bantlarda iyi performans göstermek için dikkatli (veya en azından şanslı!) tasarım gerektirir. En basit ifadeyle, zorluk, boğmanın 1.8 MHz'de ayarlama kapasitansının büyük bir bölümünü "iptal etmediği" yeterli indüktansı elde etmektir. Aynı zamanda, tüm seri rezonanslarını zarar vermeyecekleri şekilde konumlandırmaya çalışın. Genel olarak, İ-inç çaplı silindirik seramik, Teflon veya fiberglas formunun ¾ ila 135 µH indüktansı sağlamak için # 20 ila # 24 mıknatıs teline yeterince yakın rüzgar. Bu bir verir



Şekil 17.21 - RF boğma yoluyla bir tüpe de beslemenin üç yolu. Takasların tartışılması için metne bakın.

Reaktans 5009at 1.8 MHz ve henüz 25 MHz civarında bir ilk serisi rezonans verir. 24 MHz bandının gelişinden önce bu iyi çalıştı. Ancak, rezonansı 21, 24 ve/veya 28 MHz bantları arasındaki dar boşluklara "sıkıştırmaya" çalışmak, sofistike enstrümantasyon mevcut olmadıkça oldukça risklidir. Eğer boğumdaki dönüş sayısı, ilk seri rezonansını 23.2 MHz'de, 21.45 ve 24.89 MHz arasında yerleştirmek için seçilirse, boğma empedansı tipik olarak 21, 24 ve 28 MHz bantlarında tatmin edici bir çalışma için yeterince yüksek olacaktır. Choke'un ilk seri rezonansı, bir dip ölçer ve kalibre edilmiş alıcı veya RF empedans köprüsü kullanılarak yukarıda açıklandığı gibi çok dikkatli bir şekilde ölçülmeli ve choke şasi üzerine monte edilmelidir.

Bir vektör empedansı ile İnvestigations Metre, form boyunca aralıklı birkaç kısa sargı kullanmak gibi "hile" tasarımlarının, - boğucu rezonans özelliklerinde herhangi bir iyileşme varsa çok az şey gösterdiğini göstermiştir. Bazı ticari amplifikatörler, RF boğucusunu değiştiren bant ile sorunu ortadan kaldırır. Usingalargerdiameter (l ila 1.5 inç) formu, belirli bir temel indüktans değeri için ilk seri rezonansı biraz daha yükseğe taşır. Bunun ötesinde, tüm bantlı bir amplifikatörün, ilk rezonansı yaklaşık 35 MHz'e taşımak ve 1.8 MHz'de optimum reaktansdan biraz daha azına razı olmak için yeterince dönüş eklemesi veya çıkarması muhtemelen en kolaydır .

Ancak, başka alternatifler de var. Eğer bir bant değiştirirken tıkanıklığı değiştirmeye istekli ise, 15 MHz'in çok üzerinde seri rezonanslarla 1.8 ila 10 MHz için yeterli indüktansa sahip olmak mümkündür. Daha sonra 14 MHz ve üstü için, rezonansları 30 MHz'in üzerinde olan daha küçük bir boğucu kullanılır. Bant anahtarında ekstra bir kutup sağlamak elbette takas. Bu anahtar tam plaka voltajına dayanmalıdır. Pi ağı için bantları değiştirmek için uygun anahtarlar bu ince işleyecektir.

Başka bir yaklaşım, yüksek voltajlı de'yi ana tank indüktöründen beslemek, RF boğucuyu tüp yerine yükleme kapasitörüne koymaktır. (Şekil 17 .2 lB'ye bakınız) Bu, boğucuya çok daha düşük bir RF voltajı koyar ve bu nedenle, RF voltajının tatmin edici bir şekilde reddedilmesi için çok fazla reaktans gerekmez. Bununla birlikte, bu, plakaya hem de ve RF voltajlarını ve değerlerinin ötesinde olabilecek yükleme kapasitörlerini koyar. Engelleme kapasitörü, yükleme kapasitöründen önce, Şekil 17 .21 C'de olduğu gibi konulabilir. Bu, de'yi tipik olarak plaka kapasitöründen daha düşük bir voltaj derecesine sahip olan, ancak engelleyiciye yüksek akım veren yükleme kapasitöründen çıkarır.

Yine başka bir yöntem, plaka tankı için içi boş boru kullanmayı ve de kurşununu içinden geçirmeyi içerir. Bu, ayar bileşenlerine de voltaj koymadan boğucu üzerindeki RF voltajını düşürür. Bu yöntem, ayar indüktörünün % *inç* veya daha büyük bakır borudan yapılabildiği daha yüksek güç vericileri için en iyi şekilde çalışır.

BLOCKNG KAPASITÖRLER

Bir seri kapasitör genellikle amplifikatör çıkış devresinin girişinde kullanılır. İts amacı, de antenin eşleşen devre bileşenlerinde görünmesini engellemektir. Tank kapasitörleri bölümünde belirtildiği gibi, sadece RF voltajı mevcut olduğunda çıkış-devre voltajı gereksinimleri önemli ölçüde azalır.

Bir güvenlik marjı sağlamak için, bir bloke edici kondansatör için voltaj derecesi, uygulanan de voltajdan en az %25 ila %50 daha büyük olmalıdır. Büyük bir güvenlik marjı arzu edilir.

Çünkü kondansatör arızasını engellemek felaket sonuçlar doğurabilir. Daha kötü durum, vericinin çıkışına ve hatta antene de uygulandığında, potansiyel olarak ölümcül sonuçlarla. Genellikle bir RF boğucu, RF çıkış jakından bir güvenlik yedeği olarak toprağa yerleştirilir. Kısa devre yapan bir engelleyici güç kaynağı sigortasını patlatacaktır.

Amplifikatörün ayar ve eşleştirme özelliklerini etkilemekten kaçınmak için, bloke edici kondansatör tüm çalışma frekanslarında düşük bir empedansa sahip olmalıdır. İfitpresents plaka yük direncinin %5'inden fazlasını temsil eder, pi bileşenleri telafi etmek için ayarlanmalıdır. Bir *SPİCE* analizinin kullanılması, istenen eşleşmeyi korumak için hangi ayarlamaların gerekli olabileceğini görmek için yararlı bir yol sağlar.

Kondansatör ayrıca, aşırı ısınmadan veya değeri önemli ölçüde değiştirmeden, içinden geçen önemli RF akımını idare edebilmelidir. Bu akım genellikle, tüp çıkış kapasitansının toplam tank kapasitansının önemli bir bölümünü oluşturduğu en yüksek çalışma frekansında en yüksektir. Bu nedenle, dolaşımdaki tank akımının önemli bir kısmı blokaj boyunca akar kondansatör. Şekil 17 .21C'de gösterilen RF boğma bağlantısını kullanırken, tüm dolaşım akımı yerleştirilmelidir.

Verici kapasitörler, üreticileri tarafından RF akım aktarma kapasiteleri açısından çeşitli frekanslarda derecelendirilir. Yüksek frekanslarda birkaç yüz watt'ın altında, - uygun voltaj derecesine sahip sıradan disk seramik kapasitörleri, yüksek empedanslı tüp amplifikatör çıkış devrelerinde iyi çalışır. 5 ila 8 kV arasında derecelendirilmiş bazı daha büyük disk kapasitörleri de HF'de daha yüksek güç seviyeleri için iyi çalışır. Örneğin, paralel olarak iki ucuz Centralab tip DD-602 disk (0.002 µF, 6 kV), plaka voltajlarında yaklaşık 2.5 kV'ye kadar çalışan 1.5-kW amplifikatörleri için güvenilir bir bloke edici kondansatör olduğunu kanıtlamıştır. Çok yüksek güç ve voltaj seviyelerinde ve VHF'de, seramik - "kapı tokmağı" verici kapasitörler, düşük kayıpları ve yüksek akım taşıma yetenekleri için gereklidir. Şüpheniz olduğunda, paralel olarak ek kapasitörler eklemek, kapasitör arızasını engellemeye karşı ucuz bir sigortadır ve ayrıca empedansı azaltır. Sözde "TV kapı kolları" yüksek RF akım seviyelerinde parçalanabilir ve kaçınılmalıdır.

Birçok VHF ve UHF tüp tipi amplifikatör tank devresinde bulunan çok yüksek Qi değerleri, genellikle bloke kondansatörün özel imalatını gerektirir. Bu genellikle bir - Teflon "sandviç" kondansatör kullanılarak barındırılabilir. Burada, bloke edici kapasitör, ince bir Teflon tabakası ile ayrılmış iki paralel plakadan oluşur. Bu kondansatör genellikle tank devresinin bir parçasıdır ve çok düşük kayıplı bir bloke edici kondansatör oluşturur. Teflon, mil kalınlık başına minimum 2000 V'luk bir arıza voltajı için derecelendirilmiştir, bu nedenle voltaj arızası pratik olarak gerçekleştirilen herhangi bir devrede bir faktör olmamalıdır. Böyle bir Teflon sandviçten oluşturulan kapasitans, bu *El Kitabında başka bir yerde sunulan bilgilerden hesaplanabilir (bir* dielektrik sabiti kullanın2. l Teflon için). Dielektrik kalınlık değişimlerinden (hava boşlukları dahil) kaynaklanan olası düzensizlikleri önlemek için, Dow-Coming DC-4 silikon gresi, Teflon dielektriğin her iki tarafına da eşit şekilde uygulanmalıdır. Bu gres Teflon'a benzer özelliklere sahiptir ve sorunlara neden olabilecek yüzey düzensizliklerini dolduracaktır.

17.6 Çalışma Gerilimlerinin Kaynakları

17.6.1 Tüp Filament veya Isıtıcı Voltajı

Bir güç vakum tüpü doğrudan ısıtılmış bir filaman veya dolaylı olarak ısıtılmış bir katot kullanabilir. Her iki tip için filament voltajı, nominal voltajın %5'inde tutulmalıdır. UHF ve daha yüksek dahili tüp ısıtma nedeniyle, üreticilerin filament voltaj derecesi genellikle bu yüksek frekanslarda azaltılır. Tüp ömrünü en üst düzeye çıkarmak için de-rated filament voltajları dikkatle takip edilmelidir.

Doğru voltajı elde etmek için filament devresinde seri düşme dirençleri gerekebilir. Seri olarak direnç eklemek, tüp açıldığında inrush akımını da azaltacaktır. Soğuk tungsten, sıcak olduğundan çok daha düşük dirence sahiptir. Hem tum'daki inrush akımını sınırlayan hem de hat voltajındaki değişikliklere karşı voltajı düzenleyen devreler mevcuttur.

Voltaj, amplifikatör çalışırken tüp soketinin filament pinlerinde gerçek bir RMS metre ile ölçülmelidir. Filament tıkanması ve birbirine bağlı kabloların tümü, onlarla ilişkili voltaj düşüşlerine sahiptir. Bir powertube ısıtıcı devresi tarafından çekilen yüksek akım, küçük dirençlerde bile önemli voltaj düşüşlerinin meydana gelmesine neden olur. Ayrıca, elektrik hattından çekilen plaka gücünün dosyaya neden olmadığından emin olun. Plaka gücü uygulandığında uygun değerin altına düşmek için ment voltajı.

Toriated filamentler, tüp aşırı derecede aşırı yüklendiğinde emisyon kaybeder. Aşırı yük çok uzun sürmemişse, emisyon, bazen filamenti nominal voltajda çalıştırarak, diğer tüm voltajlar çıkarılarak, 30 ila 60 dakikalık bir süre boyunca geri yüklenebilir. Alternatif olarak, tüpü beş ila on dakika boyunca nominal filaman voltajının %20 üzerinde çalıştırmayı deneyebilirsiniz.

17.6.2 Vakum Tüp Plaka Gerilimi

RF amplifikatörlerinin çalışması için DC plaka voltajı, çoğunlukla gerekli akımda gerekli plaka voltajını sağlamak için tasarlanmış bir transformatör doğrultucu filtre sisteminden (Güç Kaynakları bölümüne bakınız) elde edilir. Bir güç borusunun dahili olarak (genellikle plakadan ekrana veya kontrol ızgarasına) bir veya iki kez, özellikle de ilk kez hizmete girdikten kısa bir süre sonra ark yapması alışılmadık bir durum değildir. Flaş kendi başına normalde tüp için tehlikeli değildir, tüpe anlık maksimum plaka akımının güvenli bir değere tutulması ve yüksek voltajlı plaka kaynağının çok hızlı bir şekilde kapatılması şartıyla.

Buna karşı iyi bir koruyucu önlem, yüksek voltajlı bir güç direncinin, plaka yüksek voltajlı cir- Cuit. Direncin değeri, ohm cinsinden, KV'deki yüksüz plaka voltajının yaklaşık 10 ila 15 katı olmalıdır. Bu, pik hata akımını 67 ila 100 A ile sınırlayacaktır. Seri direnç, 25 veya 50 W güç dağılımı için derecelendirilmelidir; Vitreus emaye kaplı tel-yara dirençlerinin, tekrarlanan anlık arıza-akım dalgalanmalarını hasar görmeden idare edebildiği bulunmuştur. Bu uygulama için alüminyum kasalı dirençler (Dale) önerilmez. Her direnç ayrıca normal plaka akımının maksimum değerini güvenli bir şekilde işleyecek kadar büyük olmalıdır; Gerekli watt derecesi P = PPR'den hesaplanabilir. Toplam filtre kapasitesi 25 µE'yi aşarsa, her durumda 50 W direnç kullanmak iyi bir fikirdir. Yüksek plaka akımı seviyelerinde bile, dirençlerin eklenmesi, plaka kaynağının dinamik düzenlemesini etkilemek için çok az şey yapar .

Tüp (veya diğer yüksek voltajlı devre) arkları mutlaka kendi kendine söndürme olmadığından, bir ark başladığında HV kaynağına ac gücünü hızlı bir şekilde kapatmak için hızlı etkili bir plaka aşırı akım rölesi veya birincil devre kesici de önerilir. Bu koruyucu sistemi kullanarak, hafif bir HV flashover tespit edilmeyebilir, daha şiddetli bir HV kaynağı ac gücünü kaldıracaktır. (Bununla birlikte, soğutma üfleyicisi enerjili kalmalıdır, çünkü HV bir ark nedeniyle çıkarıldığında tüp sıcak olabilir.) İf etkili koruma sağlanmaz, ancak "normal'bir flaş-

Üzerinde, yeni bir tüpte bile, tüpe zarar vermesi veya yok etmesi muhtemeldir ve ayrıca sık sık güç kaynağındaki doğrultucuların yanı sıra RF boğucu plakayı da tahrip eder. Birkaç ay içinde yaklaşık 3 ila 5 kez yanıp sönen bir güç borusu muhtemelen arızalıdır ve çok geçmeden değiştirilmesi gerekecektir.

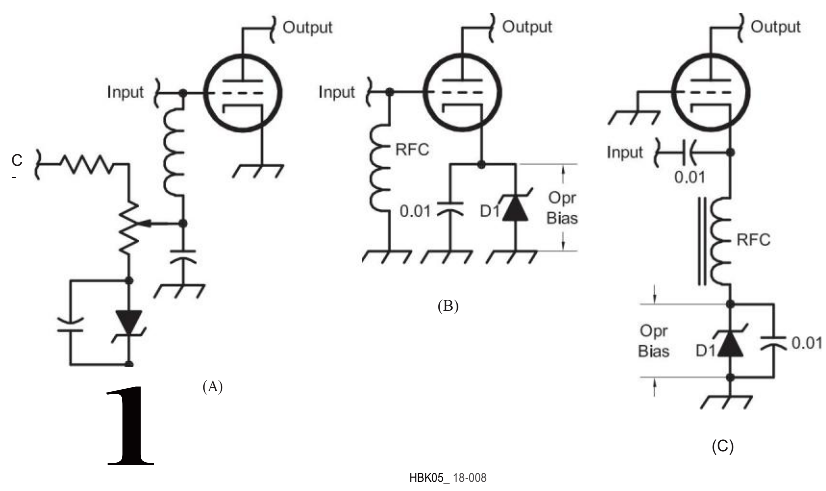
17.6.3 İzgara yanlılığı

Doğrusal bir amplifikatör için ızgara önyargısı oldukça filtrelenmiş ve iyi düzenlenmiş olmalıdır. Önyargı devresindeki herhangi bir dalgalanma veya başka bir voltaj değişikliği amplifikatörü modüle eder. Bu, sinyalde uğultu ve/veya bozulma görünmesine neden olur. Çoğu doğrusal amplifikatör sadece az miktarda ızgara akımı çizdiğinden, bu önyargı kaynağı gereksinimlerinin elde edilmesi zor değildir.

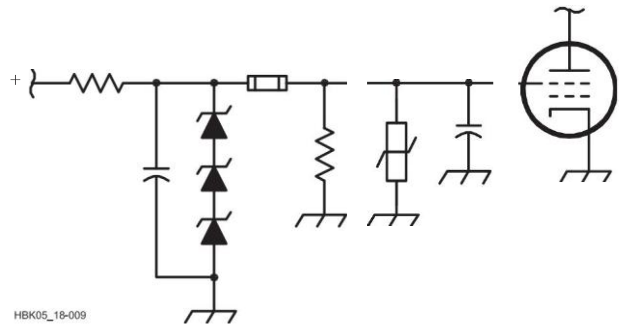
ABl sınıfı tetrode ve pentode amplifikatörleri için sabit önyargı genellikle değişken voltajlı düzenlenmiş bir kaynaktan elde edilir. Voltaj ayarı, istenen dinlenme plakası akımını vermek için önyargı seviyesinin ayarlanmasına izin verir. **Şekil 17 .22A** basit bir Zener-dioderegulated - önyargı arzını göstermektedir. Düşen direnç yaklaşık 10 mA Zener akımına izin verecek şekilde seçilir. Önyargı daha sonra 2 veya 3 mA ızgara akımına kadar olan tüm sürüş koşulları için makul derecede iyi düzenlenir. Potansiyometre, Zener ile yaklaşık 10 V daha yüksek arasında önyargı ayarlanmasına izin verir. Bu aralık genellikle farklı tüplerin özelliklerinde değişikliklere izin vermek için yeterlidir. Bekleme koşullarında, tüpün tamamen kesilmesi istendiğinde, Zener toprak dönüşü kesilir, böylece şebekeye tam önyargı besleme voltajı uygulanır .

Şekil 17.22B ve C, önyargı katot (veya filament merkezi-musluk) kurşun bir Zener diyot boyunca gerilim düşüşünden elde edilir. Çalışma önyargısı, plaka (ve ekran) akım akışının bir sonucu olarak Dl boyunca voltaj düşüşü ile elde edilir. Diyot voltaj düşüşü, ızgaraya göre katot potansiyelini etkili bir şekilde yükseltir. Bu nedenle ızgara, diyotun Zener voltajı tarafından katoda göre negatiftir. Zener-diyot watt değeri, maksimum katot akımı çarpı nominal Zener voltajının iki katı olmalıdır. Bu nedenle, maksimum katot akımı 100 mA olan 15 V önyargı gerektiren bir tüp 1.5 Win Zener diyotunu dağıtacaktır. Uygun bir güvenlik faktörüne izin vermek için, diyot derecesi 3 W veya daha fazla olmalıdır. Şekil **1 7.22C devresi,** D 1'in B'deki ızgara tahrikli örneğin aksine katot tahrikli (topraklanmış ızgara) amplifikatör ile nasıl kullanılacağını göstermektedir.

Tüm durumlarda, Zener diyot uygun voltajda 0.01-μF bir kapasitör tarafından atlanmalıdır. Her türlü diyottan geçen akım, atış gürültüsü üretir. Atlanmazsa, bu gürültü amplifikatör sinyalini modüle eder ve amplifikatör çıkışında bozulmaya neden olur.



Şekil 17.22 - Tüp amplifikatörleri ile çalışma yanlılığı sağlamak için çeşitli teknikler.



Şekil 17.23 - Bir tetrode ile kullanım için Zener tarafından düzenlenmiş bir ekran kaynağı. Koruma bir sigorta ve bir varistör tarafından sağlanır .

17.6.4 Tüpler için Ekran Voltajı

Güç tetrode ekran akımı hem uyarma hem de yükleme ile büyük ölçüde değişir. Akım, tüp özelliklerine ve amplifikatör çalışma - koşullarına bağlı olarak pozitif veya negatif olabilir. Doğrusal bir amplifikatörde, ekran voltajı, ekran akımının tüm değerleri için iyi düzenlenmelidir. Bir tetrode'dan gelen güç çıkışı, ekran voltajına çok duyarlıdır ve ekran potansiyelindeki herhangi bir dinamik değişiklik bozuk çıkışa neden olabilir. Zener diyotları genellikle ekran düzenlemesi için kullanılır.

Şekil 17.23, bir güç tetrode amplifikatörü için düzenlenmiş bir ekran kaynağının tipik bir örneğini göstermektedir. Sabit bir de kaynağından gelen voltaj, akım sınırlayıcı direnç tarafından Zener yığın voltajına düşürülür. Ekran taşma payı Direnç, belirli tüp çalışma koşulları altında geliştirilen negatif ekran akımına izin vermek için Zener yığını ile paralel olarak bağlanır. Bleeder akımı, beklenen maksimum negatif ekran akımından yaklaşık 10 ila 20 mA daha büyük olacak şekilde seçilir, böylece ekran voltajı, maksimum negatif ekran akımı ve maksimum pozitif ekran akımı arasındaki tüm akım değerleri için düzenlenir. the4CX250 ailedeki harici anot tüpleri için, tipik bir ekran bleeder akım değeri 20 mA olacaktır. 4CX1000 ailesi için, 70 mA'lık bir ekran akıntısı gereklidir.

Ekran voltajı, plaka voltajı ve yükü de uygulanmadıkça asla bir tetrode uygulanmamalıdır; Aksi takdirde, ekran bir anot gibi davranacak ve aşırı akım çekecektir. Belki de bunu sağlamanın en iyi yolu, buna izin vermeyecek mantık devrelerini dahil etmektir.

Plaka voltajını hissedene kadar tum'a ekran beslemesi. Ekranın plaka kaynağından seri düşen bir dirençle sağlanması, bir koruma önlemi sağlar, çünkü ekran voltajı yalnızca plaka voltajı olduğunda görünür. Alternatif olarak, regülatör ve kanama direnci arasına bir sigorta yerleştirilebilir. Sigorta, kanama direnci ile tüp arasında kurulmamalıdır.

Çünkü tüp asla ekranda yük olmadan çalıştırılmamalıdır. Yük olmadan, ekran potansiyeli anot voltajına yükselme eğilimindedir. Herhangi bir ekran bypass kapasitörler veya diğer ilişkili devreler muhtemelen bu yüksek voltaj zarar görür.

Şekil 17.23, bir varistör ekrandan yere bağlanmıştır. İf, bazı devre arızası nedeniyle, ekran voltajı yükselmelidir

Nominal seviyesinin önemli ölçüde üzerinde, varistör ekran voltajını düşük bir seviyeye iletecek ve sıkıştıracaktır. Varistör veya ekran düşürme dirençlerini korumak için gerekliyse, ekran kaynağını kapatmak için bir sigorta veya aşırı akım rölesi kullanılabilir, böylece herhangi bir hasar meydana gelmeden önce güç kesilir. Varistör voltajı - normal ekran voltajından yaklaşık %30 ila %50 daha yüksek olmalıdır.

17.7 Tüp Amplifikatör Soğutma

Tablo 17.4
Bazı Popüler Tüplerin, Soketlerin ve Bacaların Özellikleri

Tüp	*CFM*	*Sırt* basıncı *(inç)*	*Soket*	*Baca*
3-500Z	13	0.13	,	SK-416
3CX800A7	19	0.50	SK-1900	SK-1906
3CX1200A7	31	0.45	SK-410	SK-436
3CX1200Z7	42	0.30	SK-410	
3CX 1500/8877	35	0.41	,	SK-2216
4-400A/8438	14	0.25	,	SK-406
4-1000A/8166	20	0.60	,	SK-506
4CX250R/7850	6.4	0.59	, , SK-611, SK-612, SK-620, , ,	
4CX400/8874	8.6	0.37	SK1900	SK606
4CX400A	8	0.20	SK2A	
4CX800A	20	0.50	SK1A	
4CX1000A/8168	25	0.20	SK-800B, SK-810B, SK-8908	SK-806
	34	0.60	,	SK-806
4CX1600B	36	0.40	SK3A	CH-16008

Bu değerler deniz seviyesinin yükselmesi içindir. Deniz seviyesinin çok üzerindeki yerler için (5000 Örnek), listelenen şekle %20 daha ekleyin.

Vakum tüpleri, uzun tüp ömrü elde edilecekse, üretici tarafından belirtilen sıcaklık aralığında çalıştırılmalıdır. Cam zarflara sahip ve 25 W plaka dağılımına kadar derecelendirilmiş tüpler, tasarım uygun miktarda konveksiyon soğutmasına izin veriyorsa, zorla hava soğutması olmadan kullanılabilir. Delikli bir metal muhafaza kullanılırsa ve tüp soketinin etrafına % ila ½ inç çapında delikler yerleştirilirse, oda sıcaklığında aşırı ısıyı gidermek için normal konvektif hava akışına güvenilebilir.

Daha büyük plaka dağılım değerlerine sahip tüpler için ve hatta maksimum nominal dağılıma yakın işletilen çok küçük tüpler için, bir fan veya üfleyici ile zorla hava soğutması gereklidir. Çoğu üretici, sürekli çalışma için tüp soğutma gereksinimlerini değerlendirir. Literatürleri, belirli bir geri basınçta, dakikada kübik feet (CFM) cinsinden gerekli hava akışı hacmini gösterecektir. Genellikle, bu veriler plaka dağılımının birkaç farklı değeri, ortam hava sıcaklığı ve hatta deniz seviyesinin üzerindeki yükseklik için verilir.

Son derece önemli bir husus genellikle güç amplifikatör tasarımcıları ve kullanıcıları tarafından göz ardı edilir: Bir tüpün plaka dağılım derecesi sadece maksimum potansiyel kabiliyetidir. Aslında güvenli bir şekilde dağılabileceği güç, doğrudan sağlanan soğutmaya bağlıdır. Amatör servis için yüksek güçlü amplifikatörlerde kullanılan hemen hemen tüm tüplerin gerçek güç kapasitesi, tüpün soğutma yapısından zorlanan hava hacmine bağlıdır.

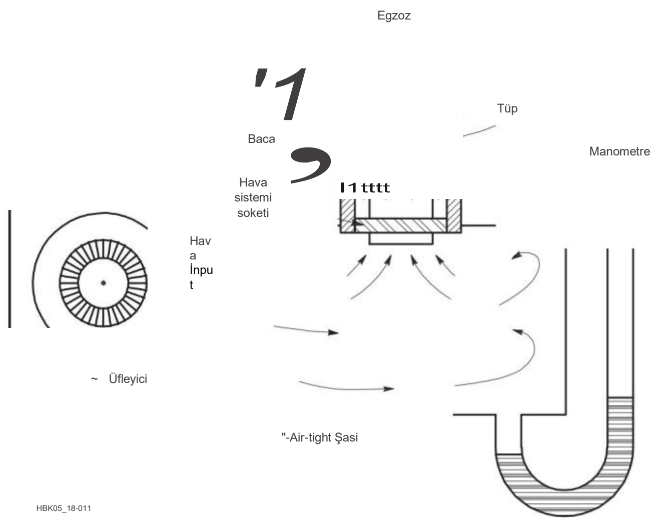
17.7.1 Blower Özellikleri

Bu gereksinim genellikle dakikada kübik feet hava (CFM) cinsinden verilir, bir geri basınç içine verilir, tüp soğutucunun hava akışına direncini temsil eder, suyun inç cinsinden belirtilir. Hem gerekli CFM hava akımı hem de soğutma sistemi boyunca zorlamak için gereken basınç belirlenir

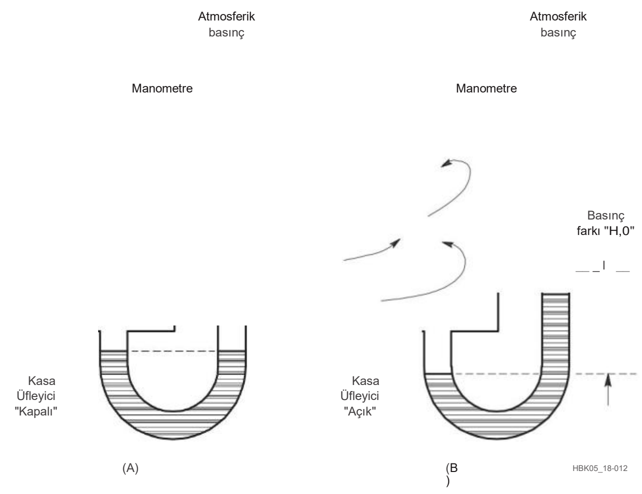
Ortam hava sıcaklığı ve yüksekliği (hava yoğunluğu) ve ayrıca dağıtılacak ısı miktarı ile. Soğutma fanı veya üfleyici, belirtilen hava akışını karşılık gelen geri basınca iletebilmelidir. Temel hava akışı ve ısı transferi prensiplerinin bir sonucu olarak, tüp soğutucusundan gereken hava akışı hacmi, plaka dağılımından önemli ölçüde daha hızlı artar ve geri basınç, hava akışından daha hızlı artar. Ek olarak, üfleyici hava çıkışı, üfleyicinin "kesme basıncı'olarak adlandırılan gerçek hava iletimi sıfır olana kadar artan geri basınç ile azalır. Daha büyük ve/veya daha hızlı dönen üfleyiciler, daha - yüksek geri basınçta daha büyük hacimlerde hava sağlamak için gereklidir.

Daha popüler tüplerin, soketlerin ve bacaların bazıları için maksimum nominal plaka dağılımını gerçekleştirmek için gereken CFM ve geri basınç değerleri (25 ° C ortam havasıyla ve

deniz seviyesi) **Tablo 17.4'te verilmiştir.** Geri basınç suyun inç cinsinden belirtilmiştir ve - **Şekil 17.24** ve **17.25'te belirtildiği gibi bir operasyonel hava sisteminde kolayca ölçülebilir.** Hava geçişi ve atmosfer basıncı arasındaki basınç farkı, *manometre adı verilen bir cihazla ölçülür. Bir* manometre, - her iki ucunda da açık olan ve bir "U'şeklinde şekillendirilmiş bir şeffaf boru parçasından başka bir şey değildir. Manometre geçici olarak şasiye bağlanır ve ölçümler tamamlandıktan sonra çıkarılır. Diyagramlarda gösterildiği gibi, tüpe az miktarda su yerleştirilir. Şekil 17.25A'de, üfleyici "kapalıdır ve su kendi seviyesini arar, çünkü hava basıncı (normal atmosferik basınç) manometre tüpünün her iki ucunda da aynıdır. B'de, üfleyici "açık" (soket, tüp ve baca yerinde) ve basınç farkı açısından



Şekil 17.24 - **Hava** üfleyici tarafından kasaya zorlanır ve tüp soketinden çıkar. Manometre, sistemin geri basıncını ölçmek için kullanılır, bu da uygun boyuttaki üfleyicinin belirlenmesinde önemli bir faktördür.



Şekil 17.25 - A'da **üfleyici** "kapalı've su arayacak Manometrede kendi seviyesi. B'de üfleyici "açıktır've **belirtildiği gibi inç su cinsinden geri basınç miktarı ölçülebilir.**

Tablo 17.5
Blower Performans Özellikleri

Tekerlek Dia	*Tekerlek Genişlik*	*RPM*	*Ücretsiz CFM*	*------- Geri Basınç için CFM (inç) ---.--* 0.1	*0.2*	*0.3*	*0.4*	*0.5*	*Stok Hayır.*
2"	1"	3340	12	9	6				1TDN2
2%¢	1⅝"	3388	53	52	50	47	41	23	1TDN5
3	1⅝"	3036	50	48	44	39	32	18	1TDN7
3	1⅝"	3010	89	85	78	74	66	58	1TDP1
3%%"	1146"	3016	75	71	68	66	61	56	1TDP3
3¾"	1⅝"	2860	131	127	119	118	112	105	1TDP5

Dayton sincap kafes üfleyicilerinin temsili örneği. Daha fazla bilgi ve diğer modeller Grainger İndustrial **Supply'dan (www.grainger.com) temin edilebilir.**

Suyun inç ölçüldü. Çoğu uygulama için, - ölçüm için kullanılan standart bir cetvel yeterince doğru sonuçlar verecektir.

Tablo 17.5, Grainger İndustrial Supply **(www.grainger.com) aracılığıyla temin edilebilen birçok Dayton blower'ından birkaçının performans özelliklerini vermektedir.** Tekerlek çapları, genişlikleri ve dönüş hızları Tablo 17.5'dekine benzer olan diğer üfleyiciler muhtemelen benzer akış ve geri basınç özelliklerine sahip olacaktır. Spesifikasyonlar hakkında şüpheniz varsa, üreticiye danışın. Gerçek çalışma koşulları altında tüp sıcaklığı, soğutma yeterliliği için nihai kriterdir ve belirli sıcaklıklarda eriyen ve görünümü değiştiren özel boya kalemleri veya vernikler kullanılarak belirlenebilir. Bununla birlikte, Şekil 17.25'in kurulumu neredeyse her zaman yeterince doğru bilgi verir.

17.7.2 Soğutma Tasarımı Örneği

Örnek olarak, doğrusal bir amplifikatörün soğutma tasarımını, deniz seviyesinin yakınında, 25 ° C'nin üzerinde olmayan hava sıcaklığıyla çalışmak için bir 3CX800A 7 tüp kullanmayı düşünün. 1150 W de input ile çalışan tüp, 750 W sürekli çıkış sağlayarak 400 W plaka dağılımına (Ppis = Pi - Pour) neden olur. Üreticinin verilerine göre, 400 W Pi'de yeterli tüp soğutma, 0.09 inç su geri basıncında en az 6 CFM hava gerektirir. Tablo 17. 5, bir Dayton no. 1 TDN2 işi iyi bir güvenlik marjı ile yapacaktır .

Aynı tek tüp, 1.5 kW çıkış sağlamak için 2.3 kW de girişte çalıştırılacaksa (maksimum elektrik değerlerini büyük ölçüde aşıyor!), Pix yaklaşık 2300 W ve Pp = 800 W olacaktır. Gereken minimum soğutma havası, O. 5 inç su basıncında yaklaşık 19 CFM olacaktır - Ppis'i iki katına çıkarmak, daha fazla

Gerekli hava akışının CFM'sini üç katına çıkarmak ve üfleyici üzerindeki geri basınç gereksinimlerini 5.5 faktörü ile arttırmak!

Bununla birlikte, her durumda 1,5 kW sürekli maksimum yasal çıkış gücü sağlamak için iki 3CX800A 7 tüpe ihtiyaç vardır. Her tüp, yukarıdaki tek tüplü örnekte olduğu gibi aynı koşullar altında çalışacak ve 400 W'yi dağıtacaktır. Bu nedenle, iki tüp için toplam soğutma havası gereksinimi, yaklaşık 0.09 inç suda 12 CFM'dir, sadece üçte ikisi kadar hava hacmi ve tek bir tüpün gerektirdiği geri basıncın beşte biri. Bu şaşırtıcı görünse de, bunun nedeni, hem bir tüpün ihtiyaç duyduğu hava akışının hem de bunun sonucunda ortaya çıkan geri basıncın, tüpün Pi'sinden çok daha hızlı bir şekilde artmasıdır. Blower hava dağıtım kabiliyeti, tersine, geri basınç arttıkça azalır. Böylece, bir Dayton 1 TDN2 üfleyici, dağılan iki 3CX800A 7 tüpü soğutabilir

Toplam 800 W, ancak aynı gücü tek bir tüple işlemek için çok daha büyük (ve muhtemelen daha gürültülü) bir no. 1 TDN7 gerekecektir.

Özet olarak, hatırlanması gereken çok önemli üç husus şunlardır:

• Bir tüpün gerçek güvenli plaka dağılım kabiliyeti tamamen soğutma sistemi boyunca zorlanan soğutma havası miktarına bağlıdır. Herhangi bir hava soğutmalı güç tüpünün maksimum plaka dağılım derecesi, belirtilen miktarda soğutma havası sağlanmadıkça anlamsızdır.

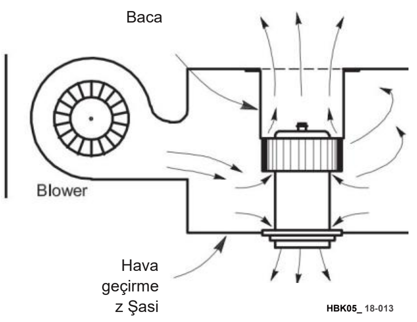
• İki tüp, aynı gücü aynı tipte tek bir tüple dağıtmak için gerekli olandan önemli ölçüde daha küçük (ve daha sessiz) bir üfleyici ile belirli bir gücü her zaman güvenli bir şekilde dağıtacaktır. Bunun bir sonucu, belirli bir üfleyicinin, iki tüpü soğuturken, aynı tipte tek bir tüpü soğuturken olduğundan daha fazla gücü neredeyse her zaman dağıtabilmesidir.

• Üfleyiciler, geri basınca karşı hava verme yeteneklerinde büyük farklılıklar gösterir, bu nedenle üfleyici seçimi hafifçe alınmamalıdır.

17.7.3 Diğer Hususlar

Bir tüpün etrafındaki hava akışını yönlendirmek için yaygın bir yöntem, basınçlı bir şasi kullanımını içerir. Bu sistem Şekil 17 .24'te gösterilmiştir. Şasiye takılan bir üfleyici, genellikle soketindeki deliklerden tüp tabanının etrafındaki havayı zorlar. Bir baca, taban alanını tüp zarfı veya anot soğutucusu etrafında bırakan havayı yönlendirmek için kullanılır ve maksimum soğutma için akışın dağılmasını ve yoğunlaşmasını önler.

Belirli durumlarda önemli bir avantaj sağlayan daha az geleneksel bir yaklaşım **Şekil 17 .26'da gösterilmiştir. Burada** anot bölmesi üfleyici tarafından basınçlandırılır. Anot ısı eşanjörü ile bölme kapağındaki bir egzoz deliği arasına özel bir baca monte edilir. Üfleyici anot bölmesine basınç uyguladığında, hava akışı için iki paralel yol vardır: anot ve bacasından ve havadan



Şekil 17.26 - Anot bölmesi basınçlandırması ızgara bölmesi basınçlandırmasından daha verimli olabilir. Sıcak hava, tüp anotundan ve bacadan yukarı doğru çıkar. Soğuk hava ayrıca tüpün pimlerini ve soketin kendisini soğutmak için tüp soketinden aşağı iner.

sistem soketi. Dağılma ve dolayısıyla - soğutma havası gerekli, genellikle anot için tüp tabanından çok daha büyüktür. Yüksek hacimli anot hava akışının taban bölgesindeki kısıtlayıcı hava kanallarından zorlanması gerekmediğinden, belirli tüpler ve soketlerle geri basınç çok önemli ölçüde azaltılabilir. Sadece gerçekte ihtiyaç duyulan hava akımı, taban bölgesinden geçirilir. Üfleyici geri basınç gereksinimleri bazen bu yaklaşımla neredeyse yarı yarıya azaltılabilir.

Tablo 17.4 ayrıca, listelenen tüplerle birlikte kullanılabilecek hava sistemi soketleri ve bacaları için parça numaralarını içerir. Oluşturucu, , , **1 ve için listelenen soketlerden hangisinin** devre ihtiyaçlarına en uygun olduğunu araştırmalıdır. Bazı soketler, soketten dahili olarak topraklanmış belirli boru elemanlarına sahiptir. Diğerleri, soketlerin ayrılmaz parçaları olan kapasitörler aracılığıyla toprağa atlanan elemanlara sahiptir.

Tasarım felsefenize bağlı olarak ve tüp kaynakları, soğutma sisteminde bazı ödünler uygun olabilir. Örneğin, cam tüpler yayın çekme olarak ucuz bir şekilde mevcutsa, daha kısa bir ömür kabul edilebilir. Böyle bir durumda, kolaylık artışı ve maliyet, gürültü ve karmaşıklıkta bir azalma, bir çift "muffin" fan kullanılarak yapılabilir. Filament contaları için bir fan ve anot contası için bir fan kullanılabilir, bir üfleyici ve hava sistemi soketi ve baca ile dağıtılır. Bu şemaya sahip hava akışı, bir baca kullanımında olduğu kadar düzgün değildir. Çapraz akışa monte edilen tüp zarfı, zarfın belirli bölgelerinde akış durgunluk noktalarına ve düşük ısı transferine sahiptir. Bu noktalar zarfın geri kalanından daha sıcak olur. Çapraz hava akışını bozmak için birden fazla fanın kullanılması bu sorunu önemli ölçüde azaltabilir. Birçok amatör, bu soğutma yöntemini düşük iş döngülü CW ve SSB işlemlerinde başarıyla kullanmıştır, ancak AM, SSTV veya RTTY servisi için önerilmez .

Bir hava soğutma sisteminin etkinliğinin gerçek testi, hava akımı tarafından tüpten taşınan ısı miktarıdır. Dağıtılan güç, hava akımı sıcaklıklarından hesaplanabilir. Dağılmış güç 1s

$$P_D = 0.543\ Q_A\ (T_2 - T_1) \qquad (7)$$

nerede

Pp = dağılan güç, W

QA = CFM cinsinden hava akışı (dakikada kübik feet).

T_1 = giriş hava sıcaklığı, ° C (normalde oda sıcaklığına oldukça yakın).

T_2 = amplifikatör egzoz sıcaklığı, • C

Egzoz sıcaklığı, hava çıkışındaki bir pişirme termometresi ile ölçülebilir. Termometre, mevcut yüksek voltaj nedeniyle anot bölmesinin içine yerleştirilmemelidir.

17 .8 Vakum Tüp Amplifikatör Stabilizasyonu

Emisyonların saflığı ve bir tüpün faydalı ömrü (hatta hayatta kalması), çalışma sırasında büyük ölçüde stabiliteye bağlıdır. Salınımlar, çalışma frekansında veya ondan uzakta olabilir, çünkü amplifikatörde geri alınmayan pozitif geribildirim. Kontrol edilmeden, bu salınımlar RF spektrumunu kirletir ve aşırı azalmaya ve daha sonra başarısızlığa neden olabilir. Her salınım türünün kendi nedeni ve kendi tedavisi vardır .

17.8.1 Amplifikatör Nötralizasyonu

Bir RF amplifikatörü, özellikle doğrusal bir amplifikatör, çeşitli frekanslarda kolayca bir osilatör olabilir. Amplifikatör çalışırken, çıkış tarafındaki güç büyüktür. Bu gücün bir kısmı girişe geri dönüş yolunu bulur ve uygun fazdaysa, tekrar tekrar salınıma yol açarak yeniden yükseltilebilir. Bu sürecin bir anlayış olabilir **Radyo Temelleri** bölümündeki geri bildirim ve salınım bölümlerini inceleyerek vardı. Kendi kendini güçlendiren geri bildirime, etkileri istenmeyen olsa bile "olumlu" geri bildirim denir. Olumlu geri besleme gerçek salınıma neden olmak için yetersiz olsa bile, varlığı aşırı bozulmaya ve amplifikatörün ayarlanması üzerinde garip etkilere yol açabilir ve bu nedenle ortadan kaldırılmalı veya en azından azaltılmalıdır. Kasıtlı

Doğrusallığı artırmak için amplifikatörlerde "negatif" geribildirimin kullanılması bu bölümde başka yerlerde kısaca tartışılmıştır.

Bir amplifikatörün çıkışındaki güç, bulabildiği herhangi bir yoldan amplifikatörün girişine geri dönecektir. İt, bir amplifikatörün giriş ve çıkış devrelerini ayrı korumalı bölmelerde izole etmek için iyi bir uygulamadır. İki bölme arasından geçen teller mümkünse toprağa geçirilmelidir. Bu, tüpün dışındaki yollardan geri bildirimi önler.

Bununla birlikte, enerji tüpün kendisinden de geri geçebilir. Bunu önlemek için, - nötralizasyon adı verilen bir işlem kullanılabilir. Nötralizasyon, tüpün plakasından, ızgara veya katot olacak olan girişine geri dönen herhangi bir enerji transferini önlemeye veya iptal etmeye çalışır. Bir tüpü nötralize etmenin etkili bir yolu, giriş ve çıkış arasında topraklanmış bir kalkan sağlamaktır. Topraklanmış şebeke bağlantısında, şebekenin kendisi bu amaca hizmet eder. En iyi nötralizasyon için, şebeke düşük endüktans iletkeni ile RF toprağında olan bir noktaya bağlanmalıdır. Seramik harici tüp tipleri, ekranlama etkisini arttırmak için toprağa çok sayıda düşük endüktans yol açabilir. Eski cam tip tüpler, tüpün içinde ve sokette önemli bir indüktansa sahip olabilir ve bu, ızgaranın koruyucu etkisinin etkinliğini sınırlar. Bu nedenle, bu tüp tipleriyle topraklanmış bir ızgara devresi kullanmak, özellikle daha yüksek HF frekanslarında nötralizasyon için daha fazla çaba gösterme ihtiyacını ortadan kaldırmaz.

Topraklanmış bir katot konfigürasyonunda tetrodlar kullanıldığında, ekran ızgarası ızgara ve plaka arasında bir RF kalkanı görevi görür. Özel RF toprağına çok düşük bir endüktans bağlantısı sağlayan tüp soketleri sağlanır. Bunlar, beslemeyi plakadan ızgaraya çok küçük bir miktara düşürür ve etkili ızgara-plaka kapasitansını bir pikofaradın küçük bir kısmı haline getirir. Geniş bir frekans aralığında çalışacak amplifikatörler hakkında şüpheniz varsa, "topraklanmış'bir ızgaranın veya ekranın gerçekte ne kadar iyi topraklandığını doğrulamak için bir ağ analizörü veya empedans ölçüm cihazı kullanın. Bazı frekanslarda empedans bir ohm veya ikiden fazla ise, farklı bir topraklama konfigürasyonu gerekebilir.

Amplifikatörlerin sadece tek bir frekansta kullanılabilmesi için, bir seri rezonans devresi, zemine neredeyse mükemmel bypass sağlamak için ekranda veya ızgarada kullanılabilir. 50 MHz amplifikatör için tipik değerler **Şekil 17.27'de gösterilmiştir.**

Bazı tüpler için, belirli bir frekansta, toprağa kurşun indüktansı sadece ızgaradan plakaya kapasitansı iptal edebilir. Bu etkiden dolayı, bazı tüp ve soket kombinasyonları, ekran indüktansı ve gridto-plaka kapasitansı değerlerine dayanan doğal olarak kendini nötralize eden bir frekansa sahiptir. Örneğin, bir 4-1000'in "kendi kendini üreten frekansı" yaklaşık 30 MHz'dir. Bu etki bazı VHF amplifikatörlerinde kullanılmıştır.

BRİDGE NÖTRALİZATYON

Zemine atlanan bir ızgara veya ekranın ekranlama etkisi yetersiz kaldığında, ızgara-plaka veya ızgara-katot kapasitansının kalan etkisini iptal etmek için diğer devreler tasarlanmalıdır. Bunlar, aslında, istenmeyen olumlu geri bildirimle birleşecek ve iptal edecek olumsuz geri bildirim için ek bir yol ekler. En sık kullanılan devre, **Şekil 17.28'de gösterilen "köprü nötrleştirme" devresidir. Bu** yöntem adını, dört önemli kapasitans değerinin, Şekil 17. 29'da **gösterildiği gibi bir köprü devresi olarak yeniden çizilebilmesinden alır.** Köprü düzgün bir şekilde dengelendiğinde, orada Plakadan şebeke tanklarına enerji aktarımı yoktur. Dört farklı kapasitörün köprünün bir parçası olduğunu unutmayın. "seçilen tüpün karakteristiğidir, daha önce bahsedilen ekran veya ızgara baypasından biraz etkilenir. Köprü dengesinin sağlanması için diğer bileşenler uygun şekilde seçilmelidir. Cl nötrleştirici kapasitördür. İts değeri,

Ci gm

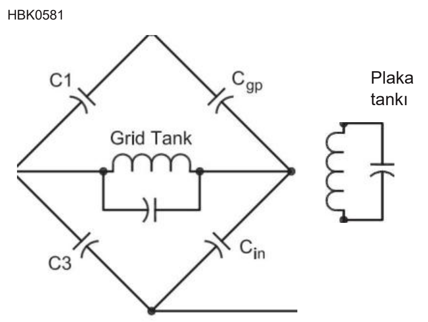
C3 Cy (8)

nerede

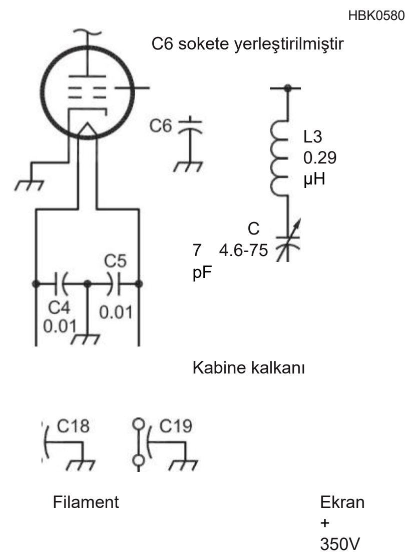
'g = tüp ızgara plakası kapasitansı Cp = tüp giriş kapasitansı

Tüp giriş kapasitansı, doğrudan tüp boyunca tüm sapmaları içermelidir. C3, ızgara tankının zemin tarafındaki bir bypass kondansatörü değil, köprünün kritik bir parçasıdır. Bu nedenle, sabit bir kapasitans değeri sağlamalıdır. Bazen, basit bypass kapasitörler, değerlerini sıcaklıkla büyük ölçüde değiştiren bir tiptedir. Bunlar bu uygulamada uygun değildir.

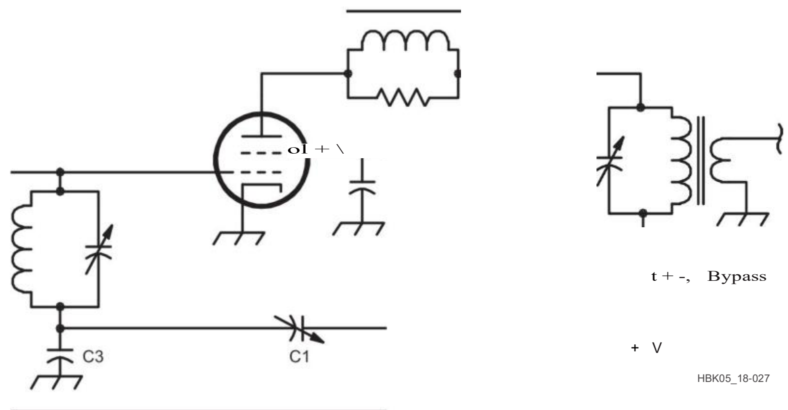
Nötralizasyon ayarlaması tamamlandı



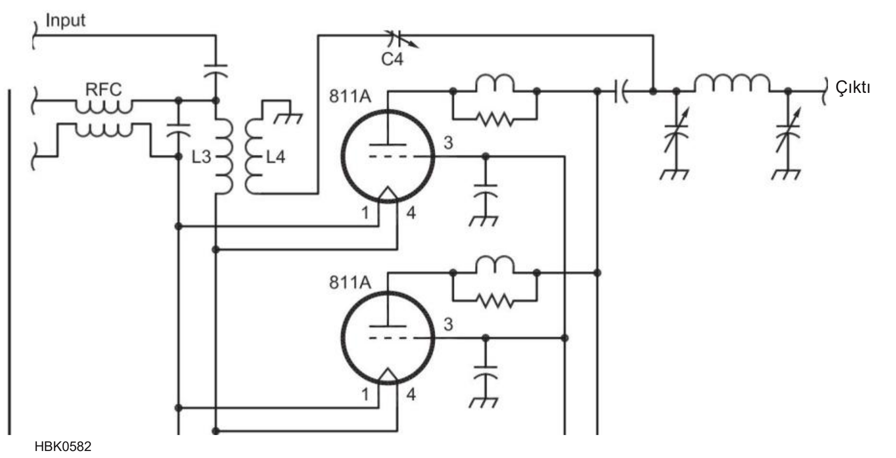
Şekil 17.29 - Şekil 17.28'in "köprü nötrleştirme" devresi göstermek için yeniden çizildi Kapasitans değerleri.



Şekil 17.27 - Bir **seri rezonans devresi, zemine atlayarak neredeyse mükemmel bir ekran veya ızgara sağlamak için kullanılabilir. Bu örnek tek bantlı 50 MHz**



Şekil 17.28 - Bir nötralizasyon devresi tüp iç kapasitans etkisini iptal etmek için C1 kullanır.



Şekil 17.30 - **Bu nötralize edici yöntemde, bir geniş bant transformatörü (L3, L4) gerekli faz dışı sinyali sağlar. L3, # 14 tel yakın yaranın 6 dönüşü, ½ inç çapında. L4, L3 üzerinden yalıtılmış telin 5 dönüşüdür. C4, 0.06 inç aralıklı 6 pF'dir. Bu devre aslında Haziran 1961 *QST özellikli* ve hala 811A tüpleri kullanarak modern amplifikatörler bulunur .**

Amplifikatörün çıkışına enerji uygulayarak - ve girişten beslenen gücü ölçerek. Tersine, güç girişe beslenebilir ve çıkış gücü ölçülebilir. *Güç kapalıyken,* nötralizasyon kapasitörüC 1, minimum besleme için ayarlanırken, çıkış ayarlama devresini ve giriş ayarını (kullanılıyorsa) maksimum tepki noktasında tutar. Köprü nötralizasyon devresi esasen geniş bant olduğundan, bir dizi frekans üzerinde çalışacaktır. Genellikle, - ayarlamanın en kritik olduğu en yüksek beklenen çalışma sıklığında ayarlanır.

GENIŞBANT TRAFO

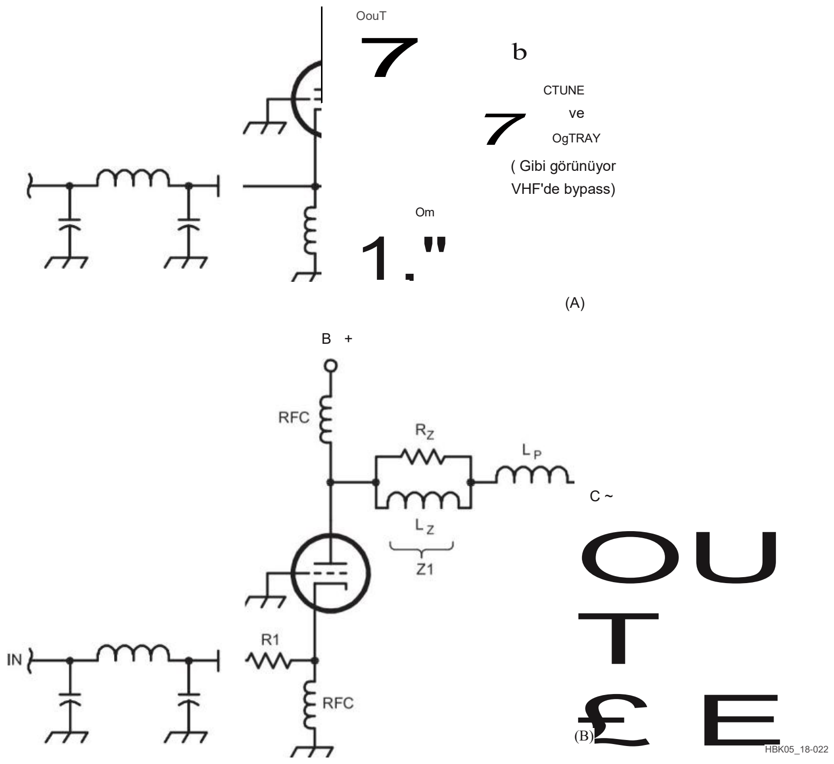
Başka bir nötrleştirme yöntemi, bir **geniş bant** transformatörünün gerekli faz sinyalini sağladığı Şekil 17:30'da gösterilmiştir. C4, katot ile plaka kapasitansı aracılığıyla geri bildirimi iptal etmek için girişe uygun miktarda negatif geri besleme uygulanacak şekilde ayarlanır. Birçok 81 lAamplifikatör bu nötrleştirme olmadan inşa edilmiş olsa da, kullanımı daha yüksek bantlarda ayarı daha yumuşak hale getirir. Bu devre Haziran 1961 QST özellikli *ve* daha sonra *RCA ortaya çıktı Tüp El Kitabı iletiliyor.* Bu temel devreye sahip amplifikatörler hala 2009 yılında üretilmekte ve popüler bir satıcıdır. Binlerce jambon da böyle amplifikatörler inşa etti.

Kararlı çalışma elde etmenin alternatif bir yöntemi, düşük bir direnç değerine sahip topraklanmış bir katot devresinin ızgarasını yüklemektir.

Uygun bir değer, sürücü için bir eşleşme sağladığı için 50 © 2'dir. Bu yaklaşım, çıkıştan şebekeye geri beslenen gücü, iyi bir stabiliteye ulaşılması için yeterince düşük bir seviyeye düşürür. Ancak, amplifikatör kazancı ızgara yükü olmadan çok daha az olacaktır. Ayrıca, girişe uygulanan gücün çoğunun çıkışa beslediği topraklanmış şebeke devresinin aksine, bu "yüklü şebeke" yaklaşımıyla, giriş gücü yükte kaybolur ve bu gücü dağıtması gerekir. Sürücü aşamasının çok sabit bir yük görmesi nedeniyle bozulma düşük olabilir. Ek olarak, girişin ayarlanması gerekmez .

17.8.2 VHF ve UHF Parazitik Salınımlar

RF güç amplifikatör devreleri, normal çalışma frekansının çok üzerindeki frekanslarda parazitik salınımlara neden olma potansiyeline sahip parazitik reaktanslar içerir. Neredeyse tüm vakum tüpü amplifikatörleri 1.8 ila 29'da foroperasyon tasarladı. 7 MHz frekans aralığı, VHF-UHF aralığında bir yerde salınım eğilimi gösterir - genellikle tüpün türüne ve boyutuna bağlı olarak yaklaşık 75 ila 250 MHz arasındadır. Tipik bir parazitik rezonans devresi **Şekil 17.31'de gösterilmiştir.** Tüp plakası ve çıkış ayar kapasitörü arasındaki başıboş indüktans, tüpün Cour'u ile yüksek Q rezonans devresi oluşturur. CoUT normalde çok daha küçüktür (daha yüksek Xe)



Şekil 17.31 - A'da, **plaka devresinde tipik VHF/UHF parazitik rezonansı. The Pi ağındaki HF ayar indüktörü, VHF/UHF'de bir RF boğmasına benziyor. Tüpün çıkış kapasitansı ve seri başıboş indüktansı, pi-ağ tuning kapasitansı ve başıboş devre - kapasitansı ile birleşerek bir VHF/UHF pi ağı oluşturur, plakaya çok yüksek bir empedans sunar ve VHF/UHF'de kazancını arttırır. At B, Z1 Q'yu düşürür ve bu nedenle parazitik frekansta kazanır.**

Gösterilen diğer devre kapasitanslarından herhangi biri. Tüpün Cj ve ayar kondansatörü CrUNE esasen bypass kondansatörleri olarak işlev görürken, gösterilen çeşitli boğmalar ve tank indüksiyonları VHF'de yüksek reaktanslara sahiptir. Bu nedenle, bu bileşenlerin değerleri parazitik rezonans frekansı üzerinde çok az etkiye sahiptir.

Salınım mümkündür, çünkü VHF rezonans devresi, harici yüke bağlı olmayan, doğal olarak yüksek Q paralel rezonanslı bir tanktır. Plakadaki yük direnci çok yüksektir ve bu nedenle parazitik frekanstaki voltaj kazancı oldukça yüksek olabilir ve bu da salınıma neden olur. Parazitik frekans, f,

$$f = \frac{1000}{2 * E5Coor} \quad (9)$$

nerede

f, = MHz'de parazitik rezonans frekansı

µH cinsinden plaka ayarlama kondansatörü (tüp iç plaka kurşunu dahil) aracılığıyla tüp plakası ve zemin arasındaki toplam başıboş indüktans.

pF cinsinden Cour tüpü çıkış

İyi tasarlanmış bir HF amplifikatörü olan Lp, 0.2 uH alanında olabilir ve 8877 için Cour yaklaşık 10 pF'dir. Bu rakamları kullanarak, yukarıdaki denklem potansiyel bir parazitik rezonans frekansı verir.

$$f = \frac{lOOO}{2\ n/0.2x10} = 112\ 5\ MHz$$

6 pF, f, = 145 MHz CoUr ile 3CX800A 7 gibi daha küçük bir tüp için. Devre detayları fr biraz etkiler, ama bu sonuçlar, aslında, bu tüp tipleri ile deneyimli gerçek parazitik salınımlar yakın karşılık gelir. VHF-UHF parazitik salınımları, parazitik rezonans devresinin yüklü Q'sunu azaltarak önlenebilir (sadece minimize edilemez!), Böylece rezonans frekansındaki kazanç salınımı desteklemek için yetersizdir. Bu, herhangi bir ortak tüp ile mümkündür ve 8877, 3CX800A 7 ve 4CX800A gibi modem harici anot tüpleri ile özellikle kolaydır.

PARASITİC BASKICILAR

Şekil 17.3 lB'nin Zl'si bir parazitik baskılayıcıdır. Amaç, parazitik devreye kayıp eklemek ve salınımı önlemek için Q'yu yeterince azaltmaktır. Bu, normal çalışmayı önemli ölçüde etkilemeden gerçekleştirilmelidir. L, toplam parazitik tank endüktansının (orijinal olarak Lp ile temsil edilir) önemli bir bölümünü oluşturacak kadar büyük olmalı ve tüp plaka terminal (ler) inde yer almalıdır. İfL, oldukça kayıplı yapılır, parazitik devrenin Q'sunu istenildiği gibi azaltacaktır.

L'nin indüktansı ve yapısı, kullanılan tüp tipine büyük ölçüde bağlıdır. 3-500Z ve 4-1 000A gibi popüler cam tüpler, telden yapılmış dahili plaka uçlarına sahiptir. Bu, harici anot tüplerine kıyasla Lp'yi önemli ölçüde arttırır. Sonuç olarak, L, bu büyük cam tüpler için genellikle Lp toplam değerinin yeterli bir kısmını oluşturmak için daha büyük olmalıdır. Tipik olarak # 10 telin 3 ila 5 dönüşü, çapı 0.25 ila 0.5 inç ve yaklaşık 0.5 ila 1 inç uzunluğunda bir bobin yeterlidir. 8877 ve benzeri tüpler için, plaka bağlantısını yapmak için kullanılan kayışta bir'at nalı "oluşturmak genellikle uygundur. İ-inç genişliğinde ve 0.75 ila 1 inç derinliğinde bir "U" genellikle yeterlidir. Her iki durumda da, L, tam çalışma frekansı plaka akımını taşır; Daha yüksek frekanslarda bu genellikle önemli miktarda dolaşımdaki tank akımını içerir ve L, 29 MHz'de bile aşırı ısınmadan idare edebilecek kadar husky olmalıdır. **Şekil 17.32** tipik bir parazitik baskılayıcı göstermektedir .

L formundan bağımsız olarak, L'nin şant edilmesinin gerektirdiği şekilde, bir veya daha fazla uygun endüktif olmayan direnç ile kayıp verilebilir. Yüksek güçlü amplifikatörler, iki kompozisyon veya metal film dirençleri, her biri 100 Q, 2 W, L boyunca paralel olarak bağlanmış, genellikle yeterlidir. Belki 500 W'a kadar olan amplifikatörler için tek bir 47 02, 2 W direnç yeterli olabilir. VHF/UHF parazitik salınımlarını önlemek için gereken direnç ve güç kapasitesi, normal plaka devresi akım akışının bir sonucu olarak aşırı ısınmazken, devre parametrelerine bağlıdır. L boyunca çalışma frekansı voltaj düşüşü, daha yüksek frekanslarda en yüksektir, bu nedenle R'deki güç dağılımını en aza indirmek için gerekli olan minimum L değerini kullanmak önemlidir.

Yukarıda tarif edilen parazitik baskılayıcılar sıklıkla modifikasyon olmadan çalışacaktır, ancak bazı durumlarda uygun bir kombinasyon bulmak için hem L hem de R ile deney yapmak gerekecektir. Bazı tasarımcılar L için nikrom veya başka bir direnç teli kullanır .

Son derece zor duru
tetrodlar veya pento
ilave parazitik baskılan



Şekil 17.32 - Tipik parazitik baskılayıcı.

Boru soketinin yakınında, tüp girişi ile seri olarak düşük değerli bir direnç (yaklaşık 10 ila 15.9) bağlayarak. Bu, Şekil 17 .3 lB'nin Rl tarafından gösterilmiştir. Eğer tüp nispeten düşük bir giriş empedansına sahipse, groundedgrid amplifikatörleri ve büyük Ci'li bazı topraklanmış katot tüpleri gibi, Rİ - toplam tahrik gücünün önemli bir bölümünü dağıtabilir.

VHF-UHF PARASITİC OSCILLATIONS İÇİN TESTİNG TÜP AMPLIFİERS

Her yüksek güçlü amplifikatör, hizmete girmeden önce, paraziter salınımlardan arınmış olmasını sağlamak için test edilmelidir. Bu test için, RF giriş veya çıkış terminallerine hiçbir şey bağlanmaz ve bant anahtarı önce en düşük frekans aralığına ayarlanır. Giriş ayarlanırsa ve bant ayrı olarak değiştirilebilirse, en yüksek frekans bandına ayarlanmalıdır. Amplifikatör kontrol sistemi, hem şebeke akımı hem de plaka akımı için izleme sağlamanın yanı sıra, aşırı plaka akımı durumunda yüksek voltajı hızlı bir şekilde kapatmak için bir röle, devre kesici veya hızlı etkili sigorta sağlamalıdır. Tüp ızgarasını daha da korumak için, ilk test sırasında kuvvetli bir parazitik salınımın patlak vermesi durumunda ızgara akımının yükselmesini önlemek için yaklaşık 1000 ©'lik bir direnç olan ızgara akımı dönüş hattı ile geçici olarak seri olarak yerleştirmek iyi bir fikirdir.

Amplifikatöre filament ve önyargı voltajları uygulayın, belirtilen herhangi bir tüp ısınma süresi geçene kadar plaka voltajını kapalı ve/veya kesme önyargısını uygulayın. Ardından mevcut en düşük plaka voltajını uygulayın ve iletmek için amplifikatörü değiştirin. Bazı rölanti plaka akımı akmalıdır. Olmazsa, plaka voltajını normale yükseltmek veya önyargıyı azaltmak için en az 100 mA veya öylesine akması gerekebilir. Şebeke akımı sıfır olmalı. Plaka ayar kapasitörünü maksimum kapasitanstan minimuma yavaşça değiştirin, herhangi bir ızgara akımını veya plaka akımındaki değişimi yakından izleyin,
itik bir salınımı gösterir.
r giriş neti-

İş kullanılır, kapasitörü (bir pi devresi ise tüpe en yakın olanı), bir uçtan diğerine küçük artışlarla değiştirilmeli, salınım belirtilerini aramak için her adımda çıkış plakası kapasitörünü ayarlamalıdır. Herhangi bir zamanda ızgara veya plaka akımı büyük bir değere yükselirse, hasarı önlemek için plaka voltajını hemen kapatın! Eğer orta dereceli ızgara akımı veya plaka akımında değişiklikler gözlenirse, salınımın frekansı, bir RF absorpsiyon ölçerin veya bir spektrum analizörünün plaka alanına gevşek bir şekilde bağlanmasıyla belirlenebilir. Daha sonra, - herhangi bir koşul altında salınım belirtileri tespit edilinceye kadar parazitik bastırma önlemlerini denemek için gerekli olacaktır. Bu işlem her bant değiştirme pozisyonu kullanılarak tekrarlanmalıdır.

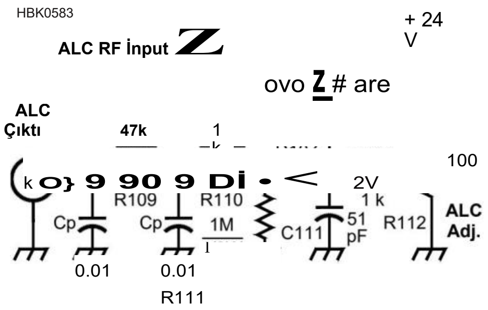
Salınım belirtisi bulunamadığında, plaka voltajını normal çalışma değerine yükseltin ve plaka dağılımını (rölanti plakası akımı çarpı plaka voltajı) hesaplayın. İf dağılımı en az yarısı, ancak maksimum güvenli değerinden fazla değil, önceki testleri tekrarlayın. İf plaka dağılımı maksimum güvenli değerin yarısından çok daha azdır, olana kadar önyargıyı azaltmak arzu edilir (ancak kesinlikle gerekli değildir). Salınım belirtisi tespit edilmezse, geçici ızgara direnci çıkarılmalı ve amplifikatör normal çalışma için hazır olmalıdır.

DÜŞÜK FREKANSLI PARASİTİC OSCILLATIONLAR

VHF'den daha düşük frekanslarda kendi kendine salınım olasılığı, katı hal amplifikatörlerinden önemli ölçüde daha düşüktür. Tüp amplifikatörleri, giriş-çıkış izolasyonu sahne kazancından daha büyük olduğu sürece genellikle istikrarlı bir şekilde çalışacaktır. Uygun koruma ve dc-powerlead bypass, tüpün kendisinden geçenler hariç, geri besleme yollarını ortadan kaldırır.

Nadir durumlarda, tüp tipi amplifikatörler yaklaşık 50 ila 500 kHz aralığında frekanslarda salınır. Bu, büyük olasılıkla, RF boğumları yoluyla hem ızgaraya hem de plakaya de voltajların şant beslemesini kullanan yüksek kazançlı tetrodlarla. Eğer ızgaranın rezonant frekansı RF boğulma ve bununla ilişkili bağlantı kondansatörü, plaka boğulmasına ve bloke kondansatörüne yakın gerçekleşirse, koşullar ayarlanmış bir plaka ayarlanmış ızgara salınımını destekleyebilir. Örneğin, **1** mH ve 1000 pF tipik değerleri kullanarak, beklenen parazitik frekans - yaklaşık 160 kHz olacaktır.

Bir alıcı-verici çıkış transformatörü tarafından yansıtılan düşük empedanslarla seri olarak giriş eşleştirme ağlarındaki indüktörler aracılığıyla toprağa düşük empedanslı, düşük frekanslı dönüş yolu olmadığından emin olun. Genellikle, osilasyon, giriş rezonans frekansının çıkışınkinden çok daha düşük olmasını sağlamak için boğucu veya kapasitör değerlerini değiştirerek önlenebilir.



Şekil 17.33 - Bir amplifikatör ALC devresi, - alıcı-vericiden gelen tahrik gücünü otomatik olarak güvenli bir seviyeye sınırlamak için kullanılabilir.

Aşma ve Aşırı Hız Koruması

Çok sayıda alıcı-vericinin ALC ve güç kontrol devreleri, iletim başlangıcında kısa aşırı güç geçişlerine izin verir. Tüp amplifikatörleri kısa aşırı yüklere karşı oldukça toleranslı olsa da, katı hal amplifikatörleri değildir. Zarar vermekten kaçınmak için Amplifikatör girişiniz, bir çeşit koruma gereklidir. AD5X, Phil Salas'ın "Amplifikatör Aşımı - Sürücü Koruması" makalesi, kısa aşırı güç darbelerini sınırlamak için bir gasdischarge tüpünün nasıl kullanılacağını göstermektedir. İt, bu kitap için indirilebilir ek bilgilerin bir parçası olarak mevcuttur.

17.8.3 Bozulmanın Azaltılması

Daha önce de belirtildiği gibi, amplifikatörlerde bozulmanın yaygın bir nedeni aşırı sürücüdür (düz tepesi). Otomatik seviye kontrolünün (ALC) kullanımı, hala güçlü bir sinyale sahip olmaktan emin olurken, hasta etkilerini azaltmanın pratik bir yoludur. Bu devre, amplifikatörün girişine uygulanan voltajı algılar. Diğer devreler şebeke akım akışının başlangıcını tespit etmeye dayanır. Her iki durumda da, eşiğe ulaşıldığında, ALC devresi, alıcı-vericinin ALC girişine negatif bir voltaj uygular ve onu sürüş gücünü kesmeye zorlar, böylece çıkış gücünü belirlenen sınırlar içinde tutar. Çoğu alıcı-verici ayrıca kendi çıkış aşamasından bir ALC sinyali uygular, bu nedenle amplifikatörden gelen ALC sinyali buna paralel olarak eklenir veya çalışır. Temsili devre için Şekil 17.33'e bakınız.

Bazı tüp tipleri doğal olarak diğerlerinden daha düşük bozulmaya sahiptir. Doğrusal amplifikatör hizmeti için özel olarak tasarlanmış bir borunun seçilmesi ve önerilen voltaj ve akım aralıklarında çalıştırılması iyi bir başlangıçtır. Ek olarak, sınıf AB2 çalıştırırken giriş devrelerinde ayarlanmış devrelerin kullanılması, tüp ızgara akımı çekmeye başladığında yükün değişmesine izin vermek yerine, tüm 360 ° döngü boyunca sürücü aşamalarında uygun bir yük sağlayarak yardımcı olacaktır. Bunu başarmanın bir başka yolu, "yüklü ızgara'ile, ızgaradan katoda oldukça düşük bir direnç değerinin kullanılmasıdır. Böylece, ızgara akımı aktığında, empedanstaki değişim daha az şiddetlidir, dirençli yük tarafından batırılmıştır .

En yüksek doğrusallığın olduğu uygulamalar için-

İty arzu edilir, işletim sınıfı A, bozulmayı büyük ölçüde azaltacaktır, ancak verimlilikte yüksek bir maliyetle. Bazı katı hal amatör alıcı-vericiler böyle bir işlem için hüküm var. Negatif geribildirimin kullanılması, bozulmayı büyük ölçüde azaltmanın başka bir yoludur. Yüksek verimlilik korunur, ancak genel kazanç kaybı vardır. Genellikle, iki kazanç aşaması kullanılır ve geri bildirim her iki aşamada da uygulanır. Bu şekilde, kazanç istenildiği kadar yüksek olabilir ve her iki aşama da herhangi bir doğal doğrusal olmayan için telafi edilir. RF negatif geri besleme kullanan amplifikatörler, geri - beslemesiz amplifikatörlerden 20 dB kadar daha düşük intermodülasyon bozulma (IMD) değerleri elde edebilir.

Distorsiyonun kümülatif bir problem olma eğiliminde olduğu unutulmamalıdır, iletim zincirinin her doğrusal olmayan kısmı kendi parçasını ekler.İt, süper temiz bir alıcı-verici ifit'e sahip olmaya değmez, bunu zayıf doğrusallığa sahip bir amplifikatör izler. Aynı şekilde, çok iyi bir doğrusal, onu süren alıcı-verici zayıfsa kötü görünecektir. Amplifikatörünüzden temiz bir sinyal almak bile mümkündür, ancak doymuş bir ferrit çekirdek tuner indüktörü veya balun tarafından bozulmuştur.

Doğrusal bir amplifikatördeki bozulma genellikle iki ton testi iletirken bir spektrum analizörü ile ölçülür. Spektrum analizörü girişi aşırı yüklenirse, bu da amplifikatörde belirgin bozulma oluşturabilir. Analizörün giriş sinyalini kırpmaması için seviyenin azaltılması, amplifikatör zincirindeki gerçek bozulmayı görmek için gereklidir. Çeşitli ölçüm türleri için test ekipmanlarının kullanımı **Test Ekipmanları ve Ölçümler** bölümünde ele alınmıştır.

RF Amplifikatörleri için 17.9 MOSFET

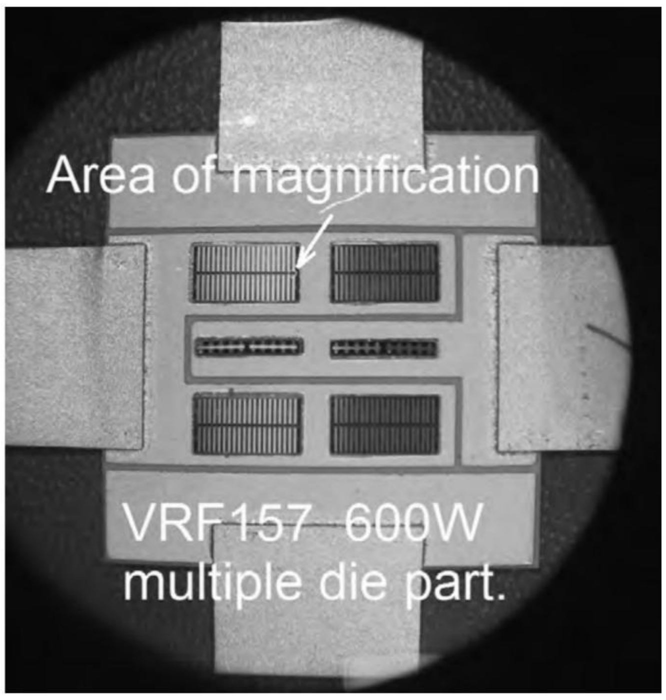
ThereаretwogeneralclassesofMOSFETs: yüksek ve düşük frekanslı tasarımlar. (MOSFET temelleri için Devreler ve Bileşenler bölümüne bakın.) Düşük frekans tipleri genellikle yüksek hacimli ticari anahtarlama uygulamaları için optimize edilmiştir: bilgisayar güç kaynakları, motor kontrolörleri, invertörler vb. Kalıplanmış plastik ambalajları vardır, kalıp alüminyum üst yan metalizasyon ile yapılır, 150 ila l 75 ° C maksimum bağlantı sıcaklığı derecelerine sahiptirler. Çoğunun polisilikon kapı iletkenleri vardır. Polisilikon'un sürekli olarak üretilmesi kolaydır ve ucuzdur. Bu, 200 kHz'e kadar olan uygulamalar için çok iyi çalışır, ancak daha yüksek frekanslarda kullanıldığında kapı kayıpları önemli ölçüde artmaya başlar .

Bir MOSFET kapısı aslında bir kapasitördür, ancak katlanmış yapısı uzun ve sıskadır. 500 W'lık bir cihazdaki kapı bir metreden uzun olabilir! ("Metre'bir baskı hatası değildir.) Eğer iletken malzemesi polisilikon gibi kayıplı bir malzeme ise, kapı uzun bir dağıtılmış RC ağı haline gelir. Eğer bir RF sinyali sonuna kadar her şeyi yaparsa, zayıflatılır ve artık başlangıçla fazda olmaz. Bu, frekans arttıkça cihazın kullanışlı alanını etkili bir şekilde azaltır. İt çok alır Kapı kapasitansını beslemek için RF akımı: İ = CVf, burada C kapı kapasitansı, Vis tepe kapısı voltajı ve f çalışma frekansıdır. Eğer kapı kapasitansı 500 pF ve 10 Vat 30 MHz'e sürülüyorsa, kapı akımı 150 mA RMS'dir. Akım frekans ile doğru orantılı iken, güç kaybı I2R. Kapının üst iletkeni düşük kayıp değilse, tasarlandığından çok daha yüksek frekanslarda kullanıldığında kapı bağ pedindeki (metalizasyon erir) İR kayıpları nedeniyle başarısız olur.

Switchmode cihazları İXYS ve Microsemi için polisilikon yerine metal bir kapı kullanan iki M OSFET üreticisi vardır. Bu cihazların kalıpları HF çalışması için oldukça yetenekli olsa da, ambalajları (genellikle TO-247 veya TO-264) optimum bir HF düzeni sağlamaz. Bunlar switchmode pazarına yönelik olduğundan, drenaj terminalleri montaj yüzeyindedir ve kaynak bağ teli uzunluğu daha yüksek frekanslarda kazanç öldürücü dejenerasyon ekler. Ancak öte yandan, dağıtım watt başına maliyet açısından ucuzdur ve 20 metre boyunca tek bantlı tasarımlar için kabul edilebilir.

Bu aynı metal kapılı MOSFET kalıbı, özellikle RF kullanımı için, kaynak genellikle paketin montaj yüzeyine bağlanır. Kaynak bağ telleri bu nedenle kısadır, bu da tüm frekanslarda mevcut kazancı artırır. Bu çok uygundur, çünkü kaynak çoğu RF güç amplifikatör devresinde topraklanmıştır. Ayrıca, bir montaj izolatörüne olan ihtiyacı ortadan kaldırır ve bu da güç dağıtım kabiliyetini artırır.

RF için özel olarak tasarlanmış İnMOSFET'ler, ana ayırt edici özelliği kapı yapısıdır. Kanallar'daha kısadır "(kapı ve kaynak arasında daha az mesafe vardır), bu da elektronların geçiş süresini azaltır. Bir cihazın aktif alanı, kanalı'daha geniş "hale getirerek artırıldıkça, güç dağılımı yeteneği de artar. Aynı zamanda, içsel (elektrotlar arası) kapasitanslar da büyür. Daha büyük bir cihazın daha yüksek frekanslarda kullanılması daha zordur, çünkü giriş empedansı (çoğunlukla kapı kapasitansı) daha da küçülür ve bu da sürüşü zorlaştırır. Daha önce bahsedilen kapı kaybı problemini çözmek için, uzun sıska kapı tarak şeklinde katlanır. (Bakınız **Şekil 17.34.)** Kapı sinyali artık sadece her parmağın sonuna kadar gitmek zorundadır. En yüksek frekanslı tasarımlar birden fazla tarak kullanır



(A)



(B)



(c)

Şekil 17.34 - A, çoklu kalıp RF MOSFET'in (VRF157) düzenini göstermektedir. B kapının tarak yapısını göstermektedir. C, iç içe geçmiş kaynak ve kapı parmak yapısını gösteren kapının bir yakın çekimidir. [Dick Frey, K4XU, fotoğraflar]

daha kısa parmaklı. Bu tarak yapılarının birçoğu kalıp üzerine dizilir ve kalıp pakete tel bağlandığında paralel olarak bağlanır.

RF parçaları için en üst metalizasyon alüminyum veya altındır. Alüminyum daha ucuzdur, ancak altın en iyisidir çünkü 225 ° C'ye kadar daha yüksek bir çalışma sıcaklığı derecesine sahiptir ve mükemmel sünekliği nedeniyle güç döngüsü arızalarına karşı bağışıktır. Dezavantajı, daha pahalı olması ve cihazların üretilmesinin çok daha zor olmasıdır, çünkü altın silikona çözülmeyi sever. Daha yüksek sıcaklık derecesi, daha yüksek maliyetlerini bir miktar dengeleyen küçük bir cihazdan daha fazla güç alabileceğiniz anlamına gelir .

17.9.1 LDMOS ve VDMOS karşılaştırması

Şimdiye kadar tartışılan tüm cihazlar dikey MOSFET'ler veya VDMOS'lardır. Kapı ve kaynak elektrotları kalıbın üst yüzeyindedir ve drenaj alttadır. RF uygulamaları için başka bir tip, LDMOS vardır. Bu yanal bir cihaz. Burada MOS yapısı kenara yerleştirilir ve tüm elektrotlar kalıbın üst tarafındadır. Dikey p + kaynak bağlantıları, optimum "ortak kaynak" konfigürasyonunu elde etmek için kalıbın alt tarafını kaynak teması yapmak için kalıp üzerinden yapılır. Kanal alanı düşüktür, bu nedenle kapasitanslar daha küçüktür, özellikle geri besleme kapasitansı, Kapak. Bununla birlikte, çalışma voltajı kapasitesi de düşüktür. Hiçbiri 50 V'dan fazla işlem için derecelendirilmemiştir. Kapılar özellikle ESD ve aşırı hıza karşı hassastır. Ancak, onlar muhteşem yüksek frekans yeteneği ve kazanç ve makul sağlamlık var. Cep telefonunuz LDMOS teknolojisi olmadan çalışmaz .

Yeni RF amplifikatör tasarımları, üreticilerin artık üretmediği bipolar transistörleri değiştirmek için LDMOS kullanıyor. LDMOS'un daha düşük voltajlarda çalışabilmesi, 12 V çalışması için çok uygundur ve yüksek kazanç ve frekans tepkisi ile 6 metre yeteneği basittir. Dezavantajı, bu cihazların yerini aldıkları bipolar transistör kadar doğrusal olmamasıdır.

Bipolar transistörler, her küçük bipolar hücrede yayıcı balast dirençlerine ihtiyaç duyar, böylece kalıpta paralel olabilirler. Dirençler ayrıca doğrusallığı artıran negatif geri besleme sağlar. MOSFET'ler kaynak dirençleri gerektirmez: paralel hücreler doğal olarak yükü paylaşır, çünkü ON dirençleri termal kaçışı önleyen pozitif bir sıcaklık katsayısına sahiptir. Sonuç olarak, LDMOS amplifikatörleri, daha yüksek kazanç avantajlarını dengeleyen karşılaştırılabilir İMD performansı sağlamak için daha fazla negatif geri besleme gerektirir.

Cihaz türü ne olursa olsun, ambalaj bir RF cihazı için özellikle önemlidir. Düşük ...tlere... lıdır (RF **Teknikleri** bölümüne bakınız) ve üstün termal

Nitelikler. Ambalaj izolatörü, yüksek sıcaklık kapasitesi için seramik, beryllia BeO (toksik olan) ve/veya alümina Al, O'dan yapılmıştır. İletkenler altın kaplama bakır - veya Kovar'dır ve temel flanşlar genellikle bakır-tungsten veya bakır-molibdendir. Paket, bir RF parçasının maliyetinde en önemli belirleyici faktördür. Kapı ve kaynak bağ telleri tarafından sunulan parazitik indüktans, bir VDMOS parçasının nihai frekans kapasitesini sınırlar. LDMOS parçaları kapı ve drenaj bağ tellerine sahiptir. LDMOS cihazları frekans ve paket maliyeti açısından bir avantaja sahiptir, çünkü kaynak tel endüktansının neden olduğu kazanç dejenerasyonundan uzaktırlar ve kalıpları doğrudan bir metal montaj flanşına lehimlenebilir.

17.9.2 Amplifikatörlerin MOSFET'lerle Tasarlanması

Bir amplifikatör tasarlamak bir sistem yaklaşımı gerektirir. Ne kadar güç kaynağının gerekli olduğunu ve onu mutlu etmek için gereken soğutma ve kontrol sistemlerini düşünmeniz gerekecektir. Transistörleriniz varsa ve bunları bir amplifikatöre dönüştürmek istiyorsanız, tasarım prosedürü biraz farklıdır. Her durumda başlanacak yer transistörün veri sayfasıdır. Bu, voltaj ve güç yeteneklerini gösterecektir ve bunlardan devre gereksinimleri hesaplanabilir ve soğutma sistemi tanımlanabilir.

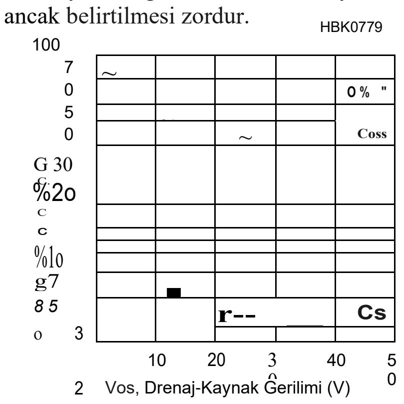
VOLTAJ RATİNGS

MOSFET'lerle bir amplifikatör tasarlamak, kullanılan parçanın bilgisini gerektirir. Genel olarak, ucuz plastik paketlenmiş anahtar mod parçaları tek bantlı çalışma için en iyisi olacaktır. Switchmode parçaları, drenaj arıza voltajı (BVpss), ON direnci (Rps) ve güç dağılımı ile derecelendirilir. 5 V'dan 1200 V'un üzerinde RF parçalarına kadar voltaj değerlerinde, çalışma voltajı, Vpp, güç dağılımı ve frekans kabiliyeti ile satılmaktadır.

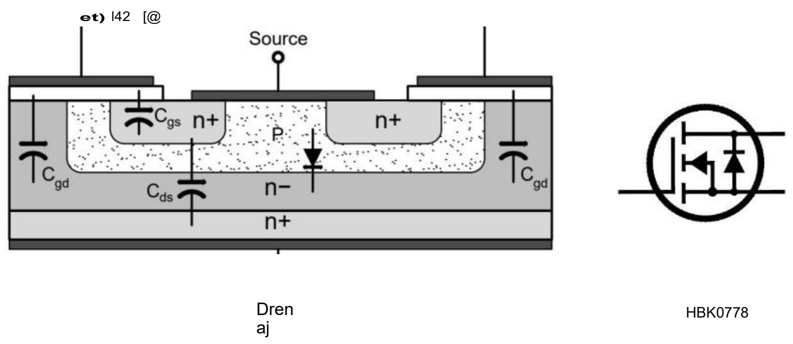
Güç kaynağı gereksinimlerinize uygun parçayı seçin. Bir 500 V MOSFET bir 12 V kaynağı üzerinde çalışmaz ve 50 V'de zar zor çalışır. Bunun nedeni MOSFET'in içsel kapasitelerinin düşük voltajda daha yüksek olmasıdır. Her MOSFET'in drenajı ve kaynağı arasında **Şekil 17 .35'te gösterildiği gibi parazitik bir "vücut diyotu" vardır.** RF'yi düzeltmek için çok yavaş, ancak herhangi bir diyot gibi, kapasitansı ters önyargı voltajı ile değişir. Bu ilişki her zaman cihazın veri sayfasındaki C-V eğrilerinde verilir. (Bakınız **Şekil 17 .36.) Veri** sayfaları üretici veya distribütör web sitelerinde bulunabilir veya parça numarası ve "veri sayfası" için bir İnternet araması yapabilir.

İn sınıfı AB operasyonu, bir MOSFET, - nominal arıza voltajının biraz daha azında çalıştırıldığında en iyi şekilde çalışır, BVpss :

Boşaltma voltajı, besleme voltajının 2 veya hatta 3.562 katına (E sınıfı için) kadar sallanacaktır. Yüksek VSWR altında, drenaj voltajı biraz daha yüksek olabilir. Bir - MOSFET'in RF voltaj bozulması genellikle veri sayfası değerinden %20 daha yüksektir, ancak belirtilmesi zordur.



Şekil 17.36 - Microsemi VRF151 RF MOSFET için kapasitans karşı voltaj (C-V) eğrileri. (İllustration nezaket Microsemi Corp.)



Şekil 17.35 - All MOSFET'ler, gösterildiği gibi parazitik kapasitanslara ve kesit ve şematik semboldeki drenaj ve kaynak arasında bir vücut diyotuna sahiptir. Diyot bir N-kanal aygıtı için gösterilir. İt, P kanalı cihazları için tersine çevrilir.

Güvenilirlik, bu nedenle RF cihazları BVpss yerine de çalışma voltajlarına göre derecelendirilir, Bu, işletme yükü gereksinimini dikkate alır.

RF parçaları genellikle 13.5 V, 28 V veya 50 V gibi belirli bir çalışma voltajında derecelendirilir. Başlangıçta bunlar sivil ve askeri araçlar için ortak akü voltajlarıydı ve gelenek devam ediyor. Cihazlar çalışma voltajları için optimize edilmiştir. Çalışma voltajını seçmek, sadece arıza voltajını değil, birçok farklı parametreyi dikkate alma meselesidir.

TERMAL DESIGN

Yüksek güçlü bir transistör PA'nın termal tasarımının genellikle elektrik tasarımı kadar zor olduğunu söylemek yeterlidir. "Sayılarla" yapılabilir, ancak zor kısım - mevcut alana sığdırmaktır. Bir termal tasarım örneği ve yazarın Advanced Power Technology uygulama notu, bu kitabın indirilebilir ek içeriği ile birlikte verilmiştir.

Dikkatli bir kelime sırayla: **güç amplifikatörlerinde kullanılan tüpler,** özelliklerinde çok fazla "boşluk" vardır ve anlık operatör hatalarını oldukça affeder. RF güç transistörleri, watt başına maliyet açısından daha pahalı olduklarından, - sınırlarına çok daha yakın belirtilmiştir. Bu sınırlara her zaman uyulmalıdır. Veri sayfası cihazın X watt yapabileceğini söylese de, tasarımcı pratikte bu seviyeye ulaşmak için uygun soğutma gereksinimlerini gözlemlemelidir. Ek olarak, üreticiler güç dağılımını teorik olarak değerlendirir. Yarısına ulaştığınız için şanslısınız.

Tüplerde olduğu gibi, CW derecelendirmeleri ve SSB derecelendirmeleri vardır. Transistörler için, derecelendirmeler ortalama güce dayanmaktadır. Fark sadece gerekli olan ısı emicinin büyüklüğüdür, çünkü tepe gücü her biri için aynıdır. Her transistör, *Kgjc olarak ifade edilen bir termal dereceye,* transistör kavşağından kasasının altına kadar olan termal dirence sahiptir. Cihazın 150 ila 200 ° C arasında bir üst bağlantı sıcaklığı sınırı olduğundan, güç dağılımı bağlantı ve kasa sıcaklığı arasındaki fark ile belirlenir :

$$P_d = (T_J - T_C) / R_{\theta JC}$$

P "mevcut güç dağılımıdır, *Ti kavşaktır* ve Tc durum sıcaklığıdır. Bu, herhangi bir soğutma olmadan, transistörün kasasının bağlantı sıcaklığı ile neredeyse aynı olacağını ve böylece güç dağılım kapasitesinin neredeyse sıfır olduğunu söylüyor. Bir soğutucu üzerine yerleştirildiğinde, kasa daha soğuk olacak ve daha sonra güç dağıtma özelliğine sahip olacaktır. Bunu takiben, ısı emici ne kadar iyi olursa, transistör tarafından daha fazla güç dağıtılabilir.

Başka bir termal husus daha var: transistör kasası ile ısı emici arasındaki termal direnç, Kocs. Transistörün tabanı ve ısı emici düz ve pürüzsüz olsa bile, mikroskobik hava boşlukları hala mevcuttur. Bunlar ısıyı iletmez ve bu nedenle ısı emicinin net etkinliğini azaltır. Çözüm, bir termal arayüz bileşiği veya *termal gres kullanmaktır.* En basit ve en iyisi çinko oksit tozu yüklü silikon yağıdır. Yağ işin çoğunu yapar: toz, bir macuna koyulaştırır, böylece eklemden çıkmaz. İt, ısı emici ve cihaz arasında çok ince bir kat olarak uygulanır. Termal gres kullanırken, parça ile lavabo arasında en az gres sağlamak için transistörü daima lavabonun etrafında oynatın. Unutmayın, termal yağ iyi bir termal iletken değildir, sadece havadan çok daha iyidir. Dikkatli kullanın!

Ticari yüksek güçlü yayın amplifikatörlerinin çoğu, minimum ortam - sıcaklığı 0 ° C'nin altında olacaksa, sirküle edilmiş su veya bir su-glikol karışımı ile soğutulur. Henüz amatör pazara sunulmamış olsa da, sıvı soğutma büyük bir potansiyele sahiptir. Plastik bağlantı parçaları, küçük pompalar ve yüksek performanslı bilgisayar pazarı tarafından tahrik ısı eşanjörleri gelişmeler amatör yüksek güç amplifikatör için büyük potansiyel faydaları vardır. Su, ısıyı emmek ve hareket ettirmek için havadan dört kat daha iyidir. **Şekil 17 .3** 7 hem açık hem de kapalı döngü soğutma sistemlerini göstermektedir. Ancak nereye taşındığına bakılmaksızın, ısı hala dağıtılmalıdır. Kulübedeki havayı ısıtabilir, evin geri kalanını ısıtabilir veya septik tankı ısıtabilir .

17.9.3 Transistör veri sayfası

Üreticiden bağımsız olarak, tüm veri sayfaları aynı temel bilgileri içerir. Aşağıdakiler neyin anlamlı olabileceğini anlamanıza yardımcı olmalıdır

İlk kez bir kullanıcı için çok kafa karıştırıcı. Transistör özellikleri, pratikte gerçekleşemeyen birkaç ideal koşula dayanır, ancak tüm üreticiler tarafından yaygın bir uygulama olduğundan, sayılar - farklı cihazları karşılaştırmak için çok kullanışlıdır. Parça numaranız olduğu sürece (ve özel bir parça olmadığı sürece), ilgili veri sayfası, parça numarasını ve "veri sayfasını" arayarak kolayca bulunabilir.

Microsemi VRF151 N-kanal geliştirme modu VDMOS transistörü örnek olarak kullanılacaktır. İt, bu bölümde sunulan 250 W genişbant amplifikatör projesinde kullanılmaktadır. Aşağıdaki tartışma, okuyucunun bu bölüm için bir veri sayfası aldığını varsayar (www. **microsemi.com adresindeki şirket web sitesine bakın)** ve buna başvurabilir.

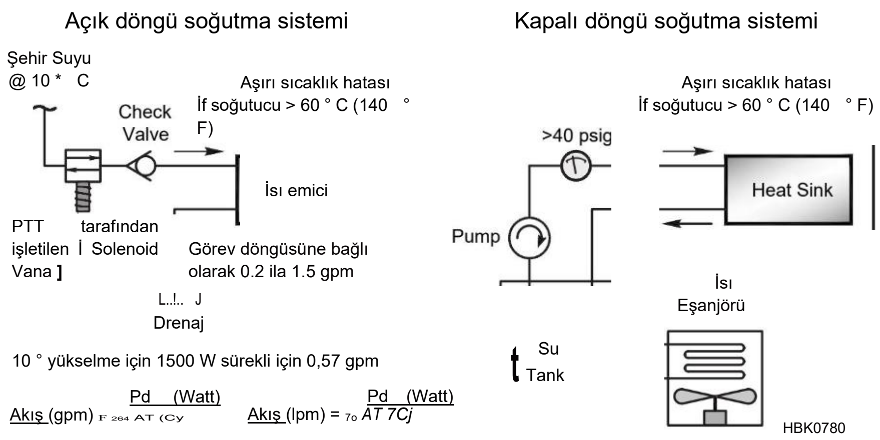
MİNİMUM, TYPİCAL VE MAXİMUM

Üreticinin garanti ettiği tüm spesifikasyon parametreleri minimum veya maksimum değere tabidir. Bu en kötü durum. Bir otomobilde olduğu gibi, maksimum güvenli durma mesafesi ve minimum gaz deposu kapasitesi vardır. Çoğu parametre aynı zamanda tipik performansı genellikle - belirtilen minimum veya maksimumdan daha iyi temsil eden tipik bir değere sahiptir. Bazı miktarların hem üst hem de alt limitleri vardır. Her parametrenin ölçüldüğü belirli test koşulları vardır.

ABSOLUTE MAXİMUM RATİNGS

Bunların hepsi de derecelendirmelerdir, değişken bir güç kaynağı ve bir multimetre ile kolayca doğrulanır. Üretici, bunlardan herhangi birinin aşıldığını tespit ederse, herhangi bir garanti talebi geçersiz sayılır .

Vpss, kaynak voltaj derecesine maksimum drenajdır, kapı kaynağa kısa devre yapar. Cihazı yüksek voltajlı bir Zener diyot olarak düşünün. Herhangi bir akım çektiği anda,



Şekil 17.37 - Katı hal amplifikatörleri için açık ve kapalı döngü su soğutma sistemleri.

Güç dağılır ve sıcaklık çok hızlı bir şekilde yükselir. Hasar ya bağlantı noktasından delinerek ya da kalıbın kenarından ark yaparak meydana gelir.

Maksimum boşaltma akımı, **Ips,** cihazın -tamamen açıldığında maksimum nominal gücünü dağıtmasına neden olacak akımdır. Her cihazın Rps (ON) adı verilen bir ON direnci vardır. Dağıtılan güç İ? X 2.5 Ros (ON)· Faktör2.5, pozitif bir sıcaklık katsayısına sahip olan Rps'yi (ON) hesaplar ve bu da bağlantı sıcaklığının 200 ° C olduğu noktaya göre kabaca iki katına çıkmasına neden olur.

Vas, voltaj kaynağı için maksimum kapıdır.

Kapı aslında bir kapasitördür, SiO dielektrik belki de 400 ila 1000 Angstrom 1(l0-0m) kalınlığındadır. Sınır, VD MOS'tan daha düşük LDMOS'tur ve cihazı tahrip etmeden aşılamaz. LDMOS cihazları çok daha düşük Vas değerlerine ve daha ince dielektriklere sahip olduğundan, bazı LDMOS üreticileri, elektrostatik boşalmaya, ESD'ye daha az duyarlı hale getirmek için diyot korumasına sahiptir .

P0, teorik koşullar altında cihazın maksimum güç dağılımıdır: 25 ° C'de kasanın altı ve maksimum sıcaklığında bağlantı, Tjmax· İf doğrudan belirtilmemiştir, termal direnç *Rgjc* P0/(Tjmax - 25 ° C)'ye eşittir.

Depolama sıcaklığı basittir.

Maksimum *T1,* üzerinde şeylerin çözülmeden gelmeye başladığı veya güvenilir ...uğu veya duman v...

STATIC ELECTRICAL CHARACTERİSTICS

Voss tekrar belirtilir, bu kez ölçüm koşullarını, garantili minimumu ve tipik üretim değerlerini gösterir.

V DS (0N) veya bazen Ros (ON), cihaz tamamen AÇIK olduğunda ve nominal akımın yarısını taşırken elde edilen drenaj ve kaynak arasındaki minimum dirençtir. Anahtar mod parçalarında daha yaygın olarak belirtilir, ancak D ve E sınıfı gibi yüksek verimli doymuş modlarda özellikle önemlidir, çünkü maksimum elde edilebilir verimliliği sınırlar .

Kayıp, kapının kaynağa kısa devre yapması ile akan maksimum drenaj akımıdır. Bir N-kanal geliştirme cihazı, onu açmak için kapıya pozitif bir voltaj uygulamalıdır. VRF 151, kapı önyargısı olmadan kendi başına 100 V'da 1 mA'dan fazla hareket etmeyecektir. Bu bir kaçak akıntı. Mükemmel bir cihaz ise sıfır.

Benzer şekilde, lass Vos = 0 ile kapı sızıntısı akımıdır. İt, kapı kapasitörüne paralel olarak bir direnci temsil eder. Bu durumda, 20 V'de 1 µA 20 MO'dur. Bu çok fazla ses çıkarmaz, ancak drenajın üzerinde voltaj varsa ve kapı boyunca direnç yoksa, bu sızıntı akımı kapının drenajdan şarj olmasına neden olur ve sonunda cihazı tamamen AÇIK hale getirir .

İleri iletkenlik, gr, belirli bir drenaj akımında ölçülen kapı voltlarındaki değişim başına drenaj akımındaki değişim terimleriyle ifade edilen cihazın de kazancıdır. İt, RF kazancı ile sadece hafif bir ilişkiye sahiptir ve çok yüksek bir gfs, önyargı dengesizliğine ve/veya parazitlere neden olabilir .

V TH kapı eşiği spesifikasyonudur.

Vos 10 V olduğunda, 2.9 V'dan az olmayan ve 4.4 V'dan fazla olmayan Vas, 100 mA drenaj akımının akmasına neden olur. Tipik bir AB Sınıfı sessiz önyargı koşulu 100 mA'dır. Tüm parametreler arasında, bu en geniş pencereye sahiptir. Yeterince çeşitlilik var, öyle ki...

Fakturerler, parçaları aralıktaki değerlerin "kutularına" ayırır ve paket üzerinde işaretlenen her birine harf kodları atar. Bu, bir cihaz türü içinde eşleşen çiftler oluşturmanıza izin verir.

TERMAL KARAKTERİLER

Rec eşittir Ppmax/(T; maks 25 ° C).

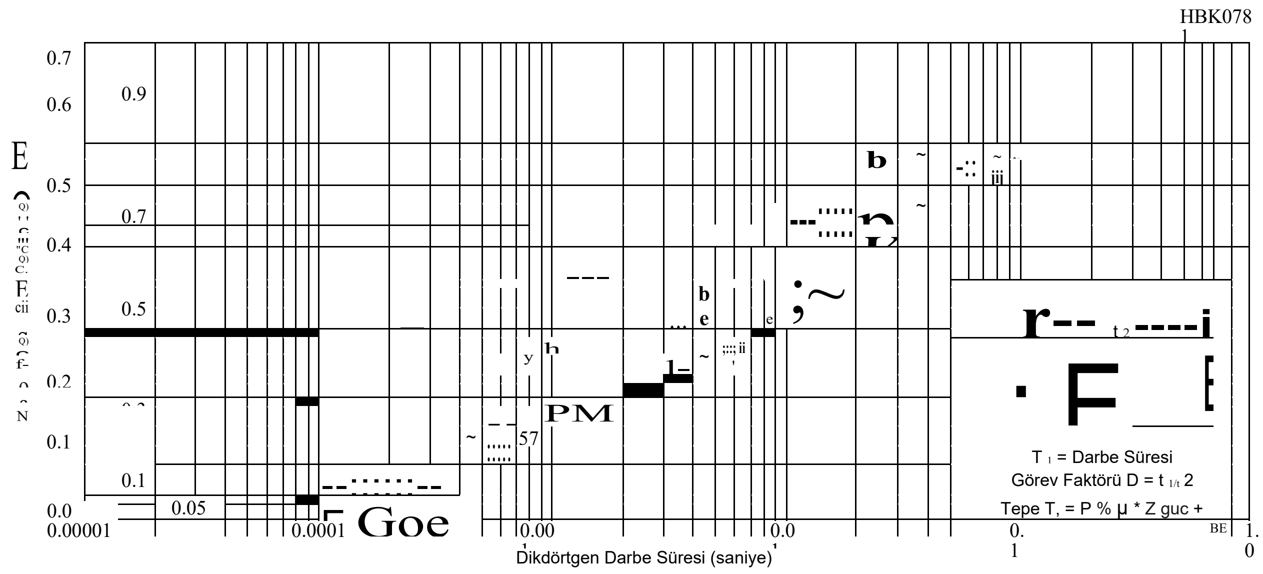
İlk iki parametrenin *(Re1c* ve Ppm) belirlenmesi üçüncü parametreyi (Ti ma) oluşturur. Bu anlamda Ti max'ı belirtmek gereksizdir, ancak belirli bir parametreyi arayanlar için sıklıkla tekrarlanır.

Termal performans RF performansı kadar önemli olduğundan, veri sayfasındaki bilgilerin çoğu bununla ilgilidir. Statik termal empedansa ek olarak Rec, dinamik bir termal empedans Z01c vardır. Transistör paketleri termal kütleye sahiptir, böylece kalıp sıcaklığı anında değişmez. Darbeli çalışma için, etkili Rec, kararlı durum çalışması için olduğundan çok daha düşük olabilir.

Dinamik termal empedans **Şekil 17.38'de gösterilmiştir (**VRF151 veri sayfasının Şekil 5'i). İt, cihazın CW'de olduğundan daha yüksek güçte darbe çalışması için nasıl kullanılabileceğini gösterir, çünkü etkili termal empedans kısa darbeler için daha düşüktür. Bunun SSB'ye bazı uygulamaları vardır, ancak sadece aralıklı hizmet için kullanıldığında daha küçük bir ısı emiciye izin vermek için kaynayan tepe gücü üzerinde başka kısıtlamalar vardır - amatör amplifikatörler için kötü bir uygulama !

DYNAMİC CHARACTERİSTICS

Biraz yanlış bir isim, bunlar kapı, drenaj ve kapı arasındaki parazitik kapasitanslardır. Cihaza göre sabit bir değer olan kapı kapasitansı hariç-



Şekil 17.38 - Microsemi VRF151 RF MOSFET için dinamik termal empedans. (Illustration nezaket Microsemi Corp.)

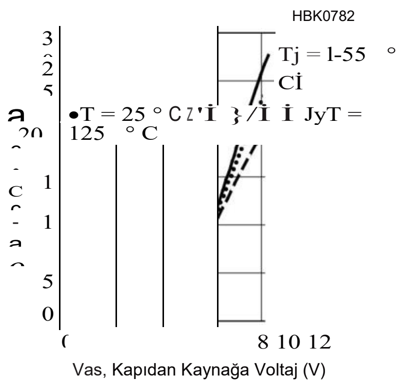
Diğer ikisi, varaktörler (voltaj değişken kapasitörler) gibi drenaj voltajının bir fonksiyonudur. Bu parametreleri ölçmek oldukça zor olduğundan, parametreler ortak kaynaklı bir konfigürasyonda tanımlanır. Cgss, kaynağa ac-shorted drenaj ile kapıdan kaynağa kapasitans. İt aslında Cap ile paralel olarak Cas'tır Üç parametre genellikle sıfırda V GS ile belirtilen drenaj besleme voltajında ölçülür. Ayrıca genellikle Şekil 17 .36 (veri sayfasının Şekil 3), C vs drenaj voltajının bir grafiği olarak görüntülenir.

Bu voltaj değişken kapasitans, bir transistördeki IMD'nin nedenlerinden biridir. İts etkisi sinyal üzerinde bazı faz modülasyonu (PM) vermektir. PM, iki tonlu bir testte taşıyıcı çiftinin her iki tarafında eşit olmayan İMD ürünleri olarak gözlemlenebilir. PM distorsiyonu, AM distorsiyonu gibi tek sıralı taşıyıcıların çiftlerini üretir, ancak yüksek yan taşıyıcılar AM ürünleri ile faz dışında -180 °'dir. Bu, taşıyıcı çiftinin yüksek tarafındaki genlik ürünlerinin seviyesini azaltmalarına ve alt tarafta artırmalarına neden olur. (Sabin ve Schoenike*, Single Sideband Systems and Circuits için referans listesi girişine bakın.)*

TRANSFER CHARACTERİSTICS

Yukarıda tartışıldığı gibi, gr, bir MOSFET'in kazancını, geçit voltajındaki değişiklik başına drenaj akımındaki değişiklik olarak tanımlar: Aİp/AVas. Bu, gr'nin transfer eğrisinin eğimi olduğu anlamına gelir. VRFl 51 için transfer eğrisi Şekil **17.39'da gösterilmiştir (veri** sayfasının Şekil 2). Bu grafikte, transfer karakteristiğini üç farklı sıcaklıkta gösteren üç eğri vardır.

Üç eğri birbirini "termal nötr noktada" kesişir. Bu, TH'nin sıcaklık katsayısının negatiften pozitife değiştiği ve genellikle - normalde çalıştığı parçadan çok daha yüksek bir akımda olduğu yerdir. Bu, MOSFET'lerin neden termal olarak dengelenmiş kapı önyargısına sahip olması gerektiğini açıklar. Parçanın AB sınıfı için önyargılı olacağı geçiş noktasının altında, TH'nin sıcaklık katsayısı negatiftir. Bu, belirli bir akım için gereken kapı voltajının, parça ısındıkça azaldığı anlamına gelir. Termal önyargı telafisi olmadan termal kaçak olabilir. Parça genellikle geçiş noktasına ulaşmadan erir.



Şekil 17 .39 - Microsemi VRF151 RF MOSFET için transfer özellikleri. (İllustration nezaket Microsemi Corp.)

Transfer eğrisi ayrıca cihazın kazancının sabit olmadığını gösterir. İt, düşük akımda oldukça düşüktür ve doğrusal aralığı üzerinde nominal bir değere yükselir ve daha sonra parça doygunlaştıkça eğriler daha yüksek akımda düzleşir. Bu, çok düşük distorsiyonlu amplifikatörlerin neden genellikle A sınıfında çalıştırıldığını gösterir.

FUNCTİONAL KARAKTERİSTİKLER

Bu bölüm, RF performansının belirtildiği yerdir - hangi frekansta ne kadar kazanç, - İMD performansı ve sağlamlık. Kazanç ve IMD kolayca anlaşılırken, sağlamlık daha zordur ve çoğu üretici tarafından çok zayıf bir şekilde tanımlanır. VRF 151, 30 MHz'de 150 W PEP çıkarırken 30:1 VSWR'nin tüm faz açılarında sağlamlık özelliğine sahiptir. Test devresi, veri sayfasında sayfa 4'te gösterilir. Testin ne kadar sürdüğü veya cihazın ne kadar iyi soğutulduğu hakkında hiçbir şey söylenmez. Test süresi ve soğutma koşulları verilmezse, şartname bir tasarımın cihazın güç sınırları içinde kalacağını garanti etmek için yetersizdir. Yazarın deneyiminde, VSWR ile ilgili tüm arızaların %90'ı aşırı dağılmadan kaynaklanmaktadır. Bu, amplifikatörün boşaltma akımını sınırlamanın VSWR koruması için basit ve etkili bir araç olduğunu söylüyor.

VERİ SAYFASI EKSTRALARİ

Test devreleri genellikle şu şekilde sağlanır: Tomers, kazanç, İMD ve çıkış gücü için test koşullarını çoğaltabilir. Bazen devre düzenleri ve komple parça listeleri de sağlanır. Bununla birlikte, çoğu yüksek güç parçaları genellikle itme-çekme devrelerinde kullanılırken, veri sayfalarındaki parçalar her zaman tek uçlu devrelerde birer birer test edilir. Veri sayfasının son sayfası mekanik - anahat ve bazen montaj bilgilerini verir. VRF 151, son testten çıkarken Vry için "binned" (benzer performans gösteren gruplara ayrılır) ve paket üzerinde bin harf kodu işaretlenir. Bu, her iki parça için ortak bir önyargı kaynağı olan bir itme-çekme devresinde kullanıldığında önemli olan kapı eşiğinin çok yakın eşleştirilmesine izin verir. Çoğu tasarımcı, eşleşmeden bağımsız olarak ayrı önyargı ayarlamaları kullanır, ancak - özellikle parçalar aynı lot tarih kodundan geliyorsa, kazanç eşleştirme ölçüsünü de sigortalar.

17.9.4 Özet Gözlemler

MOSFET'ler mükemmel cihazlar değildir. ££s Vrn, BV ve Rps tüm kalıp sıcaklığından etkilenir. Gr, artan kalıp sıcaklığı ile azalır. Bu, amplifikatör ısınırken çıkış gücünün biraz azalmasına neden olsa da, genellikle bir avantajdır. MOSFET'ler kaynak dirençlerine ihtiyaç duymadan paralelleştirilebilir, çünkü daha fazla akım taşıyan biri ısındıkça kazanç kaybeder ve direnci artar, böylece diğerlerinin yükü paylaşmasına izin verir. Ros, paralel cihazlar kullanan sert anahtarlama uygulamalarında kullanışlı bir özellik olan sıcaklık ile yükselir. Arıza voltajı, B Vpss, sıcaklık ile artar ve bu nedenle, kullanılırken ısınan bir kısımda genellikle bir endişe değildir. Uydularda olduğu gibi aşırı soğuk durumlarda da etkileri vardır .

MOSFET'leri paralel hale getirirken bir uyarı: her zaman UHF'de kolayca salınacaklarına dikkat edin. Cihazın elektrotlar arası kapasitansları ve bağlama teli indüksiyonları, çapraz bağlanmış bir multivibratör oluşturmak için bir araya gelir. Çözüm, kapı uçları ile seri olarak küçük bir direnç yerleştirmektir, 3.3 Q genellikle yeterli olacaktır. Bu, Q devresini salınımın - başlamasını önleyecek kadar düşürür. [Ref: Motorola Mühendislik *Bülteni 104, et al]*

17.10 Katı Hal RF Amplifikatörleri

17.10.1 Katı Hal vs Vakum Tüpleri

Katı hal amplifikatörleri alıcı-vericilerde norm haline gelmiştir, ancak harici yüksek güç amplifikatörlerinde kullanımları yoktur. Bunun başlıca nedeni ekonomiktir. Transistörlerle bir kilowatt veya daha fazla üretmek daha pahalıdır, çünkü bunlar daha küçüktür ve daha az dağılma özelliğine sahiptir. Yayın ve endüstriyel RF endüstrisi katı hale dönüştüğü için bu durum değişiyor ve RF güç transistörlerini daha düşük fiyatlarla amatör kullanım için kullanılabilir hale getiriyor. Bir dizi yasal limitli katı hal Amatör Radyo amplifikatörü mevcuttur.

17.10.2 İşletme Sınıfları

Bu konu hem transistörler hem de tüpler için geçerlidir ve daha önce bu bölümde ve ayrıca **RF Teknikleri** bölümünde ele alınmıştır. İn iletişim amplifikatörleri, Sınıf A esas olarak doğrusallığın istendiği ve verimliliğin bir endişe kaynağı olmadığı sürücü aşamaları için kullanılır.

B Sınıfı genellikle daha doğrusal AB Sınıfı lehine geçer. Sınıf AB, RF amplifikatörlerinin verimlilikte çok küçük (belki %1 veya %2) bir azalma için, esas olarak daha az çapraz bozulmada, artan doğrusallık sunar. İt, çok çeşitli frekansları kapsaması gereken doğrusal güç amplifikatörleri için en yaygın kullanılan işlem sınıfıdır. Geniş bant katı hal AB sınıfı amplifikatörler tipik olarak %50 ila 60 verimlilik sağlar.

C sınıfı, verimliliğin önemli olduğu ve doğrusallık ve bant genişliği veya harmoniklerin olmadığı yerlerde kullanılır. FM vericileri iletişimde en yaygın uygulamadır. Tek bantlı ayarlı amplifikatörler %80 kadar verimli olabilir. Bununla birlikte, tek uçlu bir amplifikatörde bir tank devresine ihtiyaç duyarlar. C sınıfı amplifikatörler, tuş tıklamalarını önlemek için sürüş sinyalinin kapsamlı ön bozulması olmadan CW gibi açma-kapama anahtarlı modları için uygun değildir.

Sınıf D ve E en verimli, pratik devre uygulamalarında %95'e kadar. Ancak bunların her ikisi de bu verimi elde etmek için dar bir bant ayarlı tank devresi gerektirir. Lineer değiller; Çıkışları esasen açık veya kapalıdır EER işlemi (zarf eleme ve restorasyon) ile doğrusal amplifikasyon için oldukça etkili bir şekilde kullanılabilirler, ancak her zaman tek bantlı bir devrededir. - Güç kaynağı düzgün şekilli bir zarf ile anahtarlanmışsa açma-kapama anahtarlaması kullanılabilir. EER'nin iyi yapılması zordur

17.10.3 Transistörlerin Modellenmesi

Bu bölümde daha önce detaylandırılmış performans eğrilerinin kullanıldığı tasarım yöntemi-Ter, vakum tüp amplifikatör tasarımına katı halden daha uygundur. Katı hal ile kullanılan en yaygın yöntem, elektronik modeller kullanarak elektronik tasarım analizidir (bilgisayar destekli tasarım veya CAD olarak da adlandırılan EDA). Bazı yüksek güçlü transistörler için SPICE veya S-parametre modelleri mevcuttur ve basit amplifikatörler uygun bir analiz programı yardımıyla kolayca tasarlanabilir. (SPİCE ve ilgili modelleme teknikleri hakkında daha fazla bilgi için Bilgisayar Destekli Devre Tasarımı bölümüne bakın.)

Tam özellikli devre tasarımı ve analiz programları pahalıdır ve ortaya çıkan tasarımlar sadece kullandıkları transistör modellerinin doğruluğu kadar iyidir. Karmaşık bir faktör, herhangi bir tasarımın, devredeki tüm pasif bileşenler için modellere büyük ölçüde dayanmasıdır. Bazı ticari bileşenler için pasif parça modelleri elde edilebilirken, devrenin modellenebilmesi için ferrit yüklü transformatörler gibi diğerlerinin de tasarlanması gerekir. Elektronik tasarımın çok daha uzun sürmesi ve faydaların değerinden daha pahalıya mal olması alışılmadık bir durum değildir.

Bilgisayar Destekli Devre Tasarımı bölümünde ayrıntılı olarak belirtildiği gibi, EDA satıcılarının çoğu, ürünlerinin ücretsiz veya ucuz'öğrenci sürümlerini "sunmaktadır. Bunlar, belirli bir devre karmaşıklığı seviyesine kadar tamamen yeteneklidir. Genellikle bütün bir amplifikatörü analiz edecek kadar büyük olmasalar da, öğrenci sürümleri hala bütünün parçalarına bakmak için özellikle yararlıdır.

Elektronik tasarım, devre tasarımını "basketbol sahasında" elde etmek için çok kullanışlıdır. Tasarım, inşa edildiğinde çalışacak kadar yakın olacak ve gerekli ince ayar yapıldıktan sonra kolayca yapılabilir. Bilgisayar modellemesi, devrenin pasif bileşenleri üzerindeki stresleri değerlendirmek için çok kullanışlıdır, - böylece uygun şekilde boyutlandırılabilirler. CAD'in bir başka çok yararlı kullanımı, çıkış *filtrelerinin geliştirilmesidir.* Jim Tonne tarafından SVC Filtre Tasarımcısı, W4ENE, içeriği ile stü.

17.10.4 İpedans Dönüşümü - "Eşleştirme Ağları"

Besleme voltajının yanı sıra, bir tüp amplifikatörünün çalışması ile bir transistör amplifikatörü arasında çok az fark vardır. Her biri giriş sinyalini yükseltir ve her biri yalnızca belirli bir yük empedansında çalışır. Bir tüp amplifikatöründe, uygun plaka yük empedansı, empedansı 50 n'ye kadar dönüştüren ayarlanabilir bir pi veya pi-L plaka ayarlama ağı tarafından sağlanır.

Tek transistörlü amplifikatör yapılabilir Aynı şekilde ve aslında çoğu tek bantlı VHF amplifikatör "tuğla'dır. Ayarlanmış bir eşleştirme ağı, transistör için uygun yük empedansını sağlar ve 50 92'ye kadar dönüştürür. En büyük fark, bir transistör için uygun yük empedansının, makul bir güç miktarında, 50 © 2'den çok daha düşük olmasıdır. Vakum tüpleri için 50 © 2'den çok daha yüksektir .

GENIŞ BANT TRANSFORMATÖRLER

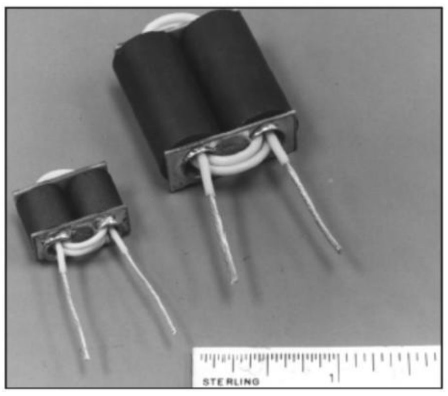
Geniş bant transformatörleri genellikle bir güç amplifikatöründeki giriş empedansına veya optimum yük empedansına eşleştirmede kullanılır. Ayarlanan eşleşen devrelerin aksine, transformatörler ayarlama yapmadan geniş bir frekans aralığında sabit empedans dönüşümü sağlayabilir. Çok oktav güç amplifikatör performansı, bu transformatörlerin uygun şekilde uygulanmasıyla elde edilebilir. Giriş ve çıkış transformatörleri, bir geniş bant amplifikatöründeki en kritik bileşenlerden ikisidir. Amplifikatör verimliliği, düzlük kazanma, SWR girişi ve hatta doğrusallık, hepsi transformatör tasarımı ve uygulamasından etkilenir .

RF Teknikleri ve **İletim Hatları** bölümlerinde açıklandığı gibi iki temel RF transformatör tipi vardır: geleneksel transformatör ve iletim hattı transformatörü. RF transformatörleri hakkında daha fazla bilgi, bu kitabın indirilebilir ek içeriğine dahil edilmiştir.

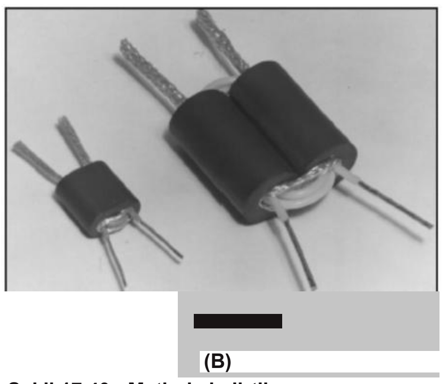
Geleneksel transformatör, bir güç transformatörü ile aynı şekilde sarılır. Birincil ve ikincil sargılar, genellikle bir ferrit veya toz demir malzemeden yapılmış yüksek geçirgenlikli bir çekirdeğin etrafına sarılır. İkincil ve birincil arasındaki bağlantı, kaçak indüktansı en aza indirmek için mümkün olduğunca sıkı yapılır. Düşük frekanslarda, sargılar arasındaki bağlantı ağırlıklı olarak manyetiktir. Frekans yükseldikçe, çekirdek geçirgenliği azalır ve sızıntı indüktansı artar; trafo kayıpları da artıyor.

Geleneksel transformatörlerin tipik örnekleri **Şekil 17.40'ta gösterilmiştir.** Şekil 1 7.40A, birincil sargı ferrit kılıflara yerleştirilmiş pirinç veya bakır tüplerden oluşur. Tüpler bir ucunda bir parça bakır kaplı devre kartı malzemesi ile birlikte kısaltılır ve tek bir tum döngüsü oluşturur. İkincil sargı tüplerden geçirilir. Düşük empedanslı sargı sadece tek bir tum olduğundan, empedans dönüşüm oranı tam sayıların kareleri ile sınırlıdır - **1,4,9**, 16 vb.

En düşük etkili transformatör frekansı, onetum sargısının indüktansı ile belirlenir. Amaçlanan operasyonun en düşük frekansında, empedanstan en az dört kat daha büyük bir reaktansa sahip olmalıdır.



(A)



(B)

Şekil 17.40 - Metinde belirtilen transformatörleri inşa etmenin iki yöntemi. A'da, tek dönüşlü döngü pirinç borudan yapılır; B'de, döngü için bir parça koaksiyel kablo örgüsü kullanılır.

ile bağlantılıdır. İki sargı arasındaki bağlantı katsayısı, birincil tüp çapının ve uzunluğunun ve yüksek empedanslı sargıda kullanılan telin çapı ve yalıtım kalınlığının bir fonksiyonudur. 36:1'den büyük yüksek empedans oranları, büyük çaplı ikincil sargılar kullanmalıdır. Minyatür koaksiyel kablo (iletken olarak sadece örgüyü kullanarak) iyi çalışır. Koaksiyel kablo örgüsü için başka bir kullanım Şekil 17.40B'de gösterilmiştir. Birincil sargı için boru kullanmaktan sonra, ikincil sargı bakır örgüden geçirilir. Birden fazla koaksiyel parça ile yapılan transformatörün birincil ve ikincil arasındaki artan bağlantı nedeniyle, kaçak reaktansı azalır ve bant genişliği performansı artar.

Kullanılan çekirdekler yeterince büyük olmalıdır, böylece çekirdek malzemesi transformatöre uygulanan güç seviyesinde doymaz. Çekirdek doygunluğu, çekirdek geçirgenliğinde kalıcı değişikliklere ve aşırı ısınmaya neden olabilir. Transformatör - doğrusalsızlığı da çekirdek doygunluğunda gelişir. Harmonikler ve diğer bozulma ürünleri üretilir - açıkça istenmeyen bir - durum. Transformatörün güç yeteneklerini artırmak için birden fazla çekirdek kullanılabilir.

İletim hattı transformatörleri geleneksel transformatörlere benzer, ancak daha geniş frekans aralıklarında kullanılabilir. - Geleneksel bir transformatörde, yüksek frekanslı performans bozulması, esas olarak, reaktansı frekans ile yükselen kaçak indüktansından kaynaklanır. Bir iletim hattı transformatöründe, sargılar, ikisi arasında sıkı kapasitif bağlantı olacak şekilde düzenlenir. Yüksek bir bağlantı katsayısı, - geleneksel transformatörlerden çok daha yüksek frekanslara kadar korunur.

İletim hattı transformatörünün üst frekans sınırı, hatların uzunluğu ile sınırlıdır. Çizgiler % dalga boyuna yaklaştıkça, - rezonant çizgi etkileri göstermeye başlarlar ve transformatör hareketi düzensiz hale gelir.

MATCHNG ŞEBEKELERİ VE TRAFOLAR

Tipik tüp amplifikatör tank devresi, bir pi orpi-L konfigürasyonunda bir empedans dönüştürme ağıdır. Makul yüklü Q ile, FCC minimumlarının altındaki çıkış sinyali harmonik seviyelerini azaltmak için düşük geçişli bir filtre olarak da işlev görür.

Bir transistör amplifikatörü geniş bant transformatörü kullanıyorsa, FCC harmonik bastırma uyumluluğunu elde etmek için ayrı bir alçak geçiren filtre ile takip edilmelidir. Bu, geniş bant transistör amplifikatörlerinin push-pull çiftlerinde çalıştırılmasının bir nedenidir. Devre yarıları arasındaki denge doğal olarak harmoniklere karşı bile ayrım yapar, özellikle ikinci harmonik için filtreleme işini kolaylaştırır. Push-pull konfigürasyonu, iki transistör kullanıldığında, devre karmaşıklığında veya bileşen sayısında çok az artışla güç çıkışını iki katına çıkarır. Push-pull çiftlerini eşleştirmek de daha kolaydır. Bir itme-çekme aşamasının giriş ve çıkış empedansı, tek uçlu bir aşamanın iki katıdır. Empedans düşüktür ve yükseltmek genellikle eşleştirme görevini kolaylaştırır.

Transistörün düşük empedanslı çalışması, transistörün yük empedansından 50'ye kadar gerekli dönüşümü sağlamak için basit bir geniş bant transformatörü kullanma fırsatı sağlar.Bu düşük empedans, cihazın çıkış kapasitansının etkilerini de ortadan kaldırır ve Transformatöre bir miktar ferrit yüklenmesi ile amplifikatör, ayarlama olmadan çok geniş bir bant genişliği üzerinde çalışacak şekilde yapılabilir. Tüplerle bu mümkün değildir.

Öte yandan, değişken çıkış ağına sahip bir tüp amplifikatörü, gerçek çıkış yükü empedansı için ayarlanabilir. Sabit çıkış ağına sahip transistör amplifikatörü - ayarlanamaz ve bu nedenle 50 © 2'den uzaktaki yük değişimlerini çok daha az affeder. Devreler yanlış kaynaklanan hasarlardan transistörü korumak için gereklidir yükler eşleşti. Bu koruma devreleri genellikle herhangi bir operatör müdahalesi olmadan "perde arkasında" çalışır. Gerçek dünyada çalışan herhangi bir transistör amplifikatörünün hayatta kalması için gereklidir.

CALCULATİNG UYGUN YÜK İMPEDANCE

Tek bir transistör (ora tüpü) için uygun yük empedansı ʀ = E ?/P ile tanımlanır. Bunu RMS'den tepe voltajına dönüştürerek, formül R = E/2P olarak değişir. İki cihaz itme-çekmede kullanılırsa (iki kat güç ve iki kat empedans ile) formül ʀ = 2E ? /P olur.

Bir kısıtlama var. Transformatör - empedans oranları, dönüş oranlarının karesidir. Tek tum primerleri olanlar 1, 4, 9, 16 ve benzeri tam sayı değerleriyle sınırlıdır. Gerçek dünya transformatörleri, başıboş kapasitans ve sızıntı indüktansı nedeniyle bant genişliklerini 25:1'den daha büyük oranlarda hızla kaybeder. Bu oranlardan birini kullanan bir tasarım çözümü bulunmalıdır. Örnek olarak her yerde bulunan 100 W, 12 V alıcı-verici güç amplifikatörünü kullanacağız. İtme-çekme formülünü kullanarak, gerekli yük empedansı 2 x 12.5/100 ²= 3.125 O2'dir. Gerekli transformatör empedanceratio, 4:1 dönüş oranı ile sağlanan 50/3.125 = 16'dır.

Transistör üreticileri, geniş bant transformatör kısıtlamasını kabul ederek, - otomotiv ve askeri akü voltajlarını ve pratik transformatör oranlarını kullanarak etkili bir şekilde çalışan cihazlar geliştirdiler: 12 V çalışma için 65 W cihazlar ve 48 V için 150 W cihazlar Daha büyük 50 V cihazlar tasarlanmıştır 600 W'yi çıkaracak (örneğin, MRF154), ancak pratik transformatör kısıtlamaları 50 V itme-çekme çıkış gücünü 900 W'a sınırlar. Endüstriyel pazarlar için geliştirilen daha yüksek voltajlı cihazlar var ve yavaş yavaş amatör tasarımlara yöneliyorlar. Çalışma voltajını ayarlayarak ortak bir transformatör dönüş oranı için empedansı uygun bir değere ayarlayabilmek güçlü bir tasarım seçeneğidir. Çıkış gücü üzerindeki bu cihaz ve transformatör kısıtlamaları, birkaç PA modülünün çıkışlarını birleştirerek de aşılabilir.

17.10.5 Birleştiriciler ve Ayırıcılar

Bazı istisnalar dışında, pratik katı hal amplifikatörleri yaklaşık 500 W'lık bir üst güç sınırına sahiptir. Bu, mevcut cihazların dayattığı bir kısıtlama ve bir dereceye kadar onları soğutma yeteneğidir. Cihazlar silikon kalıp alanını artırarak daha güçlü hale getirildiğinden, güç yoğunluğu o kadar yüksek olabilir ki sadece su soğutması yeterli ısı giderimini sağlayabilir. Büyük cihazlar ayrıca güvenlik sağlayan büyük parazitik kapasitanslara sahiptir.

Birkaç oktav boyunca geniş bant eşleşmesi yapmak çok zor. Temel bir amplifikatör hücresi veya "tuğla" inşa ederek ve daha sonra birkaç hücreyi bir araya getirerek, verici çıkış güçleri sadece karmaşıklıkla sınırlıdır. Birleştiriciler ve bölücüler kayıplara sahiptir ve maliyet ekler, bu nedenle pratik sınırlar vardır .

Geniş bant birleştiriciler genellikle bir N-yolu 0 ° hibrid ve ardından bir N: 1 empedans transformatörü şeklini alır. Kare oranı kuralı burada da geçerlidir, çünkü N giriş portuna sahip bir geniş bant birleştiricisinin çıkış empedansı 50/N ◎ 2 olduğundan, birleştiriciler genellikle 2, 4, 9 ve 16 yönlüdür. Oran ne kadar yüksek olursa, bant genişliği o kadar düşük olur .

Birçok kombinasyon türü geliştirilmiştir. En yaygın olanı 4 yoldur. Oluşturulması kolaydır ve çok iyi bant genişliğine sahiptir. Ticari "1 kW" genişbant amplifikatörlerinin çoğu, 48 V üzerinde çalışan dört adet 300 W itme-çekme modülünün çıkışını toplamak için 4 yönlü bir birleştirici kullanır. Sadece yüzde birkaç olabilir, ancak bu bir kilovat çıkışı için önemli miktarda ısı ve verimlilik kaybını temsil eder. Bu, 4 x 300'ün 1200 yapmadığı bir durumdur.

1 kW'lık bir katı hal amplifikatörü yapmak için birleştirici yaklaşımı, çok sayıda ayrı parça kullanır. Karşılaştırılabilir bir 1 kW tüp amplifikatörü nispeten az gerektirir. Bu, yüksek güçlü katı hal ünitesini daha pahalı ve potansiyel olarak daha az güvenilir hale getirir.

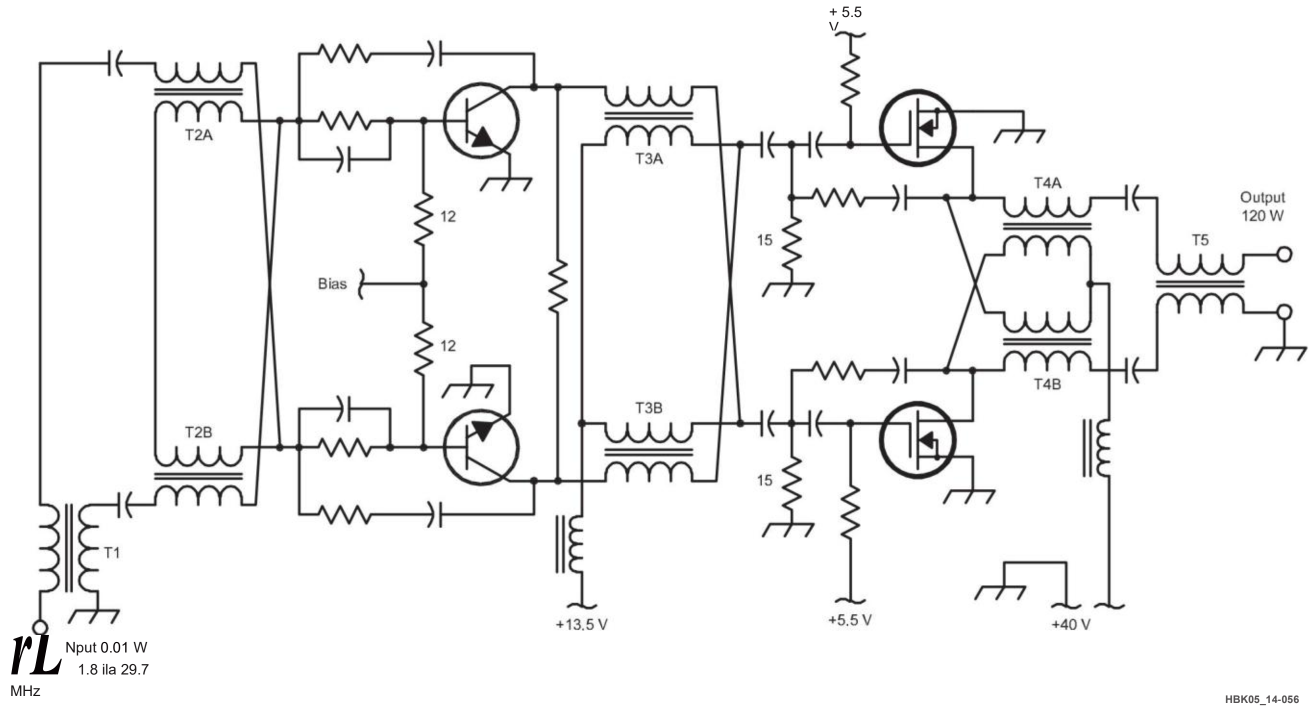
Bir alternatif var. Eğer daha yüksek voltajlı transistörlerimiz olsaydı, daha fazla çıkış elde etmek için aynı çıkış transformatörü ağ konfigürasyonunu kullanabilirdik, çünkü güç çalışma voltajının karesi ile yükselir. 200 V veya daha fazla çalışabilen yüksek voltajlı transistörler vardır. Sorun, bu transistörlerin karşılık gelen daha yüksek güç dağılımını idare edebilmesi gerektiğidir. Daha büyük, daha güçlü cihazlar yapmanın dezavantajı, parazitik kapasitansta bir artıştır. Bu daha büyük transistörlerin sürülmesi ve geniş bant genişlikleri üzerinden eşleştirilmesi zorlaşır. Bununla birlikte, devre basitliği ve - birleştiricinin ortadan kaldırılması ve kayıpları, daha yüksek voltaj yaklaşımını oldukça çekici kılar .

TRANSMISSİON LNE TRAFOLAR VE KOMBİLER

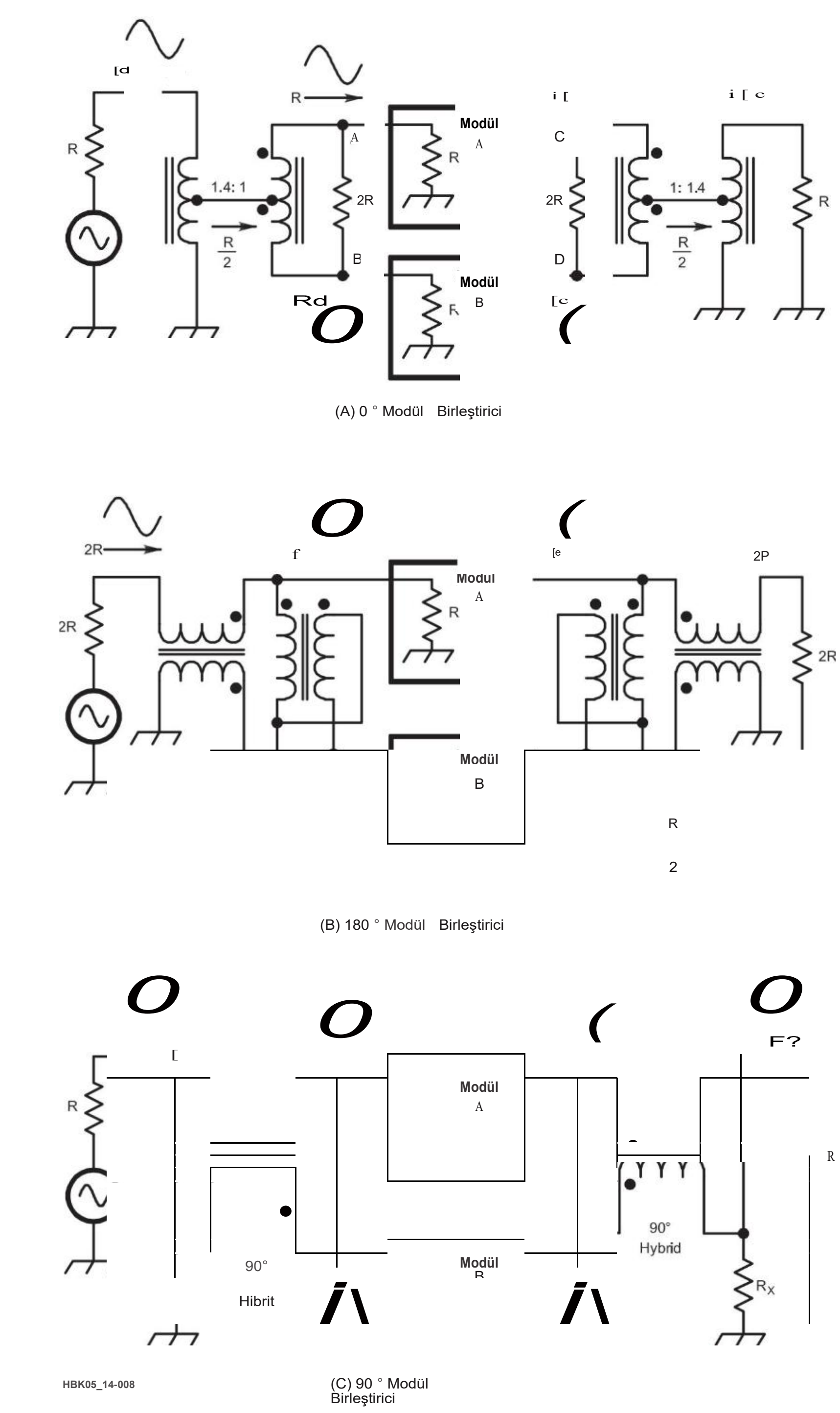
Şekil 17.41, iskelet biçiminde, iletim hattı transformatörlerinin bir itme-çekme katı hal güç amplifikatöründe nasıl kullanılabileceğini göstermektedir. Buradaki fikir, her transistörün her aşamada amplifikasyonda eşit olarak paylaşması için oldukça dengeli aşamaları korumaktır. Denge ayrıca eşit dereceli harmonikleri en aza indirir, böylece çıktının düşük geçişli filtrelenmesi çok daha kolay hale getirilir. Diyagramda, Tl ve TS, bir uçta topraklanmış bir bağlantıyı diğer uçta dengeli (yüzen) bir bağlantıya dönüştüren ve her iki telde de toprağa yüksek empedans sağlayan akım (boğma) balunlarıdır. T2, 50 ©2 jeneratörünü 12.5 9'a dönüştürür (4:1 empedans) ilk aşamanın giriş empedansı. T3, ilk aşamanın toplayıcılarından ikinci aşamanın kapılarına kadar benzer bir adım aşağı dönüşüm gerçekleştirir. MOSFET'ler kapıdan zemine düşük bir empedans gerektirir. Çıkış aşamasının drenajları, T4 tarafından gerçekleştirilen 12.5 Q'dan 50 n'ye kadar bir empedans adımı gerektirir. Boğma balunlarının ve transformatörlerin amplifikatör boyunca yüksek bir denge derecesi sağlamak için nasıl işbirliği yaptığına dikkat edin. Amplifikatör frekans yanıtını düz tutmaya yardımcı olan çeşitli geribildirim ve yükleme ağlarına da dikkat edin.

Üç yöntem yaygındır! Y modülleri birleştirmek için kullanılır: paralel (0 °), itme-çekme (180 °) ve dörtgen (90 °). RF devre tasarımı, birleştirme genellikle ayırıcılar ve birleştiriciler olarak adlandırılan özel "hibrit" transformatörler ile yapılır. Bunlar, her iki işlevi de yerine getirebilen aynı transformatör türüdür. Dağıtıcı girişte, birleştirici çıkışta .

Şekil 17.42, üç temel birleştirici türünün her birinin bir örneğini göstermektedir. Girişte bir 0 ° hibrid ayırıcı olduğunda, iki sargı arasındaki sıkı bağlantı, A ve B'deki voltajları genlikte eşit olmaya zorlar ve iki modül aynıysa fazda da eşittir. A ve B noktaları arasındaki 2R direnci, - transformatör aracılığıyla A ve B arasındaki güç transferini büyük ölçüde azaltır, ancak yalnızca jeneratör direnci R'ye yakın ise çıkış birleştirici



Şekil 17.41 - Katı hal güç amplifikatörlerinde balun ve birleştirici olarak iletim hattı transformatörlerinin tipik kullanımı.



Şekil 17.42 - Modülleri birleştirmek için üç temel teknik.

İki çıkış C ve D'yi aynı şekilde birbirinden ayırır, eğer çıkış yükü R'ye eşitse, gösterildiği gibi. Modül çıkış seviyeleri aynıysa 2R dirençte güç kaybı olmaz. Bu bölüm kombinasyonlar konusunu çok hafif bir şekilde ele almaktadır. Okuyucunun daha derin bir anlayış ve farklı frekans aralıklarında kullanılan teknikler için önemli literatüre başvurmasını öneriyoruz.

17.10.6 Amplifikatör Sabitleme

Emisyonların saflığı ve bir tüp veya transistör devresindeki aktif cihazların faydalı ömrü (hatta hayatta kalması), çalışma sırasında büyük ölçüde stabiliteye bağlıdır. Salınımlar, istenmeyen pozitif geribildirim nedeniyle çalışma frekansında veya uzağında oluşabilir.

amplifikatör. Kontrol edilmeden, bu salınımlar RF spektrumunu kirletir ve tüp veya transistörün aşırı dağılmasına ve daha sonra arızalanmasına neden olabilir. Her salınım türünün kendi nedeni ve kendi tedavisi vardır.

Doğrusal bir amplifikatörde, giriş ve çıkış devreleri aynı frekansta çalışır. Bu iki devre arasındaki bağlantı yeterince küçük bir değerde tutulmadıkça, çıkıştan yeterli enerji, amplifikatörün salınmasına neden olmak için fazda girişe geri bağlanabilir. İki devrenin bileşenlerini ve kablolarını düzenlemede özen gösterilmelidir, böylece tüpün veya transistörün kendisinin dışında bağlantı için ihmal edilebilir bir fırsat olacaktır. Giriş ve çıkış devreleri arasında genellikle yüksek derecede koruma gereklidir. Tüm RF uçları mümkün olduğunca kısa tutulmalı ve giriş ve çıkış tankı devrelerinden yayıcıya veya katoda kadar RF dönüş yollarına özellikle dikkat edilmelidir.

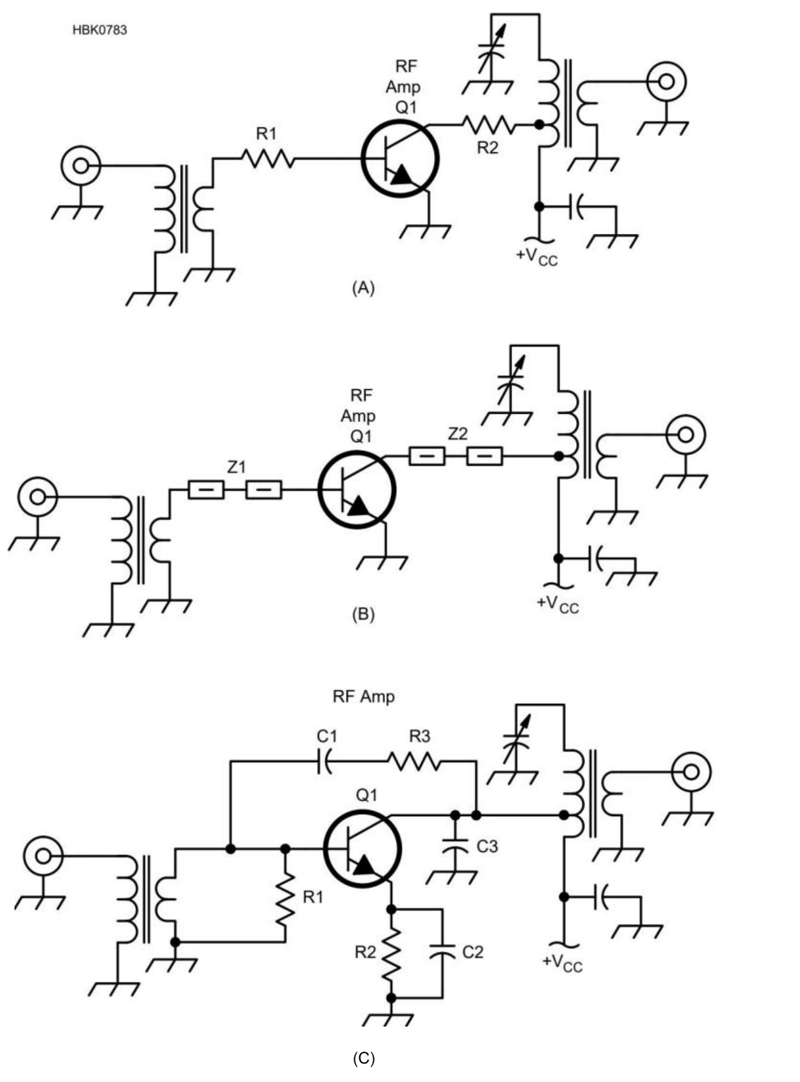
Genel olarak, bir tüp kullanarak en iyi düzenleme, giriş ve çıkış devrelerinin kasanın zıt taraflarında olduğu bir düzenlemedir. Giriş ve çıkış devresi için İndividual korumalı bölmeler izolasyona katkıda bulunur. Transistör devreleri biraz daha affedicidir, çünkü tüm empedanslar nispeten düşüktür. Bununla birlikte, çoğu amplifikatör devre kartında bulunan yüksek akımlar, istenmeyen devrelere kolayca bağlanabilir. Uygun düzen, çift taraflı devre kartlarının kullanılması (bir tarafı zemin düzlemi ve düşük akışlı zemin dönüşü olarak kullanılır) ve de besleme hatlarında ağır dozlarda bypass yapılması çoğu katı hal amplifikatörünün salınmasını önlemek için yeterlidir.

PARASITİC OSCILLATIONS

Düşük güçlü katı hal amplifikatörleri, parazitik salınımlar, **Şekil 17.43A'de gösterildiği gibi, taban veya toplayıcı kurşun ile seri olarak az miktarda direnç kullanılarak önlenebilir.** Rl veya R2 değeri tipik olarak 10 ile 22 arasında olmalıdır. Her iki direncin kullanımı nadiren gereklidir, ancak ampirik bir belirleme yapılmalıdır. Rl veya R2 pratik olarak transistöre yakın yerleştirilmelidir.

Yaklaşık 0,5 W'ı aşan güç seviyelerinde, Şekil 17.43B'de gösterilen paraziter bastırma tekniği etkilidir. Bir direnç boyunca voltaj düşüşü daha yüksek güç seviyelerinde engelleyici olacaktır, bu nedenle bağlantı uçları üzerine yerleştirilen bir veya daha fazla ferrit boncuk ikame edilebilir (Zl ve Z2). 125'lik bir boncuk geçirgenliği, HF performansını etkilemeden VHF ve üzerinde yüksek bir empedans sunar. Boncukların her iki devre konumunda da kullanılması gerekmez. Genel olarak, en az akımı taşıyan terminal, bu bastırma cihazları için en iyi yerdir. Bu, direnç veya ferrit boncuklarının - transistörün temel ucuna bağlanması gerektiğin

Şekil 17.43C'nin C3'ü bazılarına eklenebilir



Şekil 17.43 - Katı hal amplifikatörlerinde VHF ve UHF parazitlerinde baskılama yöntemleri. A'da, devre Q.B'yi azaltmak için küçük baz ve toplayıcı dirençler kullanılır, devre empedansını arttırmak için ferrit boncukların kullanımını gösterir. İn devre C, C1 ve R3, negatif geri besleme uygulamak için yüksek geçişli bir ağ oluşturur.

VHF/UHF parazitik salınımlarını sönümlemek için güç amplifikatörleri. Kondansatörün VHF ve UHF'de reaktansı düşük olmalı, ancak çalışma frekansında yüksek bir reaktans göstermelidir. Seçilen tam değer, toplayıcı empedansına bağlı olacaktır. Makul bir tahmin, çalışma frekansında toplayıcı empedansının 10 katı bir X kullanmaktır. Bu uygulama için gümüş-mika veya seramik çip kapasitörler önerilmektedir. Ek bir avantaj, toplayıcı devredeki VHF ve UHF harmonik enerjisi için ortaya çıkan bypass eylemidir. C3, kısa uçlar kullanılarak kolektör terminaline mümkün olduğunca yakın yerleştirilmelidir.

Bir geniş bant amplifikatöründe ofC3 efektler, çalışma sırasında nispeten önemsizdir

Frekans. Bunun birlikte, dar bantlı bir toplayıcı ağ kullanıldığında, C3'ün eklenen kapasitansı, transistörün Gour'u ile aynı şekilde ağ tasarımına emilmelidir.

DÜŞÜK FREKANSLI PARASITİC OSCILLATIONLAR

Bipolar transistörler ve MOSFET'ler, çalışma frekansı düşürüldükçe artan bir kazanç özelliği sergiler. Yüksek kazanç nedeniyle düşük frekanslı dengesizlikleri önlemek için, şant ve dejeneratif geri besleme sıklıkla kullanılır. Düşük frekanslı kendi kendine salınımların en çok meydana geldiği bölgelerde, geri besleme, geri besleme ağının doğası gereği artar ve amplifikatör kazancını azaltır. İn the

Şekil **l 7.43C**, Cl ve R3 devresi negatif geri besleme sağlar, bu da frekans düşürüldükçe giderek artar. Ağ, istenen çalışma frekansında küçük bir etkiye sahiptir, ancak düşük frekanslarda belirgin bir etkiye sahiptir. C 1 ve R3 için değerler genellikle deneysel olarak seçilir. Cl genellikle HF-band amplifikatörleri için 220 pF ve 0.0015 µF arasında olurken, R3 51 ila 5600 © arasında bir değer olabilir.

Şekil l'nin R2'si 7.43C düşük frekanslarda yayıcı dejenerasyonu geliştirir. Bypass kondansatör, C2, amaçlanan çalışma frekansında yeterli RF atlaması için seçilir. C2 empedansı, frekans azaldıkça kademeli olarak yükselir, böylece R2'nin neden olduğu dejeneratif geri bildirimi arttırır. Bu amplifikatör kazancını düşürür. Bir güç aşamasında R2 nadiren 10 Q'dan büyüktür ve 1 Q kadar düşük olabilir. İt, bazı çalışma ve düzen koşullarında R2'nin kararsızlığa neden olabileceğini düşünmek önemlidir. Bu form geri bildirimi sadece koşulsuz stabilitenin sağlanabileceği devrelerde kullanılmalıdır.

R 1 ofF igure 17.43 C, bir amplifikatörün girişini süpürmede kullanışlıdır. Bu, düşük frekanslı kendi kendine salınım şansını azaltır, ancak istenen çalışma aralığında amplifikatör performansı üzerinde bir etkiye sahiptir. 3 ila 27 Q arasındaki değerler tipiktir. Bir güç amplifikatörünün normalde düşük taban empedansı ile şanta bağlandığında, dirençler etkili cihaz giriş empedansını hafifçe düşürür. Rl, transistör baz terminaline mümkün olduğunca yakın yerleştirilmeli ve başıboş tepkileri en aza indirmek için bağlantı uçları kısa tutulmalıdır. Paralel olarak iki rezistörün kullanılması, tek bir rezistansa kıyasla tanıtılan induktif reaktans miktarını azaltır.

17.10.7 Amplifikatör "Palet" Modülleri

İlk RF amplifikatör transistörleri Motorola, TRW ve RCA tarafından tanıtıldığından, bu cihazların pazarlanması, uygulama mühendislerinin bunları fonksiyonel amplifikatör modüllerine tasarlamalarını sağlayarak yapıldı. Şematik - ve parça listesi, cihazların veri sayfasında veya ayrı bir yayınlanmış Uygulama Notu'nda sağlanmıştır. İlk ve en ünlü uygulama mühendisi Motorola'nın Helge Granberg, K7ES idi. Yaratıcıydı ve çok net ve ilgi çekici bir yazı stili vardı. Daha fazla şirket RF transistör pazarına girdikçe, aynı stratejiyi benimsediler. Teknoloji bipolarlardan VDMOS ve LDMOS cihazlarına evrimleşmiş olsa bile, bu hala geçerli bir stratejidir.

Üreticiler, bu uygulama devrelerinin ürünlerinin yeteneklerini göstermesini istiyor, ancak bina, satış ve garanti konusunda anlaşılır bir şekilde isteksizler.

Onları. Bu, diğer şirketlerin kaynak zor - bileşenleri ve cihazları paketlemeleri ve yarı kitler olarak satmaları için elverişli bir iş sağlamıştır. Bazı girişimciler daha da ileri gider ve üreticinin uygulama notlarından veya kendi tasarımlarından amplifikatör modülleri veya "paletler" oluşturur. Bu, çok çeşitli mevcut kitler ve paletlerle sonuçlanmıştır. "RF güç modülü" veya "RF palet amplifikatörü" için çevrimiçi aramalar birçok kaynağı artıracaktır.

Modüller çok çeşitli güç seviyelerinde, çalışma voltajında ve frekans aralıklarında mevcuttur. İki şekilde gelirler: genellikle VHF veya UHF'de kullanılan tek uçlu bir topoloji kullanan tek bantlı amplifikatörler ve HF ve hatta 2 metreye kadar dengeli "pushpull" topolojisi kullanan geniş bant amplifikatörler. **Şekil 17.44,** HF kullanımı için tasarlanmış 1 kW çıkış paletini göstermektedir.

Bu uygulama notlarından bazılarını okumak ve bunlardan birinin yayında kullanılması konusunda heyecanlanmak zor değildir. İt çok kolay görünüyor - bir modül satın alın, bir güç kaynağı, uyarıcınız, bir anten bağlayın ve yayındasınız! Rüyalarında. Bir RF amplifikatör "tuğla" satın almak ve tam bir sistem olacağını düşünmek, aracın geri kalanı olmadan bir araba motoru satın almak gibidir. Şekil 17.44'teki palet, - elektroniği desteklemek için önemli bir ekstra maliyetle tam bir amplifikatör haline getirilebilir. Havaya koymadan ve tipik amatör istasyonda hayatta kalmadan önce anlamanız ve ele almanız gereken çok önemli

USNG PALETLER İN BİR AMPLIFIER

İlk konu istikrardır. Paletler 50 Ω yük için derecelendirilmiştir ve nadiren çıkış harmonikleri için karakterize edilir. Şekil 17.44'teki palet, örneğin yasal olarak çalışmak için düşük geçişli bir filtre gerektirir. Bazıları gerçek dünya VSWR ile çalıştırıldığında veya tüm harmonik enerjiyi modüle geri yansıtan düşük geçişli bir filtre ile sonlandırıldığında çılgınca kararsızdır. Her türlü salınım bir cihaz öldürücüdür .

Amplifikatör, harmonik çıkış için FCC düzenlemelerini karşılamalıdır. Bu bir lowpass filtre gerektirir. Filtreler belirli bir giriş ve yük empedansı için tasarlanmıştır, genellikle 50. Yük empedansı 50 Q'dan saptığı için filtre daha az etkili olabilir, ancak daha da önemlisi, tam güçte kötü bir yük, kapasitörler üzerindeki yüksek akım veya voltaj stresi nedeniyle filtreye zarar verebilir. Yük değiştikçe amplifikatörün verimliliği de değişir. Bazı 50 olmayan 9 yükler aslında - amplifikatörün 50 n'den daha verimli olmasına neden olsa da, filtreyi aşırı derecede zorlayabilir ve kaçınılması gerekir. İyi tasarlanmış koruma, yük VSWR'si 1,5: 1'i aştığında ve kesinlikle 2:1'de hareket ettiğinde çalışmaya başlayacaktır.

Amplifikatör, voltajı koruyan düzenlenmiş bir çıkışa sahip bir güç kaynağına ihtiyaç duyar



Şekil 17.44 - Jim Klitzing, W6PQL tarafından tasarlanan tipik HF amplifikatör "palet" (www.w & pgl.con/index.htm). Bu tasarım {KW çıkış gücüne sahiptir ve NXP BLF188XR LDMOS amplifikatör transistör modülünü kullanır. [Jim Klitzing, W6PQL, fotoğraf]

Nominal %3 içinde. Yük altında voltaj sarkması düz tepeye neden olur. Ayrıca, - normal akımın %125'inde mutlak bir limite sahip olmalıdır. Bu tek başına bir amplifikatörü korumak için yetersizdir, ancak bir devre arızası durumunda "ikincil hasarı" önlemek için uzun bir yol kat edecektir. Elektronik tedarik evleri ve çevrimiçi olarak kullanılabilen küçük hafif anahtar modlu malzemelerin saygın üreticileri vardır. Bunlardan bazılarında yerleşik soğutma fanları, iyi düzenleme ve akım sınırlaması vardır. Yük olmadan çalışırken herhangi bir anahtar düğmesinin kaynağının RFsessiz olup olmadığını kontrol ettiğinizden emin olun. Bazıları alıcınızda RF karma oluşturabilir. Bazı tasarımlar - anahtarlanabilir, amplifikatöre güç vermediğinde beklemede kalır. Bu tür tasarımlar için, CW anahtarlama dalga formlarını bozmayacak kadar hızlı tepki verdiğinden emin olmak için uyanma süresini kontrol edin.

Mevcut ticari amplifikatörlerin çoğu mikroişlemci tabanlı bir koruma ve kontrol sistemi kullanır. Bu, çok fazla esneklik, alıcı-verici ile iletişim yeteneği ve hatta uzaktan kumanda sağlar. Bu rota seçilirse, yeterince hızlı olmasını sağlamak için özen gösterilmelidir. Güvenli olması için VSWR gezileri 15 ms içinde etkinleştirilmelidir. (Geçici termal koruma ile ilgili aşağıdaki tartışmaya bakın.) Bazı çok kanallı A-to-D devreleri çok daha uzun sürer ve uygun değildir. Bu bölümün 250 W katı hal amplifikatörü için tasarlanan denetleyici, toplam analog korumanın uygun bir yolunu temsil eder. Hızlı ve basit devreler, hemen hemen her amplifikatöre uyacak şekilde kolayca uyarlanabilir.

COOLİNG A PALET MODÜLÜ

Soğutma sağlanmalıdır ve bu güç seviyelerinde önemsiz değildir. Çoğu zaman amplifikatörler, bir açıklama ve spesifikasyonun sağlanmadığı su soğutmalı bir soğutucu üzerinde test edilir. Bununla birlikte, Granberg, daha sonra *QST'de yayınlanan tam amplifikatörleri açıklayan birkaç genişletilmiş uygulama notu yazdı. (Granberg'in* makaleleri için bu bölümün sonundaki Referanslar ve Bibliyografya bölümüne bakın.) Buna rağmen, bunlar günümüzün sağlamlık, çalışabilirlik, güvenlik ve "jambon geçirmezlik" standartlarına göre eksiktir.

Pahalı RF cihaz arızasının en yaygın nedeni (> %95), transistörler çok ısındığında ve nedeni ne olursa olsun stresi azaltmak için bir şey yapılmadan önce eridiğinde termal aşırı strestir. Bir RF transistörün içinde çok az silikon vardır (bkz Şekil 17 .34). Tipik bir transistör kalıbı 0,2 inç kareden daha az ve belki de 4 milimetre kalınlığındadır. Tiner daha iyidir, çünkü tüm ısı en üstteki 0.3 milde üretilir ve tüm ısı, ısı emiciye ulaşmadan önce silikondan ve paket başlığının tabanından geçmek zorundadır. İsı transferi zaman alır, bu nedenle ısı emicide bir termal sensör olsa bile, cihazı kurtarmak için çok geç bir sorun olduğunu gösterir. Mevcut cihaz dağılımının, izin verilen maksimum bağlantı sıcaklığı ile cihazın montaj flanşı arasındaki farkla ilgili olduğunu unutmayın. İsı emici sıcaklık algılama uzun vadeli birikmiş sınırlamak için gereklidir

Yüksek görev döngüsü işleminde ısı, transistör kavşaklarını korumaz.

Uygun termal koruma, ani termal stresin olası tüm nedenlerini tanır: aşırı hız, yüksek VSWR (muhtemelen düşük verimliliğe neden olur), aşırı akım, yanlış düşük geçişli filtre seçimi ve diğerleri. Termal koruma sisteminin, giriş gücünün (RF + de) eksi RF çıkış gücünün izin verilen güç dağılımını ne zaman aştığını hızlı bir şekilde belirlemesi, ardından amplifikatörü devre dışı bırakması gerekir. Devre dışı bırakma, PTT hattını açmak, RF sürücüsünü çıkarmak veya giriş üzerindeki 3 dB'lik bir pedde geçiş yapmak kadar basit olabilir. (Giriş gücünün azaltılması, transistör soğuyana kadar hava kuvvetinde kalmanıza izin verebilir.) Her durumda, amplifikatörün devre dışı bırakılması hızlı ve uygun bir şekilde gerçekleştirilmelidir - çıkışın "sıcak - anahtarlama" olmadan, çıkış kesilmeden önce sürücü çıkarılmalıdır.

Geçici yükler için termal koruma

RF Güvenliği

Yüksek güçlü amplifikatörler üretir Güçlü **RF alanları,** özellikle bir tüp veya transistörün yakınında ve çıkış devrelerinin çevresinde. Bu alanlar özellikle 30 MHz'in üzerinde tehlikelidir ve mikrodalga güç amplifikatörleri özellikle tehlikeli olabilir. Kendinizi ifşa etmekten kaçının
Ayarlarken yoğun RF alanlarına
Veya yüksek kazançlı mikrodalga antenleri de dahil olmak üzere enerjili ekipmanı ölçmek. Kendiniz ve başkaları için RF maruz kalma kurallarına uyun. Daha fazla bilgi için Güvenlik Uygulamaları bölümüne bakın.

Bir şey daha var. Soğutma sisteminin termal tasarımı başka bir şeydir. Amplifikatörler için MOSFET Tasarımı bölümünde ele alındığı gibi, amplifikatör, bir gücü sürekli olarak dağıtmak için yeterli soğutma kapasitesine sahip bir soğutucu gerektirir.

Çıkış gücüne eşit. 100 W'ın üzerinde, ısı emici üzerinde yeterli hava akışını sağlamak için bir fana ihtiyaç vardır. Orantılı bir hız kontrolü önerilir. Lavabo 100 ° F'nin altında olduğunda ve lavabo 140 ° F'ye ulaştığında tam hızda kapalı olabilir. Bu, bekleme ve düşük iş döngüsü çalışmasında yüzgeçlerdeki zararlı toz birikimini azaltacaktır. Orantılı fan kontrollerinin tasarımı, Mary Burke tarafından Analog Devices (www.analog**.com/en/analog-dialog/articles/how-tocontrol-fan-speed.html).**

Mevcut amplifikatör modüllerinin bazılarında yeterli ısı yayıcı bulunur, bazılarında ise yoktur. Bu çok önemli. Tüm güç dağılımının çok küçük bir cihaz ayak izinden geldiği göz önüne alındığında, ısı emici yüzgeç ekstrüzyon alanıyla aynı boyutta iyi bir bakır tabakası, lavabonun yeterince "aydınlatılmasını" sağlar.

17. 11 Katı Hal Amplifikatörleri ve İntermodülasyon Bozulması

Değiş tokuşlar yaşamın bir gerçeğidir ve - bunları kesinlikle amatör alıcı-vericilerde ve doğrusal RF amplifikatörlerinde (bu - bölümün başka bir yerinde "amplifikatörler'olarak anılacaktır) görüyoruz. Solidstate vericileri ve amplifikatörleri, ayar ve otomatik bant değiştirme olmadan çalışmak için daha uygundur. Bununla birlikte, 6146A tüp finalleri ve negatif geri beslemeli tüp vericileri, daha az İMD (intermodülasyon ürünleri - genellikle "sıçrama'olarak adlandırılır) ile daha" temiz "sinyaller üretti. Günümüzde bir SSB sinyali, Collins 32S-3 veya Yaesu FT-102 gibi üst tüp vericilerine göre en az iki kat daha geniş olabileceğinden (sinyalin yan bant genliklerinin tepe değerlerinin 60 dB'ye düştüğü yerlerde ölçüldüğünde) fark önemlidir.

İlk adım, elbette, alıcı-vericiyi ayarlamak olmalıdır, böylece çıkış sinyali temiz, en az İMD ürünü ile. Bununla birlikte, aşırı "geniş'bir sinyal yalnızca alıcı-verici tarafından üretilen İMD'ye suçlanamaz. Bir amplifikatör kendi IMD ürünlerine katkıda bulunacaktır ve günümüzün katı hal - amplifikatörleri, eşdeğer güçte bir tüp amfisinden 10 ila 20 dB daha büyük olabilen IMD üretmektedir. Bu neden olur ve ilaçlar

17.11.1 Katı Hal Aygıtı Doğrusallık

QSTProduct İncelemeleri, amplifikatörler için giriş/çıkış doğrusallık grafiklerini yayınlar. **Şekil 17 .45,** nispeten düz bir doğrusallık eğrisine sahip bir modem LDMOS amfisinin bir örneğidir. **Şekil 17.46,** yarı gücün hemen üzerinde düzleşmeye başlayan bir eğriye sahip bir LDMOS amp örneğidir. Minimum İMD ürününe sahip temiz bir SSB sinyali için, bu amfi yarı güçte çalıştırılmalıdır. Kalabalık bantlarımızı paylaşmak zorundayız ve doğrusal olmayan bölgelerine bir amplifikatör sürmek iyi bir komşu olmak değildir.

Katı hal teknolojisindeki tüm ilerlemelerle birlikte, bugünün MOSFET'leri neden amplifikatör doğrusallığı açısından önceki nesil bipolar transistörlerden daha kötü? (Bu bölümün "RF Güç Amplifikatörleri için MOSFET Tasarımı" bölümüne bakın.)

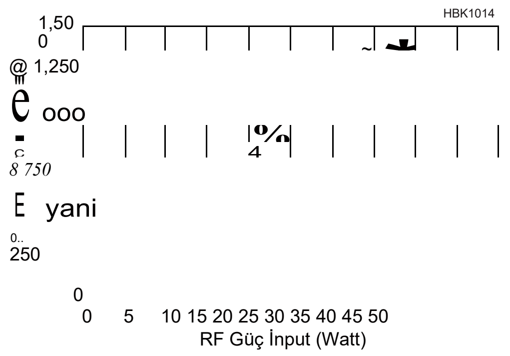
Bipolar RF güç transistör devreleri, termal özellikleri nedeniyle doğal olarak MOSFETS'den daha doğrusaldır. Bipolar transistörler doğrudan paralel olamaz, çünkü en sıcak olanı - mükemmel tasarlanmış bir İC kalıbında bile - artan kazanca sahip olacak, toplam akımın daha fazlasını tüketecek ve hatta...

Tual olarak aşırı ısınır ve kendini yok eder. - *Yayıcı balastlama adı verilen teknik, cihazın yayıcı* otobüslerine bağlandığı her bir yayıcı ile seri olarak düşük değerli bir metal direnç bırakır. Bu, negatif dirençli geri bildirim ekleyerek termal problemi çözer, ancak mevcut kazancı yaklaşık 3 dB azaltır.

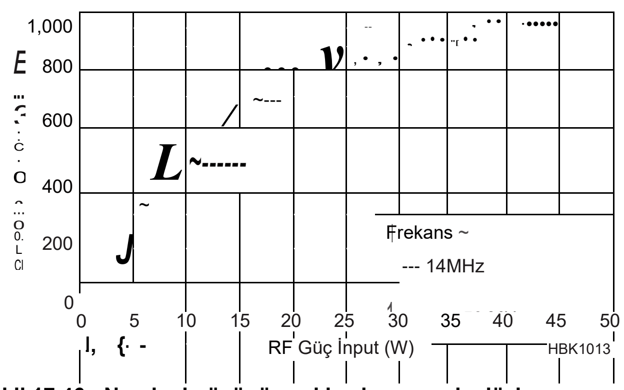
Tersine, MOSFET (LDMOS ve VDMOS) hücreleri kolayca paralelleştirilebilir (boyutları çip ölçeğindeyse), çünkü en sıcak olanı drenaj direncinin içsel pozitif sıcaklık katsayısı ile daha dirençli hale gelir. Bu, kazancı azaltır ve akımı diğer MOSFET'lere kaydırır, transistörleri termal olarak stabilize eder.

ORTAK KAYNAK AMPLİFİERS

Ortak kaynaklı bir amplifikatörde (bkz **Şekil 17.47),** kaynak topraklanır, sürücü kapıya uygulanır ve çıkış drenajda alınır. Kalıp elemanlarını paket terminallerine bağlayan bağ telleri gibi cihazın içindeki paraziter elemanlar göz ardı edilemez. Kaynakla seri halinde olan herhangi bir empedans, negatif geri besleme üreten sürücü sinyalinden çıkan bir voltaja neden olur. Direnç sabit olan geri bildirim verir

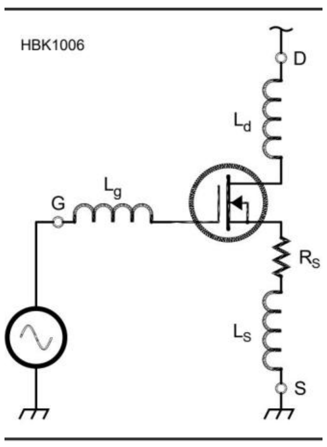


Şekil 17.45 - Bir legallimit LDMOS katı hal güç amplifikatörü için nispeten düz doğrusallık eğrisi.

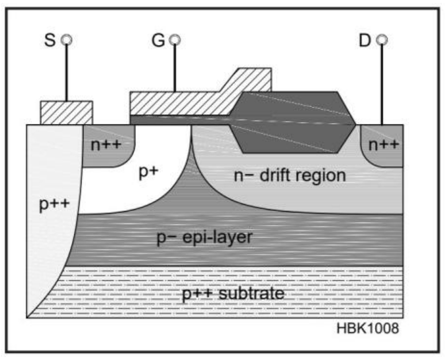


Şekil 17.46 - Nominal gücünün yaklaşık yarısında düzleşmeye başlayan (doğrusal olmayan hale gelen) 1 kW LDMOS katı hal amplifikatörü için doğrusallık eğrisi.

Frekans ile indüktans, frekans ile artan geri bildirim verir. Parazitik endüktans, kapı ve/veya drenaj ile seri olarak genellikle eşleşen devreler tarafından yönetilebilir. Genel olarak, negatif geri besleme devre gam pahasına cihaz doğrusallığını artıracaktır.



Şekil 17.47 - Parazitik kurşun endüktansını ve içsel kaynak direncini gösteren ortak kaynaklı bir amplifikatör olarak bağlanan bir MOSFET şeması.

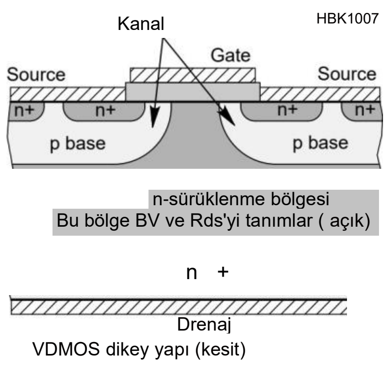


Şekil 17.49 - Kaynak terminal ve cihaz substratı arasında dikey bir bağlantı ("batıcı") ile yanal (yatay) yapıyı gösteren bir LDMOS transistörünün kesiti.

VDMOS TRANSISTORS

İn V (dikey) DMOS parçaları, kalıbın arka tarafı **Şekil 17.48'de gösterildiği gibi drenajdır**. LDMOS transistörlerinin kalıp boyutu başına VDMOS kuzenlerinden daha güçlü (yani çok daha düşük termal direnç) olmasının nedeni, kalıbın paket montaj - flanşından elektriksel olarak izole edilmesine gerek olmamasıdır. İt doğrudan termal ve elektriksel olarak iletken bir başlığa lehimlenebilir, bu da ortak kaynak - konfigürasyonunda yine de zemin potansiyelinde çalıştırmak istediğimiz kaynaktır. Bununla birlikte, kaynağı orada bazı olumsuz geri bildirimler verecek kadar izole etmek artık imkansız .

VDMOS kapısı ve kaynağı, paket terminallerine kablosuz olarak bağlanır. Kalıp, paket flanşına lehimlenmiş elektriksel olarak yalıtıcı bir BeO (berilyum oksit) substratına bağlanır. Bu alt tabakanın termal direnci, cihazın bağlantı noktasından kasaya termal direncini (R jc) kolayca ikiye katlayabilir ve mevcut güç dağılımını yarı yarıya azaltabilir.



Şekil 17.48 - Cihaz paketine bağlı olan altta drenaj ile dikey yapıyı gösteren bir VDMOS transistörünün kesiti.

LDMOS TRANSİSTORS

İn L (lateral) DMOS cihazları, tüm - elektrotlar dikey olarak istiflenmek yerine düz bir şekilde yerleştirilir, bu nedenle kapılar ve drenajlar kenarlıdır, çok düşük kapıdan boşaltma geri bildirimi ve çok yüksek kazanç sağlar. (Bakınız **Şekil 17.49.) Kaynaklar,** p-well "batanlar" (şeklin solunda) kullanılarak kalıbın arka tarafına bağlanır, bu nedenle kaynak bağlantıları için bağ tellerine artık ihtiyaç duyulmaz. Kalıp sadece 2 veya 3 milimetre kalınlığındadır, bu nedenle neredeyse hiç olumsuz geri bildirim yoktur ("kaynak dejenerasyonu ").

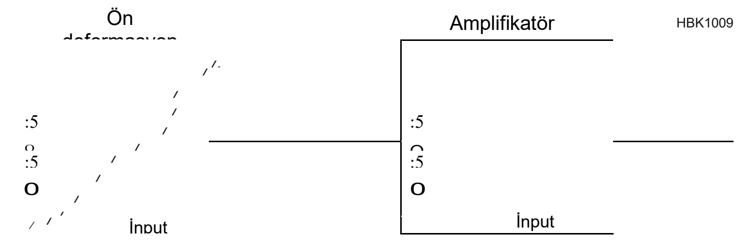
Pepitaksiyal tabaka boyunca dağınık bir p++ sinker, kaynağı substratın arkasına bağlamak için kullanılır. Böylece her kaynak, gofretin arka tarafına güvenilir bir şekilde bağlanır ve daha sonra doğrudan paket flanşına bağlanır. Kapı ve drenaj, paket terminallerine tel ile bağlanır.

LDMOS parçaları nispeten düşük voltajdır, çünkü drenaj kaynağı bağlantısının arıza voltajı doping direncinin ve elektrotlar arasındaki mesafenin bir fonksiyonudur. Yanal bir cihazda, daha fazla mesafe daha pahalı kalıp alanı gerektirir, kazancı azaltır ve verimliliği düşürür. Bireysel hücre kaynaklarını kalıbın arka tarafına bağlayan p-kuyu batıcıları daha dirençli hale getirilebilirse, tıpkı bipolar cihazlarda olduğu gibi doğrusallıkta bir iyileşme olacaktır .

Günümüzün LDMOS cihazlarında, - kapılarda 160 metre gibi daha düşük frekanslarda kazancın neredeyse sonsuz olmasını engelleyen patentli bir yüksek geçiş ağı vardır. İt yüksek değerli ama doğrusal olmayan katkılı

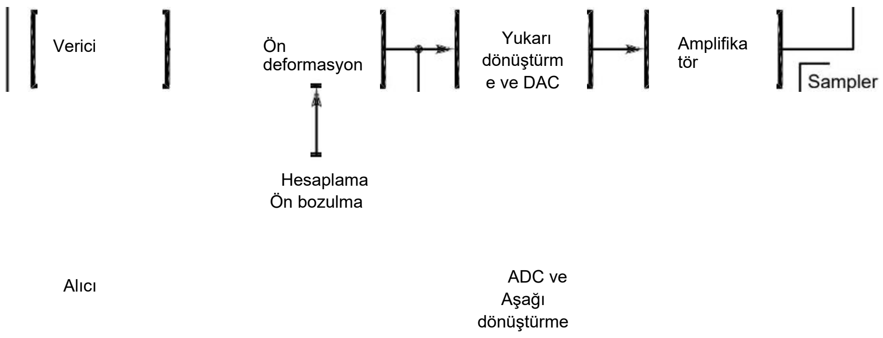
Silikon direnç, kapının şant kapasitansına karşı bir bölücü görevi gören bir kapasitör ile paraleldir. Direnç kapı biasing için gereklidir. Bu, LDMOS kapılarının neden cihazın kendisine yerleşik olan başka bir doğrusal olmayan kaynak olmasının yanı sıra aşırı hıza karşı toleranssız olduğunu açıklar.

LDMOS cihazları yeni amatör amplifikatör tasarımları için kullanılmaktadır, çünkü bunlar baskın ticari teknolojidir ve



Böylece, en uygun maliyetli. Amatörler **Şekil 17.50 - Ön bozulma ile tazminat kazanın.** şükretmeli ki çok fazla...
Fiyatını korumak için güç RF uygulamaları
Transistörler aşağı ve kullanılabilirlik yüksek. HBK1010

17.11.2 Uyarlamalı Ön bozulma



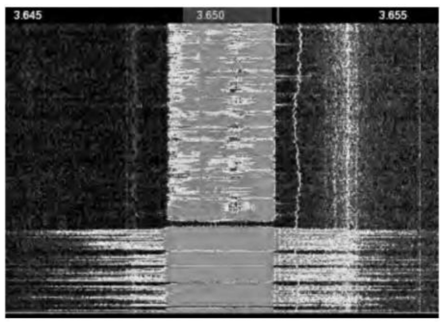
Şekil 17.51 - Yazılım tanımlı radyo (SDR) için Uyarlamalı Ön bozulma.

Bir RF güç amplifikatöründen IMD ürünlerini azaltmaya yönelik bir yaklaşım, mümkün olduğunca en doğrusal bölgesinde çalışmaktır. Bu genellikle maksimum nominal gücün çok altındaki güç seviyelerinde çalışmak anlamına gelir. Başka bir araç, düz tepeden kaçınmak için amfinin çıkışını bir osiloskop ile izlemektir. Son olarak, tepe okuma wattmetresi, sinyallerin temiz kaldığı çıkış seviyeleri biliniyorsa kabul edilebilir.

Bu tekniklerin hiçbiri, özellikle rekabetçi çalışma sırasında çok uygun veya esnek değildir. Kolaylık ile sinyal saflığının değiş tokuşu çözülmüştür ve zaman geçtikçe amatör ekipmanlarda daha yaygın hale gelecektir. Daha önce ticari uygulamaların tartışılmasında bahsedilen çözüm, amplifikasyondan önce sinyali, amplifikatörün bozulmasıyla iptal edecek ve azaltılmış İMD ile temiz bir sinyal üretecek şekilde önceden bozmaktır.

İMD, sinyalin zarfının genliği değiştikçe bir amplifikatörün kazancındaki veya faz kaymasındaki değişikliklerden kaynaklanır. *Ön distorsiyon, amplifikatörün* getireceği distorsiyonları iptal etmek için amplifikatöre giden sinyali değiştiren ek bir aşama (apre-distorter) ekleyerek bunu telafi eder. **Şekil 17 .50, bir** ön-çarpıtıcının doğrusal olmayan kazancı nasıl telafi ettiğini göstermektedir.

Ön-distortör, sinyalde telafi edici bir ön distorsiyon uygulamak için amplifikatörün kazancını ve faz özelliklerini "bilmelidir". Bu daha da karmaşıktır, çünkü çoğu HF amatör radyo amplifikatörü birden fazla bandı kapsar - bir banttaki amplifikatör özellikleri diğerinden çok farklı olabilir. Çözüm, alıcı-vericideki donanım ve yazılımı kullanarak amplifikatörün özelliklerini ölçmek ve yanıtlamaktır. Bunu tekrar tekrar yaparak, sistem otomatik olarak değişen bantlara, sıcaklıklara, voltajlara ve - amplifikatörün özelliklerini etkileyebilecek diğer koşullara adapte olabilir. Buna *adaptif*



Şekil 17.52 - Önceden bozulma olmadan (şelalenin alt kısmı) ve bozulma öncesi (üst kısım) iki SSB sinyalini gösteren bir şelale ekranı.

Şekil 17.51, yazılım tanımlı radyo için uygulanan böyle bir çözümün basitleştirilmiş bir blok diyagramını göstermektedir. Sol üstteki verici yazılımda uygulanır ve ses işleme, bant geçiş filtreleme, modülasyon ve ALC gibi tipik işlevleri içerir. "Baseband", 0 Hz İF'de tamamen modüle edilmiş ve filtrelenmiş bir sinyal üretir. İts çıkışı, sinyalin genliğini ve fazını değiştiren ön bozucu yazılıma gider. Sonuç daha sonra yükselticiyi çalıştıran DAC tarafından bir analog RF sinyaline dönüştürülen RF DAC örnek hızına dönüştürülür.

Amplifikatörün özelliklerini ölçmek için, çıkışının bir örneğine ihtiyaç vardır. Bu, -dirençli veya kapasitif bir bölücü veya belki de yönlü bir birleştirici olabilen bir örnekleyici ile elde edilir. Örnek, alıcı ADC tarafından sayısallaştırılır ve alma yolu boyunca baseband'e aşağı dönüştürülür. Gereken ön bozulma düzeltmesi (hem kazanç hem de faz), aşağı dönüştürülmüş amplifikatör çıkışı ve yukarı dönüşümden hemen önce amplifikatör giriş sinyali karşılaştırılarak hesaplanır. Bu hesaplamanın sonucu, gerekli düzeltme bilgisi, ön bozucuya gider.

Şekil 17 .52, tipik bir sinyalin (alt) bir şelale ekran görüntüsüdür ve bunu predistorsiyon (üst) kullanan bir teçhizatla çok temiz bir iletim izler. Ön bozulma olmadan (şeklin alt kısmında) üretilen IMD, doğrusallaştırma özelliği olmadan yaklaşık üç kat daha kötüdür. Her iki istasyonda da legallimit amplifikatörler çalışıyordu.

Birçok mevcut LDMOS doğrusal amper, alıcı-vericiye bir düzeltme sinyali beslemek için yerleşik bir örnekleyici çıkışına sahiptir. Pasif bir örnekleyici de herhangi bir amplifikatöre eklenebilir. Bir offshore alıcı-verici üreticisi 2014'ten beri ön bozulma teklif etti ve en büyük Amerikan alıcı-verici üreticilerinin her ikisi de bu özelliği uygulamak için gerekli yazılımı değerlendiriyor. Zaman içinde, amatör alıcı-vericiler RF besleme ile donatılmış olacak -

LDMOS amfilerimize önceden bozulmuş RF sürücüsünü etkinleştirmek için arka girişler.

Geniş bir bant genişliğini kapsayan amatör radyo, çoğu ticari uygulamadan çok farklıdır. Çoğu yüksek hacimli ticari yüksek güçlü RF uygulamaları dar bant. MRI veya cep telefonu kulesi amfileri gibi iyi bir doğrusallık gerektiriyorsa, ön bozulma kullanılır. Aynı şey, amfilerin geniş bant olabileceği ancak uygulamanın olmadığı 8-QAM dijital FM yayını için de geçerlidir. Yüksek güçlü anahtar modu Operasyon, lineerliğin önemli olmadığı, sadece verimlilik ve yüksek gücün olduğu 50 MHz'in (13.56, 27.12 MHz, vb.) altındaki Dar bant ticari ISM uygulamalarının ilidir.

17. 12 Referanslar ve Bibliyografya

Ek referanslar, indirilebilir ek materyalde bulunan "RF Güç Amplifikatörü Referansları'nda listelenmiştir.

ARRL üyeleri amplifikatörlerle ilgili birçok QST makalesini indirebilir: **www.arrl.org/ arrl-periodicals-archive-search**. "Başlık/Anahtar Kelimeler:" Arama penceresinde "amplifikatörler" anahtar

Vakum tüpü amplifiers

porsuk, g. W6TC, "811A: Sıfır Önyargı Devriminin Büyükbabası *", QST, Nisan* 1996, pp 51-53.

Elektrik Şebekesi Borularının Bakımı ve Beslenmesi, **www.cpii.com/library.cfm/9**

EİMAC tüp performans bilgisayarı, **www.cpii.com/library.cfm/9**

Önlemler, R, AG6K, "Modem Amplifikatör Tüpleri için İmproved Parazitik Bastırma", *QST,* Ekim 1988, pp 36-38, 66, 89.

Orr, W., W6SAI, *Radio Handbook,* 22nd Ed (Howard W. Sams & Co, İnc, 1981).

RCA İletim Tüpleri Teknik Manuel TT-5, Radio Corporation of America, 1962.

Rauch, T., W8JI, "Filament Voltaj ömrü, **www. w8ji.com/filament voltaj _ ömrü. htm.**

Rauch, T, W8JI, "Nötralize Amplifikatörler", **www. w8ji.com/ nötralize _ amplifier.htm**

Rauch, T, W8JI, "Yükleme İnductors", **www. w8ji.com/loading_inductors.htm** .

Rauch, T. W8JI, "RF Plate Chokes", **www. w8ji.com/rf_plate_choke.htm** .

Radyo Mühendisleri için Referans Verileri, ITT, Howard W. Sams Co, İnc .

Terman, *Elektronik ve Radyo Mühendisliği* (McGraw-Hill).

Wingfield, E., "Pi ve Pi-L Ağlarının Tasarımı için Yeni ve Yeni Formüller", *QST, Aug* 1983, s. 23-29. (Geri bildirim*, QST, Ocak* 1984, p 49.).

Wingfield, E., "Pi-L Ağları Üzerine Bir Not, *QEX, Aralık* 1983, pp 5-9.

ADDITIONAL VAKUM TÜP AMPLİFİER PROJELERİ

Heck, S. LA0BY/DF9PY, "2 x 4CX250B. için 144 MHz yüksek güç amplifikatörünün açıklaması"

Knadle, R, K2RIW, "A Strip-line Kilowatt Amplifikatör 432 MHz *QST,* Nisan 1972 , pp 49-55.

Meade, E., KlAGB, "Yüksek Performanslı Bir 50-MHz Amplifikatör*", QST,* Eylül 1975 , Sayfa 34-38 .

Meade, E, KlAGB, "2-KW MHz için 144 bir PEP Amplifikatörü", *QST,* Aralık 1973, pp 34-38.

Peck, F, K6SNO, "A Compact HighPower Linear", *QST, Jun* 1961, pp 11-14.

Bu kitabın indirilebilir ek içeriği ile ek projeler mevcuttur.

SOLID STATE AMPLİFİERS RF

Güç Amplifikatörleri ve Güç Birleştirme Referansları

RF Mühendisliğinde Klasik Eserler: Combiners, Couplers, Transformers ve Manyetik Malzemeler, Myer, Walker, Raab, Trask tarafından düzenlenmiştir. (Artech House, Haziran 2005. ISBN: 9781580530569).

Abulet, Mihai, *RF Güç Amplifikatörleri (Noble* Publishing, 2001. ISBN: 1-884932-12-6).

Pozar, *Mikrodalga Mühendisliği,* 3rd Ed. (Wiley, 2004. ISBN: 0471448788).

Sevick, J., *Transmission Line Transformers,* 4th Ed., (Noble Yayıncılık, 2001. ISBN: 1884932185).

White, Joseph F., *Yüksek Frekans Teknikleri: RF ve Mikrodalga Mühendisliğine Bir Giriş* (Wiley, 2004). ISBN: 0471455911).

Makaleler

Davis ve Rutledge, "Düşük Maliyetli Güç MOSFET'leri ve Sinüs Dalga Sürücüsü ile İndustrial Sınıf-E Güç Amplifikatörleri" Conf. RF Design '97 için Makaleler, Santa Clara, CA, Eylül 1997, s. 283-297 .

Frey, R., "50 MHz, Push-Pull ARF448A/B kullanan 250 W Amplifikatör, APT Uygulama Notu APT9702.

Frey, R., "27.12 MHz APT Uygulama Notu APT9701 için Düşük Maliyetli 1000 Watt 300 V RF Güç Amplifikatörü.

Frey, R., "A push-pull 300 watt amplifikatör için 81.36 MHz" *Uygulamalı Mikrodalga ve Kablosuz, cilt 10* hayır 3, pp 36-45, Nis 1998.

Frey, R., "81.36 MHz için Push-Pull ARF449A/B Amplifikatör, APT Uygulama Notu APT9801.

Granberg, H., "RE, AN-749, Motorola Semiconductor Ürünleri İnc için Geniş Bant Transformatörleri ve Güç Birleştirme Teknikleri.

Granberg, H. O., WB2BHX, "Bir KW - -Solid-Devlet Tarzı, Bölüm 1, Nisan 1976*, QST, p* 11.

Granberg, H. O., WB2BHX, "Bir KW - Katı Hal Stili, Bölüm 2", Mayıs 1976, *QST,* p 28.

^ Granberg, Helge, K7ES/OH2ZE, "Build This Solid-State Titan, Part 1", Jun 1977, *QST,* p 27 .

^ Granberg, Helge, K7ES/OH2ZE, "Build This Solid-State Titan, Part 2, Jul 1977, *QST,* p 11 .

Granberg, Helge, K7ES/OH2ZE, "VHF Amplifikatör Tasarımına Uygulanan Basılı Çizgi Teknikleri", Sep 1979, *QST,* p 11.

Granberg, Helge, K7ES/OH2ZE, "MOSFET RF Güç: Bir Güncelleme - Bölüm 1", Aralık 1982, *QST,* p 13.

Granberg, Helge, K7ES/OH2ZE ", MOSFET RF Güç: Bir Güncelleme - Bölüm 2, Jan 1983, *QST,* p 30.

Hejhall, R. "RF Güç Amplifikatör Tasarımını Sistemleştirme", Motorola Semiconductor Ürünleri, İnc., Phoenix, AZ, Uygulama notu AN282A .

Hilbers, A.H., "HF geniş bantlı güç transformatörlerinin tasarımı", Philips Semiconductors, ECO 6907, Mart 1998.

Hilbers, A.H., "HF geniş bantlı güç transformatörlerinin tasarımı Part II", Philips Semiconductors, ECO 7213, Mart 1998.

Hilbers, A.H., "Güç Amplifikatör Tasarımı", Philips Semiconductors, Uygulama Notu, Mart 1998.

Klitzing, J, W6PQL, "Bir Doğrusal İnşa 2 Metre 80 W Tüm Mod Amplifikatör*", QST,* Mayıs 2013, pp 30-34. Geri bildirim*, Jul 2013 QST, p40* .

Trask, C., N7ZWY, "HF ve VHF Güç Amplifikatörleri için Geniş Bantlı Transformatörler Tasarlama", *QEX,* Mar/Apr 2005 , Pp 3-15.

İçerik

Bölüm **18**

Tekrarlayıcılar

FM, onlarca yıldır Amatör Radyo operasyonunun temel dayanağı olmuştur. FM ve tekrarlayıcılar VHF ve UHF bantlarını doldurur ve çoğu jambon en az bir el tipi veya mobil FM radyoya sahiptir. Ülke genelinde binlerce tekrarlayıcı, taşınabilir, mobil ve ev istasyonlarından çalışan amatörler için güvenilir iletişim sağlar. Dijital ses sistemleri artık yeni kurulumlara hakim olmaya başlıyor. Köklü D-STAR ile birlikte (şimdi Kenwood tarafından sunulmaktadır) Ayrıca Icom), Yaesu'nun System - Fusion ve Dijital Mobil Radyo (DMR) iki popüler yeni sistemdir. DMR, benzer hibrit sistemler oluşturmak için İnternet'i kapsamlı bir şekilde kullanır. Kamu hizmeti kurumları tarafından kullanılan kanal sistemleri. Yepyeni bir çağ Tekrarlayıcı tabanlı iletişim elinizin altında.

Bu bölümün ilk kısmı, Paul M. Danzer, N1 İİ, tarafından FM ses tekrarlayıcıları. Texas İnterconnect Ekibinden Jim McClellan, N5MIJ ve Pete Loveall, AE5PL tarafından katkıda bulunulan daha sonraki bölümler, D-STAR dijital ses ve veri tekrarlayıcılarındaki daha yeni gelişmeleri kapsamaktadır. **KN4AQ yaşındaki Gary Pearce,** bölümün - temel materyalini koruyor. W2XAB yaşındaki John Burningham, DMR ve Cory Sickles bölümüne katkıda bulundu WA3UVV bu baskı için System Fusion bölümünü güncelledi.

Bölüm 18 - İndirilebilir Ek İçerik Ek Makaleler

- FM Sözlüğü ve Tekrarlayıcı Terminolojisi

18.1 Kısa bir tarih

Bugün az sayıda jambon en azından bir miktar VHF/UHF FM kullanmıyor ve birçok jambon için FM *Amatör* Radyo. Her zaman böyle değildi.

1960'ların sonlarına kadar, VHF ve UHF Amatör Radyo bantları, uzun mesafeli iletişim ve yayılma deneyleri için CW ve SSB kullanan nispeten az sayıda yetenekli operatöre ev sahipliği yapıyordu. Bu işlem, 50 MHz ve üzerinde mevcut olan spektrumun sadece küçük bir kısmını kullandı. Biraz daha fazla sayıda jambon, 6 ve 2 metrede AM alıcı-vericileri ile düşük güçte, yerel operasyondan yararlandı. Spektrumumuz az kullanılırken, FM ve tekrarlayıcılar kullanarak kamu güvenliği ve ticari VHF/UHF iki yönlü çalışma hızla genişliyordu.

İş ve kamu güvenliği bantları 1960'ların başında o kadar hızlı büyüdü ki, FCC mevcut kanalları yarıya indirerek yeni kanallar oluşturmak zorunda kaldı. Neredeyse bir gecede, bir nesil tüp tipi, kristal kontrollü FM ekipmanı, yeni kanal gereksinimlerini karşılayan radyolarla değiştirilmek zorunda kaldı. Fazla radyolar, orijinal dolar üzerindeki kuruşlar için jambonların eline geçti. Bu ekipman, 2 metre ve 70 cm amatör bantların hemen üstünde 150 MHz ve 450 MHz civarında çalışacak şekilde tasarlanmıştır. Yeni kristaller sipariş etmek ve jambon bantları içinde çalışmak üzere yeniden ayarlamak oldukça kolaydı. İki yönlü radyo endüstrisinde çalışan Hams, radyoları tekrar ederek ve kapsama alanını genişleten tekrarlayıcılar inşa ederek yol gösterdi. Diğer jambonlar hızla FM sesinin gürültüsüz netliği, ucuz ekipman ve farklı bir şey yapma şansı ile çekildi .

Bu ilk dönem uzun sürmedi. Fazla ticari ekipman ucuzdu, ancak fiziksel olarak büyüktü, sıcaktı ve çok fazla güç tüketiyordu. 1970'lerin başında, üreticiler kullanılmayan bir pazarı tanıdı ve özellikle Amatör Radyo FM pazarı için katı hal ekipmanı inşa etmeye başladı. 970'lerin ortalarında mükemmelleştirilen frekans sentezleyici, kristallere olan ihtiyacı ortadan kaldırdı. Amatör Radyo'nun çehresini değiştiren bir patlamaya sahne oldu. Üreticiler yıllar boyunca ekipmana birçok yeni özellik ekledi, ancak temel FM çalışma modu aynı kaldı.

1980'lerde, veri iletişimini deneyen jambonlar, FM radyolarını tonlarla modüle etmeye başladı. *Paket radyo,* yeni bir *digipeater sistemi (dijital* tekrarlayıcılar) üretti.

Dijitalleştirilmiş ses, 1980'lerde ses kompakt diskleri (CD'ler) tanıtıldığından beri popüler olmuştur. 1990'lı yıllarda teknoloji, dijital sesin, özellikle sesin, İnternet ve dar bantlı radyo devreleri üzerinde taşınması için gereken bant genişliğini azaltacak kadar gelişti. APCO-Project 25 olarak adlandırılan ilk dijital sesli kamu güvenliği radyo sistemleri ortaya çıktı ve konferans ve telefon benzeri kullanım için çeşitli ses sistemleri geliştirildi .

Hams, VHF/UHF dijital ses teknolojisini de kullanıyor. Japan Amateur Radio League (JARL), D-STAR adlı gerçek bir amatör radyo standardı geliştirdi; bu, dijital ses ve dünya çapında yol almaya başlayan veriler için ağ bağlantılı bir VHF/UHF tekrarlayıcı sistemi. Yaesu, System Fusion adlı hibrit bir analog/dijital sistem geliştirdi. Genel olarak DMR (Digital Mobile Radio) ve Motorola ticari adı MOTOTRBO olarak bilinen bir başka dijital ses sistemi, ticari hizmetten jambon bantlarına uyarlanıyor. Jambonlar ayrıca fazla Project 25 (veya sadece P25) telsizleri kullanıyor.

18.2 Tekrarlayıcı Genel Bakış

Amatörler uzun zaman önce, tekrarlayıcı adı verilen otomatik bir röle istasyonu kullanarak mobil ve taşınabilir radyolarından daha iyi yararlanabileceklerini öğrendiler. Ev istasyonları yararlanır

Ayrıca - tüm jambonlar şehirdeki en yüksek noktanın yakınında bulunmaz veya yüksek bir kuleye erişemez. Temel fikri **Şekil 18.1'de gösterilen bir tekrarlayıcı,** anten sisteminin mümkün olduğunca yüksek olduğu yerlerde daha kolay bulunabilir ve bu nedenle çok daha büyük bir alanı kaplayabilir.

18.2.1 Tekrarlayıcı Türleri

En popüler ve iyi bilinen amatör tekrarlayıcı türü, 144 veya 440 MHz bantlarındaki bir FM ses sistemidir. Amatörler 29, 50, 222, 902 ve 1240 MHz bantlarında da birçok tekrarlayıcı kullanırlar, ancak 2 metre ve 70 cm en popüler olanlardır. On binlerce jambon, gündelik ragchewing, acil durum iletişimi, kamu hizmeti faaliyetleri veya günlük işe gidip gelme sırasında düzenli arkadaş grubuyla iletişim halinde kalmak için mobil ve el telsizleri kullanıyor.

Dijital ses modları zemin kazanırken, FM hala ses tekrarlayıcıları için en popüler moddur. İşlemler *kanalize edilir* - tüm istasyonlar, CW ve SSB operasyonunda kullanılan az ya da çok rastgele frekans seçimi yerine, belirli, planlı frekanslarda çalışır. Ek olarak, tekrarlayıcı mobil veya sabit istasyonlardan sinyal aldığından ve bu sinyalleri aynı anda yeniden ilettiğinden, iletme ve alma frekansları farklıdır veya *bölünür.* Aynı frekansta dinleyen ve ileten iki veya daha fazla istasyon arasındaki doğrudan temasa işletim *simpleksi denir.*

İndividals, Kulüpler, Acil durum İletişim grupları ve diğer kuruluşlar tüm tekrarlayıcılara sponsor olur. Grup için geçerli bir amatör lisansı olan herkes, FCC kurallarına uygun bir tekrarlayıcı oluşturabilir. Hiç kimse belirli tekrarlayıcı frekanslarına sahip değildir, ancak neredeyse tüm tekrarlayıcılar tekrarlayıcıdan tekrarlayıcıya girişimi en aza indirgemek için koordine edilir. Frekans koordinasyonu ve girişim bu bölümde daha sonra tartışılmıştır. Operasyonel yönler *ARRL Kullanım Kılavuzunda daha ayrıntılı olarak ele alınmıştır.* Dijital tekrarlayıcılar için özel çalışma notları her moddaki bölümlere dahil edilmiştir.

18.2.2 Tekrarlayıcı Kullanmanın Avantajları

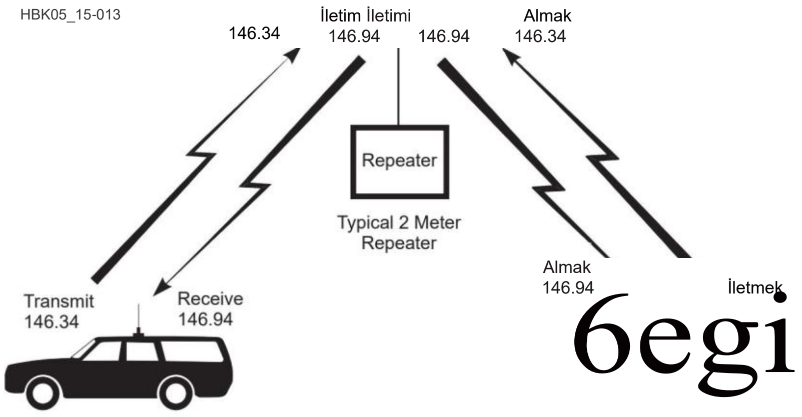
Tekrarlayıcı terimini kullandığımızda, neredeyse her zaman radyo dalgası yayılımının normalde görüş hattı olduğu VHF veya daha yüksek bantlardaki vericiler ve alıcılar hakkında konuşuyoruz. "Görüş hattı'nı fazla abartmayın. VHF/UHF radyo sinyalleri, ufukta gerçekten görebildiğinizin ötesinde kırılma yapar, ancak ifade yararlı bir açıklamadır. (Bu şartlar hakkında daha fazla bilgi için Radyo Sinyallerinin Yayılması bölümüne bakın.)

VHF ve UHF sinyallerinin etkili aralığının, Her anten. Tekrarlayıcılar genellikle yüksek noktalarda bulunabildiğinden, tekrarlayıcıların büyük bir avantajı, düşük güçlü mobil ve taşınabilir alıcı-vericilerden kapsama alanının genişletilmesidir.

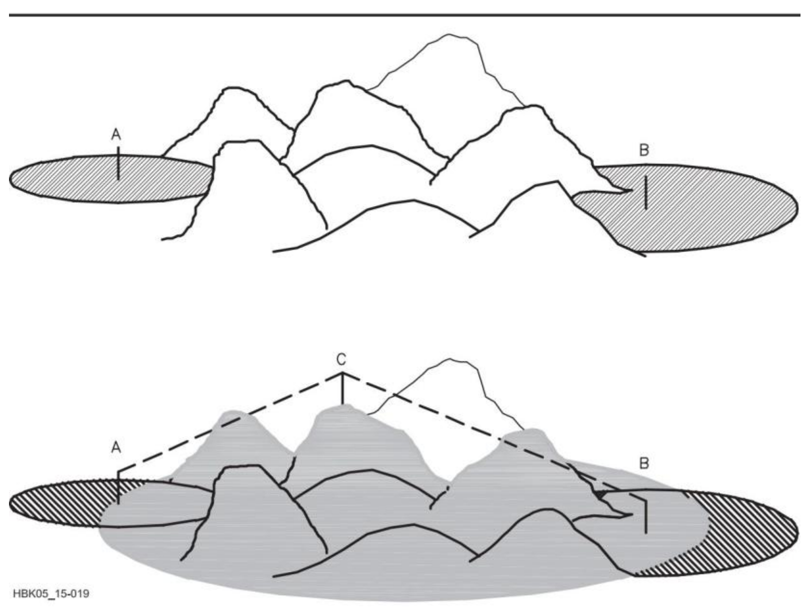
Şekil 18.2, tepelerin veya dağların bulunduğu alanlarda bir tekrarlayıcı kullanmanın etkisini göstermektedir. Aynı etki, binaların birincil engelleme yapılarını sağladığı metropol alanlarda da bulunur.

Tekrarlayıcıların yüksek noktalara yerleştirilmesi de dezavantajlara sahip olabilir. Çoğu tekrarlayıcının 150 milden daha az bir mesafede eş kanallı komşuları (aynı kanalda çalışan diğer tekrarlayıcılar) olduğundan, alıcı-vericinizin her ikisini de alabileceği zamanlar olabilir. Ama o zamandan beri FM çalışır, *yakalama etkisi genellikle* daha güçlü sinyalin alıcınızı yakalamasını ve zayıf sinyalin duyulmamasını sağlar - en azından daha güçlü tekrarlayıcı kullanımda olduğu sürece.

Ayrıca, çok hassas bir alıcı, iyi bir anten sistemi ve sadece bir yerde (tekrarlayıcı) her mobil, taşınabilir veya ev konumundan biraz daha yüksek bir güç vericisi sağlamak daha kolaydır. Üstün bir tekrarlayıcı sistemi, düşük gücü (5 W veya daha az) ve birçok jambonun bunları çalıştırmak için kullandığı küçük, verimsiz antenleri telafi eder. Tekrarlayıcı, ekipman eksikliklerimize rağmen istediğimiz aralığı veya kapsamı korur. Hem el hem de İf



Şekil 18.1 - Bir tekrarlayıcı istasyonu aracılığıyla mobil-mobil iletişimi gösteren tipik 2 metre tekrarlayıcı. Genellikle bir tepede veya yüksek bir binada bulunan tekrarlayıcı, alınan sinyali farklı bir frekansta yükseltir ve yeniden iletir.



Şekil 18.2 - Üst diyagramda, A ve B istasyonları iletişim kuramaz, çünkü karşılıklı kapsama alanları aralarındaki dağlarla sınırlıdır. Alt diyagramda, A ve B istasyonları iletişim kurabilir, çünkü her istasyonun kapsamı bir dağın tepesindeki tekrarlayıcı C'nin kapsamına girer.

Alıcı-verici ve tekrarlayıcı yüksek rakımlardadır, örneğin, düşük çıkış gücüne ve alıcı-vericinin verimsiz antenine rağmen, büyük mesafelerde iletişim mümkündür (bkz. **Şekil 18,3).**

Tekrarlayıcılar ayrıca ortak bir ilgi alanına sahip jambonlar için uygun bir buluşma yeri sağlar. Genellikle coğrafik - şehriniz veya kulübünüz. Birkaç tekrarlayıcı, DX veya geçen trafik gibi belirli bir ilgi alanına adanmıştır. Operasyon kanalize edilir ve genellikle herhangi bir alanda, hangi kanalın - veya tekrarlayıcının - paçavraya seçileceğini, otoyol bilgilerini veya ihtiyacınız veya ilginiz ne olursa olsun öğrenebilirsiniz. Geleneksel bilgelik, HF bantlarında olduğu gibi, bir temas kurmak için CQ'yu aramak zorunda kalmamanızdır. Basitçe bir tekrarlayıcı frekansı çağırın - eğer birisi oradaysa ve konuşmak istiyorsa, size cevap verecektir. Ancak, neredeyse tüm orta ölçekli kasabaları kapsayan birkaç düzine tekrarlayıcı ile, muhtemelen etkinlik aramak için

ACIL OPERATÖRLER

Hava ile ilgili bir acil durum veya bir felaket olduğunda (veya biri tehdit edici olduğunda), etkilenen bölgedeki çoğu tekrarlayıcı hemen hayata geçer. Acil durum çalışması ve trafik her zaman diğer jambon faaliyetlerine göre önceliklidir ve birçok tekrarlayıcı sadece bu durumlar için acil durum güç kaynakları ile donatılmıştır. Bakınız Şekil **18.4.**

Neredeyse tüm Amatör Radyo acil durum organizasyonları, genişletilmiş menzillerinden, düzgün bir şekilde iyi kapsama alanlarından ve görünürlüklerinden yararlanmak için tekrarlayıcılar kullanır. Çoğu tekrarlayıcı iyi bilinir - uygun ekipmana sahip bir alanda aktif olan herkes yerel tekrarlayıcı frekanslarını bilir.

18.2.3 VHF/UHF'de Dijital Ses Tekrarlayıcıları

Dijital ses, dijitalleştirilmiş sesli konuşmayı RF veya kablolu medya üzerinden dijital bir veri akışı olarak iletir. Analog ses ve dijital veri akışı arasında dönüştürme işlemi bir vokoder (ses kodlayıcı) kullanır. Konuşmanın kodlanmasını ve kod çözülmesini gerçekleştiren bir yazılım veya bellenim paketine codec (kodlayıcı-kod çözücü) denir.

İletilen dijital ses veri akışı, adresleme ve iletişim yönetimini işleyen bir protokol içinde kapsüllenir. Bir göndericinin ve alıcının iletişim kurabilmesi için her ikisinin de aynı ses kodlayıcı ve protokolü kullanıyor olması gerekir. Dijital ses modları hakkında ek bilgiler **Dijital Protokoller ve Modlar** bölümünde ve bu bölümün Referanslar ve Bibliyografya bölümünde listelenen web sitelerinde mevcuttur.

Amatör VHF/UHF bantlarında kullanılan birincil dijital ses teknolojileri D-STAR (Amatör Radyo için Dijital Akıllı Teknolojiler), DMR (Dijital Mobil Radyo), Sistem Füzyonu ve P25. Hem D-STAR hem de System Fusion, amatör radyo pazarı için özel olarak tasarlanmıştır. Hükümet ve ticari kullanıcılar için Avrupa Telekomünikasyon Standartları İnstitute (ETSI) tarafından geliştirilen DMR, Amatör Radyo kullanımı için uyarlanmıştır.

D-STAR başlangıçta Japon Amatör için geliştirilen standarda göre İcom ve Kenwood tarafından desteklenmektedir



Resim 18.3 - Kayalık Dağ
Batıda, el tipi alıcı vericiler, yüksek dağların tepesinde bulunan tekrarlayıcılar sayesinde genellikle büyük mesafeleri kapsayabilir. [Fotoğraf nezaket Rachel Witte, KC ~ ETU ve Bob Witte, K ~ NR]

Radyo Birliği (JARL) Yaesu, System Fusion için tek üreticidir. Motorola Solutions, Hytera, Vertex Standard, TYT, Connect Systems, BFDX, Kirisun ve Kenwood dahil olmak üzere DMR uyumlu ekipman üreten bir düzineden fazla üretici var.

D-STAR ve System Fusion protokollerinin her ikisi de, iletilen dijital verilerde amatörün çağrı işaretini içerir; DMR, amatörlerin dünya çapında amatör kullanıcılar için merkezi bir kayıt defteri olarak hizmet veren DMR-MARC'dan (Motorola Amatör Radyo Kulübü) edinmeleri gereken kullanıcılar ve tekrarlayıcılar için bir Radyo İD numarası kullanır.

DİGİTAL VS ANALOG

Analog FM tekrarlayıcılarda çalışmaya alışkınsanız, ses kalitesinin yavaş yavaş düştüğünü fark etmiş olacaksınız. Tekrarlayıcıya bir istasyonun sinyali zayıfladıkça; Sinyal o kadar zayıflayana kadar sesle karıştırılmış gürültü patlamalarında bir artış var ki, istasyon tekrarlayıcıya uzun süre erişemiyor veya gürültü nedeniyle sesi anlayamıyorsunuz. Benzer şekilde, tekrarlayıcıdan uzaklaştıkça, tekrarlayıcının iletilen sinyali zayıfladıkça aynı gürültüyü duymaya başlayacaksınız. Bir istasyonun zayıf sinyalinin bir tekrarlayıcıya ve bir tekrarlayıcının dinleyiciye zayıf sinyalinin bir kombinasyonu, kullanılabilirliği daha hızlı düşürür .

Dijital tekrarlayıcılar için ses kalitesi, kapsama aralığının kenarına hem giriş hem de çıkış için aynı kalır. Bu noktada,



Şekil 18.4 - Tekrarlayıcılar, afet yardımı, acil durum iletişimi ve kamu hizmetini desteklemek için geniş bir alanda iletişim sağlar. Taşınabilir ve mobil istasyonların birbirleriyle ve hizmet verilen ajanslarla ve etkinlik yönetimi ile etkili bir şekilde iletişim kurmalarını sağlar. Burada gösterilen operatörler (F-B AE5MT, KE5YBC ve KE5NCR)
Oklahoma City maratonunu destekliyor, topluma hizmet ederken değerli eğitimler alıyor. (Fotoğraf: Frank Tassone, KE5KQL)

Dijital protokoldeki kayıp paketlerin neden olduğu ses kopar (konuşmanın eksik kısımları). Daha fazla sinyal bozulması tam sinyal kaybına neden olur. (Aynı etki dijital televizyonda (DTV), görüntü pikselleştikçe ve sonunda tamamen düştüğünde görülür.) İnternet ayrıca ses veri akışını tekrarlayıcılar ve köprüler arasında aktarmak için kullanılan paketleri düşürebilir ve aynı kırık ses etkisine neden olur.

Tüm büyük dijital ses teknolojileri, sınırlı hataları düzeltebilen, kullanılabilir aralığı biraz genişleten ve iletişim kalitesini artıran İleri Hata Düzeltme'yi (FEC) içerir. Daha kaliteli alıcılar daha düşük bir gürültü katında, daha yüksek güç vericilerinde çalışabilir ve daha yüksek kazançlı anten sistemleri hem analog hem de dijital sistemlerin kapsamını genişletecektir.

18.2.4 Ses Olmayan Tekrarlayıcı Kullanımları

FM sesine ek olarak, diğer birkaç ham radyo tekrarlayıcı türü vardır.

ATV (amatör TV) -ATV tekrarlayıcılar, geniş bantlı televizyon sinyallerini 70 cm ve daha yüksek bantlarda aktarmak için kullanılır. Extendcoverageareas, justlikevoicerepeaters için kullanılır. ATV tekrarlayıcıları genellikle bir bantta (örneğin, 23 cm) giriş ve bir diğerinde (örneğin, 70 cm) çıkış ile çapraz bant çalışması için ayarlanır. ATV tekrarlayıcılar hakkında daha fazla bilgi, indirilebilir ekdeki İmage Communications bölümünde bulunabilir .

Digipeaters - Dijital tekrarlayıcılar öncelikle APRS (Amatör Paket/pozisyon Raporlama Sistemi) dahil olmak üzere paket iletişimi için kullanılır. Bir veya daha fazla VHF ve UHF bandında tek bir kanal (tek port) veya birkaç kanal (çoklu port) kullanabilirler. Bu sistemlerin ayrıntıları için El Kitabı'nın indirilebilir ek bilgilerinde Dijital Protokoller ve Modlar bölümüne ve Dijital İletişim bölümüne bakın.

Çok kanallı (geniş bant) - Amatör uydular en iyi bilinen örneklerdir. Geniş bant genişliği (belki 50 ila 200 kHz) alınacak ve iletilecek şekilde seçilir, böylece tüm Bant genişliğindeki sinyaller uydu (tekrarlayıcı) tarafından duyulur ve genellikle farklı bir VHF veya UHF bandında yeniden iletilir. Ayrıntılar için El Kitabının indirilebilir ek bilgisindeki Uzay İletişimi bölümüne bakın.

18.2.5 Tekrarlayıcılar ve FCC Düzenlemeleri

Tekrarlayıcılar özellikle FCC kuralları tarafından yetkilendirilmiştir. Tekrarlayıcı konseptinin amatör hizmette yeni olduğu kısa bir süre için, FCC bir "WR" çağrı işareti öneki ve oldukça karmaşık bir başvuru süreci ile tanımlanan özel tekrarlayıcı lisansları gerektiriyordu. Bu karmaşıklık ortadan kalkmış olsa da, tekrarlayıcılar hala belirli bant segmentleriyle sınırlıdır ve daha düşük maksimum güç sınırlarına sahiptir. Ancak tekrarlayıcı sistemlerimizin çalışmasını sağlayan "kuralların" çoğu kendi kendine empoze edilir ve gönüllüdür. Hams, frekans koordinasyonu, bant planları, çağrı frekansları, dijital protokoller ve verimli iletişim ve bilgi alışverişini teşvik eden kurallar oluşturmuştur .

Yasaklanmış iletişim konusundaki FCC kuralları da biraz rahatladı, jambonların işletmelerle iletişim kurmasına izin verdi ve acil durum ile ilgili kurumların ve özel şirketlerin çalışanlarının "zamanında" eğitim ve tatbikatlara katılmalarına izin verdi. Bu işlemde önemli kısıtlamalar vardır, bu nedenle en son kurallar ve bunların nasıl yorumlanacağı için *QST ve* ARRL web sitesine bakın **www.arrl.org**.

FREKANS KOORDINATÖRLÜĞÜ VE BANT PLANLARI

Tekrarlayıcı işlemi kanalize edildiğinden, aynı frekans çiftlerini paylaşan birçok istasyonla, amatör topluluk tekrarlayıcılar arasındaki ve tekrarlayıcılar ve diğer modlar arasındaki çatışmaları en aza indirmeye yardımcı olmak için koordinasyon grupları oluşturmuştur. Yıllar geçtikçe, VHF ve UHF bantları tekrarlayıcı ve tekrarlayıcı olmayan alt bantlara ayrılmıştır. Bu frekans koordinasyon grupları, kendi alanlarında mevcut frekans çiftlerinin listelerini tutarlar (ancak çoğu kentsel alanda,

Tablo 18.1
Tekrarlayıcılar için Standart Frekans Uzaklıkları

Band	*Ofset*
29 MHz	-100 kHz
52 MHz	Bölgeye göre değişir
	-500 kHz, -1 MHz, -1,7 MHz +
144 MHz	veya-600 kHz
222 MHz	-1.6MHz
440 MHz	+ veya 5
902 MHz	MHz 12 MHz
1240 MHz	12 MHz

2 metrede "mevcut" çiftler yoktur ve 70 cm çiftler kıtlaşmaktadır). Frekans koordinatörlerinin, bant planlarının ve tekrarlayıcı çiftlerinin tam listesi *ARRL Tekrarlayıcı Dizini'ne dahil edilmiştir.*

Her VHF ve UHF tekrarlayıcı bandı, tekrarlayıcı ve tekrarlayıcı olmayan kanallara bölünmüştür. Ek olarak, her bant belirli bir ofsete sahiptir - tekrarlayıcı için iletim frekansı ve alma frekansı arasındaki fark. Çoğu tekrarlayıcı bu standart ofsetleri kullanırken, diğerleri "oddball split" kullanır. Bu standart olmayan tekrarlayıcılar genellikle yerel frekans koordinatörü aracılığıyla koordine edilir. **Tablo 18.1,** her tekrarlayıcı bandı için standart frekans uzaklıklarını göstermektedir.

FM tekrarlayıcı eylemi VHF ve UHF bantlarıyla sınırlı değildir. ABD ve dünya çapında 10 metrede çok sayıda tekrarlayıcı var. "Geniş bant" FM'e yalnızca 29 ,0 MHz'in üzerinde izin verilir ve dört bant plan tekrarlayıcı kanalı (çıkışlar 29,62, 29,64, 29,66 ve 29,68 MHz'dir) ve ayrıca MHz 29,60 simpleks kanalı vardır. 10 metredeki tekrarlayıcılar 100 kHz'lik bir ofset kullanır, bu nedenle karşılık gelen girişler 29.52, 29.54, 29.56 ve 29.58 MHz'dir. Bant açıklıkları sırasında, binlerce kilometre uzaklıktaki bir tekrarlayıcıyı anahtarlayabilirsiniz, ancak bu aynı zamanda birden fazla tekrarlayıcı aynı anda anahtarlandığında üretilen girişim potansiyelini de yaratır. CTCSS sorunu azaltmaya yardımcı olacaktır, ancak birçok 10 metre tekrarlayıcı sahibi bunu kullanmaz ve çok fazla kişi makinelerini "taşıyıcı erişiminde" bırakır.

18.3 FM Ses Tekrarlayıcılar

Tekrarlayıcılar normalde en azından **Şekil 18.5'te gösterilen bölümleri içerir.** Tekrarlayıcılar bir alıcı ve vericinin yanı sıra birkaç özel cihazdan oluşur. Biri, sesi alıcı ve verici arasında yönlendiren, vericiyi anahtarlayan ve tekrarlayıcı lisans sahibi veya belirlenmiş kontrol operatörleri için uzaktan kumanda sağlayan bir denetleyicidir.

İkinci cihaz, tekrarlayıcının aynı antende iletmesini ve almasını sağlayan dupleksleyicidir. Aynı bant içinde, aynı anteni kullanarak yakın bir şekilde çalışan yüksek güçlü bir verici ve hassas bir alıcı, ciddi bir teknik zorluk ortaya koymaktadır. Vericinin alıcıyı havaya uçuracağını düşünebilirsiniz. Ancak dupleksleyici, bir dizi ayarlanmış devreyle iletim enerjisini alıcıdan uzak tutar. Bir dupleksleyici olmadan, alıcı ve vericinin ayrı antenlere ihtiyacı olacak ve bu antenlerin bir kulede 100 veya daha fazla feet uzakta olması gerekecektir. Bazı tekrarlayıcılar bunu yapar, ancak çoğu dupleksleyici kullanır. 2 metrelik bir dupleksleyici, iki çekmeceli bir dosya dolabının büyüklüğündedir. **Bakınız Şekil 18.6 .**

Alıcı, verici, denetleyici ve dupleksleyici: çoğunun temel bileşenleri tekrarlayıcılar. Bundan sonra gökyüzü hayal gücünün sınırıdır. Örnek olarak, kapsama alanını genişletmek için bir uzak alıcı sitesi kullanılabilir **(Şekil 18.7).**

İki site telefon ("sert tel") veya bir VHF veya UHF bağlantısı ile bağlanabilir. Bir uzak alıcı siteniz olduğunda, şehrin diğer tarafındaki "zayıf cep telefonlarını'daha iyi duymak için ikinci bir siteyi düşünmek doğaldır **(Şekil 18.8).** Tekrarlayıcı kullanan istasyonların bazıları 2 metre, diğerleri 70 cm? Sadece iki tekrarlayıcıyı bağlayın! (Bakınız **Şekil 18.9).**

Daha fazla esneklik için, belki de bir NOAA hava kanalı için yardımcı bir alıcı ekleyebilirsiniz **(Şekil 18.10).**

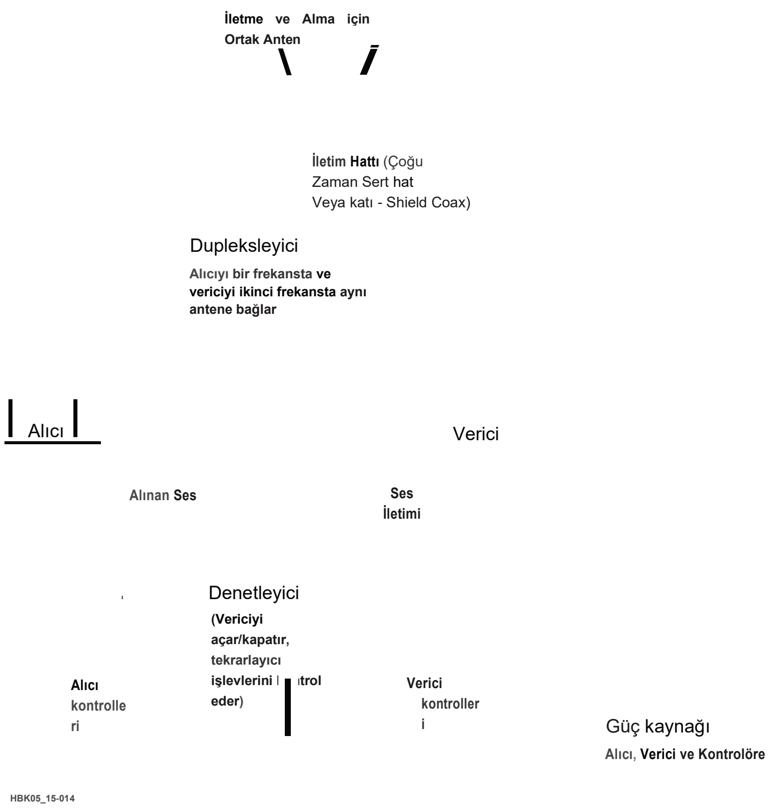
Liste uzayıp gidiyor. Belki de bu yüzden bu kadar çok jambon tekrarlayıcı koydu.

18.3.1 FM Tekrarlayıcı Çalışması

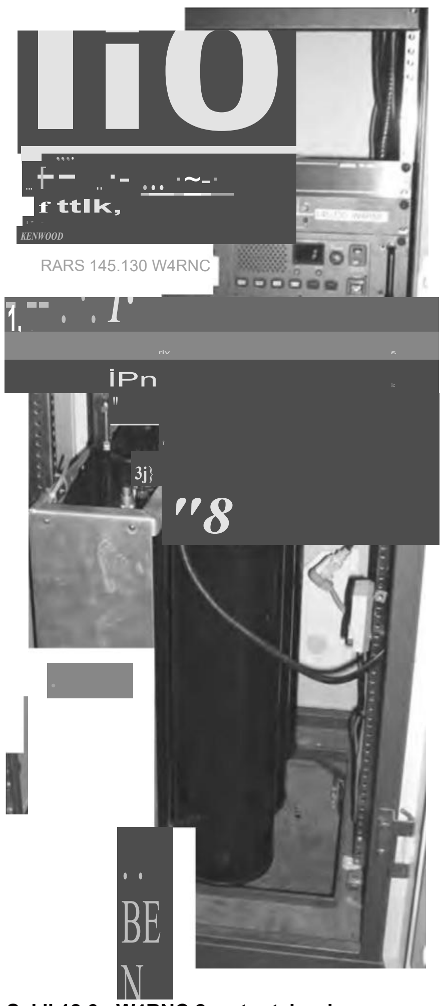
Tekrarlayıcılarda kullanılan neredeyse birçok çalışma prosedürü vardır. Sadece dinleyerek belirli bir makinedeki geleneksel prosedürleri belirleyebilirsiniz. Bir dizi ortak Bununla birlikte, işletim teknikleri birçok tekrarlayıcıda bulunur.

Böyle yaygın bir teknik, nezaket *tonlarının iletilmesidir.* Birkaç istasyonun dönüşümlü olarak konuştuğunu varsayalım - birbiri ardına. Tekrarlayıcı, bir kullanıcının iletiminin sonunu algılar, birkaç saniye bekler ve ardından kısa bir ton veya bip sesi iletir. Rotasyondaki bir sonraki istasyon, iletmeden önce bip sesine kadar bekler, böylece çağrı işaretlerini iletmek için kısa bir süre içinde katılmak isteyen başka bir istasyon verir. Böylece *nezaket tonu terimi* - diğer istasyonların konuşmaya katılmasına izin vermek için kibarca duraklıyorsunuz.

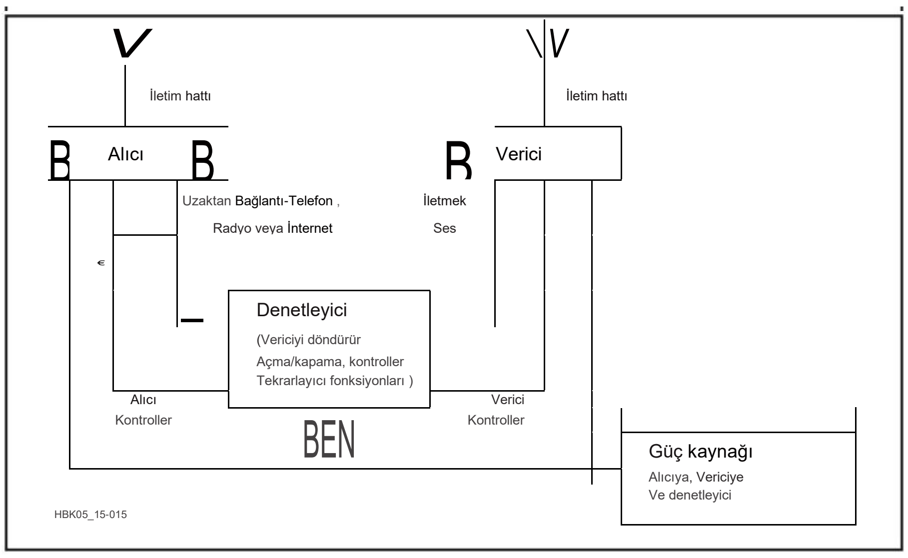
Kibar çalışmayı teşvik eden bir diğer yaygın tekrarlayıcı özelliği, *tekrarlayıcı zamanlayıcısıdır. 3 dakikalık bir* zamanlayıcı aslında uzaktan kumandalı istasyonlar için bir FCC kuralına uyacak şekilde tasarlanmıştır, ancak pratikte zamanlayıcı daha sosyal bir işlev görür. Tekrarlayıcı beri



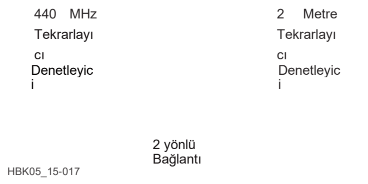
Şekil 18.5 - Bir tekrarlayıcı istasyonunun temel bileşenleri. Tekrarlayıcıların ilk günlerinde, çoğu ev yapımıydı. Bugün, çoğu ticaridir ve bu diyagramın önerdiğinden çok daha karmaşıktır.



Şekil 18.6 - W4RNC 2 metre tekrarlayıcı, raftaki tekrarlayıcı alıcısını, vericiyi ve denetleyiciyi içerir. Altındaki büyük nesne dupleksleyici. [Fotoğraf nezaket Gary Pearce, KN4AQ]



Şekil 18. 7 - Vericiyi alıcıdan ayırmak, tekrarlayıcının kapsama alanını uzatabilir. Uzak alıcı farklı bir binaya veya tepeye yerleştirilebilir veya kulede farklı bir yükseklikte ikinci bir antenden oluşabilir.

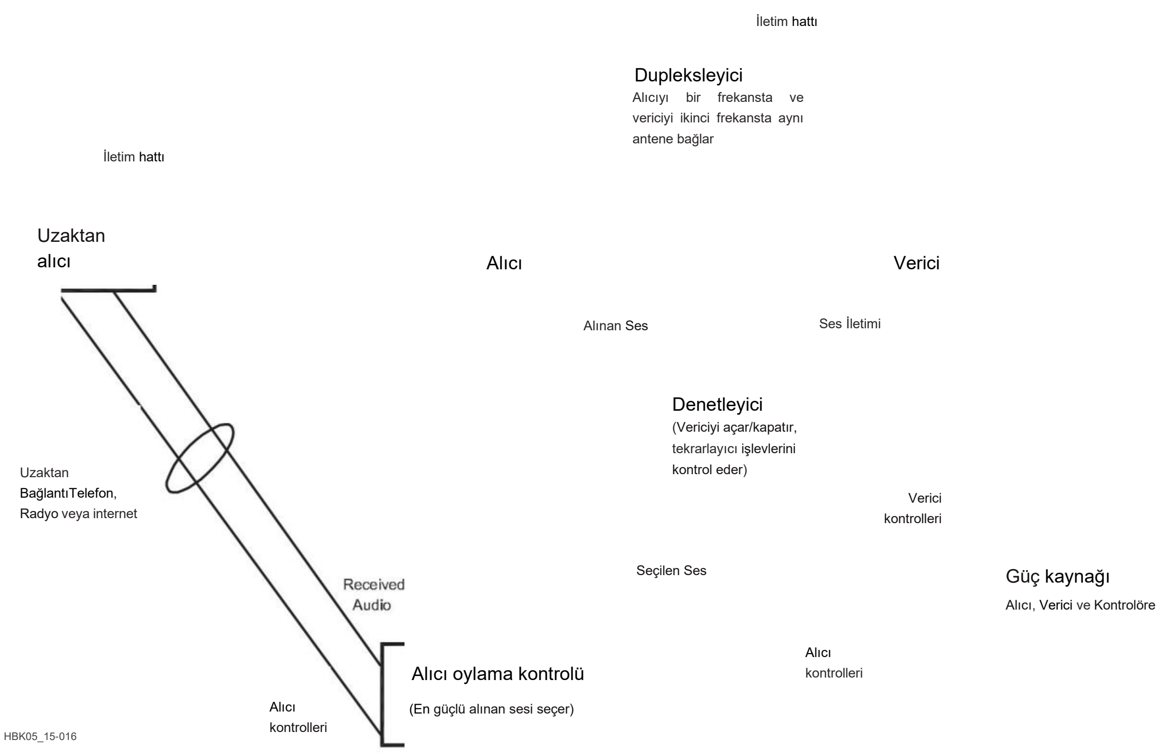


Şekil 18.9 - Farklı bantlar kullanan iki tekrarlayıcı, daha fazla kolaylık sağlamak için bağlanabilir.



Şekil 18.10 - Daha fazla esneklik için, yardımcı bir alıcı ekleyebilirsiniz.

Şekil **18.8 - İkinci bir** uzak **alıcı sitesi, şehrin diğer tarafında sağlam bir kapsama alanı sağlayabilir.**



Çalışma kanalize edilir - birçok istasyonun aynı frekansı kullanmasına izin verir - yayınlarınızı kısa tutmak kibarlıktır. Bu küçük nezaketi unutursanız, birçok tekrarlayıcı 2 veya 3 dakikalık sürekli konuşmadan sonra iletiminizi keser. Tekrarlayıcı "zaman aşımına uğrarsa", giriş frekansındaki istasyon iletimi durdurana kadar havada kalır.

Genel bir kural, aslında hukuk - hem uluslararası hem de FCC tarafından düzenlenen alanlarda - acil durum yayınlarının her zaman önceliğe sahip olmasıdır. Bunlar yaşam, güvenlik ve mal hasarı ile ilgili olarak tanımlanır. Birçok tekrarlayıcı, en azından tekrarlayıcıyı kontrol ederken mobil istasyonlara öncelik vermek için gönüllü olarak kurulmuştur. Yardım gerektiren bir sorun olacaksa, istek genellikle bir mobil istasyondan gelecektir. Bu özellikle yoğun saatlerde geçerlidir; Bazı tekrarlayıcı sahipleri, sabit istasyonların bu saatlerde tekrarlayıcı kullanımını sınırlandırmasını ister.

Ülkenin bazı bölgelerinde bir *veya daha fazla kapalı tekrarlayıcı vardır. Bunlar,* sahiplerinin, herhangi bir nedenle, onları genel kullanım için uygun hale getirmemelerini isteyen tekrarlayıcılardır. Genellikle *duyulabilir veya CTCSS* tonunun iletilmesini gerektirir (daha sonra tartışılmıştır). CTCSS tonu gerektiren tüm tekrarlayıcılar kapalı değildir - birçok açık tekrarlayıcı, aynı frekans çiftini kullanan bitişik alanlarda makineler arasındaki paraziti en aza indirmek için tonlar kullanır. Diğer kapalı tekrarlayıcılar, açmak için özel bir ton dizisinin iletilmesini gerektirir. Genel olarak kapalı tekrarlayıcılar da dahil olmak üzere tüm tekrarlayıcıların, acil durum bilgilerinin varlığının bilinmesi için en azından yeterince uzun süre kullanılabilir hale getirilmesi arzu edilir.

Tekrarlayıcıların birçok kullanımı vardır. **Bazı** alanlarda yaygın olarak resmi trafik ağları, HF ağlarının değiştirilmesi veya desteklenmesi için kullanılırlar. **Diğer** alanlarda şiddetli hava ağları için ton uyarısı ile kullanılırlar. Belirli bir tekrarlayıcı genellikle ragchewing için kullanıldığında bile, özel bir amaç için bağlanabilir. Örnek olarak, bir ARRL gönüllü yetkilisi, durumu boyunca periyodik bir bölüm toplantısı düzenleyebilir, bağlantılı tekrarlayıcılar hem duyurulara hem de kendisine yönlendirilen sorulara izin verir.

Bir tekrarlayıcının en yaygın ve önemli kullanımlarından biri, ziyaret hamlarına yardımcı olmaktır. Tekrarlayıcılar *ARRL Tekrarlayıcı Dizininde ve* diğer dizinlerde listelendiğinden, ülke genelinde mobil veya el telsizleriyle seyahat eden jambonlar genellikle seyahat rotası, restoran veya konaklama bilgileri isteyen yerel tekrarlayıcılara bakarlar. Diğerleri sadece yerel gruba merhaba demek için tekrarlayıcıya geliyor. Çoğu alanda nezaket hakimdir - ziyaretçiye merhaba demek veya gerekli yardımı almak için öncelik verilir .

Tekrarlayıcı hakkında detaylı bilgi Teknikler, *ARRL Kullanım Kılavuzunun tam bir bölümüne dahil edilmiştir.*

18.3.2 Ev, Mobil ve El Ekipmanları

Tekrarlayıcılarda kullanılan ekipmanlarda birçok seçenek vardır. Bu seçeneklerin bir kısmı **Şekil 18.11'de gösterilmiştir.**

HAN DH ELD TRANSCEIVERS

500 mW ila 5 W çıkış gücüne sahip temel bir el telsizi hemen hemen her yerde kullanılabilir - bir binada, bir caddede yürürken veya bir arabada.

El modunda çeşitli anten türleri kullanılabilir. En küçük ve en uygun olanı, esnek bir tüp içine yerleştirilmiş helisel olarak sarılmış bir anten olan "lastik ördek'olarak bilinen bir lastik esnek antendir. Ne yazık ki, küçük boyutu elde etmek için bir tel sarmal veya bobin kullanımı çok düşük bir verimlilik sağlar .

2 metrelik bant için yaklaşık 19 inç uzunluğunda olan çeyrek dalga kamçı, gelişmiş performans için iyi bir seçimdir. Teçhizat ve eliniz bir zemin düzlemi görevi görür ve oldukça verimli bir sonuç elde edilir. Seri olarak birkaç elektriksel çeyrek dalga bölümünden oluşan daha uzun bir anten de ticari olarak temin edilebilir. Bu anten genellikle genişletilmiş kapsama alanı üretse de, radyonun anten konektörüne monte edilmiş 30 veya daha fazla inç antenin mekanik zorlanması sorunlara neden olabilir. Birkaç ay sonra, gerilme konektörün değiştirilmesini gerektirebilir.

En yeni el telsizleri lityum iyon (Li-ion) pillerle birlikte verilir. Bu yüksek kapasiteli piller hafiftir ve klasik NiCd pil takımından çok daha uzun süre çalışmasına izin verir. Şarj işlemi, bir saat veya daha kısa sürede "hızlı'bir şarj cihazıyla veya gece boyunca bir damla şarj cihazıyla gerçekleştirilir. Piller hakkında daha fazla bilgi için Güç Kaynakları bölümüne bakın.

7 W'dan daha yüksek güç seviyeleri, anten genellikle operatörün kafasına ve gözlerine yakın olduğu için el ünitelerinde bir güvenlik sorununa neden olabilir. Daha fazla bilgi için Güvenlik bölümüne bakın.

Mobil çalışma için, harici bir anten, aşağıdaki Mobil Ekipman bölümünde tartışıldığı gibi "lastik ördek'ten çok daha fazla aralık sağlar. Bir güç kablosu araç çakmağına takılır, böylece akü şarjlı kalır ve bir hoparlör-mikrofon kolaylık sağlar. Ek olarak, ticari olarak temin edilebilen "tuğla" amplifikatörler, el radyosunun çıkış güç seviyesini 50 W veya daha fazla yükseltmek için kullanılabilir. Birçok jambon başlangıçta bu rotaya gider, ancak kısa sürede sık sık bağlanmaktan ve tüm aksesuarları el cihazından ayırmaktan ve kalıcı bir mobil radyo takmaktan yorulur.

MOBILE EQUIPMENT

Kompakt mobil alıcı-vericiler 11-15 V de'den çalışır ve genellikle yaklaşık 50 W'a kadar çeşitli iletim gücü seviyeleri sunar. En yaygın olanları tek bantlı ve çift bantlı alıcı vericilerdir. "Çift bant" genellikle 2 metre ve 70 cm anlamına gelir, ancak üç veya daha fazla bandı kapsayan radyolar gibi diğer kombinasyonlar da mevcuttur.

Mobil antenler, hızlı ve kolay manyetik montajdan "araç tavan montajlarını delmek" için değişir. Şekil 18.11'in orta bölümünde gösterilen dört genel mobil anten sınıfı en popüler seçimlerdir. Aracınız için antenleri denemeden önce, alınması gereken bazı önlemler vardır.

Cam antenler: Satıcınızdan veya araç üreticinizden bilgi almaya çalışmak yerine, bu tür antenleri önce maskeleme bandı veya anteni yerinde tutmak için başka bir geçici teknik kullanarak test edin. Bazı ön camlar buz çözme, renklendirme ve araç radyo alımı için metalize edilmiştir. Bu metali cam anteninizin yolunda tutmak, verimliliğini ciddi şekilde azaltacaktır.

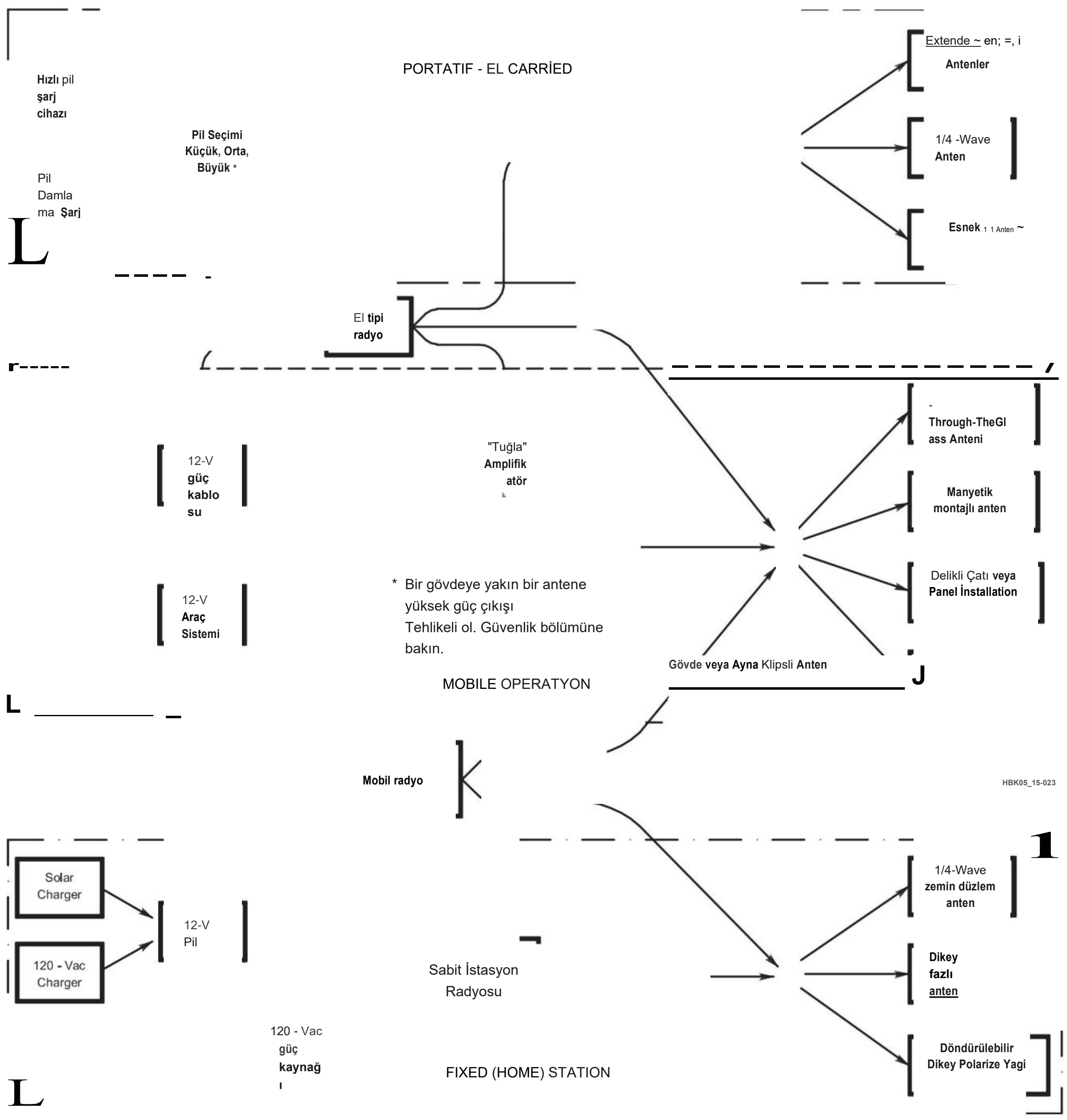
Mıknatıs montajlı veya "mag montajlı" antenler, arabanızın metal bir tavanı veya gövdesi varsa uygundur. Metal ayrıca zemin düzlemi olarak da hizmet eder. İyi çalışıyorlar, ancak uzun vadede iyi bir çözüm değiller. Sonunda arabanın boyasını çizerler ve bir kapıdan geçen koaksiyel bükülmeye veya kıvrılmaya maruz kalabilir ve sonunda başarısız olabilir .

Tavandan anten montajı: Çoğu jambon, aracı uzun süre tutmak istemedikçe, araç tavanında bir delik açmaya isteksizdir. Bu montaj yöntemi, (metal) çatı bir zemin düzlemi olarak hizmet ettiğinden, en iyi verimliliği sağlar. Delmeden önce, anten kablosunu iç araç tavan döşemesinin altından radyoya nasıl indireceğinizi dikkatlice planlayın ve ölçün. Özellikle yan perde hava yastıkları konusunda dikkatli olun. Ticari iki yönlü dükkanlar, genellikle makul bir fiyata anten ve güç kabloları kurabilir.

Gövde dudağı ve klipsli antenler: Bu antenler iyi tavizlerdir. Genellikle monte edilmesi kolaydır ve kabul edilebilir şekilde çalışırlar. Kablo yönlendirmesi planlanmalıdır. Eğer birkaç watt'tan fazla çalışacaksanız, anteni araç pencerelerinden birine yakın monte etmeyin - yayılan gücün önemli bir kısmı otomobilin içine girebilir.

Mobil ekipman hakkında daha fazla bilgi Bir **İstasyonun Montajı ve Antenler** bölümlerinde bulunabilir.

HOME STATION EQUIPMENT Çoğu "baz istasyonu" FM radyosu aslında şarj edilebilir pillerden veya ac ile çalışan güçten güç alan mobil donanımlardır



Şekil 18.11 - Tekrarlayıcılarla kullanım için ekipman seçenekleri çeşitlidir. Bir el tipi alıcı-verici belki de en çok yönlü radyo türüdür, çünkü evden, bir araçtan ve bir dağın tepesinden çalıştırılabilir.

Malzemeler. Pillerin kullanımı, güç kesintisi durumunda yedek iletişim yeteneği sağlama avantajına sahiptir. Sabit istasyon kullanımı için tasarlanmış bazı HF alıcı vericileri, FM'e ek olarak SSB ve CW kullanarak VHF veya VHF/UHF bantlarında da çalışma sunar. Bunları kullanmak, HF'yi çalıştırırken yerel bir FM frekansını izleyemeyeceğiniz anlamına gelir.

Sabit konumun genel seçimi Antenler de Şekil 18.11'de gösterilmiştir. Çoğu jambon çok yönlü bir dikey kullanır, ancak aynı kanalda iki tekrarlayıcı arasındaki bir alanda bulunuyorsanız, dönebilen bir Yagi, diğer tekrarlayıcıya müdahale etmeden hangi tekrarlayıcıyı kullanacağınızı seçmenize izin verebilir. Dikey polarizasyon evrensel bir gelenektir, çünkü mobil bir kurulumda gerçekleştirilmesi en kolay olanıdır. VHF/UHF SSB işlemi geleneksel olarak yatay polarizedir. İle bir operatör Her ikisini de yapan bir radyonun zor bir seçimi vardır, çünkü çapraz polarize antenler kullanan istasyonlar arasında ciddi bir performans vuruşu olabilir.

Hem ticari hem de ev yapımı '4-2 ve daha büyük antenler ev kullanımı için popülerdir. Bunlardan bazıları **Antennas** bölümünde gösterilmiştir. Genel olarak,'/-2 bölümleri herhangi bir bant üzerinde daha fazla kazanç sağlamak için yığılmış olabilir. Ancak bunu yaparken, daha

Ve ufka doğru daha fazla güç yoğunlaşıyor. Düz bir alanda yaşıyorsanız bu arzu edilebilir. **Şekil 18.12'ye bakınız.**

18.3.3 Kodlu Çömelme ve Tonlar

Squelch, FM radyolarda, sinyal olmadan yüksek sesli gürültüyü kapatan devredir. Çoğu zaman, jambonlar, herhangi bir sinyalin geçmesine izin veren bir susturucu devresi olan taşıyıcı susturucu olarak da adlandırılan gürültü susturucuyu kullanır. Ancak, hangi sinyalin hoparlörünüze ulaştığı veya tekrarlayıcınızı anahtarladığı konusunda daha seçici olmanın yolları vardır. Bu, genel olarak *kodlanmış squelch olarak bilinir ve* havadaki tekrarlayıcıların yarısından fazlası, tekrarlayıcıyı kullanabilmek için kodlanmış squelch göndermenizi gerektirir.

CTCSS

En yaygın kodlanmış squelch formunun genel adı *CTCSS'dir* (Sürekli Ton Kodlu Squelch Sistemi), ancak daha çok "ton" takma adıyla bilinir. Ticari hizmetlerden alınan alt duyulabilir tonlar genellikle başkalarının bir tekrarlayıcı kullanmasını engellemek için kullanılmaz, bunun yerine aynı tekrarlayıcı frekansına sahip kullanıcılardan gelen girişimi en aza indirmenin bir yöntemidir. CTCSS tonları, 67 ila 250 Hz arasındaki sinüs dalgası ses tonlarıdır ve iletim sesine oldukça düşük bir seviyede eklenir. Sadece alıcınızın ses devresinin onları filtrelemesi gerektiği için duyulmazlar. CTCSS'li bir alıcı, iletim istasyonu doğru tonu göndermediği sürece bir kanaldaki tüm trafiğe sessiz kalacaktır. Sonra alıcı iletilen sesi hoparlörüne gönderir.

Örneğin, **Şekil 18.13'te** A tepesindeki bir mobil istasyon nominal olarak Jonestown tekrarlayıcısının normal kapsama alanı içindedir (146.16/76). Aynı frekans çiftindeki Smithtown tekrarlayıcısı, genellikle 150 mil uzaklıktaki istasyonları duyamaz. Cep telefonu Bir tepede ve bu yüzden hem Jonestown hem de Smithtown'un kapsama alanında. Cep telefonu ne zaman iletirse, her iki tekrarlayıcı da onu duyar .

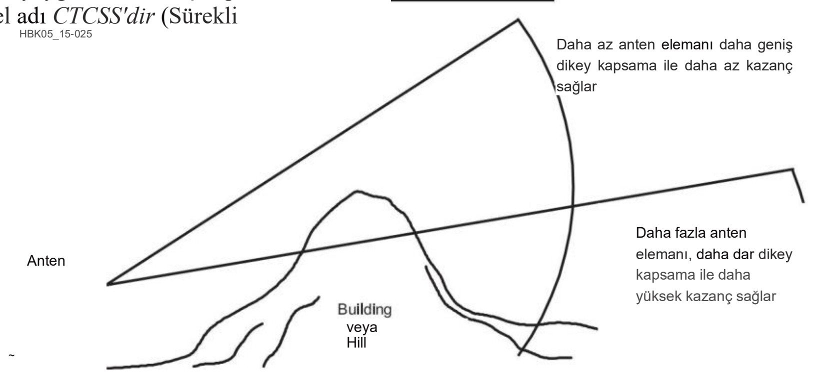
Bu sorunun ortak çözümü, yeterince sık gerçekleştiğini varsayarak, Smithtown tekrarlayıcısını bir CTCSS kod çözücü ile donatmak ve tekrarlayıcıya erişmek için bir CTCSS tonu iletmek için tekrarlayıcının tüm kullanıcılarını gerektirmektir. Bu nedenle, tepedeki mobil istasyon, gerekli CTCSS tonunu iletmediğinden, Smithtown tekrarlayıcısından gelmez.

Tablo 18.2, mevcut CTCSS tonlarını göstermektedir. 1980'lerin başından beri inşa edilen çoğu radyo, yerleşik bir CTCSS kodlayıcısına sahiptir ve 1990'ların başından beri inşa edilen çoğu radyo da yerleşik bir CTCSS kod çözücüsüne sahiptir. Daha yeni radyolar, *tekrarlayıcı* çıkışı bir ton içeriyorsa, tonu avlayacak bir "ton taraması" özelliğine sahiptir. Ton gerektiren çoğu tekrarlayıcı da tonlarını iletir, ancak buna gerek yoktur. *ARRLRepeater Dizini'ndeki listeler,* varsa gerekli CTCSS tonunu içerir.

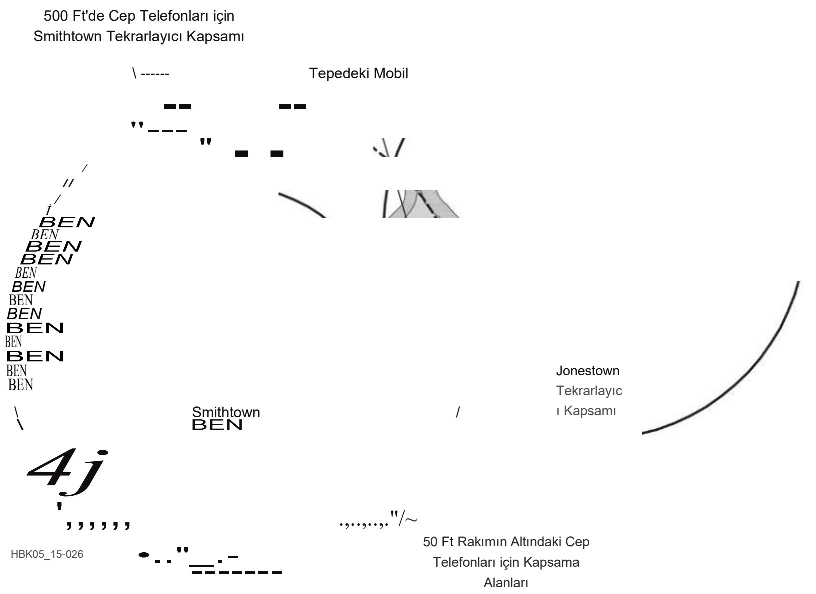
Yerel tekrarlayıcınız bir CTCSS tonu gönderirse, dekoderinizi sadece bu tekrarlayıcıyı izlemek için kullanabilir ve ortak kanal komşusunu, intermod'u veya yakındaki tüketici elektroniğinin can sıkıcı fi

DIGITAL KODLU SQUELCH (DCS)

Daha yeni bir kodlanmış squelch formuna DCS (Dijital Kodlu Squelch) denir. DCS ticari hizmette göründü çünkü CTCSS yoktu



Şekil 18.12 - Tüm görüş hattı iletişimlerinde olduğu gibi, arazi sinyalinizin nasıl çıktığı konusunda önemli bir rol oynar.



Şekil 18.13 - İki tekrarlayıcı aynı frekanslarda çalışırken, iyi konumlandırılmış bir operatör her iki tekrarlayıcıyı aynı anda anahtarlayabilir. Yönlü bir anten yardımcı olabilir .

Tablo 18.2
CTCSS Ton Frekansları

CTCSS'nin amacı, bant açıklıkları sırasında kokanel girişimini azaltmaktır. CTCSS donanımlı tekrarlayıcılar, yalnızca bu tekrarlayıcı için gerekli olan CTCSS tonuna sahip sinyallere yanıt verecektir. Bu tekrarlayıcılar, girişlerindeki zayıf uzak sinyallere cevap vermez ve buna bağlı olarak tıkanıklığa eklemek için iletmez ve tekrarlamaz. Hertz'deki standart ANSI/EIA frekans kodları aşağıdaki gibidir :

67.0	118.8	179.9
69.3	123.0	183.5
71.9	127.3	186.2
74.4	131.8	189.9
77.0	136.5	192.8
79.7	141.3	199.5
82.5	146.2	203.5
85.4	151.4	206.5
88.5	156.7	210.7
91.5	159.8	218.1
94.8	162.2	225.7
97.4	165.5	229.1
100.0	167.9	233.6
103.5	171.3	241.8
107.2	173.8	250.3
110.9	177.3	254.1
114.8		

Birçok kullanıcı için yeterli tonlar sağlar. DCS, 100 veya daha fazla kod seçeneği ekler. DCS birkaç yıl önce Amatör Radyo alıcı-vericilerinde görünmeye başladı ve şimdi çoğu yeni radyoda standart bir özellik. Açık tekrarlayıcılar genellikle DCS yerine CTCSS kullanır, çünkü hala kullanımda olan birçok eski radyo DCS'ye sahip değildir.

DTMF

Cep telefonlarının yaygın kullanımından önceki günlerde, tekrarlayıcıların en çekici özelliklerinden biri, bir mobil veya taşınabilir istasyonun, tekrarlayıcıyı yerel telefon hattına bağlamak ve giden aramalar yapmak için standart bir telefon DTMF (çift tonlu çok frekanslı veya Dokunmatik Tonlu) tuş takımı kullanmasına izin veren otomatik izleme hizmetlerinin kullanılabilirliğiydi.

Günümüzde otomatik çizimler daha az kullanılmasına rağmen, DTMF tuş pedleri hala kontrol sinyalleri göndermek için kullanılmaktadır. DTMF ayrıca bir alıcıyı tıkamak için bir çömelme şekli olarak da kullanılabilir, ancak daha çok otopatch ve konuşan S sayaçları gibi çeşitli işlevleri kontrol etmek için kullanılır. CTCSS gerektiren bazı tekrarlayıcılar, uygun rakamları gönderirseniz, tekrarlayıcıyı birkaç dakika boyunca taşıyıcı-susturucu moduna sokan bir DTMF "geçersiz kılma'ya sahiptir. DTMF tonları için diğer uygulamalar, daha sonraki bir bölümde açıklanan bağlantılı tekrarlayıcıları kontrol etmeyi içerir.

Tablo 18.3 DTMF tonlarını göstermektedir. Bazı klavyeler, 0 ile 9 arasındaki rakamlara ve # ve * özel işaretlerine karşılık gelen standart 12 ton seti sağlar. Diğerleri, A'dan D'ye kadar özel tuşlar sağlayan 16 çiftin tam setini içerir. Tonlar, genellikle düşük tonlar ve yüksek tonlar olarak adlandırılan iki grupta düzenlenir. Bir anahtar veya rakam tanımlamak için her gruptan bir tane olmak üzere iki ton gereklidir. Örneğin, 5'e basmak aynı anda

18.3.4 Dar bantlama

Önceki bölümde, çoğu kentsel alanda, yeni tekrarlayıcılar için "kullanılabilir" frekansların bulunmadığını belirttik. Ve bu bölümün başındaki kısa tarih bölümümüzden Amatör Radyo FM patlamasının işin başladığı zaman başladığını hatırlayabilirsiniz.

Tablo 18.3
Standart Telefon (DTMF) Tonları

	Düşük Ton Grubu		*Yüksek ton grubu*	
	1209 Hz	*1336 Hz*	*1477 Hz*	*1633 Hz*
697 Hz	1	2	3	A
770 Hz	4	5	6	B
852 Hz	7	8	9	C
941 Hz	*	0	#	D

Ve kamu güvenliği hizmetleri odadan çıktı ve tüm yeni radyoları satın almak zorunda kaldı. FCC tarafından zorunlu kılınan aşırı kalabalığa yönelik çözümleri, her kanal için kullanılan spektrumu azaltmaktı. 1960'larda bu, FM sinyallerinin modülasyonunu ("sapma") 15 kHz'den 5 kHz'e düşürmek ve her kanalı ikiye bölmek anlamına geliyordu. Hams, 15 kHz sapma telsizlerini (o sırada "geniş bant'olarak adlandırılır) miras aldı, ancak kısa süre sonra 5 kHz" dar bant "standardını benimsedi .

Tarih tekerrür ediyor. Spektrum komşularımız yine oda dışındadır ve FCC yine 5 kHz'den (şimdi "geniş bant'olarak adlandırılır) 2,5 kHz'e (yeni'dar bant") sapmayı azaltmalarını gerektirir. Bu birkaç yıl ertelendi, ama sonunda oluyor.

Jambonlar davayı takip edecek ve kendi kalabalık gruplarımızda daha fazla tekrarlayıcı için alan yaratacak mı? Şimdiye kadar, cevap'hayır ". Son on yılda inşa edilen çoğu Amatör Radyo FM ekipmanı, sapmayı azaltan ve daha sıkı alma filtreleri içeren'dar'bir seçeneğe sahip olsa da, alanda hala çok sayıda eski ekipmanımız var ve bunun yerine geçecek kurumsal veya belediye bütçesi yok. Tekrarlayıcılarımızın çoğu hala ticari hizmetten dönüştürülmüş eski donanımdan yapılmıştır. Birkaç tekrarlayıcı konseyi, dar bantlamayı karşılamak için frekans koordinasyonunu ayarlamayı ciddi olarak düşünmüştür. Kimse FCC'nin jambonların dar bantlamayı benimsemesini gerektirmesini beklemiyor.

Olan şey, analog FM tekrarlayıcıların işgal ettiği kanallar arasında, özellikle zaten'dar "olan D-STAR dijital tekrarlayıcıların yerleştirilmesidir. Hala bazı spektrum örtüşmeleri olduğundan, D-STAR tekrarlayıcıları, ilgili tüm sinyallerin alan gücünü azaltmak için yeni yan kanal komşularından - 30 ila 50 mil - iyi bir mesafede olmalıdır.

Tüm bunların nasıl çalıştığını anlamanıza yardımcı olmak için, analog FM sinyalleri için "5 kHz've" 2.5 kHz "sapma terminolojisinin yanıltıcı olduğunu açıklayacağız. Bu, modüle edilmiş bir sinyalin merkez frekanstan bir yönde aldığı en yüksek frekans kaymasını ifade eder. Ancak FM sinyali bu merkezden hem yukarı hem de aşağı hareket eder ve bazı yan bantlara da sahiptir. "5 kHz" FM sinyali tarafından kullanılan gerçek spektrum 16 kHz'de zirve yapar ve'dar "2.5 kHz sinyali zirvelerde 11 kHz'e ulaşır - çok fazla tasarruf sağlamaz. Dijital D-STAR sinyali yaklaşık 6.25 kHz genişliğindedir. Dijital sinyaller spektrumlarını her zaman tamamen doldurur ve modülasyonla değişmez.

Dar bantlama Amatör Radyoda gönüllü bir uygulama haline gelebilir, ancak *kullanımınız* dar bantlı tekrarlayıcılarla uyumlu kalarak "zorunlu" olacaktır. *El Kitabı'nın bu baskısı ufukta görünmüyor.*

18.3.5 Bağlantılı Tekrarlayıcılar

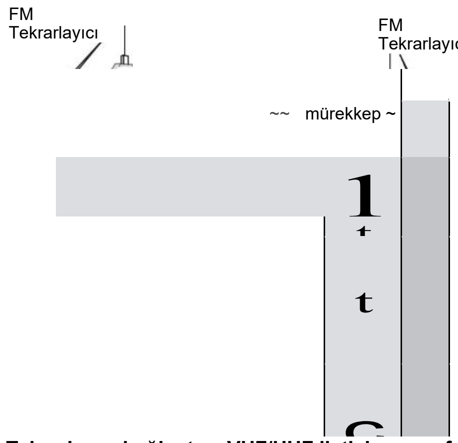
Çoğu tekrarlayıcı, kendi kapsama havuzlarını sağlayan bağımsız cihazlardır ve hepsi bu kadar. Ancak önemli sayıda tekrarlayıcı bağlantılıdır - bir veya daha fazla tekrarlayıcıya bağlıdır. Bu diğer tekrarlayıcılar aynı yerde diğer bantlarda olabilir veya başka yerlerde veya her ikisinde de olabilir. Bağlantılı tekrarlayıcılar, kullanıcıların farklı bantlar arasında ve tek bir tekrarlayıcıda olduğundan daha geniş coğrafi alanlar arasında iletişim kurmasını sağlar. **Şekil 18.14** bir örnek göstermektedir.

Tekrarlayıcıları birbirine bağlamanın birçok yolu vardır.
Aynı kuledeki tekrarlayıcılar sadece birbirine bağlanabilir veya aynı denetleyiciyi bile paylaşabilirler. Yüz mil veya daha yakın mesafedeki tekrarlayıcılar bir radyo bağlantısı kullanabilir - her tekrarlayıcıda ayrı bağlantı vericileri ve alıcıları, antenler birbirine işaret eder. Her biri hala yaklaşık 100 mil uzakta olan çoklu tekrarlayıcılar, daha geniş bölgeleri kapsayacak şekilde bağlantılarını "papatya zinciri" yapabilir. Ülkede düzinelerce tekrarlayıcı ile birkaç eyaleti kapsayan birkaç bağlantılı tekrarlayıcı sistemi vardır, ancak çoğu radyo bağlantılı tekrarlayıcı sistemi, bir veya iki durumun sadece bir kısmını kapsayan daha mütevazı hırslara sahiptir .

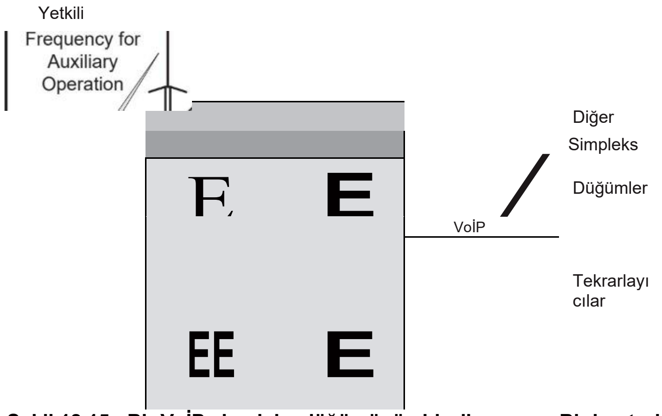
İnternet üzerinden bağlantı yapan tekrarlayıcı, tekrarlayıcıları dünya çapında ve neredeyse sınırsız sayıda birbirine bağlama yeteneği yarattı. Bir sonraki bölümde İnternet bağlantısı hakkında daha fazla konuşacağız.

Bağlantılı tekrarlayıcıların *tam zamanlı* ve *isteğe bağlı kategoriler altında çalıştırılabilmesinin birkaç yolu vardır.* Tam zamanlı bağlı tekrarlayıcılar, adından da anlaşılacağı gibi çalışır - bağlı bir ağdaki tüm tekrarlayıcılar her zaman bağlanır. Eğer bir tanesini tuşlarsanız, hepsini duyarsınız ve ağdaki diğer tekrarlayıcılardan herhangi biriyle istediğiniz zaman konuşabilirsiniz. Ağı etkinleştirmek için özel bir şey yapmanız gerekmez, çünkü her zaman oradadır.

İsteğe bağlı bir sistemde, bağlı tekrarlayıcılar, genellikle DTMF basamaklarıyla bir kod göndererek, bunları bağlamak için bir işlem yapmadığınız sürece izole kalır. DTMF diziniz ağdaki tüm tekrarlayıcıları etkinleştirebilir veya sistem, bir telefon çevirmek gibi, sadece bir belirli tekrarlayıcıyı ele almanıza izin verebilir. İşiniz bittiğinde, başka bir DTMF kodu bağlantıyı veya bir zamanlayıcıyı bırakır



Şekil 18.14 - Tekrarlayıcı bağlantısı, VHF/UHF iletişim mesafelerini büyük ölçüde genişletebilir. Tekrarlayıcı bağlantıları genellikle özel radyo donanımı veya İnternet aracılığıyla yapılır .



Şekil 18.15 - Bir VoİP simpleks düğümünün bir diyagramı. Bir kontrol operatörü istasyon konumunda fiziksel olarak mevcut değilse ve düğüm kablosuz uzaktan kumanda ile çalışıyorsa, kontrol Link *yardımcı* çalışma kurallarına uymalıdır.

Tekrarlayıcılar artık kullanılmadığında bu işi halledebilir.

İNTERNET LİNKİNG

İnternet ve *Voice over İnternet Protocol* (VoİP), tekrarlayıcı bağlantısını katlanarak genişletti ve yerel bir tekrarlayıcı aracılığıyla dünya çapında iletişim sağladı. İki İnternet bağlantı sistemi, IRLP ve EchoLink, ABD'de kritik kütleye ulaştı ve hemen hemen her yerde mevcut. D-STAR ve DMR dijital sistemleri de önemli bir İnternet bağlantı bileşenine sahiptir. Kısa bir genel bakış burada yer almaktadır; Daha fazla bilgi **Dijital İletişim** indirilebilir ekinde bulunabilir.

IRLP

İnternet Radyo Bağlantı Projesi (IRLP) en "radyo" tabanlı bağlantı sistemidir. Kullanıcı erişimi sadece radyo aracılığıyla, simpleks veya tekrarlayıcı istasyonları kullanılarak, bağlantı ise İnternet'te VoİP kullanılarak yapılır. Bir IRLP sistem operatörü, radyo ekipmanını bir bilgisayara bir İnternet bağlantısı ve ardından IRLP yazılımını çalıştırmak. Bu kurulduktan sonra, tekrarlayıcı kullanıcıları DTMF tonlarını doğrudan diğer bireysel tekrarlayıcı veya simpleks düğümlerine (Şekil **18.15)** veya *reflektörlere* - birden fazla düğümü bir büyük parti çizgisi olarak birbirine bağlayan sunuculara - bağlantı kurmak için gönderir.

Doğrudan bağlantılar ondemand bağlantılı tekrarlayıcılar gibi çalışır. Bağlanmak istediğiniz düğüm numarasını çevirir ve koda erişirsiniz (gerekirse) ve uzak tekrarlayıcıya bağlanırsınız. Bağlandıktan sonra, her iki uçtaki herkes iletişim kurabilir. Bittiğinde, başka bir DTMF dizisi bağlantıyı indirir. Uzak bir tekrarlayıcıdan biri de sizinle bağlantı kurabilir.

Reflektörler, ondemand ve tam zamanlı bağlantılı tekrarlayıcılar arasında bir melez gibi çalışır. Yerel tekrarlayıcınızı bir reflektöre bağlayabilir ve tüm gün orada bırakabilir veya özel bir amaç için (ağ gibi) bağlanabilir ve etkinlik bittiğinde bırakabilirsiniz.

EchoLink

EchoLink, ses kartı ve uygun yazılıma sahip bir PC gerektirir. İt, IRLP gibi tekrarlayıcı bağlantılarına izin verir ve Konferans Birden fazla bağlantıya izin veren IRLPreflektörlerine benzer sunucular. Büyük fark, EchoLink'in bireylerin radyo kullanmadan bilgisayarlarından ağa bağlanmalarına izin vermesidir.

EchoLink konferans sunucularının tümü az ya da çok belirli işlevlere sahiptir. Bazıları sadece bölgesel toplanma yerleridir, bazıları ise bölge, konu veya etkinlik bazlıdır (SKYWARN ve Ulusal Kasırga Merkezi Ağları, Jamboree on the Air, vb.).

EchoLink özellikli bilgisayarınızı baz istasyonu radyosuna bir ses kartı aracılığıyla oldukça kolay bir şekilde bağlayabilir ve bir yayın düğümü oluşturabilirsiniz. Yine de, EchoLink'i tekrarlayıcı sahibinden izin almadan yerel bir tekrarlayıcıya borulamayın.

Bir bilgisayardan bir tekrarlayıcıya tam zamanlı bir bağlantı oluşturmaya karar verirseniz, tekrarlayıcı girişinde sadece bir baz istasyonu yerine özel bir UHF bağlantı frekansı kullanmayı düşünün. Bu IRLP bağlantıları için de geçerlidir. Tabii ki, İnternet altyapıya bağımlıdır ve hem güç hem de İnternet erişimi fırtınalar veya diğer felaketler sırasında kesintiye uğrayabilir.

18.4 D-STAR Tekrarlayıcı Sistemleri

D-STAR, Japonya Amatör Radyo Birliği (JARL) tarafından geliştirilen ve Amatör Radyo'yu 21. yüzyıla taşıyan dijital bir protokoldür. D-STAR, ses ve düşük hızlı verileri (DV) veya daha yüksek hızlı Ethernet verilerini (DD) kapsülleyebilen bir bit akış protokolüdür. Protokol tamamen dijital olduğundan (amatör istasyon alıcı-vericileri ve ilgili tekrarlayıcılar için GMSKmodülasyonu kullanılır), sinyalleme tamamen bant dışı gerçekleştirilir (yani, kontrol kodları ses veya Ethernet bilgisinden veri akışının ayrı bir parçasıdır). D-STAR tekrarlayıcı sistemlerine bakarken, bu yönü akılda tutmak önemlidir. Amatörler analog dünyada bant içi sinyalleşmeye (örneğin DTMF tonları) daha aşinadır. D-STAR hakkında ek bilgiler **Digital Communications indirilebilir** ekinde bulunabilir.

18.4.1 D-STAR İstasyonu İD'leri

D-STAR belirtimi, simpleks iletişim ve repeater işlemleri için kullanılabilecek bir protokol tanımlar. Simpleks kullanıldığında, D-STAR telsizleri analog telsizlere benzer şekilde işlev görür ve istasyon İD'sine (çağrı işareti ve bir karakter veya boşluk) dayalı seçici dinlemeyi etkinleştirme özelliğine sahiptir. Bir tekrarlayıcı ile çalışmak için, tekrarlayıcının istasyonunun İD'sini ve tekrarlayıcının açık olduğu frekansı bilmeniz gerekir. Bu durumda, tekrarlayıcının istasyonunun İD'sini analog dünyadaki benzersiz bir CTCSS tonuna eşdeğer olarak düşünün.

D-STAR belirtimi, tüm istasyon İD'lerini yedi büyük harf alfanümerik karakter (boşluk dolgulu) ve bir büyük harf alfanümerik istasyon tanımlayıcısı (Ayrıca bir boşluk olmak). Başka bir deyişle, WlAW, İD istasyonunun ilk yedi karakterinin "Wİ AW < space > < space > < space >" (üç boşluk karakteri WlAW'yi takip eder) olduğu birden fazla D-STAR istasyonunu çalıştırabilir ve sekizinci karakter bir boşluk veya büyük harf alfanümeral olabilir. G2 ağ geçidi yazılımı, sekizinci karakteri bir boşluk veya üst durum alfanümerali ile sınırlar. Örneğin, iki istasyon "Wİ AW < space > < space > < space >'ve" Wİ AW < space > < space > < P "kullanarak aynı anda çalışabilir.

D-STAR aracılığıyla biriyle konuşmak için, ihtiyacınız olan
Dört istasyon İD ile radyo ayarlamak için:

- İstasyon İD (MYCALL)
- Onların istasyonu İD (URCALL)
- Yerel tekrarlayıcı istasyonu İD (RPTl)
- Yerel ağ geçidi istasyonunuz İD (RPT2).

MYCALL her zaman çağrı işaretinize göre ayarlanır,
Ardından bir karakter veya boşluk gelir. RPTl, yerel tekrarlayıcınızın istasyonu İD'ye (tekrarlayıcı çağrı işareti, ardından bir karakter veya boşluk) ayarlanır.

Tekrarlayıcı aracılığıyla yerel olarak konuşmak istiyorsanız:

- URCALL'ı CQCQCQ olarak ayarlayın.
- Yerel ağ geçidi istasyonunuz İD'ye SetRPT2 (bu, yerel iletişim için gerekli değildir, ancak bazı yeni ağ işlevlerinin çalışmasına izin verir ve varsayılan öneri haline gelmiştir).

D-STAR ağ *geçitleri uygulandığında D-STAR protokolünün gücü ortaya çıkar* ve tekrarlayıcı sistemler arasında bağlantı sağlar. Bu bağlantı, ses veya Ethernet verilerini kullanıyor olsanız da aynıdır.

D-STAR dünyasının başka bir yerinde, bölgenizin ötesinde biriyle konuşmak için:

- URCALL'ı diğer istasyonun İD'sine ayarlayın.
- RPT2 yerel ağ geçidi istasyonunuz İD'ye ayarlayın.

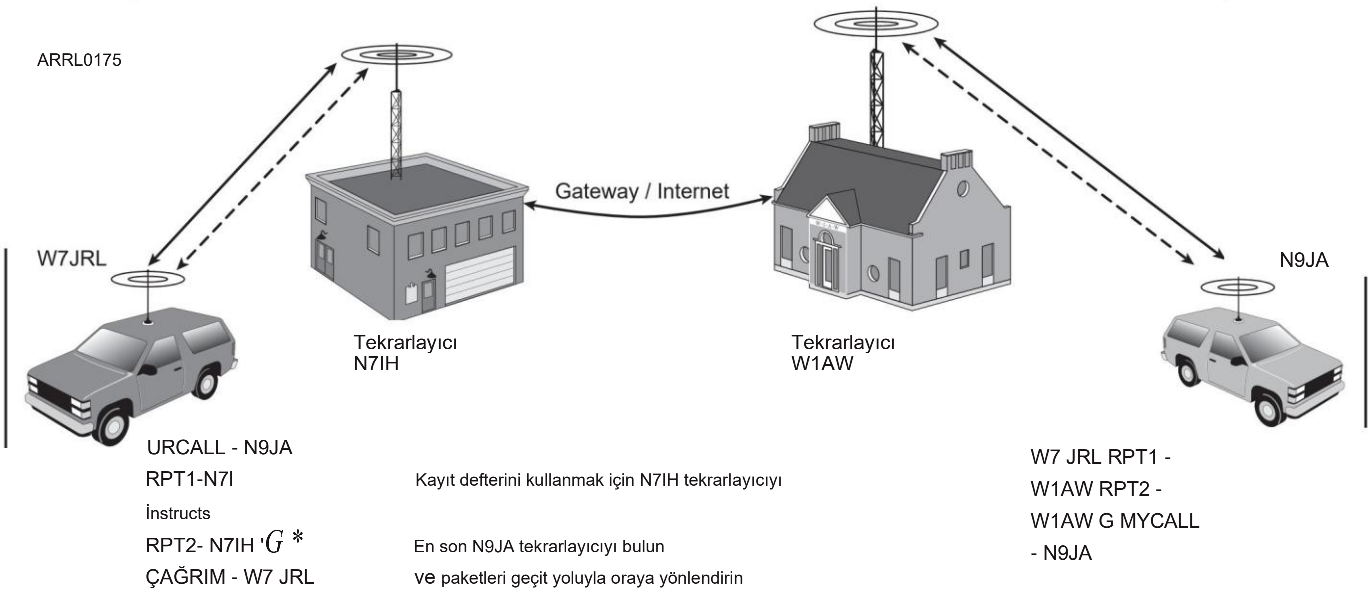
RPT2 ayarı çok önemlidir. Diğer istasyonun nerede olduğunu bilmenize gerek yok. Yerel tekrarlayıcınıza, bit akışınızı (her şey dijital) yerel ağ geçidine göndermesini söyleyin, böylece ağ geçidi bir sonraki nereye gönderileceğini belirleyebilir. Yerel ağ geçidi URCALL'a bakar (unutmayın, bu bit akışının bir parçasıdır) ve bu istasyonun en son nerede duyulduğunu belirler. İt daha sonra bit akışını bu uzak ağ geçidine gönderir, bu da uzak uçtaki hangi tekrarlayıcının bit akışını iletmesi gerektiğini belirlemek için tekrar UR CALL'a bakar.

Kulağa karmaşık mı geliyor? Evet, uygulama karmaşık olabilir, ancak kullanıcı dört istasyon İD'sini ayarlayarak tüm

18.4.2 İstasyon yönlendirme

URCALL kullanarak hedef istasyon İD ayarlamak için birkaç farklı yolu vardır:

- İf URCALL, CQCQCQ olarak ayarlanmıştır, bu'daha uzağa gitme "anlamına gelir.
- İf UR CALL uzak istasyonun İD'sine ayarlanır ve RPT2 yerel ağ geçidine ayarlanır, bu "ağ geçidi, uzak istasyonun en son duyulduğu tekrarlayıcıyı iletmek için bit akışımı gönder" anlamına gelir.
- İf URCALL uzaktan *tekrarlayıcı* istasyonu İD'ye ayarlanır/takip edilir ve RPT2 yerel ağ geçidine ayarlanır, bu "ağ geçidi, bit akışımı belirtilen tekrarlayıcıdan iletilmek üzere gönder" anlamına gelir.



Şekil 18.16 - Bir ağ geçidi kullanarak uzak bir D-STAR tekrarlayıcı üzerinde çağrı yapmak için gerekli çağrı işareti seti.

D-STAR Ağa Genel Bakış

D-STAR belirtimi, tekrarlayıcı denetleyicisi/ağ geçidi iletişimini tanımlar ve genel D-STAR ağ mimarisini tanımlar. Burada Şekil olarak gösterilen diyagram 18.A1 D-STAR spesifikasyonunun İngilizce çevirisinden alınmıştır:

Bu bir olsaydı Comp. İP ve Own İP referans için gösterilir DD iletişimi. Değişmedikleri ve D-STAR protokolünün bir parçası olarak geçmedikleri için, aşağıdaki açıklamanın amaçları için güvenle göz ardı edilebilirler.

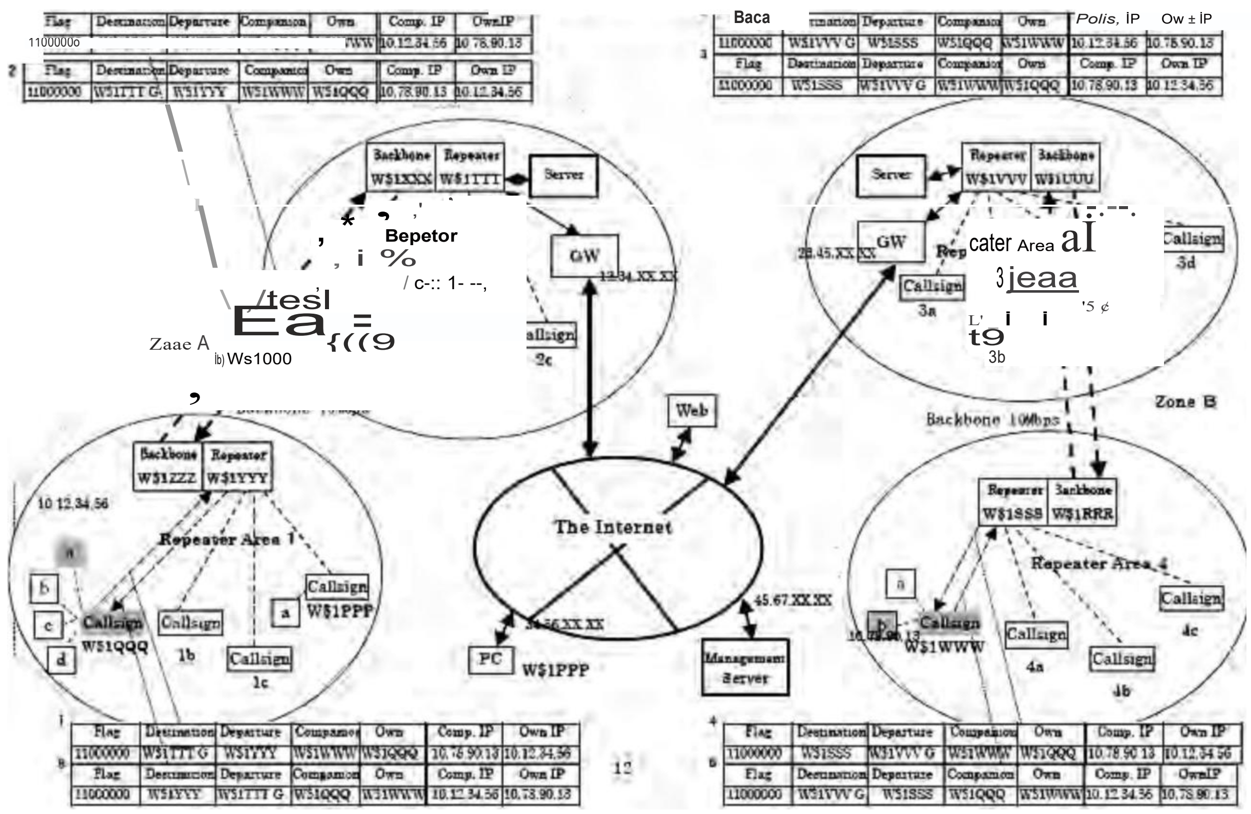
1'den 4'e kadar olan başlıklar, W $1WW'yi arayan W $1QQQ'dur. Başlıklar 5 8 aracılığıyla W $1WWW çağrı W $1QQQ vardır. "Own Callsign've" Companion Callsign'her iki sırayla da değiştirilmez. "Hedef Tekrarlayıcı Callsign've "Kalkış Tekrarlayıcı Callsign" Geçitler arasında değiştirilir. Bu, alıcı ağ geçidi ve tekrarlayıcı denetleyicisinin bit akışını hangi tekrarlayıcıya göndereceğini bilmesi içindir. Ayrıca, ICOM'un basitçe yaptığı gibi bir "One Touch" yanıtı oluşturmayı kolaylaştırır.

Alınan "Kendi Çağrı Kutusunu" iletilen "Companion Callsign'a, alınan" Hedef Tekrarlayıcı Çağrı Kutusunu "iletilen" Kalkış Tekrarlayıcı Çağrı Kutusuna've alınan "Kalkış Tekrarlayıcı Çağrı Kutusuna" iletilen "Hedef Tekrarlayıcı Çağrı Kutusuna yerleştirilir.

Çağrı işaretinin başında "/" özel "karakterinin kullanılması, iletimin yönlendirileceğini gösterir eğik çizgiden hemen sonra belirtilen tekrarlayıcıya. Örneğin, "Companion Callsign'a" /K5TIT B "girilmesi, iletimin yayın için" K5TIT B "tekrarlayıcısına yönlendirilmesine neden olur. Yukarıdaki örneği kullanarak, W $1QQQ, 1'den 4'e kadar aynı dizinin gerçekleşmesi için "Companion Callsign'a "/W $1SSS" koyacaktır. Bununla birlikte, W $1VVV ağ geçidinde, "Companion Callsign'daki "/W $1SSS", "CQCQCQ'olarak değiştirilecektir .
WW $1SSS aralığındaki tüm istasyonlar, iletimin W $1QQQ'dan kaynaklandığını ve bu istasyonun yerel olduğu gibi CQCQCQ'ya gittiğini görecektir (ancak "Kalkış Tekrarlayıcı Callsign "" W $1VVV G've "Hedef Tekrarlayıcı Callsign" "W $1SSS" olacaktır). Yanıtlama hala aynı şekilde yapılacaktı...
Yanıt vermek için radyo programlanırken alınan "Companion Callsign" yoksayıldığı için fore.

Her "terminal" (istasyon) bir DD amacıyla atanan İP adresi. Adres 10.0.0.0/8 adres aralığından atanır. D-STAR ağ geçidi her zaman 10.0.0.2'dir. İnternet'e yönlendirici her zaman 10.0.0.1'dir. 10.0.0.3-31 adresleri yerel ağ geçidine (değiştirilemez) kullanım için ayrılmıştır. Bunun mümkün kıldığı şey, yalnızca bu terminalin İP adresini bilerek Ethernet paketlerini başka bir istasyona gönderme yeteneğidir.
Ve uzak istasyon yalnızca İP adresine dayanarak doğrudan yanıt verebilir. Bunun nedeni, ağ geçidi yazılımının İP adresini çağrı işareti ve İD ile ilişkilendirebilmesidir. Bu, "Companion Callsign" tabanlı veya "Companion Callsign" "CQCQCQ'olarak ayarlanmış" Companion Callsign'ile İP adresine dayalı DD Ethernet paketlerinin yönlendirilmesini mümkün kılar. Pete *Loveall, AE5PL*

Şekil 'Sistem anayasası



HBK0401

Şekil 18.A1 - Bir D-STAR sistemine genel bakış .

Bazı insanlar buna yanlışlıkla "çağrı işareti yönlendirme'diyor. Aslında, bu "istasyon yönlendirme'dir, çünkü bit akışınızı (ses veya Ethernet verileri) duymak istediğiniz istasyonu belirtiyorsunuz. Bu kaynak yönlendirme değildir, çünkü kaynak istasyonu sadece hangi istasyonla konuşmak istediklerini tanımlar; Yönlendirmeyi belirlemek ağ geçitlerine bağlıdır (İnternet yönlendiricilerine çok benzer).

Bir hedef belirtebilirsiniz, ancak bunun garantisi yoktur:

1) Belirtilen istasyon, iletiminizi almak için havadadır.

2) Belirlenen istasyonun kullandığı tekrarlayıcı meşgul değil.

3) Diğer faktörler, bit akışınızın belirlenen istasyona ulaşmasını engellemeyecektir.

İstasyon yönlendirmesi adres defterinize benzer. Adres defterinizde bir kişinin iş numarası, ev numarası, cep telefonu numarası, faks numarası ve e-posta adresi olabilir. Hangisine ulaşacağını nereden biliyorsun? Belki de onlara veri göndermek istiyorsanız e-posta adresi en iyisidir (Ethernet veri radyosu için istasyon İD'sine eşdeğerdir). Belki de cep telefonu numarası, normalde onlarla olan şeyse (el tipi alıcı-verici istasyonu İD'ye eşdeğer).

Beni duyup duymadıklarını nasıl anlarım? Konuştuklarında (veya Ethernet verilerini gönderdiklerinde) size geri dönerler. D-STAR bağlantısızdır. Bu nedenle, D-STAR'da analog dünyada düşündüğümüz gibi tekrarlayıcı bağlantısına eşdeğerlik yoktur. Bununla birlikte, IRLP ile gördüğümüz bağlantıya benzer tekrarlayıcıların bağlanmasının bağımsız uygulamaları olmuştur (DPlus'taki bölüme bakın*)*.

D-STAR tekrarlayıcı kullanımının tüm durumlarında, uygun bir RPTl ile tüm dijital ses (DV) sinyalleri her zaman tekrarlanır, böylece diğer ayarlardan bağımsız olarak herkes tekrarlayıcı aracılığıyla iletiminizi duyar. Ethernet verileri (DD) sinyalleri frekansta tekrarlanmaz, çünkü "tekrarlayıcı" aslında tek bir frekansta çalışan bir halfduplex Ethernet köprüsüdür.

Daha fazla ayrıntı için "D-STAR Ağa

18.4.3 DP/us ile D-STAR Operasyonunun Geliştirilmesi

D-STAR gerçek bir dijital protokol olduğundan, tekrarlayıcıların her radyodan bit olarak iletilen sesin kodunu çözmeye ihtiyacı yoktur. Daha önce de belirtildiği gibi, bu, tüm sinyallemenin bant dışı olmasını gerektirir (ses veya Ethernet verileriyle ilgili olarak).

Uygulamalar, bu ürünleri değiştirmeden temel ürüne geliştirmeler uygulamak için bu bant dışı sinyalleme ile çalışacak şekilde oluşturulabilir. Bu uygulamalardan biri *DPlus,* tekrarlayıcı sitesinde D-STAR Gateway bilgisayarda çalışan bir yazılımdır. İt birçok yetenek sağlar.

Ve yazılım geliştikçe daha fazlası ekleniyor.

Anahtar bir kavram, tekrarlayıcıları *doğrudan (bir* tekrarlayıcıda duyulan her şey diğerinde duyulur) veya dolaylı olarak bir reflektör aracılığıyla (bir reflektöre gönderilen her şey tüm bağlı tekrarlayıcılara geri yansıtılır) bağlama yeteneğidir. Reflektör, bir tekrarlayıcı sisteminin parçası olmayan bağımsız bir bilgisayarda çalışan DPlus'un özel bir sürümüdür. Bir tekrarlayıcıyı bağlamak ve bağlantısını kesmek, DPlus *belgelerine göre URCALL içeriğini değiştirerek yapılır*. (Bu özellikler gelişmeye devam eder, bu nedenle belirli işletim komutları burada ele alınmaz.)

İki DD "tekrarlayıcıyı" doğrudan bağlamanın bir yolu yoktur. Bununla birlikte, DD Ethernet köprülemesi olduğundan, her bir istasyonun gereksinimlerine uyacak şekilde bağlantı kurmasına izin veren tam TCP desteği mevcuttur.

Bir istasyonun bağlantılı bir tekrarlayıcıyı kullanması için, istasyonun CQCQCQ'ya ayarlanmış URCALL ve RPT2 yerel ağ geçidine ayarlanmış olması gerekir. İf RPT2 yerel ağ geçidine ayarlanmamıştır, yerel ağ geçidi bilgisayarında çalışan DPlus bit akışını asla göremez ve bu nedenle bit akışını bağlı tekrarlayıcıya veya reflektöre iletemez. Bu nedenle, yerel ağ geçidiniz için RPT2 ayarı varsayılan ayarınız olmalıdır.

Telsiziniz otomatik düşük hızlı veri iletimi için ayarlanmışsa, düşük hızlı verilerin dijital ses bit akışının bir parçası olarak taşındığını ve çoğullanmadığını unutmayın. Bu nedenle, herhangi bir düşük hızlı veri iletimi, iletimin gerçekleştiği süre boyunca frekansı engelleyecektir. Dikkat: Bağlantılı bir tekrarlayıcı kullanıyorsanız veya UR CALL'u CQCQCQ dışında bir şeye ayarladıysanız, bit akışınız bu iletimin diğer ucundaki tüm istasyonlar tarafından görülecektir. Bir reflektör, iletiminizi dinleyen 100'den fazla tekrarlayıcıya sahip olabilir.

18.4.4 D-STAR Tekrarlayıcı Donanımı

D-STAR tekrarlayıcılar, hepimizin aşina olduğu FM tekrarlayıcılardan biraz farklıdır. Hızlı bir karşılaştırma göstermek için yardımcı olacaktır.

Şekil 18.17'deki gibi tam bir FM tekrarlayıcı, en az üç tanımlanabilir bileşenden oluşur. Bir alıcı orijinal sinyali alır ve demodüle eder. Demodüle ses, diğer sesle karıştırıldığı bir denetleyiciye yönlendirilir. Elde edilen birleşik ses sinyali bir veya daha fazla vericiye geri yönlendirilir. Kontrolörde en az bir ek ses kaynağı bulunur, çünkü tekrarlayıcı vericisinin doğru şekilde İD edilmesi yasal bir gerekliliktir. İyi yapılandırılmış bir sistem, işlenen sistemin seviyelerinin ve frekans yanıtının doğrulanmasını içerir.



Şekil 18.17 - Jim McClellan, N5MIJ tezgahında tam bir D-STAR ekipmanı rafı. Yukarıdan aşağıya: ICOM IP-RPC2 denetleyicisi, ID-RP2V 1.2-GHz ses Tekrarlayıcı, ID-RP4000 440 MHz ses ve veri tekrarlayıcı, boş bir panel ve IDRP2000 146 MHz ses ve veri tekrarlayıcı.

Ses, orijinal olarak iletilen sinyaller için tutarlı ve doğrudur.

Bir D-STAR tekrarlayıcısının blok diyagramı **(Şekil 18.18)** çok benzer görünür, ancak çok farklı çalışır. Areceiverreceivers orijinal sinyali alır ve demodüle eder. Bu sinyal daha sonra bir veya daha fazla vericiyi çalıştıran bir denetleyiciye iletilir. En önemli fark, ses içermemesidir! D-STAR bir dijital protokoldür. Gerekli tüm bilgi manipülasyonu, gerekli İD işlevleri de dahil olmak üzere dijital alanda gerçekleştirilir. Mevcut D-STARrepeater'ların çoğu, ses bilgisini kurtarmak için gerekli olan vokoderleri içermez, bu nedenle yerel bir hoparlör veya mikrofon yoktur. D-STAR ile dikkate alınacak bir seviye ayarı da yoktur.

D-STAR TEKRARLAYICI OPTIONLAR

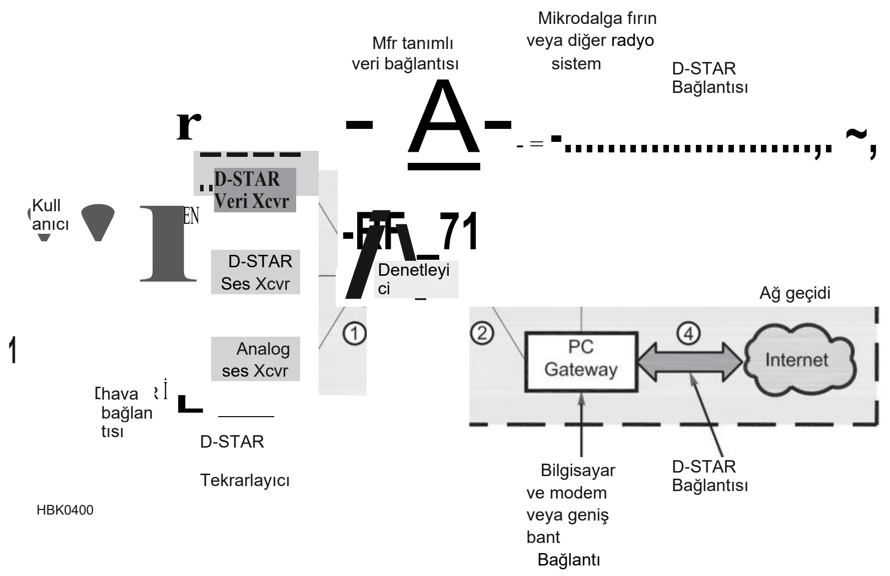
"Homebrew" D-STAR tekrarlayıcıları hakkında çok fazla tartışma var. En yaygın iki yaklaşım, dijital sinyali iletmek için mevcut bir FM tekrarlayıcısını değiştirmek veya iki radyoyu arka arkaya bağlamaktır. Her iki yaklaşım da istenen genişletilmiş RF kapsamını sağlar, ancak dijital sinyali doğru bir şekilde işleyemez. Bu nedenle, her iki yaklaşım da işlevsel kapasitede veya iletilen sinyalin yasallığında yetersiz kalmaktadır.

Dijital sinyali geçmek için mevcut bir FM tekrarlayıcıyı değiştirmek nispeten basittir. Bu yaklaşımın sınırlamaları, dijital sinyal hiçbir zaman çözülmediğinden ek bir kabiliyet eklenememesidir (örneğin, bir D-STAR Ağ Geçidi). Ek olarak, bu yöntem, tekrarlayıcı verici için İD'yi iletilen verilere kapsülleme yeteneğinden yoksundur.

İki D-STAR telsizi arka arkaya bağlamak da çok basittir, böylece gelen sinyaller yeniden iletilir. Yine, işlevsellik tüm veri akışının işlenememesi nedeniyle sınırlıdır. Bu yaklaşım, bir verici olarak kullanılan radyo, D-STAR tekrarlayıcı sisteminde yapıldığı gibi veri akışını işlemediğinden ve kaynak vericinin İD'si kaybolduğundan, "tekrarlayıcı" vericinin İD'si ile değiştirildiğinden, ek bir husus sunar.

Ticari olarak üretilen D-STAR tekrarlayıcılar geniş bir frekans aralığında kullanılmak üzere tasarlanmıştır. Tanıdık FM tekrarlayıcılarımız tarafından sağlanan sıkı ön uç filtrelemesinin bir kısmına sahip değiller, bu nedenle tekrarlayıcı üreticileri bu ön uç filtrelemeyi harici olarak sağlamalıdır. Anten ve tekrarlayıcı arasındaki ilave bant geçiş filtrelerinin durdurulması, sistemin performansını önemli ölçüde artıracaktır. Bu hem dijital ses (DV) tekrarlayıcıları hem de dijital veri (DD) erişim noktaları için geçerlidir.

İyi mühendislik uygulamalarını takip etmek,



Şekil 18.18 - D-STAR tekrarlayıcı yığınının iç ve dış bağlantıları.

sistem. Düzgün bir şekilde inşa edilmiş ve monte edilmiş bir D-STAR tekrarlayıcı, nispeten inşa edilmiş bir FM tekrarlayıcıya kıyasla, aralıkta %15 veya daha fazla performans artışı gösterebilir. Bu performans kazancı, iletilen sinyalde bulunan ileri hata düzeltmesinin (FEC) birleşiminden ve yayılan gücün daha dar bir bant genişliği içinde bulunmasından kaynaklanmaktadır.

D-STAR, amatör topluluk için heyecan verici yeni bir sistemdir. Daha önce hiç sahip olmadığımız yetenekleri kullanarak uygulamalar ve uygulamalar geliştirmemiz için fırsatlar. Gerçekten sadece hayal gücümüzle sınırlıyız. Dünya çapındaki D-STAR ağının büyümesi, hem amatörlerin hem de hizmet veren ajanslarımızın teknolojiye olan ilgisini göstermektedir. Amatörler bir kez daha teknolojinin en ileri noktasında gelişiyorlar. Yeni aletlerle ne yapacağımız bize kalmış. D-STAR'ı nasıl kullanacaksınız?

18.5 Dijital Mobil Radyo (DMR)

Aşağıdaki bölümler John Burningham, W2XAB tarafından "Amateur Radio Guide to Digital Mobile Radio" (bkz.

DigitalMobileRadio (DMR), Avrupa Telekomünikasyon Standartları İnstitute (ETSI) tarafından geliştirilmiştir ve dünya çapında profesyonel mobil radyo kullanıcıları tarafından kullanılmaktadır. Hem tam dijital hem de dualmode - (analog/dijital) çalışmayı destekler .

Amatörler, Mart 2017 itibariyle dünya çapında kayıtlı 3.400'den fazla tekrarlayıcı ve 49.000 kullanıcı ile DMR'yi uyguladı. Tekrarlayıcıların çoğu İnternet aracılığıyla birbirine bağlıdır. Bir dizi ABD amatör uluslararası, bölgesel ve devlet ağı vardır. DMR-MARC (Motorola Amatör Radyo) Kulüp) DMRX çekirdek sunucuları, Brandmeister ve DMR-Plus .

Amatör analog tekrarlayıcıların erken döneminde, çoğu amatör modifiye ("retuned") fazla ticari ekipman kullandı. Zamanla, Amatör Radyo için tasarlanan ekipman pazara ulaştı. Bugün kullanılmış ticari DMR ekipmanlarını bulabilirsiniz, ancak yeni DMR radyoları artık tipik bir jambon bütçesi (100 ila 800 $) aralığında sokak fiyatlarıyla mevcuttur. DMR mobil ve el telsizleri, tekrarlayıcılardan ayırt etmek için "kullanıcı telsizleri'olarak adlandırılır.

18.5.1 DMR Standartları

DMR üç aşamaya ayrılmıştır. Katman İ, başlangıçta tek bir kanal spesifikasyonudur Avrupa lisanssız dPMR446 hizmeti. İt, tek kanallı bir FDMA 6.25 kHz bant genişliğidir; Standart, eşler arası (mod 1), tekrarlayıcı (mod 2) ve bağlantılı tekrarlayıcı (mod 3) yapılandırmalarını destekler. Tier İ standardının kullanımı, lisanssız dPMR446 hizmeti dışında kullanılmak üzere radyolara genişletildi .

Tier İİ, 12.5 kHz genişliğinde eşler arası ve tekrarlayıcı modu spesifikasyonuna 4FSK 2 yuvalı bir TDMA olup, kanal başına 6.25 kHz'lik bir spektrum verimliliği sağlar. Her zaman aralığı, sistem ihtiyaçlarına bağlı olarak ses ve/veya veri olabilir. DMR'nin çoğu Amatör Radyo uygulaması, her iki zaman diliminde de ses kullanıyor .

Tier IIİ, Tier İİ üzerine kuruludur ve tek bir sahada birden fazla tekrarlayıcı içeren trunk işlemi ekler. Tüm üreticilerin trunk değil

Uygulama, Tier IIİ. ile uyumludur. Satıcıya özgü protokoller, çoklu site işlemlerine trunk genişletmiştir. Seviye İII özellikli herhangi bir radyo, Seviye İİ sistemlerinde de çalışacaktır, ancak Seviye İ'de de çalışmayacaktır .

DMR Tier İİ, amatör MOTOTRBO ve Hytera altyapı ağlarında homebrew tekrarlayıcılarla birlikte uygulanmaktadır. Farklı tekrarlayıcı üreticileri tarafından kullanılan IP- tabanlı protokoller uyumlu değildir. Ekipman üreticilerinin iş nedenleriyle standardize edecekleri şüphelidir, ancak iki satıcı protokolü arasında dönüşüm ("köprü") mümkündür. Herhangi bir DMR (Tier İİ) kullanıcısı (mobil veya el tipi) radyo herhangi bir Tier İİ sisteminde çalışır, ancak bazı üreticiler altyapıları için tescilli özellikler sunar.

DMRVOCODER

DMR'nin mevcut uygulaması, üreticilerin anlaşmasıyla DSVİ AMBE + 2 vokoderini kullanır; ESTI standardında belirtilmemiştir. Radyo üreticilerinin birçoğu vocoder'ı lisanslı yazılımda uygularken, diğerleri DSVİ İC kullanmaktadır. AMBE + 2 vokoder, D-STAR tarafından kullanılan AMBE vokoderden daha yeni bir teknolojidir .

DMR NETWORKS

Amatör MOTOTRBO ve Hytera DMR ağları, son kullanıcı perspektifinden aynı şekilde çalışır. Amatör MOTOTRBO ağları çok daha büyüktür, çok daha fazla alanı kapsar ve çoğu birbirine bağlıdır. Tüm amatör DMR tekrarlayıcıları geniş alan ağlarına bağlı değildir; Bazıları ya kendi tekrarlayıcı sitelerinde henüz bir ISP bağlantısı elde etmedikleri ya da tekrarlayıcı yalnızca yerel iletişim için tasarlandığı için bağımsızdır. Bazı bağımsız sistemler, tekrarlayıcının hem dijital hem de eski analog kullanıcıları desteklemesini sağlayan çift modda (analog/dijital) çalışmaktadır. Çift modda çalışan MOTOTRBO tekrarlayıcılar, IPSC tescilli protokolünü kullanarak İnternet üzerinden ara bağlantıyı desteklemez.

Bazı jambonlar, İnternet erişimi için 3G/4G hücresel kablosuz servislerini kullanarak bir araca DMR tekrarlayıcıları kurmuştur. Diğerleri, diğer ağlara veya radyolara bağlanmak için uzak üsler kurdu; Şunu hatırlamak önemlidir: Thewewideareanetworkstypically birbirine bağlı trafiği yasaklayan politikalara sahiptir, ancak yerel olarak uygulanan ve yerel kalan kabul edilebilir. İnternet'e ve İnternet'ten içerik aktarırken ticari ve iş trafiğine ilişkin FCC düzenlemelerine uyulmalıdır.

İKİ YUVALI TDMA

DMR Katman İİ/Katman IIİ, Zaman Bölmeli Çoklu Erişim (TDMA) kullanılarak iki kanal arasında paylaşılan 12,5 kHz bant genişliğini kaplar, Kanal başına 6.25 kHz'lik bir spektrum verimliliği ile sonuçlanır. Her zaman yuvası, sistem tasarımına bağlı olarak ses ve/veya veri taşıyabilir. Zaman yuvaları Time Slot 1 (TSl) ve Time Slot 2 (TS2) olarak adlandırılır. İki zaman dilimini ayrı kanallar olarak düşünebilirsiniz.

Amatör için bu, bir tekrarlayıcının aynı anda iki ayrı kanala izin verdiği anlamına gelir. Şu anda çoğu amatör DMR tekrarlayıcı sistemi uygulamaları ses ve bazı sınırlı metin mesajlaşma için hem kanalları kullanır. Normalde geniş alan için bir zaman aralığı kullanılır ve ikincisi yerel ve bölgeseldir .

Tekrarlayıcı operatörleri için, tek bir iki yuvalı TDMA tekrarlayıcı, yalnızca bir tekrarlayıcı ve bir anten sistemi gerektiğinden iki ayrı iletişim kanalı elde etmek için iki bağımsız tekrarlayıcı üzerinde önemli bir tasarruf sağlar.

DMR uplinklerinde (tekrarlamak için taşınabilir/mobil) uygulanan iki yuvalı TDMA, her bir zaman aralığı için 30 ms'lik bir pencere kullanır, 30 ms daha sonra 27.5 ms'lik bir çerçeveye ve 2.5 ms'lik bir boşluğa bölünür. Bu, iletirken, vericinizin her 60 ms'de yalnızca 27, 5 ms açık olduğu ve iletimde yaklaşık %40 pil tasarrufu sağladığı anlamına gelir .

DMR tekrarlayıcı, yalnızca bir zaman dilimi kullanılsa bile sürekli bir veri akışı iletir; 2.5 ms uplink boşluğu, kanal yönetimi ve düşük hızlı sinyalizasyon için kullanılan bir CACH patlaması (Ortak Duyuru Kanalı) ile değiştirilir.

27.5-ms çerçeve toplam 264 bitten oluşur; 108-bit yük, 48-bit SYNC veya gömülü sinyalizasyon ve çerçeve başına toplam 216-bit yük için ikinci bir 108-bit yük. Ses kodlayıcı, iletim için FEC (ileri hata düzeltme) ile 60 ms sesi 216 bit veriye sıkıştırmalıdır. 2.5 ms boşluk, PA rampa (tum-on time) ve yayılma gecikmesine izin vermek için koruma süresi olarak kullanılır.

IPSC VE BRIDGES

İP Site Connect (IPSC), bazı üreticiler tarafından sunulan belirli bir tekrarlayıcı özelliğidir. MOTOTRBO tekrarlayıcıların yalnızca İnternet üzerinden diğer MOTOTRBO tekrarlayıcılarla bağlanacağını unutmayın, çünkü ETSI özelliklerinin bir parçası değildir ve üreticiler altyapılarını birbirine bağlamak istemezler. IPSC mevcut ETSI standartlarının bir parçası değildir.

Motorola Solutions MOTOTRBO IPSC uygulaması, DMR modunda çalışan 15 adede kadar MOTOTRBO tekrarlayıcısının, tekrarlayıcılardan biri veya Master olarak hizmet veren bir köprü ve diğerleri Akranlar olan tamamen örgülü bir IPV4 ağına bağlanmasını sağlar. Birbirine bağlı tekrarlayıcılardan birinden kaynaklanan herhangi bir trafik, İP ağı üzerinden diğer tekrarlayıcıların her birine iletilir. Akranlar önce Master ile bir bağlantı kuracak ve Diğer Eşler, İPv4 ve port adresleriyle birlikte.

Bu tamamen örgülü IPSC ağında ne kadar çok tekrarlayıcı olursa, her tekrarlayıcı için daha fazla IPSC ağ bant genişliği gerekir. Temel IPSC ağının sınırlarının ötesine geçmek, farklı IPSC ağlarını birbirine bağlamak için bir köprünün kullanılmasını gerektirir. Rayfield Communications *(c-Bridge) ve* BridgeCom Systems *(TL-Net),* Kuzey Amerika'daki mevcut ticari tercihlerdir. Avrupa pazarında, *SmartPTT yaygındır*. Bu köprüler statik IPV4 adresleri ve bireysel tekrarlayıcılardan daha geniş bant genişlikleri gerektirir. Ticari köprüleme ürünlerinin yanı sıra Brandmeister ve DMR Plus da mevcuttur.

18.5.2 DMR Yapı

KONUŞMA

GRUPLARI (TG)

Konuşma Grupları (TG), kullanıcı gruplarının zaman diliminin diğer kullanıcılarını rahatsız etmeden ve rahatsız etmeden bir zaman dilimini paylaşmalarının bir yoludur. Sadece bir TG'nin bir tekrarlayıcı üzerinde bir kerede bir zaman dilimi kullanabileceği unutulmamalıdır. Eğer radyonuz bir TG'yi dinlemek için programlanmamışsa, TG'nin trafiğini duymazsınız. **Bu** bakımdan, **bu** bölümde daha önce tartışılan kodlanmış squelch'e benzer. Konuşma Grupları, birden fazla kullanıcıyı birbirine bağlamak için kullanılan konferans köprüleri olarak düşünülebilir, diğer teknolojiler *reflektörler* veya *odalar terimini kullanır.*

DMR-MARC MOTOTRBO ağı, World Wide (TGl), Kuzey Amerika (TG3), World Wide English (TG13) ve DMRPlus USA (TG 133) dahil olmak üzere TS 1'deki birçok Konuşma Grubunu desteklemektedir. TS2 yerel, eyalet ve bölgesel trafik içindir. Tekrarlayıcıda hangi Konuşma Grupları/Zaman Yuvalarının bulunduğunu öğrenmek için yerel tekrarlayıcı operatörünüze danışın. Brandmeister ve DMRPlus gibi diğer ağların kendi TG'leri vardır .

Birçok ağda tek tek devletler ve bölgesel için uygulanan TG'ler vardır. Bazı TG'ler her zaman kullanılabilir, diğerleri ise yalnızca önceden programlanmış zamanlarda veya programlanmış bir süre için etkinleştirmek için TG'de PTT'ye yerel bir kullanıcı gerektirir. Bir zaman diliminde aynı anda yalnızca bir TG iletilebildiğinden, yerel bir kullanıcı zaman diliminde farklı bir TG'de etkin olduğunda birçok sistem diğer TG'leri devre dışı bırakacaktır. Nazik olun ve uzun bir QSO'ya sahip olacaksanız, en az sayıda tekrarlayıcıyı bağlayan TG'leri kullanmaya çalışın. Belirli Konuşma Grupları hakkında daha fazla bilgi DMR-MARC, DMRX, Brandmeister, DMR-PLUS ve bölgesel grup web sitelerinde bulunabilir.

BÖLGELER

Kullanıcı D MR telsizleri *destek zonları. Bölgeler,* dosya gibi kanalları düzenlemenin bir yoludur

Bilgisayarınızdaki klasörler veya dizinler. Bir bölge sadece bireysel kanalların bir gruplandırmasıdır. Bazı model radyolar, bölge başına kanal sayısını ve izin verilen bölge sayısını sınırlayabilir.

Yerel kanallar için bölgeler (DMR veya analog), komşu bir eyalet için başka bir bölge ve iş ve hükümet kanalları için bir bölge programlayabilirsiniz. Örneğin, bir bölgeyi tüm NWS Hava Durumu Kanallarını içerecek şekilde programlayabilirsiniz. Telsizinizde amatör olmayan kanalları programlarsanız, ihlal yapmaktan kaçınmak için FCC 90.427 (b)'nin gerektirdiği şekilde kullanma lisansınız olmadıkça yalnızca alıcı olduklarından emin olun .

ENCRYPTION VE DMR

DMR standardı ayrıca özel çağrıları (bire bir), şifrelemeyi ve verileri de destekler. Özel çağrılara amatör ağların çoğu tarafından izin verilmez ve birçoğu özel çağrıları Amatör Radyo için uygun bulmaz. Özel aramalar, ağdaki çok sayıda repeater'ı bağlayabilir ve diğer kullanıcılar tarafından duyulmaz. Şifreleme, ABD'de ve dünyanın diğer birçok yerinde Amatör Radyo için yasal değildir. Veri ve metin mesajlaşması bazı ağlarda desteklenir.

18.5.3 DMR Kanalları

Bir DMR radyosunda, bir kanal frekans, CC, TS ve TG'nin bir kombinasyonudur. Tek bir tekrarlayıcı, mevcut TG sayısına bağlı olarak altı veya daha fazla programlanmış kanalı işgal edebilir.

RENK KODLARI

DMR tekrarlayıcılar, CTCSS veya DCS kullanan analog tekrarlayıcılar gibi Renk Kodlarını (CC) kullanır. Bir tekrarlayıcıya erişmek için, radyonuzu tekrarlayıcı ile aynı CC'yi kullanacak şekilde programlamanız gerekir. 16 farklı CC (CC0-CC15) vardır. Renk Kodlarının kullanımı DMR sistemlerinde isteğe bağlı değildir. Renk Kodunuz doğru ayarlanmamışsa, tekrarlayıcıya erişemezsiniz. Birçok tekrarlayıcı konseyi, frekans atamalarıyla CC'ler atamaktadır .

ADMIT CRITERIA

Kabul Kriterleri, radyonuzun ne zaman iletebileceğini belirler. Tekrarlayıcı kanalları için önerilen ayar COLOR CODE FREE; Bu, radyonuzu kendi dijital sisteminize kibar olacak şekilde yapılandırır. Çağrı Kriterlerindeki radyoyu ADMIT CRITERIA 'YI TAKİP EDECEK şekilde yapılandırmalısınız. Simpleks kanalları hem Kabul Kriterleri için ALWAYS hem de Call_Criteria için X olarak

18.5.4 DMR Ekipmanları

KULLANICI

RADİOS

Birçok yeni ve kullanılmış kaynak var DMR telsizleri. Halen tüm DMR radyoları, öncelikle ticari radyo kullanıcılarına pazarlanan profesyonel (ticari) radyolardır. Jambon kullanımı için yeni bir DMR radyo satın almak istiyorsanız, kolayca bir satıcı bulabilirsiniz. Bazı bayiler "jambon dostu've jambon makul indirimler sunacak. Daha fazla bilgi için diğer DMR kullanıcılarıyla veya DMR ile ilgili web siteleriyle görüşün.

Hem yeni hem de kullanılmış radyolar için eBay ve diğer çevrimiçi bit pazarlarında da arama yapabilirsiniz. Daha büyük hamfestler ayrıca bit pazarlarında veya satıcı alanlarında DMR satıcılarına veya satıcılarına sahip olabilir. Bir DMR radyo satın almadan önce bilmeniz gereken birkaç şey:

Yeni veya Kullanılmış - Kullanılmış DMR radyoları için, alıcıya dikkat! Teknik becerilere ve gerekli test ekipmanına sahip olmadığınız sürece çalışmayan bir DMR radyoyu tamir edemeyeceğinizi ve bu test ekipmanının radyonun maliyetinin yüzlerce katına mal olabileceğini unutmayın. Yeni DMR radyoları için sokak fiyatı 100 ila 800 dolar. Muhtemelen daha yüksek kalite, Motorola veya Hytera adını taşıyanlar gibi isim marka radyoları, genellikle DMR pazarına yeni girenlerden yepyeni radyoların maliyetinden daha fazla kullanılır. Daha yüksek fiyatlı radyolar genellikle daha fazla özelliğe sahiptir, daha iyi inşa edilir ve daha ucuz radyolardan daha fazla kötüye kullanımı kaldırabilir. Ortalama amatör için, yeni düşük maliyetli radyolardan biri iyi bir başlangıç telsizidir.

VHF, UHF veya 900 MHz - UHF, DMR için en yaygın kullanılan banttır, ancak bazı ABD bölgelerindeki askeri radar nedeniyle, VHF tekrarlayıcıları yerel seçim olabilir. ABD'de sadece birkaç amatör 902-928 MHz DMR tekrarlayıcı vardır. UHF ekipmanı satın alıyorsanız, fabrikadan amatör bandı (420-450 MHz) kapsadığından emin olun.

Programlama Yazılımı - Bazı üretim tedarik programlama yazılımı ücretsiz. Motorola Solutions, yazılımlarına ve güncellemelerine üç yıllık bir abonelik (bir bölgedeki tüm modellerini kapsar) için 175 $ ücret alır. Birçok DMR radyo genellikle profesyonel pazarda satıldıkları için klavye programlamaya izin vermez. Bir satıcı programlama yazılımı için ücret alırsa, başka bir jambondan sizin için bir kopyasını önyüklemesini istemeyin. Yasal bir kopyanız varsa, radyoları başkaları için programlayabilirsiniz, ancak yazılımı yasal olarak dağıtamazsınız .

Programlama Kablosu - Bazı radyolar programlama için standart USB kabloları kullanırken, diğerleri 80 $'a kadar mal olabilecek kablolar kullanır .

Kanal Sayısı - Bazı radyolar en az iki kanala sahipken, diğerleri 1.000'den fazla kanala sahiptir. Her frekans, CC, TS ve TG kombinasyonu için bir kanala ihtiyacınız olacak. Her DMR tekrarlayıcı için altı veya daha fazla bellek kanalını kolayca kullanabilirsiniz.

Ekran veya Olmayan Ekran - Bazı radyolar Diğerleri TG ve İD bilgilerini gösterecek ekranlara (tek renkli veya renkli) sahipken, yalnızca bir kanal seçici düğmesi vardır. Bazı görüntüler sadece kanal numaralarını gösterir .

Görsel Olarak Uyumlu Operatörler - Radyolarda kanal seçim düğmesine dikkat edilmelidir. Görüntülenmeyen modellerin çoğu, operatörün kanal 1'i bulmasına izin vermek için 360 ° sürekli döndürme yerine sabit duraklara sahip kanal seçim düğmelerine sahiptir. Bazı LCD ekran modelleri de kanal seçici topuzu üzerinde sabit durur; Bunlar bazı Hytera ve CSI radyoları içerir. Birçok model programlanabilir sesli duyurular sunar .

DTMF Tuş Takımı - Bazı radyolarda 12 düğmeli DTMF tuş takımı bulunur. MOTOTRBO tekrarlayıcılar, yalnızca MOTOTRBO telsizleriyle çalışan isteğe bağlı bir tescilli otomatik izleme özelliğini (Dijital Telefon İnterconnect) destekler.

GPS - GPS bazı modellerde mevcuttur, ancak DMR doğal olarak APRS'yi (Amatör Paket Raporlama Sistemi) desteklemez. Profesyonel ağlarda, zaman dilimlerinden biri genellikle konum raporlaması için tahsis edilir ve sunucu tabanlı gönderim uygulamalarına bağlanır. GPS etkinleştirilirse pil ömrünü kısaltır.

Bluetooth ve Wi-Fi - Bazı üst düzey radyolar kablosuz kulaklıklar ve programlama için yerleşik Bluetooth'a sahiptir, Wi-Fi bazı modellerde de mevcuttur. Bu, başkalarını rahatsız etmeden dinlemek için işte ve evde harika bir özelliktir. Bluetooth destekli bazı radyolar, radyoya Bluetooth kablosuz bağlantısı aracılığıyla verileri ve programlamayı destekler. Bazı modellerde seçenek olarak Bluetooth adaptörleri bulunur. Bluetoothand Wi-Fi etkinleştirildiğinde pil ömrünü kısaltır.

Analog - Çoğu radyo modeli analog FM'i destekler. Mevcut FCC kuralları çoğu ticari/devlet hizmeti için dar bant gerektirir. Bazı üreticilerin DMR radyoları için, birçok amatör analog tekrarlayıcıda hala kullanılan geniş bantlı FM'e ihtiyacınız varsa, bu bir programlama yetkilendirme anahtarı veya programlama yazılımının farklı bir sürümünü gerektirir.

Taşınabilir Harici Anten - Tüm taşınabilir radyolar, test ve hizalama amaçları dışında harici bir antenin bağlantısını desteklemez. Harici bir anteni bağlamak için bir adaptör kullanmak, taşınabilir anten konektörüne aşırı baskı uygulayabilir ve bu da ekipmanın erken arızalanmasına ve pahalı onarıma neden olabilir. Harici bir anten adaptörü kullanacaksanız, radyo konektöründeki stresi azaltmak için minyatür koaksiyel kablo kullanan bir adaptör kablosu kullanın. Bazı MOTOTRBO modelleri, üstüne monte edilmiş bir antene sahip harici bir mikrofonu destekler.

Taşınabilir (El) ve Tekrarlayı aşın **18.17** modeller 2-5 W'da me cılar

menzil. Cep telefonları maksimum 10-45 W ile kullanılabilir. Yerel DMR tekrarlayıcınızın el kapsama alanının ötesinde yaşamadığınız sürece, ilk DMR radyo olarak taşınabilir bir cihaz önerilir. Aracınızda önemli bir zaman geçirirseniz, bir mobil iyi bir yatırım bulacaksınız. Cep telefonları, harici bir güç kaynağının eklenmesiyle bir baz istasyonu olarak da kullanılabilir.

Harici Amplifikatör - Birçok harici amplifikatör, TDMA onDMR'nin hızlı anahtarlama gereksinimlerini karşılamak üzere özel olarak tasarlanmadıkça DMR radyolarıyla çalışmaz.

KOD FIŞLERİ

Bir *kod fişi* sadece bir radyonun yapılandırma dosyasıdır, kullanıcı kod fişini sıfırdan programlar veya yerel bir grup tarafından kullanıma sunulan biriyle başlar. Bu dosya radyoya yüklenir ve genellikle bilgisayarınıza yedek olarak da kaydedilmelidir. Değiştirmek için kod fişini bir radyodan da indirebilirsiniz. Bir kod fişi oluşturmak, özellikle yüzlerce kanalı programlamak istiyorsanız, saatlerce sürebilir. Kod eklentisi ayrıca Radyo İD'lerinin, çağrı işaretlerinin ve görüntülenecek isimlerin bir kişi listesini de içerebilir. Farklı radyo modelleri için yapılandırılmış kod fişlerinin kopyalarını çevrimiçi olarak bulabilirsiniz; Önce yerel grubunuzla görüşün. Alfa/sayısal ekrana sahip tüm DMR radyoları Kişi Listesinde sınırlı sayıda girişi destekler, alfa/sayısal ekrana sahip olmayan radyo Kişi Listelerini

18.5.5 DMR

Operasyon

u SİIMPLEX

DMR'nin profesyonel tarafında TalkAround*, tekrarlayıcı* çıkış kanalında simpleks çalıştırmayı ifade eder. Bu, tekrarlayıcıyı duymaya devam ederken doğrudan iletişime izin verir. Bu, kullanıcıların tekrarlayıcı çıkış frekansını dinleyen diğer kullanıcılarla doğrudan iletişim kurmasını sağlar. Amatörler tipik olarak

Tablo 18.4
Önerilen Simplex DMR Frekansları ve Yapılandırması

	Frekans (MHz)
UHF	441.000, 446.500, 446.075, 433.450
VHF	145.790, *145.510in Çağrı Kriterleri ..*veya Her Zaman

Kanal yapılandırması: TG99/ CC1/ TS1/ *Kabul Kriterleri: Her zaman/In a n ena: veya w*

Tekrarlayıcılara müdahale etmemek için özel simpleks kanalları kullanın. Amatör DMR topluluğu, tekrarlayıcı çıkışlarında simpleks kullanmak yerine kullanılması önerilen simpleks frekanslarının bir listesini yayınladı. **Tablo 18.4** önerilen simpleks DMR frekanslarını ve konfigürasyonunu göstermektedir.

DMR olmayan analog kullanıcılarla çakışma yaratmaktan kaçının. 146.520 veya 446.000 kullanmayın; Ulusal analog simpleks kanalları. Tekrarlayıcı giriş ve çıkışlarından, yerel olarak kullanılan - nonDMR simpleks kanallarından, uydu alt bantlarından ve diğer amatör iletisimleri bo

ACCESSING BIR DMR TEKRARLAYICI

Bir DMR tekrarlayıcısına erişmek için frekans, CC, TS ve TG'yi doğru ayarlayın. Bir iletilen anahtarlandığında, tekrarlayıcıya bir accessrequest sinyali gönderilir ve tekrarlayıcı izin iletimine yanıt verir. Bir tekrarlayıcının onayı alınmazsa, radyo iletmeyi durduracak ve negatif bir onay tonu duyulacaktır. Bu, TDMA'nın avantajlarından biridir: iletirken kullanıcı radyosu ve tekrarlayıcı arasında çift yönlü iletişime izin verir. Tekrarlayıcı ayrıca, bir seferde birden fazla istasyon iletim yaptığı için ağda çekişme varsa, radyoyu iletmeyi durdurması için sinyal verebilir.

Tüm D MR tekrarlayıcıları İnternet üzerinde birbirine bağlı değildir. İnternet bağlantısı tekrarlayıcı yerinde mevcut olmayabilir veya makul bir maliyetle mevcut olmayabilir. Bazı tekrarlayıcı operatörleri, daha büyük bölgesel ve dünya çapındaki ağlara bağlanmadan, yalnızca yerel kullanım için repeater'ı tutmayı tercih edebilir.

OPERATNG USNG DMR

"DMR görgü kuralları'ndan emin değilseniz, diğer işlemleri dinlemek için biraz zaman harcayın. Düşünceli olun ve tercih edilen çalışma stilini öğrenin. Bu, herhangi bir yeni mod, sistem veya protokolü öğrenmek için iyi bir uygulamadır. Dinle, dinle, dinle.

Başka bir istasyona çağrı yapmak veya genel çağrı yapmak için Konuşma Grubunuzu duyurun, çünkü bazı kullanıcılar tarama yapıyor olabilir veya ekranı olmayan radyolara sahip olabilir. CQ'yu aramaktan kaçının.

Eğer geniş alan TGs birinde konuşurken, yüzlerce repeaters bağlı olacak. Daha yerel bir TG'ye geçemiyorsanız, ağdaki diğer kullanıcılara karşı saygılı olun. Bir TG aktif olduğunda; Aynı zaman dilimindeki diğer TG'ler engellenecektir. Yayınlar arasında zaman bırakın, böylece diğerleri içeri girebilir. Acil durum trafiğinin her zaman diğer tüm trafikten öncelikli olduğunu unutmayın.

SICAK NOKTALAR

Bir "hotspot" isan interfaceconstructed harici veya hotspot entegre bir ekli bilgisayar aracılığıyla İnternet'e bağlanan çok düşük güç alıcı-verici ile. Bu bir Wi-Fi erişim noktasına benzer. Şu anda mevcut olan birimlerden bazıları DV 4mini, openSPOT, DVMEGA ve Micro Node Nano-DY'dir. DMR'yi desteklemenin yanı sıra çoğu D-STAR, System Fusion, NXDN ve P25 protokollerini de destekleyecektir. Sıcak nokta, bir tekrarlayıcının kapsamı dışındaki bir kullanıcının, telsizlerini kullanarak ağın bölümlerine erişmesine izin verir. Sıcak nokta daha sonra EchoLink'e benzer şekilde İnternet aracılığıyla istenen tekrarlayıcıya bağlanır. Sıcak noktalar hem Brandmeister hem de DMR-Plus ağları tarafından desteklenir ve diğer ağlara bağlantı sunar.

18.6 Sistem Füzyonu

Yaesu, 2013 yılında System Fusion için ilk spesifikasyonu yayınladı. System Fusion, - VHF (144-148 MHz) ve UHF (430-450 MHz) üzerinden C4FM modülasyonu kullanarak 9600 bps'de 12,5 kHz'lik dar bantlı bir kanalda dijital ses ve verileri destekler. System Fusion'un düşük seviyeli modülasyonu ve paket yapısı **Dijital Modlar ve Protokoller bölümünde tartışılmıştır.** Aksi belirtilmedikçe, bu bölümdeki "System Fusion" referansları, System Fusion ekipmanının tüm sürümleri için geçerlidir.

Tüm Sistem Füzyon tekrarlayıcıları VHF (144-148 MHz) veya UHF (440-450 MHz) çalışması için yapılandırılabilir. VHF ve UHF işlemi gerektiği gibi seçilebilir. Tüm tekrarlayıcı modelleri, çağrı işareti, giriş frekansı, çıkış frekansı, CTCSS veya DCS ayarı, güç seviyesi, mod seçimi vb. Ayarlamak için bir dokunmatik ekran arayüzü aracılığıyla yapılandırılır. En düşük (5 W) güç ayarı ve uygun bir zayıflatıcı kullanarak, çeşitli güç amplifikatörleri kullanılabilir.

Donanım yazılımı yükseltmeleri, 2017'de System Fusion II'nin piyasaya sürülmesinden önce üretilen üretilmeyen modeller de dahil olmak üzere alıcı-vericiler için mevcuttur. Özel destek seviyeleri DG-İD anıları (aşağıya bakınız) ve erişilebilirlik alıcı-vericiye göre değişir. Tüm güncellenmiş alıcı-vericiler sınırsız WIRES-X düğümlerine erişebilir ve bunları kontrol edebilir.

CALL SIGN IDENTIFICATION

Çağrı işareti tanımlaması dijital iletim paketlerinin içine gömülüdür. İlk kez açıldığında, bir System Fusion alıcı-vericisi kullanıcıdan çağrı işaretini girmesini ister. Bu, istasyon kimliğini belirler. Önceden çağrı işareti kaydı veya abone İD için bir gereklilik yoktur.

18.6.1 Sistem Füzyon Sürümleri

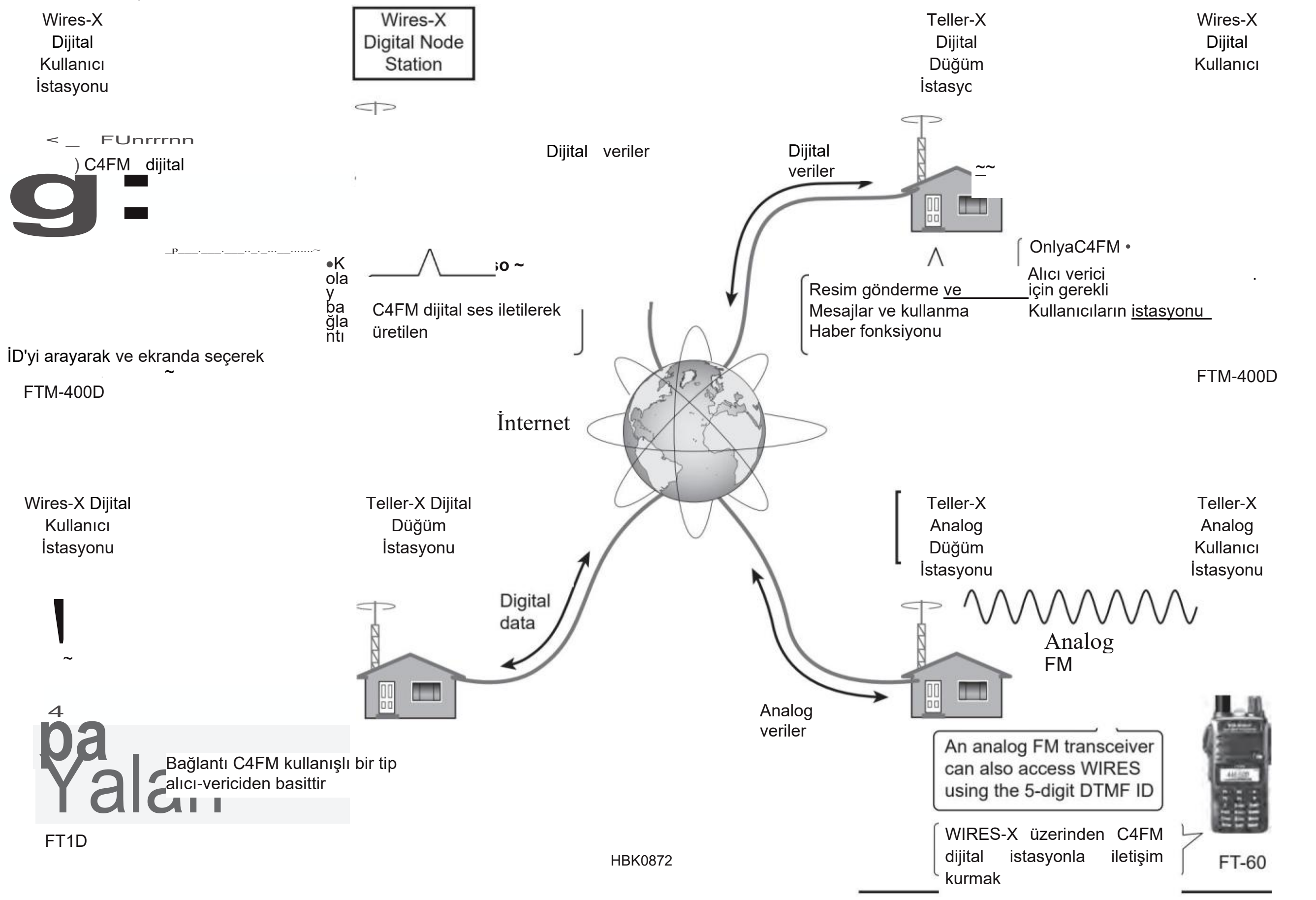
SİSTEM FUSION İ

Orijinal DR-1 tekrarlayıcı bir beta test programı için 2014 yılında üretildi. DRİX - tekrarlayıcı daha sonra üretim modeli olarak piyasaya sürüldü. DR-1 iç kontrolörler ve DR-lX arasında önemli bir fark vardır. Birçok DR-1 (beta) tekrarlayıcı kurulurken ve günlük kullanımda Bağımsız varlıklar olarak, harici denetleyici ve ağ arayüzlerine, DR-lX (üretim) ile aynı şekilde doğrudan bağlanacak şekilde tasarlanmamışlardır. DR-lX, DR-1 yeni kurulumlar ve yükseltmeler için uygun seçimdir. System Fusion İ, DR-İ ve DR-İX tekrarlayıcıları tarafından desteklenmektedir.

Sistem Füzyon İİ

System Fusion II, yeni özellikler ve yapılandırma seçenekleri ekler ve DR-lX tekrarlayıcılar için DR-2X tekrarlayıcılar ve gelişmiş denetleyiciler tarafından desteklenir. Fabrikada yükseltilmiş veya yenilenmiş DR-lX modelleri DR-lXFR olarak belirlenmiştir ve gerçek modeli belirlemek için ürün yazılımı versiyonunun incelenmesi gereklidir. DR-2X tekrarlayıcılar, DR-lX tekrarlayıcılar için yükseltilmiş bir dahili kontrolör ile birlikte 2017 yılında piyasaya sürüldü. DR-2X tekrarlayıcılar ayrıca, tam güçte daha yüksek görev döngüsü çalışması için termal kontrolü yükseltir. DR-2X tekrarlayıcılar ikinci bir alıcıya ve ek hava üstü kontrollere sahiptir.

DSQ (Digital Squelch), DG-İD (Digital Group İDentification) olarak yeniden adlandırıldı ve seçici erişim ekleme aracı sağladı.



Şekil 18.19 - Sistem Füzyonu I konfigürasyonu. ***(Grafik: Yaesu)***

Bireysel tekrarlayıcılar, tekrarlayıcı grupları ve WIRES-X düğümleri için. DG-İD mantissa 00-99'dur ve 00 "herkesi duyma" ayarı olarak kullanılır.

DP-İD (Digital Personal İDentification) alıcı-vericiye özgüdür ve belirli bir DR-2X yetkili kontrol operatörlerini, bu tekrarlayıcının beyaz listesine dahil ederek belirlemek için kullanılabilir. DP-İD, belirli bir DG-İD ataması içinde, radyo kümelerini bir araya toplamak için geçici olarak da kullanılabilir.

18.6.2 Sistem Füzyon Modları

System Fusion üç çalışma modunu destekler: ses tam hız (Voice FR) modu, veri tam hız (Data FR) modu veya ses/veri *(V İD) modu*. Voice FR modu genellikle System Fusion alıcı-vericilerinde "VW've Voice/Data'da" DN'olarak görüntülenir. İki tam oranlı mod, ilgili ses veya veri yükleri için tüm 9600 bps kanalını kullanırken, V *İD* modu kanalı, birinde ses bilgisi ve diğerinde veri bulunan iki 4800 bps akışına böler. Veriler şu anda görüntü dosyaları ve GPS, çağrı işareti ve yönlendirme öğeleri gibi dahili olarak üretilen verilerle sınırlıdır. Veri akışına harici erişim yoktur .

Sistem Füzyon tekrarlayıcıları modların bir kombinasyonunda yapılandırılabilir. Eski DR-İX tekrarlayıcıları tamamen analog modda çalışabilirken, bu, dijital olarak donatılan kullanıcıların tekrarlayıcıya erişmesini önler. Tekrarlayıcılar, çıkışı yalnızca analoga zorlarken analog veya dijital alıma izin verecek şekilde yapılandırılabilir. Bu yapılandırma hem analog hem de dijital kullanıcıların bir arada bulunmasına izin verirken, bunu kısıtlı bir şekilde yapar. Analog çıkış modu, bir dijital mod giriş sinyalinden GPS, çağrı işareti ve diğer bilgileri çıkarır. Tamamen dijital modda çalışmak, analog FM işlemini etkin bir şekilde kilitleyerek de mümkündür. Bu genellikle belirli bir alanda çalışan birden fazla System Fusion tekrarlayıcı olduğunda uygulanır.

AMS CONFIGURATION

Hibrit Otomatik Mod Seçimi (AMS) hem FM analog hem de System Fusion dijital modlarında çalışır. Bu, hem analog FM'den analog FM'e çıkışı hem de dijital olarak dijital çıkışı destekler. Bu konfigürasyonda, analog kullanıcılar bir tekrarlayıcı ve diğer analog özellikli operatörlerden aniden "bağlantısız" değildir. Ayrıca, dijital kullanıcılar mevcut özelliklerden tam olarak yararlanmakta özgürdür.

AMS'de yapılandırıldığında, dijital kullanıcılar iletim değişimleri arasında tekrarlayıcıya yerleştirilen bir analog çağrıyı duyabilir. Alıcı-vericiler analoga geçecek ve otomatik olarak iletişim kurmalarını sağlayacaktır.

Analog istasyon. Bu, hem analog hem de dijital kullanıcıların bir tekrarlayıcıyı paylaşmasına izin verir ve tüm kullanıcıların aynı anda dijitale geçmesini gerektirmez.

Analog FM kullanıcıları, alıcı-vericilerinin TONE SQUELCH özelliğini, tekrarlayıcının iletilen sürekli ton kodlu alt -duyulabilir squelch (CTCSS) veya dijital kodlu squelch (DCS) sinyaliyle eşleştirerek dijital yayınları duymaktan kaçınabilirler. Analog kullanıcıların alıcı-vericilerinde görsel bir "kanal meşgul" göstergesi izlemek veya bir MEŞGUL KANAL KILITLEME özelliğini etkinleştirmek, dijital iletişim gerçekleşirken kazara girişimi önleyecektir.

Tekrarlayıcı ağ seçenekleri, internet bağlantısının yerel olarak mevcut olmadığı durumlarda uzak düğümlere veya "varlık noktalarına" izin verir. Bu, internet hizmeti olmayan sistemlerin bir tekrarlayıcı ağına entegre edilmesini sağlar. Ayrıca, dijital ve analog sinyalizasyon WIRES-X (Geniş kapsama İnternet Tekrarlayıcı Geliştirme Sistemi) ağ protokolleri boyunca desteklenmektedir.

18.6.3 Sistem Füzyon Ağı

WIRES-X NETWORK OPERATİON

WIRES-X düğümleri normalde bir alıcı-verici, WIRES-X düğüm yazılımını çalıştıran Windows tabanlı bir bilgisayar ve WIRES-X arabiriminden oluşur. Alternatif olarak, tekrarlayıcıyı alıcı-verici yerine kullanarak "yerel'bir konfigürasyon mümkündür. HRI-200 WIRES-X arayüzünün satın alınmasıyla, ağa güvenli iletişimi sağlamak için bir düğüm kaydı gereklidir. Bir WIRES-X ağ haritası **Şekil 18.19'da sunulmuştur.**

WIRES-X şu anda düğümleri ve "odaları" desteklemektedir. Her birine bir numara atanır, ancak odalar alfanümerik tanımlayıcılara sahip olabilir ("America Link", "Keystone-Wide" vb.). Uyumlu dijital alıcı-vericiler kaydırılabilir menülerle odaları ve düğümleri seçebilir. Analog WIRES-X düğümleri üzerinden çalışan analog FM alıcı-vericileri, uygun bir mikrofon veya taşınabilir radyo üzerindeki DTMF pedini kullanarak sayısal tanımlayıcıları kullanarak odalara ve diğer düğümlere erişebilir. (Aşağıdaki İMRS bölümüne bakın.)

Gelişmiş özellik kümelerine sahip alıcı-vericiler, farklı odaların geçici olarak seçilmesine olanak tanır. Dijital bir ortamda, oda listeleri ekranda kaydırılabilir ve istenildiği gibi seçilebilir. Analog bir ortamda, odalar listelenmez, ancak istenen odanın sayısal tanımlayıcısının doğrudan girişi yoluyla seçilebilir. Popüler olmasa da, karışık odalar

– Hem analog hem de dijital sesi destekler
– desteklenmektedir.

İnternet Bağlantılı Çoklu Tekrarlayıcı Sistemi (İMRS)

İMRS, System Fusion İİ DR-2X denetleyicileri tarafından desteklenen bir ağ yapısıdır. WIRES-Xis sunucu tabanlı iken, İMRS TCP/İP kullanarak eşler arası bir mimari kullanır. İMRS, bir dizi tekrarlayıcının birbirine bağlanmasına ve -genel tekrarlayıcı grubunun sistem yöneticisinin tekrarlayıcı ağını nasıl yapılandırdığına bağlı olarak bireysel tekrarlayıcılara atanan DG-İD girişleri aracılığıyla erişilmesine izin verir. Bazı örnekler: 01 DG-İD sadece yerel bir DR-2X erişmek için kullanılabilir. 11'lik bir DG-İD, bir ilçedeki bir grup tekrarlayıcıya ofDR-2X erişebilir. Bir DG-İD 21, bir bölge, eyalet, il vb. boyunca D R-2X tekrarlayıcılarına erişebilir.

İn System Fusion İİ, WIRES-X düğümleri, DG-İD kullanımı yoluyla, normalde bağlı olmayan İMRS gruplarını birbirine bağlamak veya bir odanın kullanıcılarını bir İMRS grubuna eklemek için kullanılabilir. DR-2X, İMRS'yi veya WIRES-X için HRI-200 doğrudan bağlantısını destekleyebilir, ancak paylaşılan sinyal hatları nedeniyle her ikisini de aynı anda desteklemez. Bir İMRS-etkin tekrarWIRES-Xnodeavoids bu sınırlama

18.6.4 Üçüncü Taraf Geliştirmeleri ve Seçenekleri

Harici tekrarlayıcı kontrolörleri, -tekrarlayıcı sinyali ve kontrol arayüzü bağlantıları ile bağlanabilir. Bir mikrodenetleyicinin Otomatik Mod Seçimi yapılandırması için gereken doğru sinyal sırasını okumasını ve iddia etmesini sağlayan adaptör kablo setleri mevcuttur.

System Fusion için Common Air İnterface (CAI) spesifikasyonunun yayınlanmasının ardından, tekrarlayıcılar için bir dizi üçüncü taraf ilavesi önerilmiştir. Genellikle Raspberry Pi3 ve Arduino tek kartlı bilgisayarlarla birlikte çalışan protokol dönüştürücüleri, DR-İX ile diğer DV işlevlerinin desteklenmesine izin verebilir. DR-2X ve DR-lXFR tasarım geliştirmeleri, belirli bir üçüncü taraf protokol dönüştürücüsünü desteklemeyebilir. Analog tekrarlayıcı kontrolörleri ile İnterfacing etkilenmez.

"Sıcak nokta" kategorisindeki diğer ürünler, System Fusion tekrarlayıcılarının ve alıcı-vericilerinin alternatif ağ şemaları aracılığıyla bağlanmasına izin verir. Bu nedenle, tamamen dijital alanda kalırken, diğer DV metodolojileri ile iletişim kurmak için bir System Fusion alıcı-verici ve ağ arayüzü kullanmak mümkündür.

18. 7 Diğer Dijital Ses Tekrarlayıcı Teknolojileri

P25 (veya APCO Project 25), kamu güvenliği (polis, yangın, EMS vb.) İçin tasarlanmış bir dijital ses sistemidir. 1990'larda FM altyapısını güncellemek için geliştirildi. Yaklaşık 10 yıl sonra, ilk P25 telsizleri emekli edildi ve ülke çapında P25 tekrarlayıcıları inşa eden jambonlar tarafından satın alındı. Yani Şimdiye kadar, dijital bir P25 ağı geliştirmediler.

Yakın zamana kadar, dar bantlı dijital ses teknolojileri için gereken düşük bit hızlarında iyi kalitede bir ses sinyali üretebilecek açık kaynaklı bir vokoder yoktu. **Dijital Protokoller ve Modlar** bölümünde açıklandığı gibi, *CODEC2, lisans* ücreti olmadan iyi performans sağlayan VK5DGR tarafından geliştirilen açık kaynaklı bir vokoderdir. Hem HF hem de VHF/UHF operasyonu için uygulanmıştır.

18.8 Kaynaklar ve Bibliyografya

Burningham, J, W2XAB, *Dijital Mobil Radyo Amatör Radyo Kılavuzu (DMR***), *w2xab@arrl.net***, indirilebilir** kopyaları sadece amatör kullanım için kullanılabilir DMR-MARC **www.dmr-marc.net/ media/Amateur Radyo Kılavuzu _ _ _ _ DMR Rev I 20150510.pdf**

Dijital Mobil Radyo Derneği (Profesyonel DMRA) - **www. dmrassociation.org**

DMR İletişim İnterconnect Grubu (DCI**) - www.trbo.org**

DMR İD'ler ve veritabanı - **radioid.net**

DMR-MARC (Motorola Amatör Radyo **Kulübü) -www.dmr-marc.net**

DMR-MARC Kanada - **www.va3xpr. net/dmr-marc-canada**

D-STAR Kullanıcıları web sitesi **- www.dstarusers.org**

Japonya Amatör Radyo Ligi, *Tercüme Edilmiş D-STAR Sistem Özellikleri,* **www.jarl. com/d-star**

Loveall, P., AE5PL, "D-STAR Uncovered", *QEX,* Kasım/Aralık 2008, pp 50-56 .

Moxon, L., KRC, "D-STAR'ı Keşfetmek" *QST, Eylül* 2010, s 72.

Pearce, G, KN4AQ, "D-STAR işletim", *QST, Eylül* 2007, pp 30-33.

Pearce, G., KN4AQ, "Analogdan D-STAR'a" *QST, Mayıs* 2012, pp 36-39.

Texas İnterconnect Takım web sitesi **- www.kStit.org**

Tekrarlayıcı Oluşturucunun Teknik Bilgi Sayfası - **www.repeaterbuilder.com**

Wilson, M., KiRO, ed., ARRL *Kullanım Kılavuzu, 12th* ed. (ARRL: 2019). Bölüm 1.4 FM, Tekrarlayıcılar, Dijital Ses ve Verileri kapsar.

Witte, B., K ~ NR, "TRBO Hit the Amatör Gruplar ", *CQ VHF,* Spring 2012, pp 72-74 .

İçerik

Bölüm 19 -
İndirilebilir Ek İçerik

Makaleler

- Bir Homebrew Radyo Teleskobu Oluşturun Mark Spencer, WA8SME
- F-Bölgesi Yayılımı ve Ekvatoral İyonosfer Anomalisi Jim Kennedy, K6MIO/KH6
- Gri Çizgi Yayılımı veya Florida'dan Cocos'a (Keeling) 80m'de Ed Callaway, **N4II**
- Hands On Radio: Kayıt Sinyalleri, Ward Silver, N0AX
- Yeni Güneş Lekesi Sayıları, Carl Luetzelschwab, K9LA
- Penticton Güneş Akısı Alıcısı - John White, VA7JW ve Ken Tapping
- Ters İşaret Ağı Pete Smith, N4ZR ve Ward Silver, N0AX
- Güneş Tutulması QSO Partisi Ward Silver, N0AX
- Üst Seviye Alçak ve 6-Meter Sporadik E Joe Dzekevich, K1YOW
- Yükselen Güneş Döngüsü 25 Yıllarında Neler Beklenmeli, Frank Donovan, W3LPL

Bölüm **19**

Radyo Sinyallerinin Yayılması

Radyo dalgaları, ışık dalgaları gibi Ve elektromanyetik radyasyonun diğer tüm formları - normalde düz çizgiler halinde ilerler. Açıkçası bu her zaman olmaz, çünkü uzun mesafeli iletişim ufkun ötesine geçen radyo dalgalarına bağlıdır. Radyo dalgalarının düz çizgi yolları dışında nasıl yayıldığı karmaşık bir konudur, ancak olması gerekmeyen bir konudur.
bir gizem. Başlangıçta Emil Pocock, W3EP tarafından yazılan bu bölüm, Carl Luetzelschwab, K9LA tarafından yapılan güncellemelerle, elektromanyetik radyasyon prensipleri, Dünya atmosferinin yapısı ve radyo yayılımının çalışma bilgisi için gerekli olan güneş-karasal etkileşimler hakkında temel anlayış sağlar. VHF/UHF mobil yayılımı ile ilgili bölüm katkıda bulundu
Alan Bloom, N1AL. Daha ayrıntılı tartışmalar ve radyo yayılım fiziğinin altında yatan matematik, listelenen referanslarda bulunabilir.
Bu bölümün sonunda.

19.1 Radyo Dalgalarının Temelleri

Radyo, kızılötesi (radyasyon ısısı), görünür ışık, ultraviyole, X-ışınları ve hatta daha kısa dalga boylu gama ve kozmik ışınları içeren bir elektromanyetik radyasyon ailesine aittir. Radyo en uzun dalga boyuna ve dolayısıyla bu grubun en düşük frekansına sahiptir. Bkz. Tablo **19.1 .**

Elektromanyetik dalgalar, birbiriyle ilişkili bir elektrik ve manyetik alandan oluşur. Elektrik ve manyetik bileşenler birbirine dik açılarla yönlendirilir ve ayrıca seyahat yönüne diktir. Bir radyo dalgasının polarizasyonu genellikle elektrik alanının yönü ile aynıdır. Bu ilişki **Şekil 19.1'de görselleştirilebilir.** Ses dalgalarının veya okyanus dalgalarının aksine, elektromanyetik dalgaların hava veya su gibi yayılma ortamına ihtiyacı yoktur. Bu özellik elektromanyetik dalgaların uzay boşluğundan geçmesini sağlar.

19.1.1 Hız

Radyo dalgaları, tüm elektromanyetik radyasyon formları gibi, bir vakumda saniyede yaklaşık 300.000 km (186.400 mil) yol alır. Radyo dalgaları başka herhangi bir ortamda daha yavaş hareket eder. Atmosferdeki hızdaki azalma o kadar azdır ki, genellikle göz ardı edilir, ancak bazen bu küçük fark bile önemlidir. Bir tel parçasındaki bir radyo dalgasının hızı, aksine, boş alanda yaklaşık %95'tir ve hız diğer ortamlarda daha da yavaş olabilir.

Bir radyo dalgasının hızı, ortam ne olursa olsun, her zaman dalga boyu ve frekansın ürünüdür. Bu ilişki basitçe şöyle ifade edilebilir:

c = f2

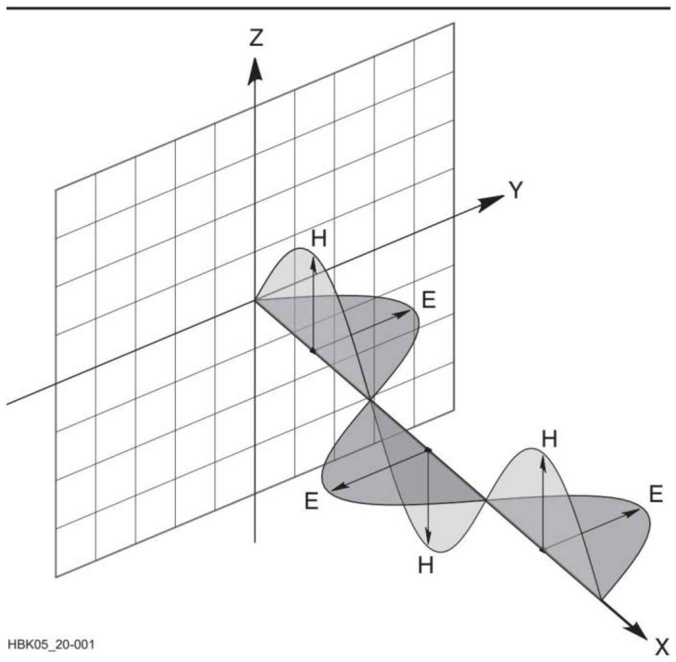
nerede

c = metre cinsinden
hız/saniye f = Hz cinsinden
frekans
metre cinsinden dalga boyu

Herhangi bir radyo frekansının dalga boyu (A), yukarıdaki denklemi A = c/f olarak yeniden düzenleyerek bu basit formülden belirlenebilir. Örneğin, boş uzayda 30 MHz radyo sinyalinin dalga boyu böylece 10 metredir. Metrik birimlerde basitleştirilmiş bir denklem metre cinsinden A = 300, MHz'deki frekansa bölünür. Alternatif olarak İngilizce birimlerde, ayaklarda A = 984 bölü

Tablo 19.1
Elektromanyetik spektrum

Radyasyon	*Frekans*	*Dalga boyu*
Radyo	10 kHz - 300 GHz	30 km-1 mm 1mm-
İnfrared	300 GHz - 428.6 THz	700 nm 700 nm -
Görünür	428.6 THz - 750 THz	400 nm 400 nm
ışık	750 THz - 3 x 103 THz	-100 nm 100 nm -
Ultraviyole	3 x 103 THz - 3 x 104 THz 3	10 nm 10 nm -1
Aşırı Ultraviyole	x 104 THz - 3 x 105 THz 3 x	nm
"Yumuşak" X-ışını	105 THz - 3 x 106 THz	1 nm -0.1 nm
"Sert" röntgen		



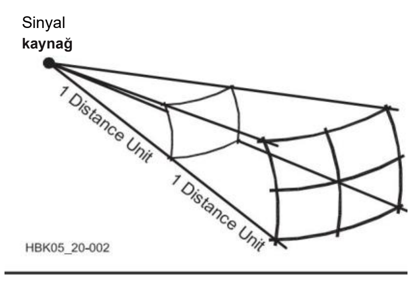
Şekil 19.1 - Elektromanyetik dalganın elektrik ve manyetik alan bileşenleri. Bir radyo dalgasının polarizasyonu, elektrik alanının düzlemi ile aynı yöndedir.

MHz'deki frekans.

Dalga boyu diğer ortamlarda azalır çünkü yayılma hızı daha yavaştır. Bir tel parçası olarak, 30 MHz'lik bir sinyalin dalga boyu yaklaşık 9, 5 metreye kısalır. Anten tasarımlarında, iletim hattı tasarımlarında ve diğer uygulamalarda bu faktör dikkate alınmalıdır.

19.1.2 Serbest Alan Zayıflama ve Emilim

Serbest uzay zayıflaması, radyo enerjisinin kaynağından küresel olarak yayılmasından kaynaklanır. **Şekil 19.2'ye bakınız. Zayıflama** mesafe ile hızla büyür, çünkü sinyal gücü kaynaktan uzaklığın karesi ile azalır. (Sinyalin V/m cinsinden alan gücü, mesafe ve gücü ile doğrusal olarak azalır.



Şekil 19.2 - Radyo enerjisi, kaynağından uzaklığın karesi olarak dağılır. Gösterilen bir mesafe biriminin değişimi için, sinyalin birim alan başına gücü sadece dörtte biri kadar güçlüdür. Her küresel bölüm aynı yüzey alanına sahiptir.

W/m cinsinden yoğunluk? mesafenin karesi ile azalır.) **Boş** alan, verici ve alıcı arasındaki mesafe **1** km'den 10 km'ye (0.6 ila 6 mil) artırılırsa, sinyal gücü 100 kat azaltılacaktır. Zayıflama da frekans ile artar. Boş alan zayıflaması (yol kaybı)

Ln = 32.45 + 20 log d + 20 log f

nerede

La serbest hız yolu kaybı dB d = km cinsinden mesafe

f = MHz'de frekans

Boş alan zayıflaması, sinyal gücünü yöneten önemli bir faktördür, ancak gerçek dünyada radyo sinyalleri diğer kayıplara ve geliştirmelere maruz kalır. Radyo dalgaları vakum dışındaki ortamlardan geçtiğinde enerji absorpsiyon için kaybolur. Radyo dalgaları, iyonosfer veya katı madde (tel gibi) boyunca, aynı frekansta enerji yayan heyecan verici elektronlar tarafından yayılır. Kaybedilen radyo enerjisi miktarı, ortamın özelliğine ve frekansa bağlıdır. Atmosferdeki zayıflama 3 GHz'e kadar azdır, ancak daha yüksek frekanslarda su buharı ve oksijen nedeniyle emilim yüksek olabilir. Geliştirmeler (özellikle VHF ve üstü) çoklu yol ve saçılma nedeniyle olabilir. Dolayısıyla gerçek dünyada yukarıdaki denklem geçerli olmayabilir.

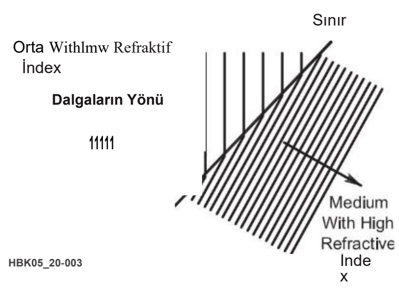
Radyo enerjisi de kırılma, kırınım ve yansıma sırasında kaybolur - uzun mesafeli yayılmaya izin veren fenomen. İndeed, herhangi bir yararlı yayılma şekli Zayıflamaya eşlik eder. Bu, maksimum kullanılabilir frekansa yakın sporadik E bulutlarından kırılmanın karşılaştığı hafif kayıplardan, troposferik ileri *saçılma ile ilgili daha önemli kayıplara (kırılma* veya yansıma için yeterli iyonizasyon değil, zayıf elektromanyetik dalgaları çeşitli yönlere gönderecek kadar) veya D tabakasının emilimine kadar değişebilir. Bu konular daha sonra ele alınacaktır. Birçok durumda, toplam kayıplar o kadar büyük olabilir ki, radyo sinyalleri iletişim için çok zayıf hale gelir (bir alıcı veya alıcı sistemin hassasiyetinin altındadır).

19.1.3 İyonosferin Altındaki Kırılma

Elektromanyetik dalgalar, bir şey tarafından saptırılıncaya kadar düz çizgiler halinde hareket eder. Radyo dalgaları, bir ortamdan diğerine geçerken hafifçe kırılır veya bükülür. Radyo dalgaları bu konuda elektromanyetik radyasyonun diğer tanıdık formlarından farklı davranmaz. Bir bardak suya kısmen batırılmış bir kalemin belirgin bükülmesi bu prensibi oldukça dramatik bir şekilde göstermektedir.

Kırılma, bir yayılan ortam ile diğeri arasındaki sınırı geçtiğinde bir dalganın hızındaki bir değişiklikten kaynaklanır. Bu geçiş bir açıyla yapılırsa, dalga cephesinin bir kısmı diğerinden önce yavaşlar (veya hızlanır), böylece dalgayı hafifçe büker. Bu, Şekil **19.3'te şematik olarak gösterilmiştir.**

Bükülme miktarı, iki ortamın kırılma indislerinin oranı ile artar. Kırılma indisi basitçe, serbest uzayda bir radyo dalgasının hızının ortamdaki hızına bölünmesidir. Havanın kırılma özellikleri sıcaklıktan, nemden hesaplanabilir



Şekil 19.3 - Radyo dalgaları, farklı ortamlar arasında bir açıda geçerken kırılır. Çizgiler, hareketli bir dalga cephesinin tepelerini temsil eder ve aralarındaki mesafe dalga boyudur. Dalganın yönü değişir çünkü dalganın bir ucu yavaşlar
İki medya arasındaki sınırı geçerken diğerinden önce. Dalga boyu aynı anda kısalır, ancak dalga frekansı (belirli bir zaman biriminde belirli bir noktayı geçen tepe sayısı) sabit kalır.

ve atmosfer basıncı. Çok geniş bir frekans aralığında havanın tepkime indeksi aşağıdakilerden hesaplanabilir:

N_776P,3.73.10°¢ TT mi?

nerede
N = kırılma indisi, N birimleri (kırılma indisinin 1.0'ı aştığı milyonların sayısı)
p = atmosferik basınç, milibar (mb) e = su buharının kısmi basıncı, milibar
T = sıcaklık, **K**

İyonosferin altındaki tepkime indeksi 1'den - büyüktür ve daha fazla bükülmeye neden olur.

Radyo sinyallerinin kırılması, yükseklik ile kırılma indisindeki değişimin bir fonksiyonudur. N, Dünya yüzeyinde 290 ile 400 arasında değişir ve normalde ilk birkaç kilometre içinde kilometre başına 40 N birim oranında irtifa ile azalır.

Radyo dalgaları, atmosferin farklı katmanlarından geçtiklerinde, yaklaşık 100 km (60 mil) ve daha yüksek yüklü iyonosferik katmanlar veya Dünya yüzeyine yakın hava koşullarına duyarlı alan olsun, genellikle kırılır. İki ortamın kırılma indislerinin oranı yeterince büyük olduğunda, radyo dalgaları bir aynaya çarpan ışık dalgaları gibi yansıtılabilir. Dünya oldukça kayıplı bir yansıtıcıdır, ancak çapı birkaç dalga boyu ise metal bir yüzey iyi çalışır.

19.1.4 Saçılma

Radyo dalgalarının yönü de *saçılma yoluyla değiştirilebilir.* Sise nüfuz etmeye çalışan bir ışık demeti tarafından görülen etki, ışık dalgası saçılmasının iyi bir örneğidir. Açık bir gecede bile, kirişe dik olarak az miktarda atmosferik saçılma nedeniyle oldukça yönlü bir projektör görülebilir. Radyo dalgaları, dalga boyu büyüklüğünde veya daha küçük, elektron kütleleri veya su damlacıkları gibi rastgele düzenlenmiş nesnelerle karşılaştıklarında benzer şekilde dağılır. Saçılan nesnelerin yoğunluğu yeterince büyük olduğunda, karakteristik bir kırılma indisine sahip bir yayılma ortamı gibi davranırlar.

Saçılma nesneleri belirli bir hizada veya sırada düzenlenirse, saçılma yalnızca belirli açılarda gerçekleşir. Bir gökkuşağı, ışık dalgalarının alan hizalı saçılması için iyi bir benzetme sağlar. Bir gökkuşağının yayı sadece Güneş'ten kesin bir açıyla görülebilirken, renkler ışık dalgası frekans aralığında saçılmadaki varyanstan kaynaklanır. İyonosferik elektronlar, auroralardaki ve diğer olağandışı koşullar altında manyetik kuvvetler tarafından alan hizalanabilir. Bu gibi durumlarda saçılma en iyi Dünya'nın manyetik alan çizgilerine diktir.

19.1.5 Yansıma

30 MHz'in üzerindeki amatör frekanslarda, - su kuleleri, binalar, uçaklar, dağlar ve benzerleri gibi çeşitli büyük nesnelerden gelen yansımalar, ufuk ötesi yolları birkaç yüz km uzatmak için yararlı bir araç sağlayabilir. İki istasyon sadece sabit veya hareketli olsun, ortak bir reflektöre doğru ışınlanmalıdır.

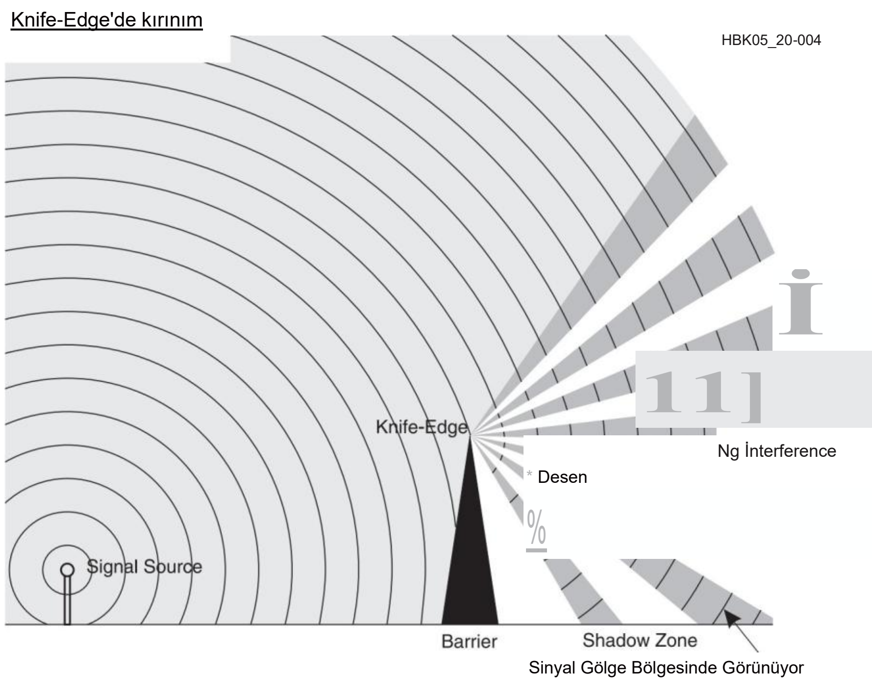
Maksimum menzil, her iki istasyonun reflektöre olan radyo görüş mesafesi ve reflektör boyutu ve şekli ile sınırlıdır. Reflektörler birçok dalga boyunda olmalı ve ideal olarak düz yüzeylere sahip olmalıdır. Büyük uçaklar adil reflektörler yapar ve uzun mesafeli temaslar için en iyi fırsatı sağlayabilir. Uçak yansımaları için hesaplanan sınır, en büyük jetlerin 12.000 metreden (40.000 ft) daha yüksek uçmadığı varsayılarak 900 km'dir (560 mil), ancak gerçek uçak yansıma temaslarının oldukça kısa olması muhtemeldir.

19.1.6 Bıçak Kenarı Kırınımı

Radyo dalgaları, dağ sırası gibi keskin üst kenarları olan katı nesnelerin arkasına *bıçak kenarı kırınımı ile de geçebilir.* Bu, ışık, ses, radyo ve diğer tutarlı dalgaları etkileyen yaygın bir doğal olgudur, ancak anlaşılması zordur. **Şekil 19.4**, idealize edilmiş bir bıçak kenarına yaklaşan radyo sinyallerini göstermektedir. Bıçak kenarının tabanına çarpan radyo dalgalarının kısmı tamamen Engellendi, kenarın üzerinde birkaç dalga boyunu geçen bu kısım nispeten etkilenmeden seyahat ederken. İlk bakışta, örneğin bir dağ kadar büyük bir bıçak kenarı, radyo sinyallerinin diğer tarafta görünmesini tamamen engelleyebilir, ancak bu tam olarak doğru değildir. Bıçak sırtından geçen radyo sinyallerine oldukça beklenmedik bir şey olur.

Normalde, bir dalga cephesi boyunca radyo sinyalleri, engelsiz alan boyunca yayılırken sürekli olarak birbirleriyle etkileşime girer, ancak genel sonuç, düzgün bir şekilde genişleyen bir dalgadır. Dalga cephesinin bir kısmı bir bıçak kenarı tarafından engellendiğinde, ortaya çıkan girişim deseni artık aynı değildir. Bu, radyo sinyallerinin bıçak ucunda, yeni ve ayrı bir iletim noktası oluşturuyormuş gibi görselleştirilmesiyle anlaşılabilir, ancak bu noktada kaynak dalga ile fazdadır. Bıçak kenarına bitişik sinyaller hala - kenarın üstünden geçen sinyallerle etkileşime girer, ancak kenarın altında engellenmiş sinyallerle etkileşime giremezler. Ortaya çıkan *girişim modeli artık düzgün bir* şekilde genişleyen bir dalga cephesi oluşturmaz, bunun yerine bıçak kenarının arkasında yaklaşık 180 °'lik bir yay içinde yayılan güçlü ve zayıf dalga bantlarının alternatif bir modeli olarak görünür .

50 ila 100 dalga boyu uzunluğundaki bir dizi tepe veya dağın tepesi, UHF ve mikrodalga - frekanslarında bıçak ucu kırınımı üretebilir. Açıkça tanımlanmış ve ağaçlardan, binalardan ve



Şekil 19.4 - VHF ve UHF radyo dalgaları, ışık ve diğer dalgalar, dalga boyları açısından büyük olan katı bir nesnenin keskin kenarı etrafında kırılır. Kırınım, bıçak kenarındaki dalgalar ile yukarıdan geçenler arasındaki girişimden kaynaklanır Onu. Bazı sinyaller, girişim modelinin bir sonucu olarak bıçak kenarının arkasında görünür. Tepeler veya dağlar, radyo frekanslarında doğal bıçak kenarları olarak hizmet edebilir.

Yayılma Özeti, Band DÜŞÜK FREKANS (LF) BANTLARI VE MEDİUM FREKANS (MF) BANTLARI ile

135.7-137.8 kHz (2200 metre) ve 472-479 kHz (630 metre)

Bu bantlarda yayılım tartışması için bölüm 19.8'e bakınız.

1.8-2.0 MHz (160 metre)

160 metre gündüz D tabakası emiliminden muzdariptir. Gündüz iletişimi, yer dalgası kapsamı ve
İyi donanımlı istasyonlar için yaklaşık 1500 km'ye kadar tek e atlama (tam yasal limiti, iyi bir zemin sistemine sahip çeyrek dalga dikeylerini ve düşük bir gürültü alma ortamını çalıştırma). Geceleri, D katmanı hızla kaybolur ve dünya çapında 160 metre iletişim, F katmanı atlama ve kanal açma yoluyla mümkün olur. Atmosferik ve insan yapımı gürültü yayılmayı sınırlar. Tropikal ve orta enlem gök gürültülü fırtınalar, yaz aylarında yüksek düzeyde statiğe neden olur ve kış akşamları DX çalışmak için en iyi zamandır.
1.8 MHz'de. Uygun bir alıcı anten seçimi (İçecek, 4-kare, küçük döngü) genellikle sinyal-gürültü oranını iyileştirmek için alınan gürültü miktarını önemli ölçüde azaltabilir.

HIGH FREKANS (HF) BANTLARI (3-30 MHz)

HF bantlarında çok çeşitli yayılma modları kullanışlıdır. Bu aralıktaki en düşük iki bant, 160 metre ile birçok gündüz özelliğini paylaşır. Bantlar arasındaki geçiş öncelikle gece veya gündüz yararlı etrafında görünür
10 MHz. Uzun mesafeli temasların çoğu F katmanı atlaması ile yapılır. 21 MHz'in üzerinde, TE, sporadik E, aurora ve meteor saçılması dahil olmak üzere daha egzotik yayılım pratik olmaya başlar.

3.5-4.0 MHz (alt uç için 80 metre,
Üst uç için 75 metre)

En düşük HF bandı birçok açıdan 160 metreye benzer. Gündüz emilimi önemlidir, ancak 1.8 MHz'de olduğu kadar aşırı değildir. Geceleri, sinyaller genellikle dünyanın yarısına yayılır. 1.8 MHz'de olduğu gibi, atmosferik gürültü
80/75 metre DXer için kışı en çekici mevsim yapan bir sıkıntıdır.

5.3-5.4 MHz (60 metre)

Gündüz yayılımı sırasında kapsanan mesafe düşecek
80 metre ve 40 metre bantlarında ulaşılabilir arasında. Geceleri, nispeten düşük güç sınırına rağmen dünya çapında yayılma mümkündür. Sinyal güçleri tipik olarak 80 metreden daha yüksek olacak, ancak 40 metre kadar yüksek olmayacaktır.

7.0-7.3 MHz (40 metre)

Popüler 40 metre bandı açıkça tanımlanmış bir atlamaya sahiptir
Kırılma için yetersiz iyonizasyon nedeniyle gün boyunca bölge yüksek açılar. D tabakası emilimi alt bantlardaki kadar şiddetli değildir, bu nedenle E ve F katmanları üzerinden kısa mesafeli atlamalar mümkündür. Gün boyunca, tipik bir istasyon yaklaşık 800 km'lik (500 mil) bir yarıçapı kapsayabilir. Geceleri, F üzerinden dünya çapında güvenilir iletişim 40 metre bandında yaygındır.

Atmosferik gürültü, 160 ve 80 metrelere göre çok daha az zahmetlidir ve 40 metre DX sinyalleri genellikle yüksek seviyeli yaz statiğini bile geçersiz kılmak için yeterli güçtedir. Bu nedenlerden dolayı, 40 metre, tüm mevsimlerde DX iletişimi için güvenilir kabul edilen en düşük frekanslı amatör banttır. Güneş döngüsündeki en düşük noktada bile, gece boyunca dünya çapında DX için 40 metre açık olabilir.

10.1-10.15 MHz (30 metre)

30 metre bandı benzersizdir çünkü hem gündüz hem de gece bantlarının özelliklerini paylaşır. D tabakası emilimi önemli bir faktör değildir. 3000 km'ye (1900 mil) kadar olan iletişim gündüz saatlerinde tipiktir ve bu, tüm karanlık yollarla dünyanın yarısına kadar uzanır. The

Bant genellikle F üzerinden 24 saat boyunca açıktır, ancak solar minimum sırasında, bazı DX yollarındaki MUF geceleri 10 MHz'in altına düşebilir. Bu koşullar altında, 30 metre benimser
Gündüz bantlarının özellikleri 14 MHz ve daha yüksek. 30 metre bandı koşullardaki en az değişimi gösterir
11 yıllık güneş döngüsü boyunca, bu nedenle her zaman uzun mesafeli iletişim için genellikle yararlıdır.

14.0-14.35 MHz (20 metre)

20 metre bandı geleneksel olarak amatörlerin birincil uzun mesafeli DX favorisi olarak kabul edilir. 11 yıl ne olursa olsun
20 metrelik güneş döngüsü, gün boyunca en az birkaç saat dünya çapında F- yayılımına bağlı olabilir. Solar maksimum dönemlerde, 20 metre genellikle gece boyunca uzak yerlere açık kalacaktır. Atlama mesafesi genellikle kayda değerdir ve her zaman bir dereceye kadar mevcuttur. Gündüz
E katmanı yayılımı çok kısa yollar boyunca tespit edilebilir. Atmosferik gürültü, yaz aylarında bile ciddi bir husus değildir. Popülerliği nedeniyle, 20 metre gündüz saatlerinde çok sıkışık olma eğilimindedir.

18.068-18.168 MHz (17 metre)

17 metre bandı 20 metre bandına benzer.
Birçok saygı, ancak dalgalanan güneş aktivitesinin etkileri F'de yayılma daha belirgindir. Yıllar boyunca
Yüksek güneş aktivitesi olan 17 metre, gündüz ve akşamın erken saatlerinde uzun menzilli iletişim için güvenilirdir ve genellikle gün batımından sonra da devam eder. Orta yıllar boyunca, grup sadece güneş ışığı saatlerinde açılabilir ve gün batımından kısa bir süre sonra kapanabilir. Güneş minimumda, 17 metre orta ve ekvatoral enlemlere açılacak, ancak kuzey güney yollarında öğle saatlerinde sadece kısa süreler için.

21.0-21.45 MHz (15 metre)

15 metre bandı uzun zamandır güneş döngüsü maksimumu sırasında bir ana DX bandı olarak kabul edilmiştir, ancak değişen güneş aktivitesine duyarlıdır. Yoğun yıllarda, 15 metre gündüz F-katman DXing için güvenilirdir ve genellikle geceye kadar açık kalacaktır. Orta dereceli güneş aktivitesi dönemlerinde, 15 metre temel olarak sadece gündüz bir banttır ve gün batımından kısa bir süre sonra kapanır. Güneş minimum dönemlerde, 15 metre açılamaz
Kuzey-güney transekvatoral devreler hariç. Sporadik E, yaz başında ve kış ortasında ara sıra gözlenir, ancak bu yaygın değildir ve etkiler daha yüksek frekanslarda olduğu kadar belirgin değildir.

24.89-24.99 MHz (12 metre)

Bu bant, 10 ve 15 metrelik bantların en iyisini birleştiren yayılma sunar. 12 metre öncelikle düşük ve orta güneş lekesi yıllarında gündüz bandı olmasına rağmen, güneş maksimum boyunca gün batımından sonra açık kalabilir. Güneş aktivitesinin ılımlı olduğu yıllarda, gündüz saatlerinde 12 metre alçak ve orta enlemlere açılır, ancak gün batımından sonra nadiren açık kalır. Düşük güneş aktivitesi dönemleri nadiren bu grubun daha yüksek enlemler dışında tamamen ölmesine neden olur. Ara sıra gündüz açıklıkları, özellikle alt enlemlerde, kuzey-güney yolları üzerinde muhtemeldir. 24 MHz'deki ana sporadik E mevsimi ilkbaharın sonundan yaza kadar sürer ve kış ortasında kısa açıklıklar görülebilir.

28.0-29.7 MHz (10 metre)

10 metrelik bant, özelliklerde aşırı farklılıklar ve çeşitli yayılma modları ile bilinir. Güneş maksimumu sırasında, uzun mesafeli F yayılımı o kadar verimlidir ki, çok düşük güç dünyanın dört bir yanında güçlü sinyaller üretebilir. DX mütevazı ekipman ile bol miktarda bulunur. Bu koşullar altında, bant genellikle gün doğumundan birkaç güne kadar açıktır.

Gün batımından saatler sonra. Orta güneş aktivitesi dönemlerinde, 10 metre genellikle sadece öğle saatlerinde düşük ve transekvatoral enlemlere açılır. Solar minimum sırasında, gündüz veya gece boyunca herhangi bir zamanda F yayılımı olmayabilir.

Sporadik E, 10 m'de, özellikle Mayıs'tan Ağustos'a kadar oldukça yaygındır, ancak herhangi bir zamanda ortaya çıkabilir. Sporadik E bazen HF bantlarında çağrıldığı için kısa atlama, güneş döngüsü ile çok az ilişkilidir ve F tabakası koşullarından bağımsız olarak gerçekleşir. İt, 300 ila 2300 km (190 ila 1400 mil) arasında tek atlama iletişimi ve 4500 km (2800 mil) ve daha uzaktaki çoklu atlama fırsatları sunar.

On metre, VHF'nin daha karakteristik olan yayılma modlarının bazılarını paylaştığı için bir geçiş bandıdır. Meteor saçılması, aurora, auroral E ve transekvatoral yayılım, 2300 km'ye kadar temas kurma araçları sağlar.
(1400 mil) ve daha uzak, ancak bu modlar genellikle 28 MHz'de fark edilmez. VHF'de kullanılanlara benzer teknikler, sinyaller genellikle daha güçlü ve daha kalıcı olduğu için 10 metrede çok etkili olabilir. Bu egzotik modlar, özellikle F, DXing'in azaldığı solar minimum sırasında daha fazla kullanılabilir.

ÇOK HIGH FREKANS (VHF) BANTLARI (30-300 MHz)

Çok çeşitli yayılma modları VHF aralığında kullanışlıdır. F katmanı atlaması, güneş döngüsü zirveleri sırasında 50 MHz'de görünür. Sporadik E ve diğer birkaç E katmanı fenomeni VHF aralığında en etkilidir. Yine de VHF iyonosferik yayılımının diğer formları, örneğin alan hizalı düzensizlikler (FAİ) ve transekvatoral yayılım (TE), VHF'de nadiren gözlenir. HF'de bir faktör olmayan troposferik yayılım, 50 MHz'in üzerinde giderek daha önemli hale gelir.

50-54 MHz (6 metre)

En düşük amatör VHF bandı, hem düşük hem de yüksek frekansların özelliklerinin çoğunu paylaşır. Uygun iyonosferik yayılma koşullarının olmaması, iyi donanımlı 50 MHz istasyonları, troposferik dağılım yoluyla 300 km (190 mil) yarıçapında düzenli olarak çalışır.
Arazi, güç, alıcı yetenekleri ve anten. Weaksignal troposcatter, en iyi istasyonların neredeyse her zaman 500 km (310 mil) kontak yapmasını sağlar. Hava etkileri, özellikle yaz aylarında normal menzili birkaç yüz km uzatabilir, ancak gerçek troposferik kanallar nadirdir.

11 yıllık güneş lekesi döngüsünün zirvesinde (özellikle kış aylarında), gündüz saatlerinde F tabakası aracılığıyla dünya çapında 50 MHz DX mümkündür. F backscatter, MUF 50 MHz'in hemen altında olduğunda 4000 km'ye (2500 mil) kadar olan temaslar için ek bir yayılma modu sağlar. Manyetik ekvator boyunca 8000 km (5000 mil) uzunluktaki TE yolları, zirve güneş döngüsü yıllarının ilkbahar ve sonbahar ekinokslarında yaygındır.

Sporadik E, muhtemelen 6 metre bandında en yaygın ve kesinlikle en popüler yayılma şeklidir. Singlehop E-atlama açıklıkları kişiler için birçok saat sürebilir
600 ila 2300 km (370 ila 1400 mil), özellikle ilkbahar ve yaz başında. Multiple-hop E _ yılda birkaç kez kıtalararası temaslar sağlar ve multiple-hop E-skip yoluyla ABD ve Güney Amerika, Avrupa ve Japonya arasındaki temaslar neredeyse her yaz gerçekleşir .

Diğer E tabakası iyonosferik yayılım türleri
6 metre heyecan verici bir grup. Yaklaşık maksimum mesafeler 2300 km (1400 mil) her türlü E katmanı için tipiktir
modları. FAI yoluyla yayılma genellikle ek saatler sağlar
Sporadik E olaylarından hemen sonra temasların. Auroral yayılma genellikle jeomanyetik alan bozulduğunda öğleden sonra ortaya çıkar. Yakından ilişkili auroral E yayılımı, 6 metrelik menzili 4000 km'ye (2500 mil) ve bazen kuzey eyaletlerinde daha da uzatabilir.

Kanada, genellikle gece yarısından sonra. Meteor saçılması, sabahın erken saatlerinde, özellikle düzinelerce veya çok belirgin yıllık meteor yağmurlarından birinde kısa temaslar sağlar.

144-148 MHz (2 metre)

İyonosferik etkiler 144 MHz'de önemli ölçüde azalır, ancak bunlar yok olmaktan uzaktır. F tabakası yayılımı, yaklaşık 8000 km'lik (5000 mil) mevcut 144 MHz karasal DX kaydından sorumlu olan TE dışında bilinmemektedir. Sporadik E, 50 MHz'de olduğu gibi onda birinden daha az 144 MHz kadar yüksek olur, ancak
Her zamanki maksimum tek-hop mesafesi aynıdır, yaklaşık
2300 km (1400 mil). 3000 km'den (1900 mil) daha büyük çoklu-hop sporadik E kontakları, kıta ABD'sinde ve Güney Avrupa'da zaman zaman meydana gelmiştir.

Auroral yayılım, 50 MHz'de bulunana oldukça benzer, ancak sinyaller daha zayıf ve daha fazla Doppler bozulmuş. Auroral E temasları nadirdir. Meteor saçılması temasları öncelikle büyük yıllık meteor yağmuru dönemleriyle sınırlıdır ve çok sabır ve çalışma becerisi gerektirir. 144 MHz'de FAİ aracılığıyla temaslar yapıldı, ancak potansiyeli tam olarak araştırılmadı.

Troposferik etkiler artan sıklıkta iyileşir,
144 MHz, karasal havanın önemli bir yayılma rolü oynadığı en düşük VHF bandıdır. Hava koşullarına bağlı geliştirmeler normal 300 ila 600 km'yi uzatabilir
(190 ila 370 mil), özellikle yaz aylarında ve sonbaharın başında 800 km (500 mil) ve daha fazla iyi donanımlı istasyon aralığı. Troposferik kanal bu aralığı 2000 km'ye kadar uzatır
(1200 mil) ve kıtanın daha uzağında ve Kaliforniya ile Hawaii arasındaki gibi tanınmış tüm su yolları üzerinde en az 4000 km (2500 mil).

222-225 MHz (135 cm)

135 cm bant 2 metre bant ile birçok özelliği paylaşır. 222 MHz istasyonlarının normal çalışma aralığı, karşılaştırılabilir şekilde donatılmış 144 MHz istasyonları kadardır. 135 cm'lik bant troposferik etkilere biraz daha duyarlıdır, ancak iyonosferik modların kullanımı daha zordur. Auroral ve meteor saçılma sinyalleri 144 MHz'den biraz daha zayıftır ve 222 MHz'deki sporadik E kontakları oldukça nadirdir. FAİ ve TE ayrıca
222 MHz'in olanakları dahilinde olun, ancak 135 cm bandındaki bu modların raporları nadirdir. İncreased etkinliği
222 MHz'de sonunda amatör VHF bantlarının en yükseğindeki yayılma modlarının kapsamını ortaya çıkaracaktır.

ULTRA-HIGH FREKANS (UHF) BANTLARI (300-3000 MHz) VE HIGHER

Troposferik yayılım UHF ve daha yüksek bantlarda hakimdir, ancak bazı E katmanı yayılımı 432 MHz'de hala yararlıdır. 10 GHz'in üzerinde, atmosferik zayıflama giderek uzun mesafeli yollarda sınırlayıcı faktör haline gelir. Uçaklardan, dağlardan ve diğer sabit nesnelerden gelen yansımalar, 432 MHz ve daha yüksek bir hızda yayılmaya yardımcı olabilir.

420-450 MHz (70 cm)

En düşük amatör UHF bandı, iyonosferik yayılımın yaygın olarak gözlendiği en yüksek frekansı gösterir. Auroral sinyaller daha zayıf ve daha fazla Doppler bozulmuştur; Aralık genellikle 144 veya 222 MHz'den daha azdır. Meteor saçılması alt bantlardan çok daha zordur, çünkü patlamalar önemli ölçüde daha zayıftır ve çok daha kısa sürelidir. Sporadik E ve FAI 432 MHz kadar yüksek bilinmemekle ve muhtemelen imkansız olmasına rağmen, TE mümkün olabilir.

İyi donanımlı 432 MHz istasyonları üzerinde çalışmak bekleyebilirsiniz
Herhangi bir yayılma geliştirme yokluğunda en az 300 km (190 mil) yarıçapı. Troposferik kırılma 432 MHz'de daha belirgindir ve uzun menzilli kontakların en sık ve kullanışlı yollarını sağlar. Troposferik kanal 1500 km (930 mil) ve karada daha uzak kontakları destekler.

Mevcut 432 MHz karasal DX kaydı
4000 km (2500 mil) su üzerinde kanal ile gerçekleştirildi.

902-928 MHz (33 cm) ve üstü

İyonosferik yayılma modları 902 MHz'in üzerindeki bantlarda neredeyse bilinmemektedir. Auroral saçılma, 902 MHz'de amatör yeteneklerde olabilir, ancak sinyal seviyeleri 432 MHz'in çok altında olacaktır. Doppler kayması ve bozulması önemli olacak ve sinyal bant genişliği oldukça geniş olabilir. Diğer iyonosferik yayılma modları olası değildir, ancak yüksek güçlü araştırma radarları auroralardan ve 3 GHz kadar yüksek meteorlardan yankı almıştır.

UHF ve mikrodalga bantlarındaki hemen hemen tüm uzun mesafeli çalışmalar troposferik geliştirme yardımı ile gerçekleştirilir. 902 MHz'in üzerindeki frekanslar havadaki değişikliklere karşı çok hassastır. Troposferik kanallar VHF bantlarından daha sık görülür ve

Potansiyel aralığı benzerdir. 1296 MHz'de, Kaliforniya ve Hawaii arasındaki 2000 km (1200 mil) kıta yolları ve 4000 km (2500 mil) yollar birçok kez yayılmıştır. 1000 km'lik (620 mil) kontaklar, ABD'de 10 GHz ve 1600 km'den fazla tüm bantlarda yapılmıştır. (1000 mil) Akdeniz boyunca. İyi donanımlı 903 ve 1296 MHz istasyonları 300 km'ye (190 mil) kadar güvenilir bir şekilde çalışabilir, ancak normal çalışma aralıkları genellikle artan sıklıkta kısalır.

Diğer troposferik etkiler GHz bantlarında belirgin hale gelir. Çok sıcak su kütleleri üzerinde oluşan buharlaşma inversiyonları 3.3 GHz ve daha yüksek değerlerde kullanılabilir. İTE
Ayrıca, düşük GHz bantlarında yağmur, kar ve doludan saçılarak yolları tamamlamak da mümkündür. 10 GHz'in üzerinde, atmosferik su buharı ve oksijenin neden olduğu zayıflama, uzun mesafeli iletişimde en önemli sınırlayıcı faktörler haline gelir.

Diğer dağınıklık en iyi bıçak kenarlarını yapar, ancak yuvarlak tepeler bile kırınım kenarı olarak hizmet edebilir. Parazit modeline karşılık gelen güçlü ve zayıf sinyallerin alternatif bantları, Dünya'nın yüzeyinde, *gölge bölgesi olarak bilinen dağın arkasında görünecektir.* Fenomen genellikle karşılıklıdır, böylece iki yönlü iletişim en uygun koşullar altında kurulabilir. Bıçak kenarı kırınımı, dağlar veya görünüşte imkansız araziler tarafından tamamen engellenebilecek 100 km veya daha fazla yolların tamamlanmasını mümkün kılabilir.

19.1.7 Yer dalgası

Karaya oturan dalga özel bir formun sonucudur

Öncelikle dikey polarize radyo dalgaları uzun wavelength etkileyen kırınım. İt, pratik yer dalgası mesafelerinin 200 km'nin (120 mil) ötesine uzanabileceği 80 ve 160 metre amatör bantlarda en belirgindir. Ayrıca orta dalga - bantlarında AM yayın istasyonları tarafından kullanılan birincil mekanizmadır. Yer dalgası terimi genellikle yanlışlıkla herhangi bir kısa mesafeli iletişime uygulanır, ancak gerçek mekanizma daha uzun dalga bantlarına özgüdür.

Radyo dalgaları keskin bir kenardan geçerken hafifçe bükülür, ancak etki önemli ölçüde yuvarlatılmış kenarlara uzanır. Orta ve uzun dalga boylarında, Dünya'nın eğriliği yuvarlak bir kenar gibi görünür. Bükme

Dalga cephesinin alt kısmı, zeminde indüklenen akımlar nedeniyle enerji kaybettiğinde ortaya çıkar. Bu, dalganın alt kısmını yavaşlatır ve tüm dalganın hafifçe öne eğilmesine neden olur. Bu eğim, Dünya'nın eğriliğini takip eder, böylece düşük ve orta dalga radyo sinyallerinin görüş hattının çok ötesinde mesafelere yayılmasına izin verir.

Zemin dalgası, gün boyunca 1.8 ve 3.5 MHz'de, D tabakasının emilimi skywave yayılımını zorlaştırdığında en kullanışlıdır. Mükemmel zemin sistemlerine sahip dikey polarize antenler en iyi sonuçları verir. Yer dalgası kayıpları tuzlu su üzerinde önemli ölçüde azalır ve kuru ve kayalık topraklarda en yüksektir.

19.2 Gökyüzü Dalgası Yayılımı ve Güneş

Dünya atmosferi esas olarak azot (%78), oksijen (%21) ve argondan (%1) oluşur ve daha az miktarda başka gazlar içerir. Su buharı, belirli koşullar altında atmosferin %5'ini oluşturabilir. Bu gaz oranı, karışım değişmeye başladığında yaklaşık 80 km (50 mil) yüksekliğe kadar korunur. En yüksek - seviyelerde, helyum ve hidrojen baskındır.

Güneş radyasyonu atmosferin tüm seviyelerinde doğrudan veya dolaylı olarak etki eder. Dünya yüzeyine bitişik olarak, güneş ısınması havanın tüm yönlerini kontrol eder, rüzgar, yağmur ve diğer tanıdık olayları güçlendirir. *Güneş ultraviyole (UV) radyasyonu,* l0 ve 50 km (6 ve 30 mil) arasında küçük ozon (O,) molekülleri konsantrasyonları oluşturur. Çoğu UV radyasyonu bu işlem tarafından emilir ve asla Dünya'ya ulaşmaz.

Daha da yüksek irtifalarda, EUV (Aşırı UV) ve X-ışını radyasyonu atmosferik gazları kısmen iyonize eder. Gaz atomlarından serbest kalan elektronlar sonunda nötr gaz atomlarını yeniden oluşturmak için pozitif iyonlarla yeniden birleşir, ancak bu biraz zaman alır. En yüksek irtifalarda düşük basınçlı ortamda, atomlar uzak aralıklarla yerleştirilir

Ayrı ve gazlar saatlerce iyonize kalabilir. Düşük irtifalarda, rekombinasyon oldukça hızlı gerçekleşir ve sadece sabit radyasyon, gazın kayda değer bir kısmını iyonize edebilir.

19.2.1 Dünya Atmosferinin Yapısı

600 km'den (370 mil) yüksekliğe ulaşan atmosfer, genellikle atmosferin geçiş özelliğine (sıcaklık gibi) dayanan bir dizi bölgeye ayrılır. Yayılma amacıyla, önemli bölgeler **Şekil 19.5'te gösterilmiştir.** Hava üreten *troposfer,* - yüzey ile ortalama 10 km (6 mil) yükseklikte yer almaktadır. 10 ila 50 km (6 ila 30 mil) arasında, ultraviyole emici ozonun en yüksek konsantrasyonlarına ulaştığı stratosfer ve gömülü ozonosfer bulunur. Atmosferik gazların yaklaşık %99'u bu en düşük iki bölgede bulunur.

50 km'den yaklaşık 600 km'ye (3 70 mil) kadar, radyo üzerindeki etkileri ile dikkat çeken iyonosfer

yayılım. Bu yüksekliklerde, atomik oksijen, moleküler oksijen, moleküler azot ve nitrik oksit çok düşük basınç altında baskındır ve - yayılma için dikkate alınması gereken önemli türlerdir. Yüksek enerjili güneş EUV ve X-ışını radyasyonu bu bileşenleri iyonize eder ve iyonların nispi bollukta yaratıldığı geniş bir bölge oluşturur. İyonosfer farklı D, E ve F bölgelerine ayrılır.

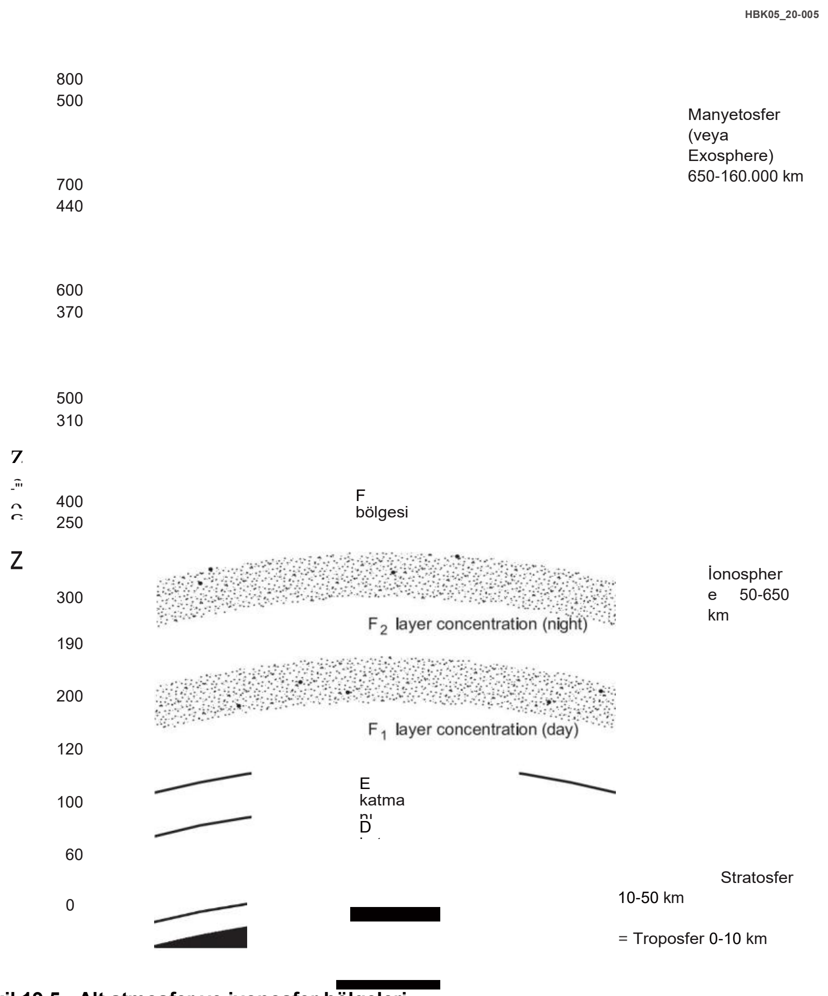
Manyetosfer yaklaşık 600 km (3 70 mil) civarında başlar ve uzaya 160.000 km (100.000 mil) kadar uzanır. Atmosferik gazların baskın bileşeni yavaş yavaş atomik oksijenden helyuma ve son olarak en yüksek seviyelerde hidrojene dönüşür. Hafif gazlar kaçış hızına ulaşabilir veya *güneş rüzgarı (Güneş tarafından yayılan* ve uzayda seyahat eden elektrik yüklü parçacıklar) tarafından atmosferden süpürülebilir. Yaklaşık 3200 ve 16.000 km'de (sırasıyla 2000 ve 9900 mil), Dünya'nın manyetik alanı, *Van Allen kuşakları olarak bilinen iki bantta enerjik elektronları ve protonları yakalar. Bunların* karasal radyo yayılımı üzerinde sadece küçük bir etkisi vardır.

19.2.2 İonosfer

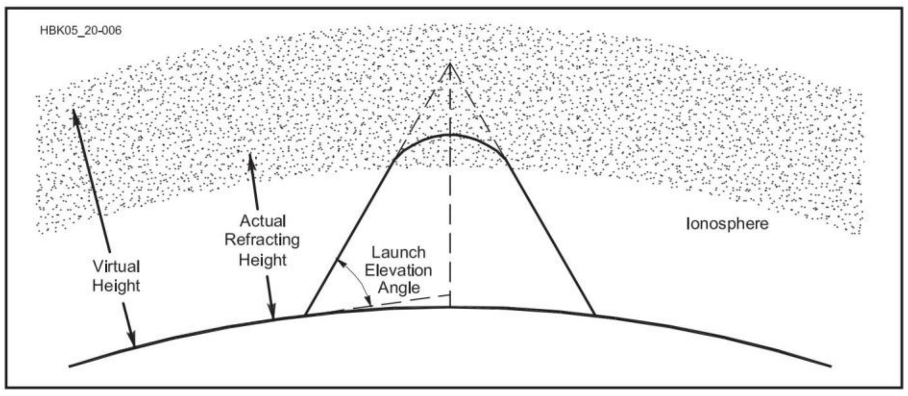
İyonosfer, 1.8 MHz ila 30 MHz arasındaki tüm amatör bantlarda uzun süreli iletişimde temel bir rol oynar. İyonosferin etkileri daha az belirgindirÇok yüksek frekanslar (30-300 MHz), ancak en azından 432 MHz boyunca devam ederler. 1902 yılında, Oliver Heaviside ve Arthur E. Kennelly, üst atmosferde bir önceki yıl Guglielmo Marconi ve diğerleri tarafından yapılan uzun mesafeli radyo yayınlarını açıklayabilecek bir tabakanın varlığını bağımsız olarak öne sürdüler. Edward Appleton yayınlarda Kennelly-Heaviside katmanının varlığını doğruladı 1925'ten başlayarak, ölçtüğü tabakadan yansıyan dalgaların elektrik alanının gücünü belirlemek için diyagramlarında E harfini kullandı.

1927'nin sonlarında Appleton, "iyonosfer'de ek bir tabakanın varlığını bildirdi. (Robert Watson-Watt "iyonosfer" terimini icat etti, ancak 1932'ye kadar yaygın olarak kullanılmadı.) Ek yüksek irtifa katmanı "F'olarak adlandırıldı ve daha sonra bir diğeri" D'olarak adlandırıldı. 1930'larda bir süre için bir "C" katmanı önerildi ve daha sonra atıldı. Appleton, diğer alt katmanları keşfetme korkusuyla bu keyfi isimlendirmeyi değiştirmeye isteksizdi, bu yüzden günümüze yapıştı. İyonosferik yayılımın temel fiziği 1930'larda büyük ölçüde çözüldü, ancak hem amatör hem de profesyonel deneyciler 1930'larda, 1940'larda ve 1950'lerde daha ileri gitti. Sporadik E, aurora, trans-ekvatoral, meteor saçılması ve çeşitli alan hizalı saçılma türleri, açıklama gerektiren ek iyonosferik fenomenler arasındaydı.

Her ne kadar bu bölümde "katman" terimi kullanılsa da, bu, iyonosferin aradaki boşlukla ayrılmış ayrı ince tabakalardan oluştuğu hatalı varsayımına yol açabilir. Bu böyle değildir ve daha sonra bölümde göreceğimiz gibi iyonosfer, D, E, Fi ve F bölgelerini tanımlayan kesin zirveler ve çekim noktaları ile yüksekliğe karşı sürekli bir elektronik yoğunluktur. Çalışmalar, çeşitli katmanların yüksekliğinin enlemlere göre de değişebileceğini göstermiştir. İyonosferik fizikle ilgili araştırmalar, iyonosferin değişkenliğini daha iyi anlamak amacıyla devam etmektedir.



Şekil 19.5 - Alt atmosfer ve iyonosfer bölgeleri.

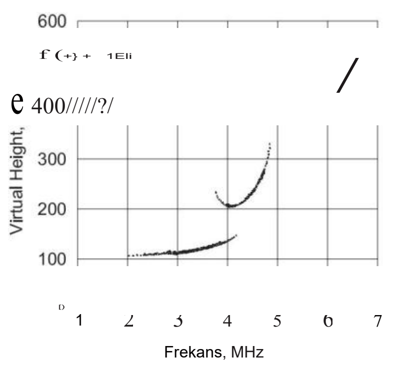


Şekil 19.6 - İyonosferdeki kademeli kırılma, radyo sinyallerinin uzun mesafelere yayılmasını sağlar. İt gerçek kırılma bölgenin üzerinde bazı sanal yükseklikte hayali bir yansıma noktası ile bir yansıma olarak süreci hayal etmek genellikle uygundur. Bu bölümdeki diğer şekiller ışın yollarını eşdeğer yansımalar olarak gösterir, ancak gerçek sürecin kademeli bir kırılma olduğunu aklınızda bulundurmalısınız.

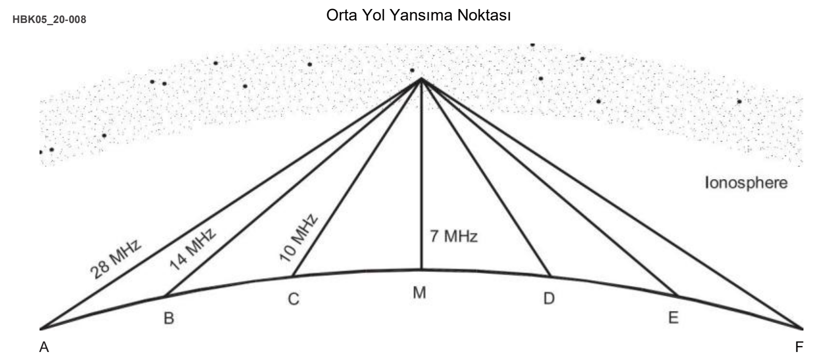
19.2.3 İyonosferik kırılma

İyonosferik bir tabakanın kırılma indeksi, serbest hareket eden elektronların yoğunluğu arttıkça 1.00 değerinden düşer (bu, iyonosfer - dağıtıcı bir ortam olduğu için troposferdeki kırılma indisinin tersidir). Flayer'ın en yoğun bölgelerinde, bu yoğunluk metreküp başına bir trilyon elektrona (10!? E/m) ulaşabilir. Bu yüksek seviyede bile, radyo dalgaları, genellikle onlarca km'yi bulan önemli bir dikey mesafe boyunca kademeli olarak kırılır. Radyo dalgaları, yalnızca onları Dünya'ya geri getirecek kadar kırıldıklarında karasal yayılma için yararlı olurlar. **Şekil 19.6'ya bakınız .**

Kırılma iyonosferik yayılımın birincil mekanizması olmasına rağmen, süreci bir yansıma olarak düşünmek genellikle daha uygundur. İyonosferik bir katmanın sanal yüksekliği, gerçek kırılma ile aynı etkiyi üretecek bir yansımanın eşdeğer yüksekliğidir. Herhangi bir iyonosferik katmanın sanal yüksekliği, bir iyonosferik ses çıkaran *veya iyonosonde, bir* tür dikey olarak yönlendirilmiş radar kullanılarak belirlenebilir. İyonosonde, genellikle 2 MHz ila 20 MHz veya



Şekil 19.7 - E, F ve F katmanlarından geri dönen yankıları gösteren basitleştirilmiş dikey insidans iyonogramı. Her katmanın kritik frekansları (4.1, 4.8 ve 6.8 MHz) doğrudan iyonogram ölçeğinden okunabilir.



Şekil 19.8 - Kritik frekans, maksimum kullanılabilir frekans (MUF) ve atlama bölgesi arasındaki ilişkiler bu basitleştirilmiş, varsayımsal durumda görselleştirilebilir. Kritik frekans 7 MHz'dir ve bunun altındaki frekansların M noktasının yakınındaki istasyonlar tarafından kısa mesafeli iyonosferik iletişim için kullanılmasına izin verir. İyonosfer tarafından 14 MHz'de iletişim kurulamaz. Bant E (ve ötesi) noktalarındaki istasyonlar iletişim kurabilir, çünkü bu frekanstaki sinyaller geri kırılır. Çünkü iyonosferle eğik bir açıyla karşılaşırlar. Daha uzak mesafelerde, daha yüksek frekanslar kullanılabilir, çünkü MUF daha büyük geliş açılarında (düşük fırlatma açıları) daha yüksektir. Bu şekilde, küçük bir fırlatma açısı ile A ve F noktaları arasındaki yol için MUF, 28 MHz olarak gösterilmiştir. Her çift İstasyonlar, aralarındaki yolun MUF'sinde veya altındaki frekanslarda iletişim kurabilir, ancak LUF'un altında değil - metne bakın .

Daha yüksekte, iyonosfere doğru. Herhangi bir yankının frekansları zamana karşı kaydedilir ve daha sonra bir *iyonogramda mesafe olarak çizilir.* **Şekil 19.7** basit bir iyonogramı göstermektedir. Gerçek zamanlı iyonogramlar, Massachusetts Lowell Üniversitesi (**http://umlcar.uml.edu/DIDBase/) tarafından desteklenen Dijital İyonogram Veritabanında çevrimiçi olarak bulunabilir.** İyonogram yorumlama kapsamlı bir tartışma için, *UAG-23A indirin: URS!* **www.ips.gov. adresindeki Avustralya IPS (İonosferik Tahmin Hizmeti) web sitesinden lonogram İnterpretation ve Reduction El Kitabı au/IPSHosted/INAG/uag_23a/uag_23a. html.** İyonosferik sondaj hakkında daha fazla bilgi için bkz. **k91a.us/Measuring_ the _ İonosphere.pdf**

Dikey insidansta E ve F bölgelerinden yankıları döndüren en en yüksek frekans, *dikey insidans* veya *kritik frekans olarak bilinir. (Bir* D bölgesi kritik frekansı vardır, ancak değeri **1 MHz'in çok altındadır** ve bu nedenle Amatör Radyo bantlarımız üzerinde minimum etkiye sahiptir.) Kritik frekans iyon yoğunluğunun bir fonksiyonudur. Belirli bir yükseklikte iyonlaşma ne kadar yüksek olursa, kritik frekans o kadar yüksek olur. Kesin olarak konuşursak, kritik - frekans, bir bölgenin tepe elektron yoğunluğuna uygulanabilir terimdir. Fizikçiler iyonosferin herhangi bir yerindeki herhangi bir elektron yoğunluğunu plazma *frekansı olarak adlandırırlar, çünkü* teknik olarak iyonosferdeki gazlar plazma veya kısmen iyonize durumdadır. F katmanı kritik frekansları genellikle yaklaşık 1 MHz ila 15 MHz arasında

19.2.4 Maksimum ve En Düşük Kullanılabilir Frekanslar

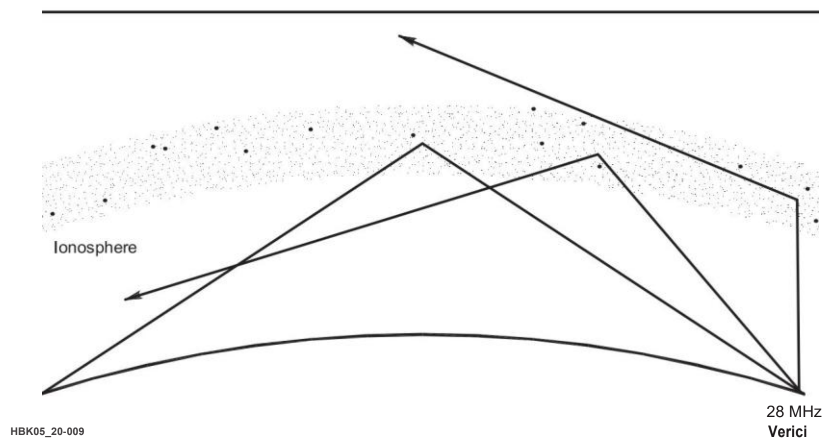
Dikey olarak gerçekleşen bir sinyalin frekansı, bir iyonosferik katmanın kritik frekansının üzerine çıktığında, iyonosferin bu kısmı sinyali kıramaz.

Dünya'ya dönüş. Bununla birlikte, kritik frekansın üzerindeki bir sinyal, katmana dikey bir durumdan ziyade eğik bir açıyla girerse Dünya'ya geri gönderilebilir. Bu şanslıdır, çünkü iki geniş ayrılmış istasyonun kritik frekanstan çok daha yüksek frekanslarda iletişim kurmasına izin verir. **Bakınız Şekil 19.8.**

İki istasyon arasındaki iyonosfer tarafından desteklenen en yüksek frekans, bu yol için maksimum kullanılabilir frekanstır (MUF). İstasyonlar arasındaki ayrım artırılırsa, daha düşük fırlatma açılarında daha yüksek bir frekans desteklenebilir. Bu uzun yol için MUF, kısa yol için MUF'den daha yüksektir, çünkü - iyonosferle karşılaşan elektromanyetik dalgalar için daha fazla kırılma meydana gelebilir.

daha eğik açılarda. Mesafe maksimum one-hop mesafesine yükseltildiğinde, iki istasyon arasındaki sinyallerin fırlatma açısı sıfırdır (yani, ışın yolu iki istasyonda Dünya'ya teğettir) ve bu yol için MUF, o yerdeki iyonosferin o tabakası tarafından desteklenebilecek en yüksek değerdir. Bu maksimum mesafe, F katmanı için yaklaşık 4000 km (2500 mil) ve E katmanı için yaklaşık 2000 km (1250 mil)'dir. **Şekil 19.9'a bakınız.**

MUF, yol, günün saati, mevsim, konum, güneş UV ve X-ışını radyasyon seviyeleri ve iyonosferik bozuklukların bir fonksiyonudur. - Dikey olarak gelen dalgalar için, MUF kritik frekans ile aynıdır. Tek-hop yayılma sınırında yol uzunlukları için, MUF olabilir



Şekil 19.9 - Ufka düşük bir açıyla yayılan MUF'deki sinyaller mümkün olan en uzun tek atlama mesafelerini sağlar. Bu örnekte, iyonosfere daha yüksek açılardan giren 28 MHz sinyal, onları Dünya'ya geri getirecek kadar kırılmaz.

Kritik frekansın birkaç katı. MUF ve kritik frekans arasındaki oran *M faktörü olarak bilinir.*

M faktörü, Dünya iyonosfer sisteminin küresel bir modelinde basit geometri kullanılarak tahmin edilebilir. Yerden fırlatılan bir elektromanyetik dalganın iyonosferindeki geliş açısı, fırlatma açısına ve iyonosferik bölgenin yüksekliğine bağlıdır. Dünya-iyonosfer sisteminin küresel geometrisi nedeniyle, fırlatma açısı sıfıra yaklaştıkça iyonosferdeki insidans açısı sıfıra yaklaşmaz - sırasıyla F ve E bölgeleri için yaklaşık 19 ° ve 11 ° ile sınırlıdır, bu da M faktörünü bu iki bölge için yaklaşık 3 ve 5 ile sınırlar. (MUF = 1/iyonosfer üzerindeki geliş açısının sinüsü denkleminden). Çeşitli bölgelerin tipik M faktörleri için Tablo 19.2'ye bakınız.

Atlama bölgesi terimi MUF ile yakından ilgilidir. İki istasyon belirli bir frekansta birbirleriyle iletişim kuramadığında, iyonosfer sinyali birinden diğerine gerekli açıyla yeterince kıramadığı için - yani, çalışma frekansı MUF'nin üzerindedir - istasyonların bu frekans için atlama bölgesinde olduğu söylenir. Atlama bölgesi içindeki istasyonlar, birbirlerini daha düşük bir frekansta veya yeterince yakınlarsa zemin dalgası veya diğer mekanizmalarla çalışabilir. MUF altındaki frekanslarda atlama bölgesi yoktur.

Belirli bir yolda herhangi bir zamanda MUF tam olarak budur - *maksimum kullanılabilir* frekans. MUF'un altındaki frekanslar da yol boyunca yayılır, ancak alıcı konumdaki iyonosferik emilim ve gürültü (insan yapımı gürültü ve/veya yerel veya uzak fırtınalardan kaynaklanan gürültü nedeniyle) alınan sinyal-gürültü oranını çok düşük hale getirebilir. Bu durumda, frekansın en düşük - *kullanılabilir frekansın (*LUF) altında olduğu söylenir. Bu, atmosferik ve insan yapımı seslerin en zahmetli olduğu 10 MHz'in altında gerçekleşir.

LUF, yüksek güç ve yönlendirici antenlerin kullanılmasıyla veya alıcı bant genişliğinin azaltılmasına izin veren veya SNR-CW veya PSK3 1 yerine daha az talep eden iletişim modlarının kullanılmasıyla biraz düşürülebilir.

Örneğin SSB. Bu, vericinizin gücü ne kadar yüksek olursa olsun veya alıcı bant genişliğiniz ne kadar dar olursa olsun, iyonosferik kırılma fiziği ile sınırlı olan MUF için geçerli değildir. LUF, MUF'dan daha yüksek olabilir. Bu, çok fazla emilim nedeniyle gün boyunca 160 metrede yaygın bir durumdur; Başka bir senaryo, fırtına aktivitesi veya insan yapımı gürültü nedeniyle daha yüksek bantlarda çok fazla gürültü olacaktır. LUF, MUF'den daha yüksek olduğunda, o anda belirli bir yolda iletişimi destekleyen bir frekans yoktur.

19.2.5 NVIS Yayılımı

Önceki bölümde, *atlama bölgesi içindeki istasyonların birbirlerini daha düşük bir frekansta veya yeterince yakınlarsa zemin dalgasıyla çalışabilecekleri ifadesi yapıldı.* Bu ifade, *Yakın Dikey İncidence Skywave (NVIS) yayılımının amacını özetlemektedir* - zemin dalgasının çok zayıf olduğu ve atlama bölgesinin bittiği yer arasındaki boşluğu kapatmak için. Daha düşük frekanslara giderek, bu nispeten kısa mesafelerde iletişim sağlanabilir.

Kısa mesafelerde yayılma, yüksek yükseklik açıları anlamına gelir - bu, genel olarak daha düşük açıların en etkili olduğu DXing değildir. Örneğin, San Francisco'dan Sacramento'ya giden bir yol 75 mildir ve ortalama yükseklik açısı 78 derecedir. Bu yüksek açılarda maksimum enerji yaymak için, nispeten düşük yükseklikteki antenlerin kullanılması gerekir.

QST'nin Aralık 2005 sayısında Dean Straw N6BV VOACAP yayılma tahmin programını San Francisco merkezli çeşitli NVIS yollarını analiz etmek için kullandı. Analizi, alan kapsama haritalarını (sinyal gücü konturlarına karşı vericiden uzaklık) ve çeşitli yükseklikteki antenlerin yükseklik modellerini gösterdi. Analizi, çok güzel bir özet oluşturmasına izin verdi: Bir *kural olarak, jambon grubu NVIS için, gün boyunca 40 metre kullanılmasını tavsiye ederim; Gece boyunca 80 metre.* Buna ek olarak, güneş minimum yakın bir kış gecesi sırasında, 160metersmaybenenecessary için değişen. DF5JL yaşındaki Tom Kamp da Almanya'da 60 metre bandında NVIS çalıştı. *CQ DL'deki makalesi için Referanslar bölümüne bakın.*

19.2.6 İonosferik Solma

HF sinyal güçleri tipik olarak birkaç saniyeden birkaç dakikaya kadar yükselir ve düşer ve nadiren çok uzun süre sabit bir seviyede tutulur. Solma genellikle aynı kaynaktan farklı yayılma yolları boyunca gelen birkaç radyo dalgasının etkileşiminden kaynaklanır. Faz içine gelen dalgalar daha güçlü bir sinyal üretmek için birleşirken, faz dışı olanlar yıkıcı girişime ve daha düşük net sinyal gücüne neden olur. İyonosferik koşullardaki kısa süreli değişiklikler, bireysel yol uzunluklarını değiştirebilir veya solmaya neden olacak kadar güçlü sinyal verebilir. Öncelikle tek bir yol üzerinden gelen sinyaller bile yayılan ortam değiştikçe değişebilir. Solma, gündoğumu ve gün batımında, özellikle de iyonosferin dramatik dönüşümlere uğradığı MUF yakınlarında en dikkat çekici olabilir. Auroralar ve jeomanyetik fırtınalar gibi diğer iyonosferik travmalar da ciddi HF solma formları üretir.

19.2.7 HF'de polarizasyon

İyonosfer kısa vadede değişse ve biraz rastgele polarizasyona neden olsa da, gerçekleşenden daha fazla polarizasyon sırası vardır. İyonosfer, Dünya'nın manyetik alanına daldırılır ve bir manyetik alana dalmış iyonize bir ortam (iyonosferimizin ne olduğu plazma olarak adlandırılır) boyunca yayılan bir elektromanyetik dalganın sonucu, iki karakteristik dalganın yayılmasıdır: sıradan dalga (O-dalgası) ve olağanüstü dalga (X-dalgası). Sıradan ve sıradışı, optik biliminden ödünç alınan terimlerdir. Bu iki dalga genellikle eliptik polarizedir (polarizasyon vektörünün ucu bir elips izler) ve birbirlerine ortogonaldir.

İyonosfere girdikten sonra ve konuma ve başlığa bağlı olarak, doğrusal polarize bir dalga (yatay veya dikey antenimizden) ya tüm enerjisini O-dalgasına, tüm enerjisini X-dalgasına, ya da enerjisini O-dalgasına ve X-dalgasına böler. Yatay antenimiz en iyi şekilde bir karakteristik dalgada birleşecek ve dikey antenimiz en iyi şekilde diğer karakteristik dalgada birleşecektir. Aynı bağlanma sorunu, karakteristik dalgalar iyonosferden çıktığında da mevcuttur. Sonuç olarak, 80 metre ve daha yüksek HF bantlarında, her iki karakteristik dalga da genellikle benzer emilimle yayılır ve bu nedenle dikey veya yatay bir antenin kullanımı polarizasyon açısından çok kritik değildir. Karakteristik dalgalardan biri, hangi antenin kullanıldığına bağlı olacaktır.

160 metrede, X-dalgası O-dalgasını bırakarak yoğun bir şekilde emilir. Genel olarak, dikey polarizasyon Kuzey Amerika'da ve yüksek kuzey enlemlerinde bizler için en iyisidir. Bununla birlikte, 160 metre operatörleri bazı koşullar altında,

Tablo 19.2

2000 km E Şerbetçiotu ve 3000 km F Şerbetçiotu için Maksimum Kullanılabilir Frekans Faktörleri (M-faktörleri)

Katman	*Maksimum Kritik Frekans (MHz)*	*M faktörü*	*Faydalı Çalışma Frekanslar (MHz)*
F	15.0	3.3-4.0	1-60
F, '	5.5	4.0	10-20
E *	4.0	4.8	5-20
Es	30.0	5.3	20-160

* Sadece gün

Yatay polarize antenler dikey polarize antenlerden daha iyi performans gösterir.

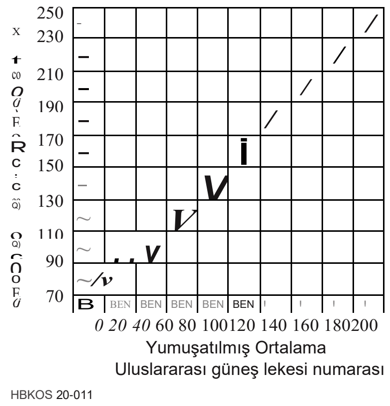
19.2.8 11-Year Güneş Döngüsü

İyonosferik katmanların yoğunluğu, Dünya'ya ulaşan güneş radyasyonunun miktarına bağlıdır, ancak güneş radyasyonu sabit değildir. Varyasyonlar, Dünya'nın günlük ve mevsimsel hareketlerinden, Güneş'in kendi 27 günlük rotasyonundan ve 11 yıllık güneş aktivitesi döngüsünden kaynaklanır. Hem Güneş'in dönüşünün hem de güneş döngüsünün görsel bir göstergesi, 18. yüzyılın ortalarından beri sürekli olarak gözlemlenen Güneş'teki karanlık noktaların periyodik olarak ortaya çıkmasıdır. Ortalama olarak, *güneş lekelerinin sayısı* her 10'da bir maksimuma ulaşır. 7 yıl, ancak süre 7 ila 17 yıl arasında değişmiştir. Döngü 19, 1958'de, bugüne kadar kaydedilen en yüksek sayı olan 201'lik bir güneş lekesi sayısıyla zirveye ulaştı. **Şekil 19.10,** son altı döngü için düzeltilmiş güneş lekesi sayılarını (bu değerler yeni Sürüm 2.0 güneş lekesi verileridir) göstermektedir.

Güneş lekeleri, Güneş'in yüzeyinde yüksek manyetik aktivite ile ilişkili daha soğuk alanlardır. *Plage adı verilen güneş lekesi gruplarına bitişik aktif bölgeler,* X-ışını spektrumu yoluyla radyoda büyük parlamalar ve sürekli radyasyon patlamaları üretme yeteneğine sahiptir. 11 yıllık güneş döngüsünün zirvesinde, ortalama güneş radyasyonu, - parlama ve güneş lekelerinin sayısı ile birlikte artar. İyonosfer sonuç olarak daha yoğun bir şekilde iyonize olur, bu da daha yüksek kritik frekanslarla sonuçlanır, özellikle F katmanını sin. Uzun süreli iletişim olanakları, özellikle yüksek frekanslı bantlarda, güneş maksimumu sırasında önemli ölçüde geliştirilmiştir.

F katmanı kritik tahmininde bir anahtar Frekanslar ve dolayısıyla uzun mesafe yayılımı, iyonlaştırıcı UV ve X-ışını radyasyonunun yoğunluğudur. Uyduların ortaya çıkmasına kadar, UV ve X-ışını radyasyonu doğrudan ölçülemedi, çünkü iyonlaşma işlemi sırasında neredeyse tamamen üst atmosferde emildiler. Güneş lekesi sayısı, genel güneş aktivitesinin en uygun yaklaşımını sağladı. Güneş lekesi sayısı, görsel noktaların sayısının basit bir sayımı değil, boyut, sayı ve gruplamayı dikkate alan karmaşık bir formülün sonucudur. Düzleştirilmiş güneş lekesi sayısı (istenen aydan 6 ay önce ila 6 ay sonra aylık ortalama güneş lekesi sayılarının çalışma ortalamasına eşdeğer), güneş döngüsü sırasında minimum sıfıra yakın bir değerden, son derece aktif bir güneş döngüsü sırasında 200'ün üzerine kadar değişir.

Güneş aktivitesini ölçmenin bir başka yöntemi, Güneş'ten gelen 2800 MHz (10.7 cm) radyo gürültüsünün yoğunluğunun bir ölçüsü olan güneş akısıdır (1022 W m? Hz!). Düzleştirilmiş 2800 MHz radyo akısı, - iyonlaştırıcı UV ve X-ışını radyasyonunun yoğunluğunun bir göstergesidir ve güneş lekesi sayılarına uygun bir alternatif sağlar. Güneş akısı değerleri genellikle 60-300 ölçeğinde değişir ve Şekil **19.11'de gösterildiği gibi güneş lekesi sayılarıyla ilgili olabilir (bunun** yalnızca düzgünleştirilmiş değerler arasında dönüştürme için geçerli olduğunu unutmayın). Dominion Radio Astrophysical Observatory, Penticton, British Columbia, günde üç kez (yerel öğle merkezli) 2800 MHz güneş akısını ölçer. (Bir ek makale, "Penticton Güneş Akısı Alıcısı" Şubat 2013 QSTis indirilebilir ek içeriği ile.) Radyo istasyonu WWV, her saatten sonra 18 dakikada en son güneş akısı endeksini yayınlar; WWVH yapar

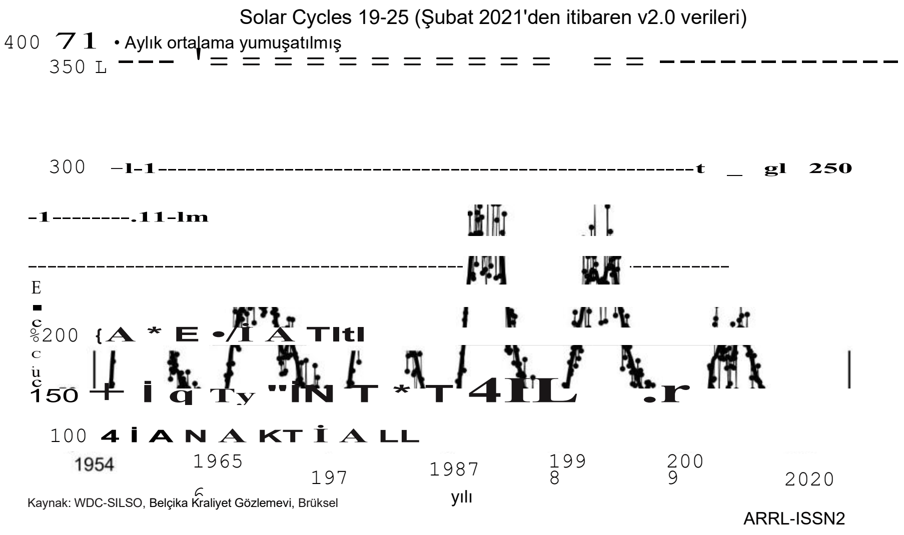


Şekil 19.11 - Güneş akısı ve güneş lekesi sayısı arasındaki yaklaşık dönüşüm. Bunun, Güneş Akısı ve Güneş Lekesi Sayılarının düzeltilmiş değerleri için olduğunu unutmayın.

Aynı saatte 45 dakika sonra. Güneş akısı ve diğer yararlı veriler de çevrimiçi olarak mevcuttur **www.swpc.noaa.gov.**

Penticton güneş akısı çok çeşitli diğer uygulamalarda kullanılır. Günlük, haftalık, aylık ve hatta düzleştirilmiş güneş akısı okumaları, yayılma tahminlerinde yaygın olarak kullanılır (ancak HF yayılma - tahminlerimizin, düzleştirilmiş güneş akısı veya düzleştirilmiş güneş lekesi sayısı ile aylık medyan iyonosferik parametreler arasındaki korelasyona dayandığını unutmayın).

Yüksek akı değerleri genellikle **daha yüksek** MUF'lerle sonuçlanır, ancak MUF'u herhangi bir saatte ve yolda tahmin etmek için gerçek prosedürler oldukça karmaşıktır. Güneş akısı tek belirleyici değildir, çünkü Güneş'in Dünya'ya açısı, mevsim, günün saati, radyo yolunun tam konumu ve diğer faktörlerin hepsi dikkate alınmalıdır. Birkaç gün veya ay önceden MUF tahmini, ek değişkenler ve daha fazla belirsizlik içerir.



Şekil 19.10 - 19 ila 25 arasındaki güneş döngüleri için Şubat 2021'e kadar yumuşatılmış güneş lekesi sayıları (SSN).

TRENDLER İN SOLAR DÖNGÜLER

Eğer biri kaydedilen 23 güneş döngüsüne bakarsa, üç özellik göze çarpar. İlk olarak, maksimum düzleştirilmiş güneş lekesi - sayılarında döngüsel bir doğa görüyoruz. İkincisi, 50 yıl kadar üç yüksek döngü periyodundan (birkaç güneş döngüsünden oluşur) ve 50 yıl kadar iki düşük döngü periyodundan (yine birkaç güneş döngüsünden oluşur) geçtik ve üçüncü bir düşük döngü periyoduna doğru gidiyor gibi görünüyoruz. Üçüncüsü, yüksek döngü aktivitesini en yüksek güneş periyodunu yaşadık (ancak bu şu anda güneş bilimcileri tarafından eski güneş lekesi kayıtlarının derinlemesine gözden geçirilmesi yoluyla zorlanıyor), daha yüksek frekans bantlarında mükemmel dünya çapında yayılmaya izin verdi ve radyo amatörleri için büyük bir zevk sağladı.

Eğer güneş için çeşitli proxy'ler aracılığıyla kaydedilen tarihten önce güneş döngülerine bakarsak

Döngü 25 Durumu

(Bu bilgi Mart 2021 başlarında Carl Luetzelschwab, K9LA tarafından hazırlanmıştır)

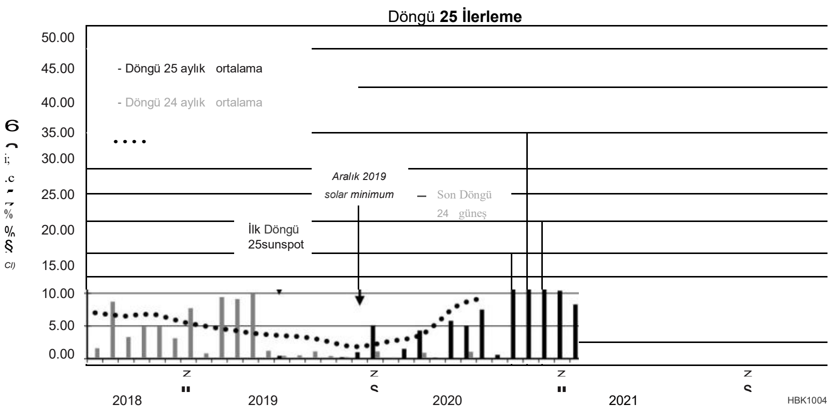
Aralık 2019'da, düzeltilmiş güneş lekesi sayısı sayısal olarak en aza indirildi. Bu, Döngü 24'ün sonu ve Döngü 25'in başlangıcı olarak müjdelendi. Ancak güneş döngülerinin çakıştığını hatırlamalıyız. Başka bir deyişle, aynı anda eski döngüden ve yeni döngüden gelen güneş lekelerini görüyoruz. Belli bir süre.

Şekil 19. A 1, 2021 *ARRL El Kitabından Şekil 19.A2'i günceller.* İt, Döngü 25'in (Aktif Bölge AR2744) ilk resmi güneş lekesinin Temmuz 2019'da ve Döngü 24'ün son güneş lekesinin Temmuz 2020'de meydana geldiğini gösterir. Böylece Döngü 24 ve 25 bir yıl boyunca çakıştı. Bu rakam, Şubat 2021'e kadar aylık ortalama (aylık ortalama) güneş lekesi verilerini içermektedir. Düzeltilmiş güneş lekesi sayısını hesaplamak için daha fazla ortalama alınması nedeniyle, en son düzeltilmiş güneş lekesi sayısı Ağustos 2020 içindir. Düzeltilmiş güneş lekesi sayıları (veya düzeltilmiş 10.7 cm güneş akısı sayıları) iki nedenden dolayı önemlidir: 1) aylık ortalama verilerin dikenli özelliğini kaldırarak bir güneş döngüsünün ne yaptığını daha iyi görmemizi sağlar ve 2) iyonosferin durumunu anlamamıza en iyi şekilde bağlarlar.

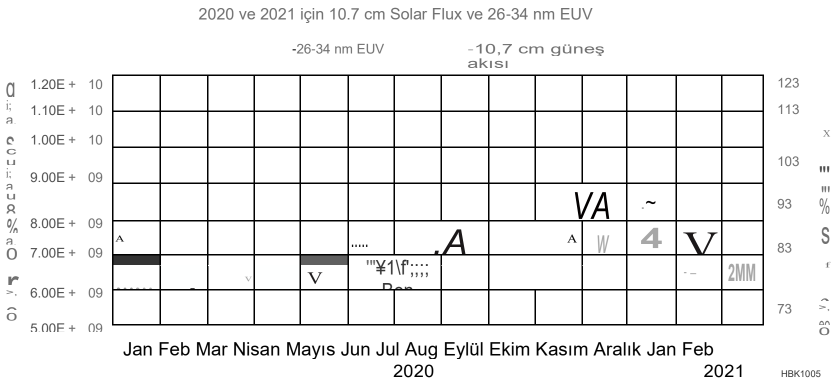
Aralık 2019'daki solar minimumdan Eylül 2020'ye kadar, Döngü 25, küçük aylık ortalama güneş lekesi aktivitesine ve düzeltilmiş güneş lekesi sayısında çok kademeli bir artışa sahipti. Ancak Ekim 2020'den başlayarak, Döngü 25 beklenmedik bir şekilde bize çok yüksek aylık ortalama güneş lekesi sayıları verdi .

Beklendiği gibi, bu aktivite 10.7 cm güneş akısı verilerinde ve aşırı ultraviyole verilerinde de (EUV - F2 bölgesi için gerçek iyonlaştırıcı radyasyon) ortaya çıktı. **Şekil 19.A2, 10.7** cm güneş akısı ve 26 ila 34 nm EUV açısından 2020 ve 2021'in başlarındaki verileri göstermektedir. EUV verileri SOHO (Solar Heliosferik Gözlemevi) üzerindeki SEM'den (Solar EUV Monitor) alınmıştır. İf

Kasım ayının sonundan Aralık ayının sonuna kadar radyo etkinliğindeydiniz (Kasım 2020'nin sonlarında CQ WW DX CW yarışması ve Aralık 2020'nin ortalarında ARRL 10 Metre yarışması dahil), muhtemelen 15 metre ve 10 metre üzerinde dünya çapında yayılmadan çok memnun kaldınız.



Şekil 19.A1 - **Döngü 24 ve 25 arasındaki solar minimum süre için aylık ortalama ve düzeltilmiş güneş lekesi sayıları.**



Şekil 19.A2 - Döngü **24 ve 25 arasındaki solar minimum için aylık ortalama ve düzeltilmiş güneş lekesi sayıları.**

Ancak tüm niyet ve amaçlar için Güneş, Ocak 2021'in sonlarında güneş minimum koşullarına geri döndü ve daha fazla Döngü 25 güneş lekesi beklemek zorunda kalacağız. Belki de Güneş daha yüksek HF bantlarını açmak için bazı iyi aktivitelerle tekrar hıçkıracaktır. İleriye baktığımızda, 15 metre ve 10 metrenin biraz daha iyi olması muhtemeldir.

Bunu okuyorsun. Döngü 25'in başında HF yayılımından ne bekleneceğine dair bazı ek perspektifler için, Referanslarda listelenen ve indirilebilir ek bilgilerde bulunan Frank Donovan, W3LPL tarafından Mayıs 2021 QST makalesine bakın.

Aktivite (örneğin, ağaçlarda karbon-14 ve buz çekirdeklerinde berilyum-İO), Grand Minima olarak adlandırılan çok düşük güneş aktivitesinin uzun sürelerini göreceğiz (örneğin, 1640 ve 1710 AD arasındaki Maunder Minimum). Muhtemelen yine bu uzun - dönemlerden birine gireceğiz, ancak bunun ne zaman olacağını tahmin etmeye çalışıyoruz.

Olacak, en iyi ihtimalle, vahşi bir tahmin .

Güneş döngüleri arasındaki solar minimum periyotlarla ilgili olarak, tarihsel veriler büyük bir değişiklik göstermektedir. Güneş minimumunun ortalama uzunluğu, örneğin yumuşatılmış güneş lekesi sayısının 20'nin altında olduğu ay sayısı olarak tanımlanır, yaklaşık 37 aydır. Kullanma

Bu tanım, en kısa minimum 17 ay (Döngü 1 ve 2 arasında) ve en uzun minimum 96 ay (Döngü 5 ve 6 arasında) idi. Döngü 23 ile Döngü 24 arasındaki minimum sürenin 56 ay olduğu ortaya çıktı. Son olarak, Döngü 23 ile Döngü 24 arasındaki minimuma kadar, yaşamlarımızda

Yaklaşık 24 aylık minimum süreler yaşamış - ortalamadan çok daha kısa. Bu, bu son solar minimum periyodunun olağandışı olduğuna inanmamızı sağlıyor. Ancak tarihsel veriler, büyük miktarda varyasyonuyla, aksini söylüyor.

19.2.9 Güneşin 27-Day Dönüşü

Güneş lekesi gözlemleri, Güneş'in kendi ekseni üzerinde döndüğünü de ortaya koymaktadır. Güneş aşırı sıcak gazlardan oluşur ve düzgün bir şekilde tum yapmaz (aslında bir sıvıdır). Ekvatorda, süre 25 günden biraz fazladır, ancak kutuplarda 35 güne yaklaşır. Dünya'nın iyonosferini etkileyen güneş lekeleri, Güneş'in ekvatorunun 35 °'sinde her zaman ortaya çıkar ve bir dönüş için yaklaşık 26 gün sürer. Dünya'nın Güneş etrafındaki hareketini hesaba kattıktan sonra, görünür güneş rotasyonu periyodu yaklaşık 27 gündür .

Aktif bölgeler, iyonosferi etkilemek için Dünya'ya doğru yönde bakmalıdır. Görüş alanından çıkmadan önce Dünya ile sadece bir kez karşılaşabilirler, ancak genellikle birkaç güneş dönüşü için devam ederler. Net etki, güneş aktivitesinin genellikle Güneş'in dönüşüne karşılık gelen 27 günlük döngülerde ortaya çıkmasıdır, ancak aktif bölgelerin kendileri birkaç güneş dönüşü için sürebilir.

İndirilebilir ek içerik, Mark Spencer'ın bir QST makalesi WA8SME kendi radyo teleskopunuzu oluşturma da dahil olmak üzere güneş fenomenlerini gözlemleme hakkında makaleler içerir. **solar-center.stanford.edu/observe gibi çok sayıda çevrimiçi kaynak,** Güneş'i kendiniz için nasıl göreceğinizi açıklar. Çok sayıda çevrimiçi kaynak, Güneş'i kendiniz için nasıl göreceğinizi açıklar. Güneş'i gözlemlerken, *çevrimiçi Gökyüzü ve Teleskop* makalesinde açıklandığı gibi güvenli görüntüleme uygulamalarını takip ettiğinizden emin olun "Güvenli Güneş Gözlemi" byJ effMedkeff **(skyandtelescope. -watch/safe-**

19.2.10 Yayılma Bozuklukları

Zaman zaman alevli bir kor çıkaran bir kamp ateşi gibi, Güneşimiz bazen spazmodik olarak patlar - ama burada Dünya'daki bir yaz kamp ateşinden çok daha büyük bir ölçekte. Ne de olsa, saatte dört buçuk milyon mile kadar giden 10 milyar ton güneş malzemesini şiddetli bir şekilde serbest bırakan veya son derece kısa dalga boylarında büyük miktarda elektromanyetik radyasyon salan herhangi bir olay oldukça etkileyici sayılmalıdır!

Uzay Hava Tahmin Merkezi'nin öncülüğünü takiben, yayılım için üç tür rahatsızlık vardır: jeomanyetik fırtınalar (G olarak adlandırılır), güneş radyasyonu fırtınaları (S olarak adlandırılır) ve radyo kesintileri (R olarak adlandırılır). Daha fazla ayrıntı ve ilişkili ölçekleme için Bu belirteçlerle www.swpc.noaa adresini ziyaret edin**. gov/noaa-ölçekler-açıklama .**

GEOMAGNETİC FIRTINALARİ

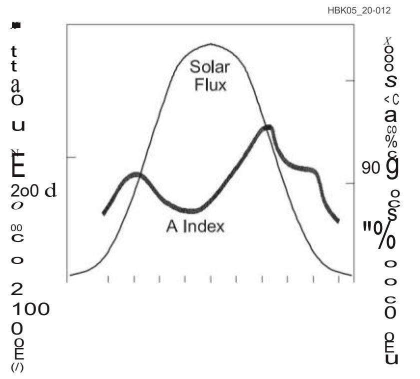
Jeomanyetik fırtınalar genellikle *koronal kütle atımları ve koronal deliklerden gelen yüksek hızlı rüzgar akışlarından kaynaklanır. Bir koronal kütle ejeksiyonu (CME),* Güneş'in dış atmosferinden - koronasından kaynaklanır. - 1990'ların ortalarında başlatılan birkaç sofistike uydu ile, güneş aktivitesinin karmaşıklıklarını izlemek için güçlü yeni araçlar kazandık. En son uydu teknolojisini (ve aynı zamanda yeniden tasarlanmış bazı dünyaya bağlı cihazları) kullanarak, bilim adamları birçok CME'yi gözlemlediler ve onlar hakkındaki bilgimizi büyük ölçüde genişlettiler. Daha önce, koronal aktivite hakkındaki tek doğrudan gözlemlerimiz güneş tutulmaları sırasındaydı - ve tutulmalar çok sık gerçekleşmiyor. CME'ler, Güneş'in ana bölümünü bloke etmek için tıkayıcı bir diske sahip olan koronagraf adı verilen bir aletle gözlenir. Özünde bir koronagraf yapay bir tutulma yaratır .

Koronal delik, Güneş'te manyetik alanın gezegenler arası manyetik alana (IMF) açık olduğu ve iyonize parçacıkların güneş rüzgarına kaçabildiği bir bölgedir. Normalde güneş rüzgarı saniyede yaklaşık 400 km hızla eser. CME'ler ve koronal delikler sırasında, güneş rüzgarı hızları saniyede 2000 km'ye çıkabilir.

Dünya'ya yönelik olan koronal delikler ve koronal kütle atımları (bunlara tam halo CME'ler de denir, çünkü patlama bir koronagrafın tıkayan diskini çevreler), güney yönünde yönlendirilen İMF ile eşzamanlı olarak yayılmaya en fazla rahatsızlık verir. Bir CME'nin veya bir koronal deliğin etkilerinin Dünya'nın iyonosferine ulaşması ve etkilemesi genellikle birkaç gün sürer, bu nedenle bu - genellikle bize yaklaşmakta olan rahatsızlık hakkında yeterli uyarı verir.

SOLAR RADIATION FIRTINALARİ VE RADIO KARARMALARİ

Güneş radyasyonu fırtınaları ve radyo kesintileri büyük *güneş patlamalarından kaynaklanır.* Güneş'in yüzeyinden büyük bir güneş patlaması patladığında, geniş bir elektromanyetik enerji spektrumunu uzaya fırlatabilir. Elektromanyetik enerji ışık hızında hareket ettiğinden, bir güneş patlamasının ilk göstergesi yaklaşık sekiz dakika içinde Dünya'ya ulaşır. Büyük bir parlama, bir güneş lekesi grubunun yakınında görünür parlaklıkta bir artış olarak ortaya çıkar ve buna UV ve X-ışını radyasyonundaki artışlar ve VHF radyo bantlarındaki yüksek gürültü seviyeleri eşlik eder. İt, artan D bölgesi emilimi nedeniyle Dünya'nın gündüz tarafında radyo kararmalarına neden olan X-ışını radyasyonudur ve buna *ani iyonosferik bozukluk (SID) denir.* Düşük frekanslar en uzun süre etkilenir. Aşırı durumlarda, neredeyse tüm arka plan gürültüsü de gitmiş olacak. SID'ler yükselebilir



Şekil 19.12 - Jeomanyetik aktivite (A indeksi olarak ölçülür) ayrıca izler 11 yıllık bir döngü. Son birkaç döngüdeki ortalama değerler, jeomanyetik aktivitenin güneş akısının zirvesinden önce ve sonra zirve yaptığını göstermektedir.

Bir saat sonra iyonosferik koşullar normale döner.

Büyük bir güneş patlaması, esas olarak çok enerjik protonlar şeklinde maddeyi uzaya bırakabilir. Bunlar güneş radyasyonu fırtınalarına neden olur, böylece kutup başlığındaki (auroral oval içindeki alan) artan emilim kutup üstü yolları bozar. Buna *polar cap absorpsiyon* (PCA) olayı denir. Bir PCA olayı günlerce sürebilir ve transpolar HF yayılımını önemli ölçüde etkiler. PCA'larla ilgili ilginç bir gerçek, kuzey ve güney kutup bölgelerini benzer şekilde etkilememeleridir. Dolayısıyla, iki nokta arasındaki kısa yol bir kutup üzerinde bozulursa, uzun yol diğer kutup üzerinde hala mevcut olabilir.

Bir zamanlar, bilim adamları güneş patlamalarının ve CME'lerin nedensel olarak ilişkili olduğuna inanıyorlardı, ancak şimdi birçok CME'nin eşlik eden bir parlama olmadan meydana geldiğini kabul ediyorlar. Ve birçok parlama, bazı güneş malzemelerinin dışarı atılmasıyla sonuçlanırken, birçoğu bunu yapmaz. Şimdi, fişeklerin CME'lere neden olmadığı ve bunun tersi olduğu açık görünüyor.

Jeomanyetik fırtınalar yayılmaya en fazla etkiye sahip olduğundan, oluşum istatistiklerini anlamak öğreticidir. Jeomanyetik fırtınaların sayısı yıldan yıla önemli ölçüde değişir, ancak zirve jeomanyetik aktivite güneş aktivitesinin zirvesini izler. **Şekil 19.12'ye bakınız.** Ayrıca, jeomanyetik aktivite iyonosferi çoğunlukla ekinoks aylarında (Mart ve Eylül) etkiler.

Tablo 19.3

Jeomanyetik

Tipik Kp	*Açıklama*	*Gün başına Güneş*
9	Aşırı	4
8	Şiddetli	60
7	Güçlü	130
6	İlımlı	360
5	Minör	900

MONITORİNG GEOMAGNETİC ACTIVITY

Jeomanyetik aktivite, *manyetometre olarak bilinen cihazlar tarafından izlenir.* Bunlar, hareketlerini kaydetmek için donatılmış manyetik bir pusula kadar basit olabilir. Jeomanyetik alandaki küçük değişiklikler K ve A indisleri olarak bilinen iki ölçüye ölçeklenir. K *indeksi* 0-9 arasındaki sonlu logaritmik ölçekte manyetik aktivitenin bir göstergesidir ve her üç saatte bir güncellenir. Çok sessiz koşullar 0 veya 1 olarak bildirilirken, jeomanyetik fırtına seviyeleri 4'te başlar**.** Jeomanyetik fırtınaların en son NOAA açıklamaları için Tablo 19.3'e bakınız.

Dünya çapında bir manyetometre ağı sürekli olarak Dünya'nın manyetik alanını izler, çünkü Dünya'nın manyetik alanı yere göre değişir. Ortalama gezegen koşullarını gösteren K endeksleri K olarak gösterilir. Günlük Jeomanyetik koşullar[P]da özetlenmiştir Kabaca kümülatif **K** endeksi değerlerine karşılık gelen açık uçlu doğrusal A endeksi ile (K endekslerini doğrusal bir ölçeğe dönüştürdükten sonra sekiz K endeksinin günlük ortalamasıdır). A indeksi genellikle sessiz ve aktif koşullar sırasında 0 ile 30 arasında ve jeomanyetik fırtınalar sırasında İ 00 veya daha yükseğe kadar değişir.

Saatten 18 dakika sonra, radyo istasyonu WWV, 2000 UTC'de ölçülen güneş akısını, önceki günün gezegensel A İndex'ini ve en son orta enlem K İndex'i yayınlar. Ek olarak, jeomanyetik alanın durumunun tanımlayıcı bir açıklamasını ve önümüzdeki üç saat için bir tahmin yayınladılar. WWV yayınları hakkında daha fazla bilgi için, **www adresini ziyaret edin.**
nist.gov/pml/time-and-frequency-division/ radio-stations/wwv/wwv-and-wwvh-digital-t ime-code-and-broadcast. A İndex'in dün olanların bir açıklaması olduğunu unutmamalısınız. Kesinlikle konuşursak, K İndex sadece orta enlemler için geçerlidir. Bununla birlikte, K İndex'in eğilimi, yayılma analizi ve tahmini için çok önemlidir. Yükselen bir K, özellikle transpolar yollar için kötüleşen HF yayılma koşullarını önceden bildirir. Aynı zamanda, **yükselen bir K,** VHF operatörlerini, özellikle **K** İndex 3'ün üzerine çıktığında, gelişmiş auroral aktivite olasılığına karşı uyarır. Güneş rahatsızlıkları hakkında bir başka vararlı

19.2.11 D Katman Yayılımı

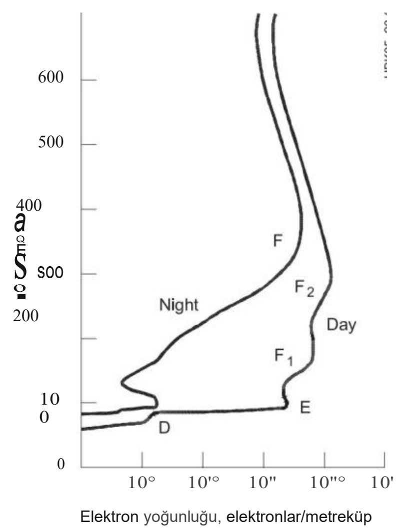
D *tabakası, 55 ila* 90 km (30 ve 60 mil) arasında bulunan iyonosferin en düşük bölgesidir. **Şekil 19.13'e bakınız. İt**, öncelikle 121.5 nanometrede güçlü güneş hidrojeni emisyonu ve kısa dalga boylu X-ışınları (sert X-ışınları olarak adlandırılır) ile iyonize edilir, her ikisi de nitrik oksidi iyonize etmek için üst atmosfere nüfuz eder (121.5 nm'de radyasyon) ve diğer tüm bileşenler (sert X-ışınları). D tabakası sadece gün ışığında bulunur, çünkü iyonları yenilemek için sürekli radyasyon gerekir. Bu hızlı bir şekilde nötr moleküllere dönüşür. Amatör MF ve HF sinyalleri söz konusu olduğunda D tabakası geceleri aniden kaybolur. D tabakası iyonizasyonu güneş döngüsü boyunca küçük bir miktar değişir. İt, MF ve HF radyo sinyalleri için kırılma ortamı olarak uygun değildir, ancak VLF sinyalleri için çok önemlidir.

Gündüz saatlerinde, 5 MHz kadar yüksek radyo enerjisi etkilidir! Y, D katmanı tarafından emilir ve gündüz 1.8- ve 3.5MHzsignals aralığını ciddi şekilde sınırlar. Signalsat7MHzand 10MHz D katmanından ve E ve F katmanlarına sadece nispeten yüksek açılardan geçebilir. D katmanı boyunca çok daha uzun bir mesafe kat etmesi gereken alçak dalgalar, daha fazla emilime maruz kalır. Frekans 10 MHz'in üzerine çıktıkça, radyo dalgaları D katmanından artan kolaylıkla (daha az soğurma) geçer.

D tabakası iyonizasyonu, Güneş batar batmaz 100 kat düşer ve iyonlaştırıcı radyasyon kaynağı ortadan kaldırılır. Düşük bantlı HF sinyalleri daha sonra E katmanına (geceleri de büyük ölçüde azaldı) ve MUF'un neredeyse her zaman dünyanın dört bir yanındaki 1.8 ve 3.5 MHz sinyallerini yayacak kadar yüksek olduğu F katmanına geçmekte serbesttir. 7 ve 10 MHz'de uzun mesafe yayılımı genellikle geceleri de gelişir, çünkü emilim daha azdır ve

19.2.12 E Katman Yayılımı

E *tabakası* 90 ila 150 km (60 ve 90 mil) yükseklikte yer alır, ancak radyo yayılımı için 95 ila 120 km (60 ila 70 mil) merkezli daha dar bir bölge daha önemlidir. E tabakası nitrik oksit ve moleküler oksijen, kısa dalga boylu UV ve uzun dalga boylu X-ışınımı (sözde yumuşak X-ışınları) ile iyonize edilir. NormalE katmanı öncelikle gündüz saatlerinde bulunur, çünkü



Şekil 19.13 - Çeşitli iyonosferik bölgeler için tipik elektron yoğunlukları.

D tabakası, sürekli bir iyonlaştırıcı radyasyon kaynağı gerektirir. Rekombinasyon yoğun D tabakasındaki kadar hızlı değildir ve emilim çok daha azdır. E katmanı, güneş döngüsü ile 3 ila 4 MHz arasında değişen gündüz kritik bir frekansa sahiptir. Geceleri, normal E katmanı minimum 0.3 - 0.5 MHz kritik frekansa düşer, bu da düşük yükseklik açısı 1.8 MHz sinyallerini kırmak için yeterlidir.

DAYTİME E LAYER

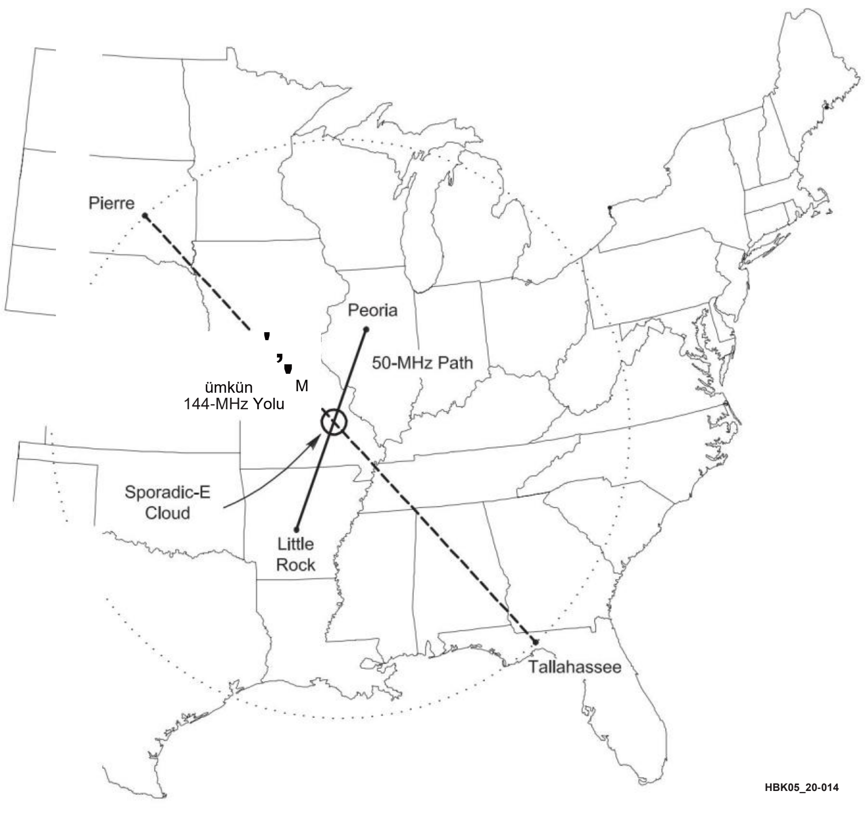
E tabakası, HF sinyallerinin yayılmasında küçük bir rol oynar, ancak gündüz saatlerinde yayılmayı sınırlayan önemli bir faktör olabilir. M faktörü yaklaşık 5 olan 3 ila 4 MHz'lik olağan kritik frekans, singlehop E katman atlamasının 2300 km'ye (1400 mil) kadar olan mesafelerde 5 ila 20 MHz arasında yararlı olabileceğini düşündürmektedir. Pratikte durum böyle değildir, çünkü E katmanı atlama potansiyeli D katmanı emilimi ile ciddi şekilde sınırlıdır. En uzun mesafeli temaslar için yararlı olabilecek 7 ve 10 MHz'de düşük açılarda yayılan sinyaller, büyük ölçüde D katmanı tarafından emilir. Sadece yüksek açılı sinyaller bu frekanslarda D katmanından geçer, ancak yüksek açılı E katmanı atlaması tipik olarak 1200 km (750 mil) ile sınırlıdır. 14 MHz'lik sinyaller, bazı emilim maliyetleriyle daha düşük açılarda D katmanına nüfuz eder, ancak sıradan operatör, E katmanı veya daha yüksek açılı F katmanı yayılımı tarafından yayılan sinyalleri ayırt edemeyebilir.

Diğer yayılma modlarının şaşırtıcı çeşitliliği evlerini E katmanında bulur ve bu belki de sıradan sınırlamalarını telafi etmekten daha fazlasıdır. Bu diğer modların her biri - sporadik E, alanla hizalanmış düzensizlikler, aurora, auroral E ve meteor saçılması - benzersiz özelliklere sahip E katmanı yayılımının ilgili formlarıdır. Öncelikle sadece en yüksek HF ve daha düşük VHF bantlarında kullanışlıdırlar.

SPORADİC E

Yaz aylarında 10 metre bandında uzun süredir bilinen kısa atlama, 222 MHz kadar yüksek VHF bantlarını etkiler. *Sporadik E* (E,) olarak adlandırılan bu fenomen, genellikle 500 ila 2300 km (300 ve 1400 mil) arasında 28, 50 ve 144 MHz radyo sinyallerini yayar. Sinyaller son derece güçlüdür ve mütevazı istasyonların bile E temasları yapmasına izin verir. At21 MHz, atlama mesafesi sadece birkaç yüz km olabilir. En yoğun E olayları sırasında, atlama 10 metre bandında 200 km'den (120 mil) daha kısa olabilir ve tamamen 15 metrede kaybolabilir. Multiple-hop E, 28 ve 50 MHz'de 10.000 km'ye (6200 mil) ve 144 MHz'de 3000 km'den (1900 mil) daha fazla kontağı desteklemiştir. İlk teyit 220 MHz E, temas Haziran 1987 yılında yapıldı, ancak bu tür temaslar çok nadir kalması muhtemeldir.

Orta enlemlerde (kabaca 15 ° ila 45 °) sporadik E herhangi bir zamanda ortaya çıkabilir, ancak Kuzey Yarımküre'de en yaygın olanıdır.



Şekil 19.14 - 700 km (435 mil) veya daha kısa (Peoria ve Little Rock arasında olduğu gibi) 50 MHz sporadik E kontakları, daha uzun yollardaki MUF'nin yukarıda olduğunu göstermektedir.
144 MHz. Aynı düzensiz E bölgesi yansıtma noktasını kullanarak, Pierre ve Tallahassee arasında olduğu gibi 144 km'lik (2200 mil) 1400 MHz temasları mümkün olmalıdır.

Mayıs, Haziran ve Temmuz, Aralık sonunda ve Ocak başında daha az yoğun bir sezon ile. Görünüş güneş döngüsünden bağımsızdır. Sporadik E yayılımının yerel saatle sabah 9'dan öğlen saatlerine kadar ve akşam erken saatlerde akşam 5 ile akşam 8 arasında gerçekleşmesi muhtemeldir. Orta enlem E olayları yalnızca birkaç dakika sürebilir veya saatlerce sürebilir. Aksine, sporadik E, geceleri kutup bölgelerinin ve gündüzleri ekvator kuşağının neredeyse sabit bir özelliğidir.

Orta enlem E'yi tahmin etme çabaları, muhtemelen nedenleri karmaşık ve iyi anlaşılmadığı için başarılı olmamıştır. Çalışmalar, E tabakasındaki ince ve alışılmadık derecede yoğun iyonlaşma yamalarının, 100 ila 110 km (60 ve 70 mil) irtifa ve 10 ila 100 km (6 ila 60 mil) arasında olduğunu göstermiştir. Sporadik E bulutları aniden oluşabilir, doğum yerlerinden hızla hareket edebilir ve birkaç saat içinde dağılabilir. Profesyonel çalışmalar son zamanlarda, muhtemelen meteorik kökenli ağır metal iyonlarının ve rüzgar makaslarının E tabakası iyonizasyonunun yoğun yamalı bölgelerini oluşturmada iki temel faktör olarak rolüne odaklanmıştır.

Sporadik E bulutları, 28 MHz'den 50 MHz bandına ve sadece birkaç dakika içinde daha yükseğe çıkabilen bir MUF sergiler. Ne zaman 28 MHz üzerindeki atlama mesafesi 400 veya 500 km (250 veya 310 mil) kadar kısadır, MUF'un düşük fırlatma açılarında daha uzun yollar için 50 MHz'e ulaştığının bir göstergesidir. Maksimum one-hop sporadik E mesafesindeki temaslar, yaklaşık 2300 km (1400 mil), daha sonra 50 MHz'de mümkün olmalıdır. *E-atlama* (sporadik E için başka bir terim), 50 MHz'de 700 km (435 mil) kadar kısa temaslar, tum'da, 2300 km (1400 mil) aralığında 144 MHz temasın tamamlanabileceğini gösterebilir. **Şekil 19.14'e bakınız.** Sporadik E açıklıkları, 50 MHz'de ve çok daha kısa sürelerde olduğu gibi 144 MHz'de yaklaşık onda bir sıklıkta meydana gelir.

Sporadik E ayrıca F > tabakasını aşağıdan maskeleyerek HF yayılımı üzerinde zararlı bir etkiye sahip olabilir. HF sinyallerinin iyonosferin daha yüksek seviyelerine ve uzun F atlama olasılıklarına ulaşması engellenebilir. Sporadik E bulutlarının tepelerinden gelen yansımalar da bir maskeleme etkisine sahip olabilir, ancak $F_{2\ yayılma}$ yolunu, Dünya'ya asla ulaşmayan bir üst-yan ara sıçrama ile uzatabilirler .

E LAYER FIELD-ALİGNED İRREGULARİTİES

Amatörler, 50 ve 144 MHz'de alan hizalı düzensizlikler (FAİ) olarak bilinen küçük bir bilinen saçılma modunu denediler. 1978. FAİ genellikle sporadik E olaylarından hemen sonra ortaya çıkar ve birkaç saat sürebilir. Eğik açılı saçılma, elektronlar yüksek hızlı iyonosferik akustik (ses) dalgaların etkisiyle birbirine sıkıştırıldığında mümkün olur. Serbest elektronların dağılımında ortaya çıkan düzensizlikler, Dünya'nın manyetik alanına paralel olarak, hareketli dikey çubuklar gibi bir şeyle hizalanır. Benzer bir elektron alan hizalanması süreci, radyo aurora sırasında gerçekleşir ve iki fenomeni oldukça benzer hale getirir.

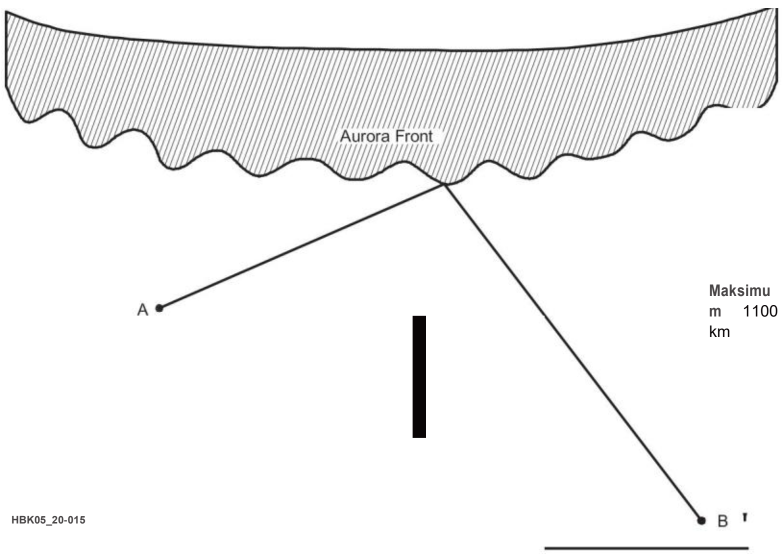
Çoğu rapor, akşam 8'den gece yarısına kadar FAİ için en verimli zaman olabileceğini göstermektedir. FAI temaslarını deneyen istasyonlar, antenlerini aktif veya yeni bir E yansıma noktasına karşılık gelen ortak bir saçılma bölgesine yönlendirir. En iyi yön deneysel olarak araştırılmalıdır, çünkü sonuç nadiren büyük daire yolundadır. Örneğin, güney Florida'daki istasyonlar, katılımcı istasyonlar kuzey Alabama'daki ortak bir saçılma bölgesine doğru ışınlandığında kuzey Teksas ile 144 MHz FAI temaslarını tamamladı .

FAİ ile yayılan sinyaller zayıf ve dalgalı, aurora sinyallerini andırıyor. Bazı testlerde 3 kHz kadar Doppler kaymaları gözlenmiştir. 100 Wand kadar az çalışan istasyonlar, tek bir Yagi, FİS kontaklarını en uygun zamanlarda tamamlayabilmelidir, ancak daha yüksek güç ve daha büyük antenler daha iyi sonuçlar verebilir. 50 ve 144 MHz'de temaslar yapıldı ve 222 MHz FAI de muhtemel görünüyor. Beklenen maksimum mesafeler, diğer E katmanı yayılım biçimlerine benzer veya yaklaşık 2300 km (1400 mil) olmalıdır.

AURORA

3000 MHz kadar yüksek radar sinyalleri *aurora borealis* veya kuzey ışıkları (Güney Yarımküre'deki aurora australis) tarafından dağıtılmıştır, ancak amatör aurora temasları sadece 28 ila 432 MHz arasında yaygındır. Yönsel antenleri genellikle kuzeye, aurora aktivitesinin merkezine doğru işaret ederek, 2300 km'ye (1400 mil) kadar olan istasyonlar arasındaki eğik yollar tamamlanabilir. **Şekil 19.15'e bakınız.** Yüksek güç ve büyük antenler gerekli değildir. Küçük Yagis ve İ0 W çıkışı kadar az olan istasyonlar, 432 MHz kadar yüksek frekanslarda auroraları kullandılar, ancak 902 MHz ve daha yüksek frekanslardaki temaslar son derece nadirdir. Auroral yayılım, Güney Yarımküre'de de aynı şekilde çalışır, bu durumda antenler güneye doğrultulmalıdır .

Auroraların görünümü güneş aktivitesiyle yakından bağlantılıdır. Büyük jeomanyetik fırtınalar sırasında, manyetosferde sıkışan düşük enerjili parçacıklar, E tabakasının ve daha yüksek seviyedeki gazları iyonize ettikleri kutup bölgelerine yakın atmosfere akar. Bu olağandışı iyonizasyon, genellikle güneye doğru orta enlemlere yayılan muhteşem görsel auroral görüntüler üretir. Daha yüksek enerjili elektronlar



Şekil 19.15 - Noktasal antenler, aurora saçılması yoluyla 28 ila 432 MHz'de eğik uzun mesafe temasları yapmak için genellikle kuzeye. Optimum anten başlıkları, auroranın konumuna bağlı olarak doğuya veya batıya önemli ölçüde kayabilir. Bu, en iyi yayılım için anteninizin azimut yönünü hareket ettirmeyi ve aurora ilerledikçe bunu yapmaya devam etmeyi gerektirir.

E katmanında auroral iyonizasyona (nötr parçacıklarla çarpışmalar yoluyla) neden olmak için daha düşük irtifalara iner ve bu VHF ve UHF aralıklarındaki radyo sinyallerini saçar.

Yayılan radyo sinyallerine ek olarak, - auroraların dünya çapında radyo yayılımı üzerinde başka etkileri vardır. 20 MHz'in altındaki iletişim, öncelikle emilim yoluyla yüksek enlemlerde bozulur ve özellikle kutupsal ve kutupsal yollarda fark edilir. AM yayın bandındaki sinyaller öğleden sonra geç saatlerde 40 metre bandında zayıf ve sulu hale gelebilir. 20 metre bandı tamamen kapanabilir. Uydu operatörleri ayrıca, uydular kutup bölgelerine yaklaştığında 144 MHz downlink sinyallerinin genellikle zayıf ve bozuk olduğunu fark etmişlerdir. Aynı zamanda, ekvatoral bölgelerdeki MUF, 50MHz kadar yüksek frekanslarda transekvatoral yolların geliştirilmesi de dahil olmak üzere geçici olarak dramatik bir şekilde yükselebilir.

Auroralar en sık ilkbahar ve sonbahar ekinoksları (Mart-Nisan ve Eylül-Ekim) çevresinde görülür, ancak auroralar herhangi bir ayda ortaya çıkabilir. Aurora aktivitesi genellikle maksimum güneş döngüsünden yaklaşık iki yıl önce ve sonra zirve yapar ('önce "genellikle CME'ler nedeniyle ve" sonra "genellikle koronal deliklerden gelen yüksek hızlı rüzgar akışları nedeniyle). Radyo aurora aktivitesi genellikle öğleden sonra geç saatlerde duyulur ve akşamın ilerleyen saatlerinde tekrar ortaya çıkabilir. Auroras, WWV'deki A ve K endeksleri raporlarını izleyerek beklenebilir. Beş veya daha büyük bir K indeksi ve en az 30 A indeksi, bir jeomanyetik fırtınanın devam etmekte olduğunu ve bir aurora'nın muhtemel olduğunu gösterir. Auroraların olasılığı, yoğunluğu ve güneydeki kapsamı iki indeks sayısı arttıkça artar.

yüksel. Kuzey Amerika'daki 42 ° enlemin kuzeyindeki istasyonlar her yıl birçok auroral açıklık yaşarken, Gulf Coast eyaletlerinde olanlar auroral sinyalleri yılda bir defadan fazla duyamazlar .

Aurora-dağınık sinyalleri tanımlamak kolaydır. 28 ve 50 MHz SSB'de sinyaller çok bozuk ve normalden biraz daha geniş; 144 MHz ve üzerinde, bozulma o kadar şiddetli olabilir ki sadece CW yararlıdır. Auroral CW sinyalleri, vızıltı, tıslama veya duygusal ses olarak tanımlanan farklı bir notaya sahiptir. Bu karakteristik auroral sinyal, aurora içindeki elektronların hareketinden kaynaklanan Doppler genişlemesine bağlıdır. 1 kHz veya daha fazla bir ek Doppler kayması 144 MHz'de ve 4 32 MHz'de birkaç kilohertz'de belirgin olabilir. Bu ikinci Doppler kayması, manyetik fırtınalar sırasında elektronları Dünya'nın Güneş tarafına doğru süpüren büyük elektrik akımlarının sonucudur. Doppler kayması ve bozulma daha yüksek frekanslarla artarken, sinyal gücü önemli ölçüde azalır.

Auroral temas kurmak için bir aurora görmek gerekli değildir. Faydalı auroralar görsel ufkun 500-1000 km (310-620 mil) uzağında ve altında olabilir. Antenler genellikle kuzeye yönlendirilmeli ve daha sonra doğu ve batıdan pik sinyallere yönlendirilmelidir, çünkü auroral iyonizasyon alan hizalıdır. Bu, herhangi bir istasyon çifti için, aurora saçılması için optimal bir yön olduğu anlamına gelir. Kuzeyden gelen uzaklıklar genellikle aurora en yakın olduğunda ve genellikle en uzun temasları sağladığında en büyüktür. Yükseltilebilen antenlerin bazı avantajları olabilir, özellikle de auroralar gökyüzünde yüksek olduğunda.

AURORAL E

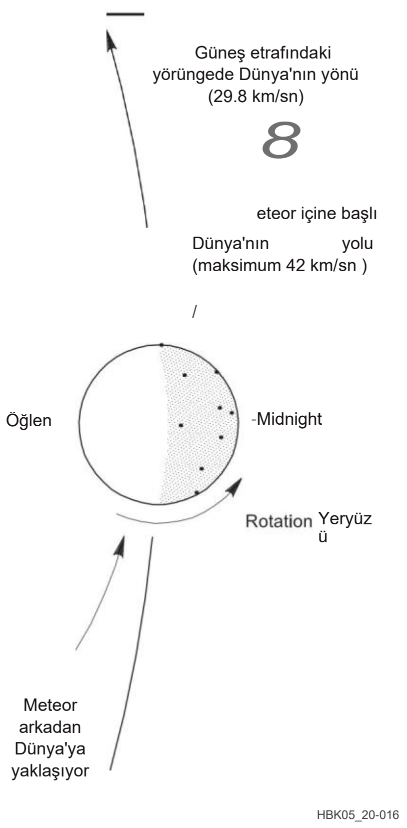
Radyo auroraları, *auroral* Eat 21, 28, 50 ve nadiren 144 MHz olarak bilinen bir yayılma moduna dönüşebilir. Auroral E aslında auroral bölgede sporadik E'dir. Doppler bozulması ortadan kalkar ve sinyaller sporadik E. En etkili anten başlıkları, eğik aurora yollarından büyük daire yataklarını yönlendirmek için önemli ölçüde uzaklaşır. Her zamanki maksimum mesafe, E katmanı modları için tipik olan 2300 km'dir (1400 mil), ancak 5000 km'lik (3100 mil) 28 ve 50 MHz auroral E kontakları bazen Kanada ve kuzey ABD'de, görünüşe göre iki atlama kullanılarak yapılır. Alaska ile Kanada'nın doğu kıyıları ve kuzey ABD arasındaki 50 MHz'lik temaslar bu şekilde tamamlandı. Transatlantik 50 MHz auroral E yolları da muhtemeldir.

Tipik olarak, 28 ve 50 MHz auroral E, aurora aktivitesi azalırken ABD ve güney Kanada'nın kuzey üçte birinde görülür. Bu genellikle yolun doğu ucunda gece yarısından sonra olur. Auroral E sinyalleri bazen kendilerine biraz içi boş bir sese sahiptir ve bir veya iki saat içinde yavaşça güçlenir, ancak aksi takdirde sporadik E'den ayırt edilemezler. Auroral E yolları neredeyse her zaman doğu-batı yönlüdür, belki de bu yayılımdan yararlanmak için çok kuzey enlemlerinde az sayıda istasyon vardır. 28 MHz ve 21 MHz'de ortak bir auroral E yolu, sonbahar aylarında öğleden sonra saatlerinde İskandinav ülkelerine Kuzey Amerika'dan geliyor. Bu yol, normal F tabakası yayılımı mümkün olmadığında açıktır - Avrupa'nın daha güney bölgelerine bile.

Auroral E, Mart 1989'daki büyük aurora sırasında olduğu gibi, özellikle yoğun auroralar hala devam ederken de ortaya çıkabilir. Bu durumda, 50 MHz yayılımı Doppler-bozulmuş aurora yollarından birkaç dakikalık bir süre boyunca açık sesli auroral E'ye kaymıştır. Florida ve Güney Kaliforniya kadar güneydeki birçok 6 metre operatörü, ülke genelinde tek ve çift atlama auroral E temasları yaptı. Aynı zamanda MUF, Büyük Göllerin batısındaki Kuzeydoğu'daki istasyonlar için 144 MHz'e ulaştı, ilk kez auroral E frekansının bu kadar yüksek olduğu bildirildi.

METEOR SAÇILMASI

800 ila 2300 km (500 ve 1400 mil) arasındaki temaslar, meteorların atmosferde seyahat ederken bıraktığı iyonize izlerden yansımalar yoluyla 28 ila 4 32MHz arasında yapılabilir. Pirinç tanelerinden daha büyük olmayan meteorların kinetik enerjisi, E tabakasında 20 km (12 mil) uzunluğundaki acolurnofairini iyonize etmek için yeterlidir. Parçacığın kendisi buharlaşır ve asla yere ulaşmaz, ancak iyonize sütun dağılmadan önce birkaç saniye ila bir dakika veya daha fazla sürebilir. Bu yeterli zaman



Şekil 19.16 - **Dünya'yı kafa kafaya karşılayan meteorların göreceli hızı, Dünya yörüngede. Hızlı meteorlar Dünya'nın sabah tarafına çarpar, çünkü hızları Dünya'nın dönme hızına eklenirken, "arkadan yetişen" meteorların göreceli hızı azalır.**

İyonize izlerden yansımaları ile çok kısa temaslar yapmak. Her gün milyonlarca meteor Dünya'nın atmosferine giriyor, ancak çok azı meteor saçılma yayılımı için yararlı olacak şekilde Dünya'ya gereken boyut, hız ve oryantasyona sahip.

30 ila 100 MHz aralığındaki radyo sinyalleri meteor izleri tarafından en iyi şekilde yansıtılır, bu da 50 MHz bandını meteor saçılma çalışması için en önemli hale getirir. Şafağın etrafındaki sabahın erken saatleri genellikle en üretken olanıdır, çünkü Dünya'nın sabah tarafı gezegenin Güneş etrafındaki yörüngesine bakar. Dünya'ya doğru ilerleyen meteorların göreceli hızı

Tablo 19.4
Büyük yıllık meteor yağmurları

İsim	*Zirve tarihleri*	*Yaklaşık Oran (meteorlar/saat)*
	Jan	50
Quadrantids	3	60
Arietids	Jun 7-8	80
Perseids	11-13 Ağustos	20
Orionids	20-22 Ekim	60
Geminids	Dec 12-13	

Böylece sabah tarafı, Dünya'nın yörüngedeki ortalama dönüş hızı olan 30 km/sn'ye kadar artırılır. Şekil **19.16'ya bakınız.** Güneş etrafındaki yörüngedeki meteorların maksimum hızı 42 km/sn'dir. Bu nedenle, Dünya'nın göreceli hızı göz önüne alındığında, çoğu meteorun Dünya atmosferine 12 ila 72 km/sn arasında bir yere girmesi gerekir.

Bir veya iki saniyeden bir dakikadan fazla süren meteor temasları neredeyse her sabah 28 veya 50 MHz'de yapılabilir. 144 MHz ve daha yüksek hızlarda meteor saçılma kontakları daha zordur, çünkü yansıyan sinyal gücü ve süresi artan sıklıkta keskin bir şekilde düşer. 50 MHz'de 30 saniyelik bir iletişim sağlayan bir meteor izi, 144 MHz'de sadece birkaç saniye sürecek ve bir saniyeden az 432 MHz olacaktır.

Kuzey Amerika için meteor dağılımı fırsatları Temmuz ve Ağustos aylarında biraz daha iyi, çünkü Dünya atmosferine giren ortalama meteor sayısı bu aylarda zirve yapıyor. En iyi zamanlar, büyük yıllık *meteor yağmurlarından birinde,* yararlı meteorların sayısının, saatte beş ila on arasındaki normal orana göre on kat artabileceği zamandır. Bkz. Tablo **19.4. Bir meteor** yağmuru, Dünya, Güneş'in etrafındaki yörüngede bir kuyruklu yıldızın kalıntıları olduğu düşünülen nispeten yoğun bir parçacık akışından geçtiğinde meydana gelir. En verimli duşlar yıldan yıla nispeten tutarlıdır, ancak bazıları zaman zaman büyük fırtınalar yaratabilir.

Meteorlar, büyük meteor yağmurlarından birinde bile sadece kısa süreli iletişim anları sağladığından, bir teması tamamlama şansını artırmak için genellikle özel çalışma teknikleri kullanılır. İki istasyon arasında önceden düzenlenmiş programlar, zamanları, frekansları ve hassas çalışma standartlarını belirler. Genellikle, her bir istasyon, teması doğrulamak için bir seferde yeterli bilgi bir araya getirilene kadar alternatif 15 saniyelik periyotlarda iletilir. Özel bilgisayar programları tarafından üretilen ve yavaşlatılan dakikada birkaç yüz kelimelik yüksek hızlı Mors kodu, çok kısa meteor patlamalarının etkili bir şekilde kullanılmasını sağlayabilir. Planlanmamış rasgele meteor temasları 50 MHz ve 144 MHz'de yaygındır, ancak kısa yayınlar ve uyarı çalışma alışkanlıkları gereklidir.

İt, tek bir Yagi'ye birkaç yüz watt çalıştırmaya yardımcı olur, ancak meteor saçılması, en uygun koşullar altında mütevazı istasyonlar tarafından kullanılabilir. En iyi duşlar sırasında, afewwattsandasmalldirec - Tional anten 28 veya 50 MHz'de yeterlidir. 144 MHz'de, tutarlı sonuçlar için en az 100 W çıkış ve uzun bir Yagi gerekir. Orantılı olarak 222 ve 432 MHz için en iyi koşullarda bile daha yüksek güç gereklidir.

Hatta izin veren bir teknik

Meteor saçılması ve diğer modlardan (iyonosferik saçılma ve hatta moonbounce) yararlanmak için daha küçük VHF/UHF istasyonları *WSJT adlı yazılımda mevcuttur.* Bu yazılım, bir PC'deki ses kartını ve gürültü seviyenizin 10 dB altına kadar sinyallerin alınmasına izin vermek için çeşitli modülasyon ve kodlama tekniklerini kullanır. Daha fazla bilgi için, vISİt **www. physics.princeton.edu/pulsar/KlJT /.**

19.2.13 F Katman Yayılımı

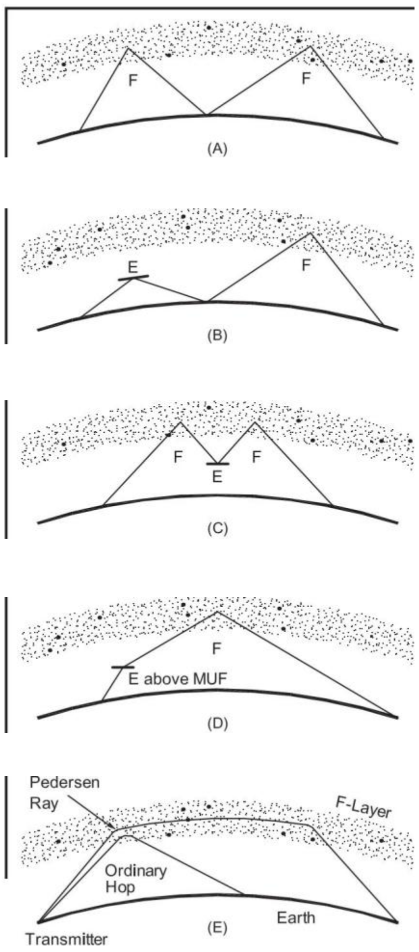
150 km'den (90 mil) 400 km'den (250 mil) yüksekliğe kadar olan Flayers bölgesi, uzun mesafeli HF iletişimi için en önemlisidir. F bölgesi oksijen atomları öncelikle ultraviyole radyasyon ile iyonize edilir. Gün boyunca, iyonizasyon iki ayrı katmanda maksima ulaşır. F_1, 150 ila 250 km (90 ve 160 mil) arasında yer alır, yaz aylarında en yaygın olanıdır ve geceleri kaybolur. F katmanı 250 km'nin (160 mil) üzerinde uzanır ve 300 km (190 mil) civarında iyonlaşma zirvesi vardır. Geceleri, F-bölgesi iyonizasyonu 300-400 km (190-250 mil) yükseklikte geniş bir katmana çöker. İyonlar bu yüksekliklerde çok yavaş rekombine olurlar, çünkü atmosferik yoğunluk nispeten düşüktür. Maksimum iyonlaşma seviyeleri, güneş - döngüsünün günü, mevsimi ve yılı ile önemli ölçüde değişir.

F, LAYER

Gündüz F tabakası HF iletişimi için çok önemli değildir. Gerçekte elektron yoğunluk profilinde bir bükülme noktasıdır, tepe noktası değil. Sadece gündüz saatlerinde bulunur ve kışın büyük ölçüde yoktur. 10 MHz'in altındaki radyo sinyallerinin F_1 katmanına ulaşması muhtemel değildir, çünkü bunlar D katmanı tarafından emilir veya E katmanı tarafından kırılır. Düşük iyonosferik bölgelerin her ikisinden de geçen 20 MHz'den yüksek sinyallerin F katmanından da geçmesi muhtemeldir, çünkü Fi MUF nadiren 20 MHz'in üzerine çıkar. Emilim, gün boyunca F > katmanına devam eden sinyallerin gücünü azaltır. Bazı kullanışlı Fi katmanı kırılması, yaz günlerinde 10 ila 20 MHz arasında gerçekleşebilir ve 3000 km'ye (1900 mil) kadar uzun yollar verebilir, ancak bunlar F atlamasından neredeyse ayırt edilemez .

F VE NIGHTTIME F KATMANLARI

F katmanı, gündüz 250 ila 400 km (160 ve 250 mil) arasında oluşur ve gece boyunca 50 km (30 mil) yükseklikte tek bir konsolide F bölgesi olarak devam eder. Tipik iyon yoğunlukları, bazı olağandışı E tabakası fenomeninin olası istisnası dışında, herhangi bir iyonosferik tabakanın en yükseğidir. Diğer iyonosferik katmanların aksine, F > iyonlaşma, güneş - döngüsündeki günün, mevsimin ve konumun zamanına göre önemli ölçüde değişir, ancak asla tamamen değildir.



Şekil 19.17 - Multihop yolları, E ve F katman şerbetçiotu karışımı da dahil olmak üzere birçok farklı konfigürasyon alabilir. (A) İki F katman şerbetçiotu. Beş veya daha fazla ardışık F katman şerbetçiotu mümkündür. (B) F katmanına bir E katmanı bağlantısı. (C) Bir üst taraf E katman yansıması iki F katman şerbetçiotu mesafesini kısaltabilir. (D) Kırılma MUF üzerindeki E tabakası sinyali Dünya'ya döndürmek için yetersizdir, ancak F katmanında kırılacak. (E) E veya F bölgesine ufkun üzerinde nispeten yüksek bir açıyla başlatılan bir sinyalden kaynaklanan Pedersen Ray, 5000 km (3100 mil) veya daha fazla bir tek atlama yoluna neden olabilir. Bu dikkate alınır- Normal 4000 km'den daha uzağa (2500 mil) maksimum F-bölgesi tek atlama mesafesi, burada sinyal başlatılır Çok düşük bir kalkış açısı. Pedersen hakkında İşın, herhangi bir iyonosferik gradyan veya düzensizlik nedeniyle kolayca bozulabilir. Bu şekilde gösterilmeyen bir chordal hop - çünkü chordal şerbetçiotu ekvatoral iyonosferde en yaygın olanıdır.

yok. Bu iki özellik, F 2 katmanını uzun mesafeli HF iletişimi için en önemli hale getirir.

F tabakası MUF, tum'da güneş döngüsünü yakından takip eden ultraviyole (UV) güneş radyasyonunun neredeyse doğrudan bir fonksiyonudur. Döngünün en düşük yıllarında, gündüz MUF günde sadece birkaç saat boyunca 14 MHz'in üzerine çıkabilir. Aksine, MUF yoğun yıllarda 50 MHz'in üzerine çıkabilir ve gece boyunca 14 MHz'in üzerinde kalabilir. F bölgesinin sanal yüksekliği ortalama 330 km (210 mil), ancak 200 ila 400 km (120 ve 250 mil) arasında değişmektedir. Maksimum onehop mesafesi yaklaşık 4000 km'dir (2500 mil). Kritik frekansın hemen altındaki yakın dikey insidans gökyüzü dalgası yayılımı, atlama bölgesi olmadan 200-300 km'ye (120-190 mil) kadar güvenilir bir kapsama alanı sağlar. Genellikle gün içinde 7 MHz'de görülür.

Son derece yüksek açılı *Pedersen ışını,* belirli koşullar altında 5000 ila 12.000 km'lik etkili tek atlama yolları oluşturabilir, ancak çoğu operatör Pedersen Ray yollarını normal Flayer yayılımından ayırt edemez. Pederson ışını, yüksekliğe yakın Dünya'nın konturunu takip eden bir yoldur.

Maksimum F > bölge elektron yoğunluğu ve oldukça kararlı bir iyonosfer gerektirir. Pedersen ışın yolları MUF yakın frekanslarda yüksek enlem doğu-batı yolları üzerinde en belirgindir. Çoğunlukla öğlen yerel saatinde, jeomanyetik alanın çok sessiz olduğu orta yolda görünürler. Pedersen ışını yayılımı, ABD Kuzeydoğu ve Batı Avrupa arasındaki 50 MHz yollarından sorumlu olabilir, örneğin, sıradan MUF analizi 5000 km bağlantılarını açıklayamadığında. **Şekil 19.17'deki E bölümüne bakın .**

Dünya üzerindeki herhangi bir yerde, genel olarak hem F, hem de tabaka iyonizasyonu ve bu noktada MUF, gün doğumunda hızla inşa edilir, genellikle yerel öğlenden sonra maksimuma ulaşır ve daha sonra bir sonraki gün doğumundan önce gece minimuma düşer. Mevsime bağlı olarak, MUF genellikle ekvatorun 20 °'sinde en yüksek ve kutuplara doğru daha düşüktür. Bu nedenle, diğer tüm yollar kapalı olduğunda transekvatoryal yollar belirli bir frekansta açık olabilir.

Diğer tüm iyonosferik tabakaların aksine, kış F > tabakasında gündüz iyonlaşması, güneş döngüsünün aynı döneminde yaz seviyesinin ortalama dört katıdır ve MUF'yi iki katına çıkarır. Bu sözde *kış anomalisi, atomların F* 2 katman yüksekliğindeki moleküllere oranındaki mevsimsel bir artıştan kaynaklanır (atomlar elektron üretiminde, moleküller ise elektron kaybında etkilidir). Kış gündüz F 2 koşulları yaz aylarında olanlardan çok daha üstündür, çünkü MUF çok daha yüksektir.

MULTİHOP F KATMANİ YAYICI

4000 km'nin (2500 mil) ötesindeki çoğu HF iletişimi çoklu iyonosferik şerbetçiotu ile gerçekleşir. Radyo sinyalleri Dünya'dan uzaya doğru yansır.

İyonosferik kırılma. Bir dizi iyonosferik kırılma ve karasal yansımalar genellikle Dünya'nın etrafında yarım yol oluşturur. Her atlama ek - zayıflama ve emilim içerir, bu nedenle en uzun mesafe sinyalleri en zayıf olma eğilimindedir. Buna rağmen, sinyallerin dünya çapında tamamen yayılması ve başlangıç noktasına geri gelmesi mümkündür. F katmanı içindeki çoklu yansımalar bazen zemin yansımalarını tamamen atlayabilir ve daha düşük toplam zayıflama ile kordal şerbetçiotu olarak bilinenleri yaratabilir. Dünya çapında bir yolculuk yapmak için yaklaşık 0.14 saniye bir radyo sinyali alır.

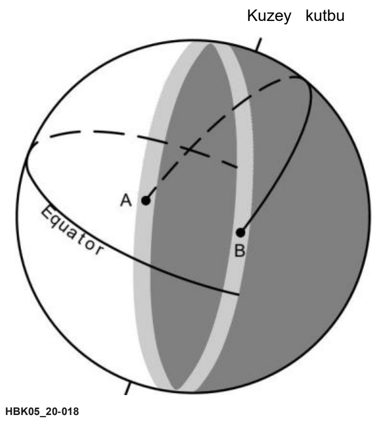
Multihop yolları, Şekil 19 .17 örneklerinde gösterildiği gibi birçok farklı konfigürasyon alabilir. E tabakası (özellikle sporadik E) ve F tabakası şerbetçiotu karıştırılabilir**. Pratik olarak,** multi-hop sinyalleri birçok farklı yoldan gelir, bu da genellikle solma problemlerini arttırır. Multi-hop yollarının analizi, D ve E katmanlarının emiliminin etkileri, sporadik E katmanlarının tepelerinden olası yansımalar, auroral bölgedeki bozulmalar ve diğer fenomenler nedeniyle karmaşıktır.

Genel olarak, bir bant MUF değiştikçe açılıp kapandığında, son derece düşük yükseklik - açıları belirlenir (5 °'den az). Açıklığın ana kısmı sırasında, yükseklik açısı daha yüksektir - genellikle 5 ° ila 20 ° arasındadır. Bu nedenle, son derece yüksek antenlere sahip istasyonlar (daha düşük kalkış açılarında daha yüksek kazanç sağlayan) daha iyi bant açıklıkları ve kapanışları gerçekleştirir .

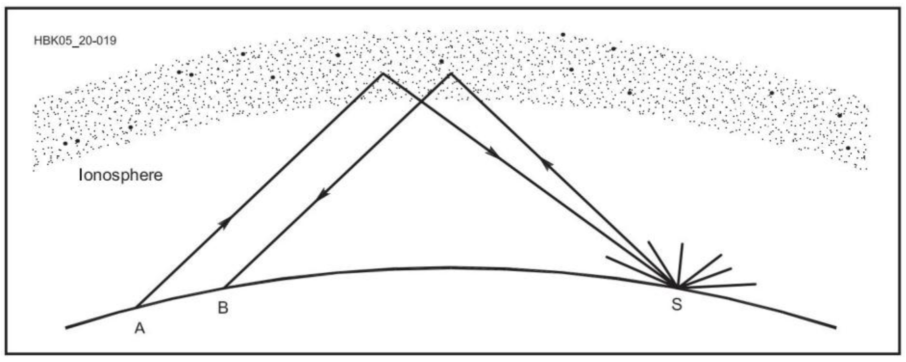
F KATMANİ UZUN YOL

Çoğu HF iletişimi, iki istasyon arasındaki en kısa büyük daire yol boyunca gerçekleşir. Kısa yol yayılımı her zaman 20.000 km'den (12.000 mil) daha azdır - Dünya'nın yarısı. Bununla birlikte, bazen aynı teması *uzun yoldan tam tersi yönde yapmak mümkün olabilir. Uzun yol* mesafesi 40.000 km (25.000 mil) eksi kısa yol uzunluğu olacaktır. Uzun yoldan sinyal gücü genellikle daha doğrudan kısa yoldan önemli ölçüde daha azdır. Her iki yol da aynı anda açık olduğunda, alınan sinyallerde belirgin bir yankı olabilir. Yankının zaman aralığı, kısa yol ve uzun yol mesafeleri arasındaki farkı temsil eder.

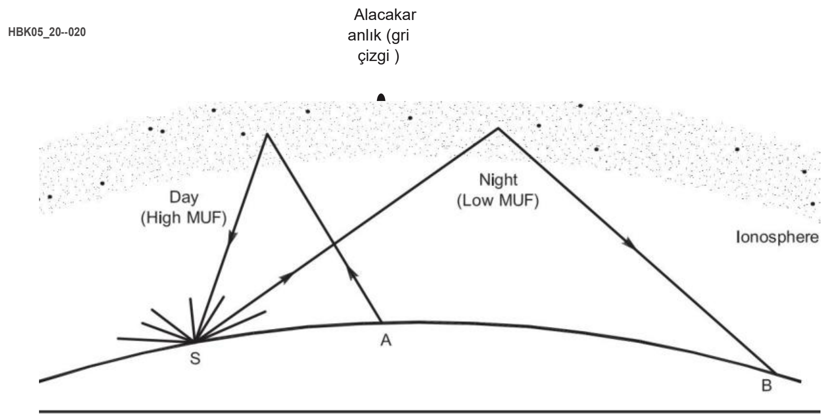
Bazen açık olduğunda uzun yolu kullanmanın büyük bir avantajı vardır, çünkü sinyaller daha güçlü olabilir ve daha az zahmetli olabilir veya daha az müdahale sinyali istasyonlar arasındaki yol boyunca uzanır. Kısa yolun E tabakası *örtülmesi ile kapatılabileceği veya bozulabileceği zamanlar vardır (E* bölgesi iyonizasyonu, dalgaların nüfuz etmesini engelleyecek kadar yüksek olduğunda, yükseklik açısına bakılmaksızın), D tabakası absorpsiyonu veya Flayer boşlukları, özellikle de sadece MUF'un altında çalışırken. Örneğin, Dünya'nın gece tarafını ağırlıklı olarak geçen uzun yollar bazen



Şekil 19.18 - Gri çizgi çevreler Dünya, ancak ekvatordaki kutuplara eğim, mevsimlere göre 46 ° üzerinde değişir. Uzun mesafe kontakları açık 1.8 MHz ve 3.5 MHz Dünya'nın yarısından fazlası tarafından etkinleştirilebilir gri çizgi, her iki ucunu koyarak Karanlığa yakın ve RF'ye izin veren yol Karanlık iyonosferi minimum emilimle kesmek için. Sinyallerin gücü, çoklu Earthionosphere şerbetçiotlarının muhtemel yayılma modu olmadığını gösterir, çünkü bu tür birçok şerbetçiotundaki kayıplar engelleyici olacaktır. Karanlık iyonosferdeki E bölgesi zirvesinin üzerindeki elektron yoğunluğu vadisindeki kanal, muhtemel mekanizmadır.



Şekil 19.19 - Basit bir geri saçılma yolunun şeması. A ve B istasyonları normal F tabakası iyonosferik kırılma yoluyla temas kurmak için çok yakındır. Dünya'nın yüzeyindeki (S) uzak bir noktadan, genellikle okyanustan dağılmış sinyaller, her ikisi için de erişilebilir olabilir ve bir geri saçılma devresi oluşturabilir.



Şekil 19.20 - Gri çizgi boyunca geri saçılma yolu. A ve Bare İstasyonları çok yakın Normal iyonosferik kırılma yoluyla temas kurmak için, ancak birbirlerinin sinyallerini S noktasından dağınık olarak duyabilirler. İstasyon A, MUF'nin yüksek olduğu gri çizginin gün tarafında yüksek açılı bir kırılma kullanır. İstasyon B, daha düşük bir MUF ve daha düşük bir yayılma açısı ile gece kırılma kullanır. A istasyonunun devreyi tamamlamak için B'den uzağa işaret ettiğini unutmayın.

Yararlı çünkü genellikle battaniye ve emilim problemlerinden kaçınırlar. Gün ışığı tarafındaki uzun yollar, Dünya'nın güneşli kısımlarında meydana gelen daha yüksek F katmanlı MUF'lardan yararlanabilir.

FLAYER GRAY-LİNE

Gri çizgi yolları, gece ve gündüz arasındaki alacakaranlık bölgesi boyunca olağandışı iyonosferik konfigürasyonu dikkate alan özel bir uzun yol yayılımı biçimi olarak düşünülebilir. Alacakaranlık bölgesi olarak adlandırılan gri çizgi, tamamen dünya çapında uzanır. İt tam olarak bir çizgi değildir, çünkü gün ışığı ve karanlık arasındaki ayrım atmosferik saçılma nedeniyle kademeli bir geçiştir. Bir tarafta, gri çizgi güneşin doğuşunu ve yeni günün başlangıcını müjdeliyor; Karşı tarafta, gün batımını ve günün sonunu işaret eder.

İyonosfer gece ve gündüz arasında önemli bir dönüşüm geçirir. Gün başladığında, yüksek emici D ve E katmanları yeniden oluşturulurken, F katmanı MUF şafak öncesi minimumundan yükselir. Günün sonunda, D ve E katmanları hızla kaybolurken, F katmanı MUF öğleden sonra yavaş yavaş azalmaya devam ediyor. Sadece gri çizgi geçişi boyunca kısa bir süre için, D ve E katmanları iyi oluşturulmamıştır, ancak F, MUF genellikle 5 MHz'den daha yüksek kalır. Bu normalde istasyonlar için özel bir fırsat sağlayacaktır

1.8 ve 3.5 MHz ancak:

• İyonosferik emilim, bu alacakaranlık bölgesindeki bu bantlarda, emilim fiziğinin anlaşılmasından hala yüksektir ve

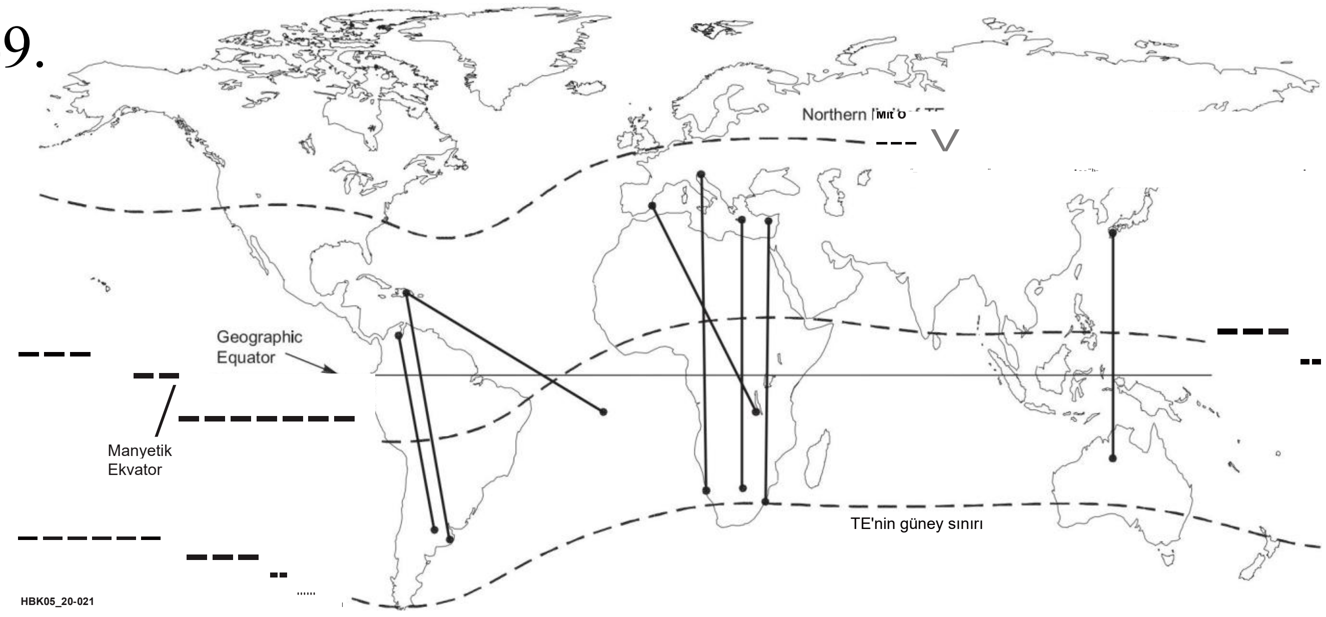
• Gri çizgi boyunca elektron yoğunluğu gradyanı (sonlandırıcı olarak da bilinir), RF'yi gündüz iyonosferinden gece iyonosferine (Dünya'nın manyetik alanını ve elektron nötr çarpışma frekansını dikkate alan ışın izleme çalışmaları ile gösterilir.

Bunun anlamı, onlarca yıllık popüler inancın aksine, düşük bantlardaki terminatör boyunca yayılmanın verimli olmadığı ve bu bantlardaki RF'nin terminatörü takip etmesinin bile mümkün olmadığıdır. Bu, gri çizgiyle hizalanmış kısa bir yol boyunca bu bantlar üzerinde gelişmiş bir yayılma raporunun hiç olmadığı gerçeğiyle desteklenmektedir.

Normalde, bu iki amatör bant üzerindeki uzun mesafeli iletişim, gündüz D katmanı emilimi nedeniyle yalnızca tamamen karanlık yollarla gerçekleşir. Gri çizgi yayılımı

Yol tamamen dünyaya yayılıyor. **Şekil 19.18'e bakınız. Bu nedenle,** gri çizgi hakkında önemli olan, yolun her iki ucunu da karanlığa çok yaklaştırmasıdır. Gerçekte olan şey, RF'nin karanlık iyonosfer boyunca kısa bir yol almasıdır. Bu, karanlık iyonosferdeki iki büyük daire yolunu yolun her bir ucundan birleştirmek için bir eğriltme noktası gerektirir ve auroral bölge eğrilme için olası alandır. Bu fenomenin araştırılması için, makaleyi okuyun *Gri Çizgi Yayılımı veya Florida'ya Cocos (Keeling)* indirilebilir ek içerikle 80m üzerinde.

Bu yollardan yararlanmak için, gri çizginin mekaniğini anlamanız gerekir. Gri çizgi genellikle kuzey-güney doğrultusunda uzanır, ancak yıl boyunca ekvatorda ölçülen gerçek kuzeyin her iki tarafında 23 ° değişir. Bu değişim, Dünya'nın eksenindeki eğimden kaynaklanır. Gri çizgi, ekinokslardaki kutuplar boyunca tam olarak kuzey-güneydedir (21 Mart ve 21 Eylül) ve 21 Haziran ve 20 Aralık'ta 23 ° uç noktasındadır .



Şekil 19.21 -Transekvatoryal yayılma, jeomanyetik ekvator boyunca eşit uzaklıkta bulunan istasyonlar arasında gerçekleşir. 8000 km'ye (5000 mil) kadar mesafeler 28 ila 432 MHz'de mümkündür. Jeomanyetik ekvator, Batı Yarımküre'deki coğrafi ekvatorun oldukça güneyindedir.

Bir yıl boyunca, gri çizgi ekvatorun kuzeyinde ve güneyinde Dünya'nın 46 °'lik bir sektörünü geçerek her gün dünyanın biraz farklı bölgelerine optimum yollar sağlar. Yaygın olarak bulunan birçok bilgisayar programı gri çizgiyi düz bir harita veya dünya üzerinde çizer .

Dünya çapında gün doğumu ve gün batımı saatlerini hesaplamak için bir dizi web tabanlı uygulama çevrimiçi olarak mevcuttur. Gündoğumu ve günbatımı zamanlarını belirlemenin alternatif bir yöntemi, aynı arsa üzerinde büyük daire yollarını görmenin yanı sıra, W6EL'in *W6ELProp* yazılımıdır, ücretsiz **olarak www.qsl.net/w6elprop.** Çevrimiçi gri çizgi haritası için **dx.qsl.net/propagation/ greyline.html adresini ziyaret edin .**

F KATMAN BACKSCATTER VE SIDESCATTER

F katmanı saçılmasının özel biçimleri, atlama bölgesinde olağandışı yollar oluşturabilir. *Backscatter ve sidescatter sinyalleri* genellikle doğrudan yol için MUF'un hemen altında gözlenir ve normalde başka yollarla mümkün olmayan iletişimlere izin verir. Backscatter kullanan istasyonlar, antenlerini birbirlerine doğru değil, tek atlama mesafesindeki ortak bir saçılma bölgesine yönlendirir. Geri saçılan sinyaller genellikle zayıftır ve karakteristik bir içi boş sese sahiptir. Faydalı iletişim mesafeleri 100 km (60 mil) ile normal tek atlama mesafesi 4000 km (2500 mil) arasında değişir.

Backscatter ve sidescatter yakından ilişkilidir ve terminoloji ikisi arasında tam olarak ayrım yapmaz. Backscatterusually bazı Dünya veya okyanus tarafından dağılmış olan tek-hop sinyalleri anlamına gelir Verici istasyona doğru uzak bir nokta. Birkaç yüz km aralıklı iki istasyon genellikle MUF yakınlarındaki bir geri saçılma yolu ile iletişim kurabilir. **Şekil 19.19'a bakınız.**

Sidescatter genellikle normal büyük daire yoluna eğik olan ve bazen *eğik yol olarak adlandırılan bir devreyi ifade eder. İki* istasyon, genellikle güneye doğru, doğrudan yoldan uzakta ortak bir yan saçılma bölgesinden yararlanabilir.Avrupa ve Kuzey Amerika istasyonları bazen Afrika üzerindeki bir saçılma bölgesi aracılığıyla 28 MHz'lik temasları tamamlar. ABD ve Finlandiya'daki 50 MHz'lik operatörler, Kasım 1989'da bir sabah erken saatlerde Batı Afrika kıyılarında ışınlanarak temas kurduklarında benzer bir etki gözlemlediler.

Geri saçılan sinyaller, gece ve gündüz gibi iyonosferik yoğunlukta keskin bir gradyanın olduğu bir alanı geçtiğinde, yol **Şekil 19.20'de gösterildiği gibi farklı bir geometri alabilir. Bu durumda**, istasyonlar iletişim kurabilir, - çünkü geri saçılan sinyaller gündüz tarafındaki iyonosfer yoluyla gece tarafından daha kısa bir sıçrama ile geri döner. Bu mümkündür çünkü gündüz tarafı MUF daha yüksektir ve bu nedenle atlama mesafesi daha kısadır. Net etki, normal atlama bölgesindeki iki istasyon arasında bir geri saçılma yolu oluşturmaktır.

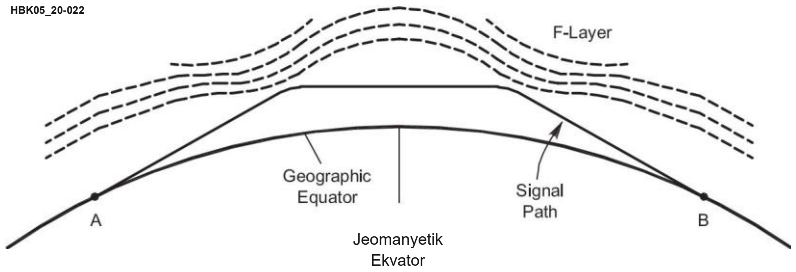
TRANSEQUATORIAL PROPAGANDA

194 7 yılında Amatör Radyo operatörleri tarafından keşfedilen, *transekvatoryal yayılım (genellikle TE* veya TEP olarak kısaltılır), manyetik ekvator boyunca 5000 ve 8000 km (3100 ve 5000 mil) arasında 28 MHz'den 432 MHz'e kadar olan yayılımı destekler. TE temaslarını deneyen istasyonlar neredeyse eşit uzaklıkta olmalıdır Jeomanyetik ekvatordan. Avrupa ve Güney Afrika, Japonya ve Avustralya ve Karayipler bölgesi ve Güney Amerika arasında 50 ve 144 MHz'de birçok temas kuruldu. 222 MHz bandında daha az temas yapıldı ve TE sinyalleri 432 MHz olarak duyuldu.

Ne yazık ki, çoğu kıta ABD istasyonu için, *jeomanyetik ekvator, Batı* Yarımküre'deki coğrafi ekvatorun güneyine, **Şekil 19.21'de gösterildiği gibi,** sadece TE aralığında Florida ve Teksas'ın en güney kısımlarını oluşturur. Ülkenin güneydoğu kesiminden TE temasları Arjantin, Şili ve hatta Güney Afrika ile mümkün olabilir.

Transekvatoral yayılım ilkbahar ve sonbahar ekinoksları sırasında, özellikle güneş döngüsünün en yoğun yıllarında, akşam 5 ile akşam 10 arasında zirve yapar. En düşük - olasılık yaz mevsimindedir. TE'nin oluşması için sessiz jeomanyetik koşullar gereklidir. - TE'yi çalıştırmak için yüksek güç ve büyük antenler gerekmez, çünkü 100 W ve tek uzun Yagilere sahip VHF istasyonları başarılı olmuştur .

TE yayılımı, jeomanyetik ekvatorun her iki tarafındaki yoğun F > tabaka iyonlaşma çıkıntılarına bağlıdır. Bu alan hizalı - iyonizasyon, jeomanyetik ekvatorun kuzey ve güneyindeki 100-200 km (60-120 mil) ve 500-3000 km (310-1900 mil) genişliğindeki bir alanda çeşme etkisi olarak bilinen bir işlemle gün batımından kısa bir süre sonra oluşur. Batan Güneş ile batıya doğru hareket eder. MUF, jeomanyetik ekvatorun her iki tarafında normal seviyesinin 15 ° iki katına çıkabilir. **Şekil 19.22'ye bakınız**. İçin



Şekil 19.22 - İyonosferik şişkinlik ve normal MUF üzerinde bir çift kırılma etkilerini gösteren bir transekvatoryal sinyal yolunun kesiti.

Transekvator yayılımına genel bir bakış, indirilebilir ek içerikle F-Bölgesi Yayılımı ve Ekvator İyonosfer Anomalisi'ni okuyun.

19.2.14 HF ve VHF Yayılımının Ortaya Çıkan Teorileri

İyonosfer ve yayılma hakkında çok şey bilinmesine rağmen, ders kitabı bilgimizle kolayca açıklanamayan birçok olağandışı yayılma örneği vardır. Amatör Radyo operatörlerinin bu sıra dışı modların çoğunu anlamaya çalışmanın ön saflarında yer almaya devam ettiğini belirtmek cesaret vericidir. Son zamanlarda yapılan bazı çalışmalar şunları içermektedir:

1) Polar mezosferik yaz yankıları ile "Polar Mezosferik Yaz Yankıları'nda 6 metre yayılımı arasındaki bağ, **k91a. us/PMSE _ ve _ Yayılım _ at _ 50_MHz. pdf**. Bu yaz yankıları, Japon amatörlerin not ettiği bir mod olan SSSP (yaz gündönümü kısa yolu) olarak da adlandırılır .

2) Theta aurora ve 6 metre yayılımı "6 m'de AB'ye Daha Fazla Alaska'daki kutup kapağının karşısında, **k91a.us/More_Alaska_to_Europe_ on_6m.pdf.**

3) Galaktik Kozmik İşınların "160 Yayılımında Galaktik Kozmik İşınların Rolü Üzerine Bir Teori'de 160-Meter metre kanalı üzerindeki etkisi, *CQ,* Kasım 2008. *Kanal,* bir alt sınır ile bir üst sınır arasında art arda kırılan bir elektromanyetik dalgayı ifade eder (örneğin, E bölgesinin tepesi ile F bölgesinin altı arasında geceleri 160 metre).

4) F $_2$ bölgesindeki jeomanyetik aktiviteye bağlı görünmeyen tek günlük geliştirmelerin keşfi. Bu, 2010 yılının sonlarında Jeofizik Araştırma Dergisi'nde yayınlanan ilginç bir makaleden geldi. Makale, Utah Eyalet Üniversitesi'ndeki Atmosferik ve Uzay Bilimleri Merkezi'nden Michael David ve Jan J. Sojka tarafından yapıldı. Makalenin başlığı "Avrupa'da tek günlük gündüz yoğunluğu geliştirmeleri: Yarım yüzyıllık bir iyonosonde verisi araştırması'dır.

5) Bir yayılma sorunu olmasa da, 1790 zaman diliminde küçük bir güneş döngüsünü kaçırmış olabileceğimizin kanıtı. **k9la.us/Did_We_Lose_a_Solar_ bakınız Cycle.pdf**

6) Doğrudan yayılmaya bağlı olmayan bir diğer konu, iyonosferin daha iyi modellerine yönelik devam eden araştırmalardır. Güneş radyasyonunu zaten çok iyi anlıyoruz ve yakın zamanda yüksek jeomanyetik indekslerin iyonosferi nasıl etkilediğine dair çok daha iyi bir model geliştirdik (sadece tek bir K indeksi uygulamak değil). Araştırma, iyonosfere bağlanan alt atmosferdeki olayların arkasındaki fiziği daha iyi anlamak için devam ediyor. Bu üç süreci anlamak, iyonosferin gerçek bir günlük modeline doğru yol alıyor.

19.2.15 WSJT-X

WSJT-X (Zayıf Sinyal İletişimi, bkz. **physics.princeton.edu/pulsar/kljt/ wsjtx. html),** HF ve VHF/UHF'deki zayıf sinyal iletişimi için optimize edilmiş bir dijital protokol paketidir. **Dijital Modlar ve Protokoller bölümünün** Yapılandırılmış Dijital Modlar bölümüne ve bu bölümün E Katmanı Yayılımı bölümüne bakın. Bu yazılım, belirli yayılma türleri için uyarlanmış çok çeşitli modlar sağlar. Örneğin, FT8 HF ve 50 MHz'de kullanım için optimize edilmiştir; VHF ve UHF bantlarında EME için JT65; Mikrodalga bantları için JT4; Özellikle LF ve MF için JT9. Bu modlardan herhangi biri, birkaç watt ile dünya çapında temas kurmak ve antenleri tehlikeye atmak için HF bantlarında kullanılabilir. WSPR modu, düşük güç aktarımlarıyla potansiyel yayılma yollarını araştırmak için özel olarak tasarlanmış bir protokol uygular .

19.3 MUF Tahminleri

F katmanı MUF tahmini, belirli frekanslarda, tarihlerde ve zamanlarda HF iletişim yollarını tahmin etmenin anahtarıdır, ancak tahmin birkaç değişken tarafından karmaşıktır. Güneş radyasyonu gün, mevsim, yıl ve güneş döngüsü boyunca değişir. Ek olarak, dünyanın herhangi bir noktasında iyonlaşma, jeomanyetik alan aktivitesine ve iyonosfere kadar bağlanan alt atmosferdeki olaylara bağlıdır. Bu düzenli aralıklar tahmin için ana temeli sağlar, ancak tekrarlama güvenilir olmaktan uzaktır. Ek olarak, tahminler sessiz bir jeomanyetik alana dayanmaktadır, ancak Dünya'nın manyetik alanının durumunu haftalar veya aylar öncesinden tahmin etmek çok zordur. HF iletişiminin profesyonel kullanıcıları için, - belirsizlik güvenilir iletişim yollarını korumak için bir sıkıntıdır, birçok amatör için ise DXing'in eğlencesine katkıda bulunan bir gizem ve şans havası sağlar. Bununla birlikte, birçok amatör, HF bantlarında en iyisini yapmak için ne bekleyeceğini bilmek ister. Mevcut yayın süresinin kullanılması, yarışma stratejisinin planlanması, başarılı net operasyonların sağlanması veya diğer faaliyetlerde bulunulması .

19.3.1 MUF Tahminleri

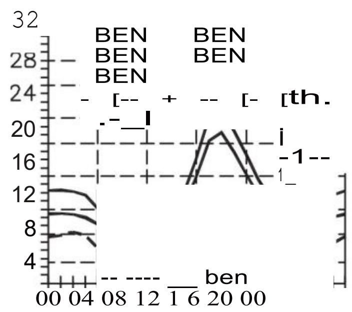
Birkaç ay önceki uzun vadeli tahminler, yalnızca en genel tahmin biçimini sağlar. Uzun yıllar boyunca ARRL, belirli yollar üzerinde bir aylık bir dönem için ortalama yayılımı tahmin etmek için Şekil 19.23'e benzer grafikler yayınladı. Bu grafikler artık yayınlanmıyor, ancak özelleştirilebilir grafikler çevrimiçi olarak **www.voacap.com/hf/.** Şekil 19.23'teki gibi grafikler, tüm ay boyunca tek bir ortalama güneş akısı değeri aldı ve jeomanyetik alanın bozulmamış olduğunu varsaydılar.

Şekil 19.23'teki en üst eğri, aydaki günlerin en az %10'unda yayılacak en yüksek frekansı gösterir. Verilen değerler aşılabilir Birkaç nadir günde önemli ölçüde. Günlerin en az yarısında, orta eğri kadar yüksek frekanslarda yayılma mümkün olmalıdır. Yayılma, günlerin en az %90'ında en düşük eğriyi aşacaktır. Herhangi bir gündeki kesin MUF bu istatistiksel grafiklerden belirlenemez, ancak yayılmanın gerçekten o gün gerçekleşip gerçekleşmediğini görmek için bir grubu izlemeye ne zaman başlamanız gerektiğini belirleyebilirsiniz.

– Özellikle 14 MHz üzerindeki frekanslarda.

Birkaç gün öncesinin kısa menzilli tahminleri, uzun menzilli tahminlerden marjinal olarak daha güvenilirdir, çünkü altta yatan güneş endeksleri ve jeomanyetik koşullar daha büyük bir güvenle tahmin edilebilir. Güneş rahatsızlıklarının 27 günlük aralıklarla tekrarlama eğilimi kısa vadeli tahminleri artırabilir. Günlük tahminler daha iyi olmayabilir, çünkü iyonosfer güneş akısı (veya güneş lekesi sayısı) ve jeomanyetik alan indekslerindeki küçük değişikliklere anında tepki vermez. Bu sınırlamalardan bağımsız olarak, mevcut güneş enerjisini bilmek her zaman iyidir.

Doğu Kıyısından Doğu Avrupa'ya



Şekil 19.23 - Uzun **yıllar boyunca ARRL, Nisan 2001 için Doğu Kıyısı'ndan Doğu Avrupa'ya kadar bunun gibi yayılma tahmin çizelgeleri yayınladı. Ay için ortalama 2800 MHz (10.7 cm) güneş akısı 159 kabul edildi. Günlerin %10'unda, yayılan en yüksek frekansın en azından en üst eğri kadar yüksek (Mümkün Olan En Yüksek Frekans veya HPF, yaklaşık 33 MHz) ve orta eğri kadar yüksek günlerin %50'si için olduğu tahmin edilmektedir. En düşük eğri En Düşük Kullanılabilir Frekansı gösterir 1500-W bir CW vericisi için (LUF).**

Jeofiziksel verilerin yanı sıra, Güneş'in görsel olarak X-ışını aralığında gözlemlenmesiyle sağlanan uyarıları anlamak.

ARRL Anten Kitabı için indirilebilir ek bilgiler, yılın 12 ayı boyunca altı güneş aktivitesi seviyesi için dünya çapında 150'den fazla yerden daha ayrıntılı yayılma tahmin tabloları içerir. Yine, bu uzun menzilli tahminlerin sessiz jeomanyetik koşulları varsaydığını unutmayın. Gerçek zamanlı MUF tahminleri, web üzerinde çeşitli metin ve grafik formlarda da mevcuttur. Tahminler, *ASAPS, VOACAP* ve *W6ELPop'yi ortadan kaldıran kişisel bilgisayarlar için birkaç popüler programdan birini kullanan kişiler tarafından da yapılabilir. (Kenar* çubuğuna bakın, "Ev Bilgisayarında MUF Tahmini".)

19.3.2 İstatistiksel doğa Yayılma Tahminleri

Yayılma tahmin yazılımındaki iyonosfer modeli aylık medyan bir modeldir - bu nedenle sonuçlar (genellikle MUF ve sinyal gücü) bir aylık zaman dilimi boyunca istatistikseldir. Medyan yönü, öngörülen değerin aslında ayın en az yarısında gerçekleşeceği anlamına gelir - ancak ne yazık ki hangisinin'daha iyi "gün olduğunu ve hangisinin'daha kötü" gün olduğunu söylemek zordur.

Bu aylık medyan model, bilim adamlarının iyonosferin ne yaptığını Güneş'in ne yaptığını ilişkilendirme çabaları nedeniyle ortaya çıktı. En iyi korelasyon, düzleştirilmiş bir güneş indeksi (düzleştirilmiş güneş lekesi sayısı veya düzleştirilmiş 10.7 cm güneş akısı) ve Aylık medyan iyonosferik parametreler. Dolayısıyla, yayılma tahmin yazılımımız asla günlük tahminler vermek için tasarlanmamıştır. Daha iyi kısa vadeli tahminler elde etmenin iyi bir yolu, etkili bir güneş lekesi sayısı - SSNe kavramını kullanmaktır.

Güneş lekesi numarası (SSNe)

SSNe kavramı oldukça basittir. Dünya çapındaki iyonosondalardan gelen F katmanı kritik frekans verileri izlenir ve daha sonra iyonosferin bir F katmanı modelindeki güneş lekesi sayısı, izlenen verilere en iyi uyumu sağlayana kadar değişir. Mevcut SSNe, Tucson'daki Northwest Research Associates'ten (AZ) geliyor ve **www'de bulunabilir. nwra.com/spawx/ssne.html.** Mevcut SSNe'yi favori yayılma tahmin programınıza takarak, iyonosferin'şimdi'ne yaptığına dair daha iyi (ancak mükemmel olmayan) bir resme sahip olacaksınız.

19.3.3 Doğrudan gözlem

Yayılma koşulları doğrudan HF bantlarını dinleyerek belirlenebilir. En basit yöntem, daha fazla uzun mesafe istasyonu duyulmayana kadar daha yüksek frekansta ayarlamaktır. Bu nokta kabaca o anda dünyanın herhangi bir yerinde MUF'un hemen üzerindedir. En yüksek kullanılabilir amatör grup, bir sonraki en düşük olanı olacaktır. İff HF istasyonları 23 MHz civarında kayboluyor gibi görünüyor, örneğin 21 MHz'deki 15 metre bant DXing için iyi bir seçim olabilir. İstasyon konumlarını da dikkatlice not ederek, çeşitli yönlerdeki MUF da hızlı bir şekilde belirlenebilir.

Kısa dalga yayın bantları (bkz. **Tablo 19.5)** MUF taraması için en uygun olanıdır, çünkü - düzenli programlarda birçok yüksek güçlü istasyon vardır. Programlamanın gerçekten kaynak ülkeden iletildiğinden emin olun. Örneğin, bir Radyo Moskova veya BBC programı, yeniden iletim için Rusya veya İngiltere dışındaki bir vericiye aktarılabilir. Kısa dalga yayın istasyonları için mükemmel bir rehber

Tablo 19.5
Kısa dalga yayın bantları

Frekans (MHz)	*Band (metre)*
2.300-2.495	120
3.200-3.400	90
3.900-4.000	75
4.750-5.060	60
5.959-6.200	49
7.100-7.300	41
9.500-9.900	31
11.650-12.050	25
13.600-13.800	22
15.100-15.600	19
17.550-17.900	16
21.450-21.850	13
25.600-26.100	11

Dünya Radyo TV El Kitabı, ARRL aracılığıyla kullanılabilir.

19.3.4 WWV ve WWVH

2.5, 5, 10, 15 ve 20 MHz'de yayın yapan WWV (Fort Collins, Colorado) ve WWVH (Kauai, Hawaii) standart zaman istasyonları da yayılma izleme için popülerdir. Günde 24 saat yayın yapıyorlar. Bu istasyonların sinyal gücü ve kalitesi için günlük olarak izlenmesi, yayılma koşullarının iyi bir temel göstergesini hızlı bir şekilde sağlayabilir. Ek olarak, her saat - jeomanyetik A ve K indekslerini, 2800 MHz (10.7 cm) güneş akısını ve ertesi gün için koşulların kısa bir tahminini yayınlarlar. Bunlar WWV'de her saatten 18 dakika sonra ve WWVH'de saatten 4 5 dakika sonra duyulur. Aynı bilgi, çok daha fazla alan hava durumu ile birlikte, **www.swpc.noaa.gov veya www.spaceweather.com. gibi çeşitli web sitelerinde mevcuttur. K** endeksi her üç saatte bir güncellenirken, A endeksi ve güneş akısı 2100 UTC'den sonra güncellenir. Bu veriler, ev bilgisayarlarında, özellikle de birkaç günlük güneş akısı gözlemlerinin ortalaması alındığında tahminlerde bulunmak için kullanışlıdır.

19.3.5 İşaretçiler

Daha yüksek amatör bantlardaki otomatik işaretçiler de yayılma izlemesi için yararlı yardımcı olabilir. İşaretçiler bu amaç için idealdir, çünkü çoğu günde 24 saat iletmek üzere tasarlanmıştır.

. En iyi organize edilmiş işaret sistemlerinden biri, Kuzey Kaliforniya DX Vakfı (NCDXF) ve İnternational Amatör Radyo Birliği (İARU) tarafından desteklenen İnternational Beacon Projesidir. İşaretçiler günde 24 saat 14.100, 18.110, 21.150, 24.930 ve 28.200 MHz'de çalışır. Beş kıtada on sekiz işaret ardışık İO-saniye aralıklarında iletir (her işaret her 3 mmutta bir iletir). Bu sistem hakkında daha fazla bilgi www.ncdxf.org Kuzey Kaliforniya DX Vakfı web sitesinde bulunabilir (soldaki http://www.ncdxf.org/Beacons *bağlantısına tıklayın*).

Reverse Beacon Network (www. **reversebeacon.net) adı verilen bir otomatik SDR alıcısı ağı,** VE3NEA (**www.dxatlas.com/ cwskimmer) tarafından CW Skimmer yazılımı tarafından otomatik olarak deşifre edilen sinyaller için HF CW alt bantlarını izlemek üzere oluşturuldu.** Ağ, alınan sinyaller için sinyal gücünü ve konumunu kaydeder ve HF yayılımı hakkında gerçek zamanlı bilgi sağlar.

10-10 İnternational web sitesinde Ahstofmany28MHzbeaconscanbefound, **www. ten-ten.org** (Kaynaklar bağlantısı altında Beacons arayın). İşaretçiler genellikle otomatik mesajlarının bir parçası olarak konum içerir ve birçoğu çağrı işaretlerinden bulunabilir. Böylece, beacon alt bantlarının rahat taraması bile yararlı olabilir. **Tablo 19.6,** HF yayılımı için yararlı işaretçilerin bulunduğu frekansları

Ev Bilgisayarında MUF Tahmini

Hava durumunu tahmin etmek gibi, HF yayılımını tahmin etmek - mevcut en iyi bilgisayar yazılımıyla bile - kesin bir bilim değildir. Dünya üzerindeki bir noktadan diğerine yayılan bir sinyal olarak meydana gelen süreçler son derece karmaşıktır ve inanılmaz sayıda değişkene tabidir. Yayılma koşullarının deneyimi ve bilgisi (güneş aktivitesi ile ilgili olarak, özellikle parlamalar veya koronal kütle atımları gibi olağandışı güneş aktivitesi), bantları kontrol etmek için gerçekten havaya girdiğinizde gereklidir. Aklınızda bulunsun, Ayrıca, sıradan bilgisayar programları esas olarak F katmanı aracılığıyla büyük daire yollarının yayılmasını hesaplamak için yazılmıştır. Saçılma, eğrilme yolu, auroral ve diğer bu tür yayılma modları, bilgisayar tahminleri hiçbir temasın mümkün olmadığını gösterdiğinde temaslar sağlayabilir.

Aşağıda, IBM PC ve uyumlu bilgisayarlar için piyasada bulunan yayılma tahmin programları hakkında bazı kısa bilgiler bulunmaktadır. Bkz. Tablo **19A. Bu** programlar genellikle 3 ila 30 MHz arasındaki tahminlere izin verir. Ne yazık ki, tahmin programları 160 metrede mevcut değildir (alt iyonosferin eksik anlaşılması ve
Bu bantta yayılmaya katkıda bulunan kanal mekanizmaları) ve 6 metrede (MUF'nin yeterince yüksek olduğu tahmin edilmediğinde açıklıkların eksik anlaşılması nedeniyle). Genel bir kılavuz olarak, hedef istasyonunuza giden yol karanlıkta ve gün doğumu/gün batımı sırasında 160 metre açıklıklarını aramalısınız ve kış aylarında güneş maksimumuna yakın gündüz saatlerinde 6 metre F açıklıklarını aramalısınız.

2008 m çabalarınızda yardımcı olması için CQ VHF'nin Yaz 6 makalesinde yer alan bir makaleyi bulabilirsiniz: Carl Luetzelschwab, K9LA .

SAPS Sürüm 7

Avustralya hükümetinin bir ajansı, Gelişmiş Bağımsız Tahmin Sistemi anlamına gelen ASAPS programını geliştirdi. İONCAP, analiz kabiliyeti ve tahmin doğruluğu bakımından rakiptir. İt, kullanılan kısaltmalara alıştıktan sonra kullanıcıyla oldukça iyi etkileşime giren bir Windows programıdır. İletim gücü seviyelerini, antenleri ve diğer parametreleri değiştirirseniz, yeni sonuçları neredeyse anında daha fazla menü olmadan görebilirsiniz.

Girişler. IPS Radyo ve Uzay Hizmetleri. **www.sws.bom.gov.au/Products_and_Services/1/2. bakın**

İONCAP ve VOACAP

İonosferik İletişim Analizi ve Tahmini'nin kısaltması olan İONCAP, ABD hükümetinin bir ajansı tarafından yazılmıştır ve yaklaşık 30 yıldır bir şekilde geliştirilmektedir*. **İONCAP programı,*** Fortran delikli kartlar ve ana bilgisayar dünyasından geldiği için kullanımı zor olduğu için haklı bir üne sahiptir.

VOACAP, Amerika'nın Sesi tahminlerine uyarlanmış bir İONCAP sürümüdür, ancak bu gelişmiş bir Windows arayüzü içerir. Amerika'nın Sesi (VOA) 1990'ların başında VOACAP üzerinde çalışmaya başladı ve fon tükenmeden önce birkaç yıl devam etti. Program, Colorado Boulder'daki ABD Ticaret Bakanlığı'nın bir ajansı olan NTIA/ITS'de (Telekomünikasyon Bilimleri için İnstitute) tek bir bilgisayar bilimcisi olan Greg Hand tarafından sürdürüldü. VOACAP hakkında daha fazla bilgi ve amatör radyo için uyarlanmış çevrimiçi bir uygulama **www.voacap adresinden edinilebilir. com.**

W6ELProp, Sürüm 2. 70

2001 yılında W6EL (SK), iyi bilinen *MİN/PROP PLUS programını Windows* dünyasına taşıdı. İt, selefi ile aynı Fricker tabanlı F bölgesi hesaplama motorunu kullanır. (Bu yöntem BBC'den Raymond Fricker tarafından geliştirilmiştir.) *W6ELProp* sezgisel, jambon dostu bir kullanıcı arayüzüne sahiptir. İt, belirli bir ay/gün/saat ve güneş aktivitesi için belirli bir iletim konumundan küresel MUF'leri gösteren benzersiz ve kullanışlı "frekans haritası'da dahil olmak üzere bir dizi yararlı grafik ve haritayla birlikte ayrıntılı çıktı tabloları üretir. *W6ELProp* **www.qsl.net/w6elprop. adresinden indirilerek ücretsiz olarak kullanılabilir**

Proplab Pro, Sürüm 3.0

Solar Terrestrial Dispatch tarafından PropLab Pro, yayılma tahmin programlarının en üst seviyesini temsil eder. İt, şu anda iyonosferde tam 3D ışın izlemeyi yapabilen, hatta karmaşık jeomanyetik etkileri ve elektron-nötr çarpışmaları (emilime neden olan) dikkate alan tek ticari programdır. Hesaplama sayısı çok büyük, özellikle

en yaygın olarak yerleştirilir .

Ayrıca VHF ve daha yüksek bantlarda birçok işaret vardır. "G3USF'nin Dünya Çapında 50 MHz Beacon Listesi" **www'de bulunabilir. keele.ac.uk/depts/por/50.htm.** 144 MHz ve üzerindeki Kuzey Amerika işaretçilerinde İnformation, Ron Klimas, WZIV, tarafından **www.newsvhf.com/beacons2.html.**

Tablo 19.6
Popüler Beacon Frekansları

(MHz)	*Yorumlar*
14.100, 18.110, 21.150, 24.930, 28.200	Kuzey Kaliforniya DX Vakfı işaretleri Dünya çapında birkaç düzine işaret
28.2-28.3	
50.0-50.1	Çoğu ABD işaretçileri İngiltere, İrlanda, Cebelitarık ve Kıbrıs'taki 50.06-50.08 MHz Beacons içindedir
70.03-70.13	

19.3.6 Diğer yöntemler İonosferin Gerçek Zamanlı Değerlendirmesi için

Yayılma tahminlerimiz bir aylık zaman dilimi boyunca doğada istatistiksel olduğundan, iyonosferin gerçek zamanlı olarak ne yaptığını belirlemek önemli olabilir. Etkili güneş lekesi numarasını kullanmaya, bantlarımızı doğrudan gözlemlemeye, WWV/WWVH'yi beş frekanslarında izlemeye ve İARU/

NCDXF ve daha önce tartışıldığı gibi diğer işaretçiler, iyonosferin gerçek zamanlı bir resmini elde etmenin başka yolları da vardır.

Ortaya çıkan bir yöntem, F2 bölgesi kritik frekanslarının (foF2) haritalarını oluşturmak için Ters Beacon Ağı'nı (RBN - daha önce kısaca tartışılmıştır) kullanmaktır. Bazı basit kuralların uygulanması, MUF'lerin (maksimum kullanılabilir frekanslar) kolayca tahmin edilmesini sağlayacaktır. İndirilebilir olan RBN makalesine bakın

RBN hakkında genel bilgi için ek içerik. Ayrıca gelecekte RBN verilerinden üretilen foF2 haritaları hakkında teknik bir makale görmeyi bekliyoruz.

Dünya çapındaki tespit ağını izlemek, gerçek zamanlı yayılmayı değerlendirmenin başka bir yoludur. Bunun bir uzantısı, dünya çapında bir haritadaki noktalardan yolları çizmektir. Böyle bir sunum **www.dxmaps.com/spots/ map.php adresinde.**

Tam gelişmiş 3D modu ve çalışması yavaş ve sıkıcı olabilir. *Windows tabanlı* kullanıcı arabiriminin kullanımı, karmaşık ve öğrenmesi zor olan önceki sürümlerden daha kolaydır. Bir sinyalin off-azimuth'u nasıl bükebileceğini veya nasıl bükebileceğini tam olarak görmek büyüleyici.

Sıradan ve olağanüstü dalgalara bölündü. İTE Aksine, en iyi bir yayılma analizi aracı olarak kabul edilir Bir yayılma tahmin programına. Proplab **www.spacew.com/ bakın.**

Tablo 19.A

Şu Anda Mevcut Olan Çeşitli Yayılma Tahmin Programlarının Özellikleri ve Nitelikleri

	ASAPS	*VOACAP*	*W6ELProp*	*PropLab*
	\ *İ.* 7	*Windows*	\ *İ.* *2.70*	*Pro 3.1*
Kullanıcı dostu	İyi	İyi	İyi	İyi
İşletim sistemi	*Windows*	*Windows*	*Windows*	*Windows*
K indeksini kullanır	Havır	Havır	Evet	Evet
QTH'lerin kullanıcı	Evet/Harita	Evet	Evet	Hayır
Rulmanlar, mesafeler	Evet	Evet	Evet	Evet
MUF hesaplama	Evet	Evet	Evet	Evet
LUF hesaplama	Evet	Evet	Hayır	Evet
Dalga açısı hesaplama	Evet	Evet	Evet	Evet
Minimum dalga açısını	Evet	Evet	Evet	Evet
Yol bölgeleri ve şerbetçiotu	Evet	Evet	Evet	Evet
Çok yollu efektler	Evet	Evet	Hayır	Evet
Yol olasılığı	Evet	Evet	Evet	Evet
Sinyal güçlü yönleri	Evet	Evet	Evet	Evet
S/N oranları	Evet	Evet	Evet	Evet
Uzun yol hesaplama	Evet	Evet	Evet	Hayır
Anten seçimi	Evet	Evet	İndidirect	Evet
Anten yüksekliğini değiştir	Evet	Evet	İndidirect	Evet
Değişken zemin özellikleri	Evet	Evet	Hayır	Hayır
İletim gücünü değiştir	Evet	Evet	İndidirect	Evet
Grafik görüntüler	Evet	Evet	Evet	2D/3D
UT-gün grafikleri	Evet	Evet	Evet	Evet
Alan Eşleme	Evet	Evet	Evet	Evet
Belgeler	Evet	Online	Evet	Evet
Fiyat sınıfı	$ AUD3851	Bedava mı?	Ücretsiz	$240[4]

Fiyatlar 2017 yılının başları içindir ve değişebilir.

[1]**www.ips.gov.au/Products_and_Services/1/2. bakın** Fiyatın döviz kuruna[2] bağlı olacağını unutmayın. VOA CAP www.its.bldrdoc.gov/resources/radio-propagation-software/ high-frequency/high-frequency-propagation-models.aspx adresinde mevcuttur http://www.its.bldrdoc.gov/resources/radio-propagation-software/

3W6ELProp, **gördün mü www.qsl.net/w6elprop**

[4]*PropLab Pro V3,* bkz **www.spacew.com/proplab/**

19.3.7 Uzay Hava İnformation

Uzay çağında yaşamak, Güneş-Dünya çevresi hakkında çok sayıda bilgi ile sonuçlanır. Sadece mevcut ölçümlerimiz yok, aynı zamanda neyin ölçüldüğü, nasıl ölçüldüğü ve yayılmaya genel etkisi hakkında kapsamlı eğitimlerimiz var.

UZAY HAVA UYDULARI

Yayılma bilgisi için en faydalı uydulardan üçü Gelişmiş Kompozisyon Gezgini (ACE), Güneş ve Heliosferik Gözlemevi (SOHO) ve STEREO misyonudur.

ACE, Dünya'dan Güneş'e doğru bir çizgi üzerindedir ve Dünya'dan yaklaşık 1 milyon mil uzaklıktadır. İts birincil amacı güneş rüzgar özelliklerini ölçmektir. Örneğin, ölçüyor İMF (gezegenler arası manyetik alan) yönü, güneş rüzgar hızı ve dinamik güneş rüzgar basıncı. ACE hakkında daha ayrıntılı bilgi **www.srl.ca! tech. edu/ACE/adresinde bulunabilir.**

SOHO, Dünya ile adım adım Güneş'in etrafında hareket eder - her zaman Güneş'e bakar. Başlıca amacı Güneş'i incelemektir. Örneğin, koronal kütle atımlarını ve Michelson Doppler İmager (MDI) ile birlikte, bilim adamlarının Güneş'in uzak tarafındaki güneş lekelerini "görmelerini" sağlar. SOHO ve MDI hakkında daha ayrıntılı bilgi http://sohowww.nascom.nasa.gov/ **sırasıyla sohowww.nascom.nasa.gov ve soi.stanford.edu'da bulunabilir**.

STEREO görevi, Dünya'nın önünde ve gerisinde heliosentrik yörüngelerde bulunan iki uzay aracından oluşur. Her uzay aracı benzersiz bir gözlem noktası sağlar ve birlikte alındığında, Güneş'in, güneş aktivitesinin ve güneş ortamının stereoskopik bir görünümünü sağlar. Güneş ve Dünya arasında. Daha fazla bilgi **için: stereo.gsfc.nasa.gov/.**

Daha fazla uydu verisi **www. swpc.noaa.gov ve www.spaceweather. adresinde bulunabilir. com.**

19.3.8 Online tahminler

Ev bilgisayarınızdaki yayılma tahminlerine ek olarak, çevrimiçi tahminler yapabilirsiniz. Bunu yapmak için bu tür iki web sitesi **www. voacap.com/hf ve www.soundbytes.asia/ proppy/radcom.**

İlk web sitesi Jari Perkiomaki, OH6BG/OG6G ve *VOACAP kullanıyor. İkinci* web sitesi, RSGB'nin Yayılma Çalışmaları Komitesi ile işbirliği içinde üretilmiştir. Her iki web sitesinde de istenen tahmini oluşturmak için verilerinizi nasıl gireceğiniz konusunda talimatlar vardır.

19.4 Troposferde Yayılım

Tüm radyo iletişimi, sinyal yolunun en azından bir kısmı için troposfer boyunca yayılmayı içerir. Atmosferin en alt kısmından geçen radyo dalgaları, iyonosferik etkiler gibi kırılma, saçılma ve diğer olaylara maruz kalır. Troposferik koşullar nadiren 30 MHz'in altında önemlidir, ancak 50 MHz ve daha yüksek değerlerde çok önemlidir. VHF, UHF ve mikrodalga bantlarındaki uzun mesafeli çalışmaların çoğu, bir çeşit troposferik yayılıma bağlıdır. Güneş aktivitesini ve jeomanyetik indeksleri izlerken, troposferik yayılımı kullananlar, uzay havasının aksine karasal hava hakkında çok daha fazla endişe duyuyorlar.

19.4.1 Görüş Hattı

Bir zamanlar, VHF aralığında ve daha yukarısındaki iletişimin görüş hattı yollarıyla sınırlı olacağı düşünülüyordu. Mikrodalga bölgesinde bile durumun böyle olduğu kanıtlanmamış olsa da, görüş hattı kavramı troposferik yayılımı anlamada hala yararlıdır. Uzay boşluğunda veya tamamen homojen bir ortamda, radyo dalgaları esasen düz çizgiler halinde hareket eder, ancak bu koşullar karasal yayılımda neredeyse hiç karşılanmaz.

Troposferden geçen radyo dalgaları - normalde dünyaya doğru hafifçe kırılır. Artan - irtifaya sahip sıcaklık, basınç ve su buharı içeriğindeki normal düşüş, atmosferin kırılma indeksini kırılmaya neden olacak kadar değiştirir. Ortalama koşullar altında, radyo dalgaları, ufku görsel ufuktan 15 kat daha uzakta gösterecek kadar Dünya'ya doğru kırılır. Olağandışı koşullar altında, troposferik kırılma bu aralığı önemli ölçüde uzatabilir.

Ortalama koşullar altında radyo ufkuna olan mesafeyi tahmin etmek için basit bir formül kullanılabilir:

$$d = \sqrt{2h}$$

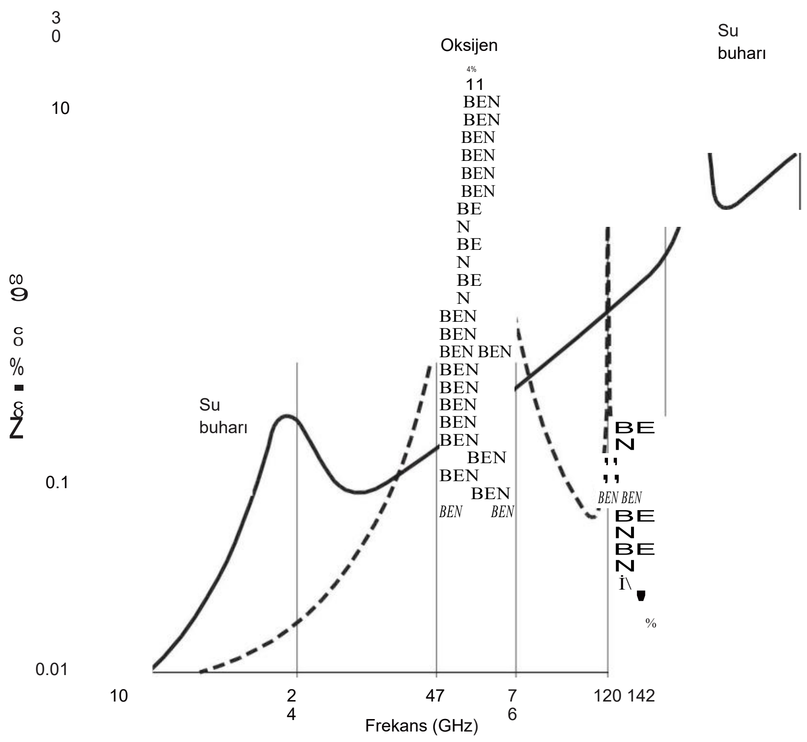
nerede
d = radyo ufkuna uzaklık, mil h = ortalama arazinin üzerindeki yükseklik, ft.

ve

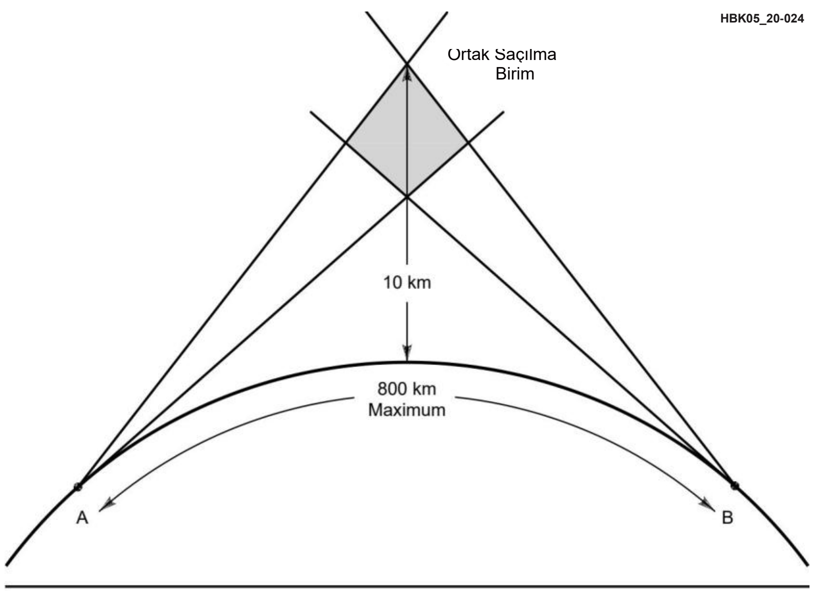
$$a = 176$$

nerede
d = radyo ufkuna uzaklık, km h = ortalama arazinin üzerindeki yükseklik, m.

Ortalama arazinin 30 metre (98 ft) üzerinde bir anten için radyo ufkuna olan mesafe



Şekil 19.24 - Metreküp başına 10 gram oksijen ve su buharının neden olduğu zayıflama (25 ° C'de %40 neme eşdeğer). 10 GHz ve altındaki atmosferik gazların neden olduğu çok az zayıflama vardır. 24 GHz bandının su buharı emiliminin zirvesinin merkezine yakın olduğunu ve 120 GHz bandının oksijen emiliminin zirvesine yakın olduğunu unutmayın .



Şekil 19.25 -Troposferik-saçılma yolu geometrisi. Ortak saçılma hacminin alt sınırı, her iki istasyonun kalkış açısı ile sınırlıdır. 10 km (6 mil) yüksekliğin üst sınırı, troposferdeki verimli saçılmanın sınırıdır. Sinyal gücü saçılma hacmi ile artar.

Böylece 22,6 km'dir (14 mil). 1000 metrelik (3280 ft) bir dağın tepesindeki bir istasyon 130 km'lik (80 mil) bir radyo ufkuna sahiptir.

ATMOSBERİC ABSORPTİON

Atmosferik gazlar, özellikle oksijen ve su buharı, radyo sinyallerini emer, ancak ikisi de 10 GHz'in altında önemli bir faktör değildir. **Şekil 19.24'e bakınız.** Yağmurdan kaynaklanan zayıflama 3.3 GHz'de önemli hale gelir, burada 20 km (12 mil) şiddetli sağanaktan geçen sinyaller ek bir 0.2 dB kaybına neden olur. Aynı yağmur, 10 GHz'de 12 dB ek kayıplar getirecek ve kayıplar sıklıkla artmaya devam edecektir. Yoğun sis benzer şekilde sadece 5.6 GHz ve üzerinde bir sorundur.

19.4.2 Troposferik saçılma

Frekans, ekipman ve yerel coğrafyaya bağlı olarak, radyo ufkunun ötesinde 100 ila 500 km'lik (60-310 mil) bir çalışma mesafesine kadar olan temaslar, her gün belirgin bir yayılma geliştirmesinin yardımı olmadan yapılır. 1.8 ve 3.5 MHz'de yerel iletişim çoğunlukla yer dalgasından kaynaklanmaktadır. Daha yüksek frekanslarda, özellikle **VHF** aralığında ve üstünde, birincil mekanizma troposferde *veya troposcatterde saçılmadır.*

Çoğu amatör, çoğu yerel iletişimde önemli bir rol oynamasına rağmen troposcatter kullandıklarının farkında değildir. VHF aralığındaki radyo sinyalleri, esas olarak, türbülans nedeniyle alt atmosferin dalga boyu büyüklüğündeki gradyanları ve sıcaklıktaki değişikliklerle birlikte dağılmaktadır. Mikrodalga bölgesindeki radyo sinyalleri yağmur, kar, sis, bulutlar ve toz tarafından da dağılabilir. İleriye ve Dünya'ya doğru dağılmış olan bu küçük parça, ufuk ötesi yolları yaratır. Troposcatter yol kayıpları oldukça fazladır ve sıklıkta artar.

Troposcatter ile bağlanabilen maksimum mesafe, **Şekil 19.25'te şematik olarak gösterilen, iki istasyonda ortak olan saçılma hacminin yüksekliği ile sınırlıdır.** Saçılmanın amatör güç seviyelerinde verimli olduğu en yüksek irtifa yaklaşık 10 km'dir (6 mil). Uzaklık-uzaklık formülünün bir uygulaması, troposcatter yollarının sınırı olarak 800 km (500 mil) verir, ancak tipik maksima bunun yaklaşık yarısıdır. Troposferik dağılım mevsime veya günün saatine göre çok az değişir, ancak havanın yalnızca troposcatter üzerindeki etkisini değerlendirmek zordur. Hava koşullarına çok duyarlı olan troposferik kırılmadaki değişiklikler, muhtemelen troposcatter sinyal gücünde gözlemlenen günlük farklılıkların çoğunu oluşturmaktadır.

Troposcatter, her zaman farkında olmadan kullanıldığı için özel çalışma teknikleri veya ekipman gerektirmez. Diğer tüm yayılma biçimlerinin yokluğunda, özellikle VHF ve yukarısında, normal çalışma aralığı esasen maksimum troposcatter mesafesidir. Sıradan Çalışma aralığı, anten yüksekliği ile en dramatik şekilde artar, çünkü bu, ufka kalkış açısını düşürür. Anten kazancı ve verici gücü ile çalışma aralığı daha az hızlı artar. Bu nedenle, bir dağ tepesi, sıradan troposcatter çalışma mesafelerini uzatmak için tercih edilen yerdir.

TROPOSFER 'DE RAİN SAÇILIMI

Yağmur damlalarından saçılma, 3.3 ila 24 GHz aralığında pratik olan özel bir troposcatter durumudur. İstasyonlar sadece antenlerini ortak bir yağmur alanına yönlendirir. Radyo enerjisinin belirli bir kısmı yağmur damlaları tarafından dağılır, bu da düşük güçte bile ufuk ötesi veya engellenmiş yol temaslarını mümkün kılar. Yağmur dağılımının teorik aralığı 600 km (370 mil) kadar büyüktür, ancak mikrodalga bantlarındaki amatörlerin deneyimi, beklenen mesafelerin 200 km'den (120 mil) daha az olduğunu göstermektedir. Kar ve dolu, buz parçacıkları kısmen erimedikçe daha az verimli saçılma ortamı oluşturur. Duman ve toz parçacıkları, mikrodalga bantlarında bile olağanüstü saçılma için çok küçüktür.

19.4.3 Troposferde Kırılma ve Kanallaşma

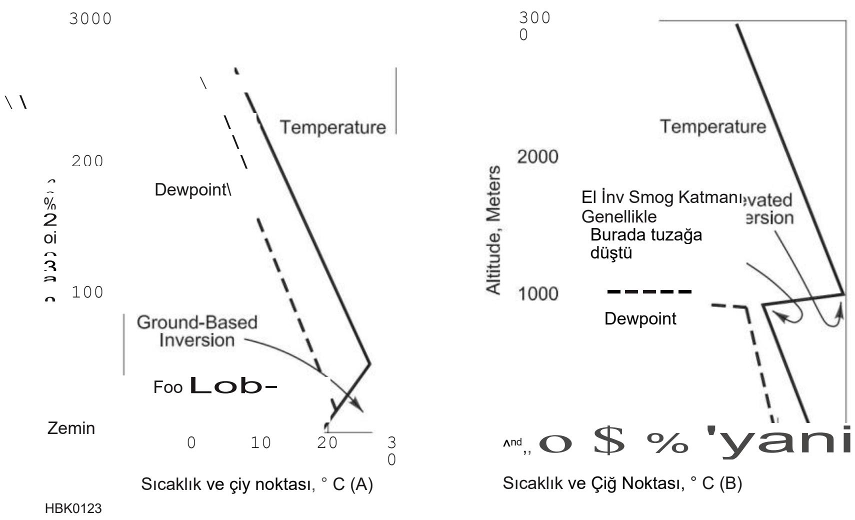
Radyo dalgaları, sıcaklık, nem ve basınçtaki değişiklikler nedeniyle havanın yükseklik ile kırılma indeksindeki doğal gradyanlar tarafından kırılır. Standart atmosferik koşullar altında kırılma, radyo ufkunu görsel görüş hattının biraz ötesine uzatır. Uygun hava koşulları normal troposferik kırılmayı daha da arttırır, uzar Kullanışlı VHF ve UHF menzili birkaç yüz - kilometre ve artan sinyal gücü. Daha yüksek frekanslar kırılmaya daha duyarlıdır, bu nedenle etkileri daha düşük frekanslarda görülmeden önce mikrodalga bantlarında gözlenebilir.

Kanal, kırılma o kadar büyük olduğunda, radyo dalgalarının Dünya'nın yüzeyine geri büküldüğü zaman gerçekleşir. Troposferik kanal koşulları geniş bir coğrafi alanda mevcut olduğunda, sinyaller 1500 km (930 mil) veya daha fazla mesafelerde çok güçlü kalabilir. Kanal, yükseklikle sıcaklıktaki keskin bir artışın yarattığı gradyandan kaynaklanır, normal atmosfer koşullarının tam tersi. Nemdeki eşzamanlı bir düşüş, kırılganlığın artmasına katkıda bulunur.

Normalde sıcaklık irtifa ile sürekli olarak azalır, ancak zaman zaman sıcaklığın arttığı ve daha sonra normal olarak azalmaya başladığı troposferin küçük bir kısmı vardır. Buna *inversiyon denir. Faydalı* sıcaklık inversiyonları yerden 250 ila 2000 metre (800-6500 ft) arasında oluşur. Yükseltilmiş ters çevirme ve Dünya'nın yüzeyi, doğal bir açık uçlu dalga kılavuzunun sınırları gibi bir şey yapar. Kanalın içinde yakalanan doğru frekans aralığındaki radyo dalgaları, nispeten düşük kayıplarla uzun mesafelere yayılacaktır. Birkaç yaygın hava koşulları sıcaklık inversiyonları oluşturabilir.

RADIATİON İNVERSİONS İN TROPOSFER

Radyasyon inversiyonları muhtemelen yayılmayı etkileyen çeşitli hava koşullarının en yaygın ve yaygın olanıdır. Radyasyon inversiyonları sadece karada oluşur



Şekil 19.26 - Sabahın erken saatlerinde radyasyon inversiyonunun geçici ve çiy noktası profili A'da gösterilmiştir. Sis yere yakın oluşabilir. Öğlen yüzey sıcaklığı en az 30 ° C olacaktır. B'de, 1000 metre yükseklikte yükseltilmiş bir kanal boyunca sıcaklık ve nem profili. Bu tür terslikler tipik olarak yaz mevsiminde yüksek basınçlı sistemlerde oluşur. Ters çevirmede havanın çok kuru olduğuna dikkat edin .

Dünya yüzeyine yakın havanın giderek soğuması sonucu gün batımı. Dünya uzaya ısı yayarak soğurken, yerin hemen üzerindeki hava tum içinde soğutulur. Daha yüksek irtifalarda, hava nispeten daha sıcak kalır, böylece inversiyon oluşturur. Tipik bir radyasyon-inversiyon sıcaklık profili **Şekil 19.26A'de gösterilmiştir.**

Soğutma işlemi akşam ve predawn saatleri boyunca devam edebilir ve 500 metreye (1500 ft) kadar uzanan inversiyonlar oluşturur. Derin radyasyon inversiyonları açık, sakin, yaz akşamları en yaygın olanıdır. Kuru iklimlerde, vadilerde ve açık zeminde daha belirgindir. Oluşumları rüzgar, ıslak zemin ve bulut örtüsü ile engellenir. Radyasyon inversiyonları yaygın ve yaygın olmasına rağmen, nadiren gerçek kanallaşmaya neden olacak kadar güçlüdürler. Yaz aylarında gün batımından sonra sıklıkla gözlemlenen gelişmiş koşullar genellikle bu hafif invers1on türünün bir sonucudur.

HGH-BASINÇ HAVA SİSTEMİ

Büyük, durgun, yüksek basınçlı sistemler (veya *antisiklonlar),* çökme nedeniyle en dramatik ve yaygın troposferik kanalları oluşturur. Yüksek basınçlı sistemlerde çökme inversiyonları batan hava tarafından yaratılır. Hava alçaldıkça sıkıştırılır ve ısıtılır. Daha sıcak hava katmanları - sıcaklık inversiyonları - genellikle Şekil 19.26B'de gösterildiği gibi 500 ila 3000 metre (1500-10.000 ft) yükseklik arasında oluşur. Kanallar genellikle yüzey sıcaklıklarının düştüğü ve gündüz yerden ısınan havanın yükselme eğilimini bastırdığı akşam ve sabahın erken saatlerinde yoğunlaşır. Kuzey yarımkürede, en uzun ve en güçlü radyo yolları genellikle yüksek basınç merkezlerinin güneyinde yer alır. Şekil **19.27'ye bakınız .**

Güçlü sıcaklık inversiyonları içermesi muhtemel yüksek basınçlı sistemler, ABD'nin doğu yarısında yaz sonlarında yaygındır. Genellikle Kanada'dan güneydoğuya doğru hareket ederler ve Orta Batı'da günlerce oyalanırlar ve saatlerce uzun süre yayılma sağlarlar. Ülkenin güneydoğu kısmı ve alt Orta Batı, en yüksek basınç açıklıklarını yaşar; Üst Orta Batı ve Doğu Kıyısı biraz daha az sıklıkta; Batı dağ bölgeleri nadiren.

Dünyanın belirli bölgelerinde neredeyse sabit iklim özellikleri olan yarı kalıcı yüksek basınçlı sistemler, en uzun ve en heyecan verici kanal yollarını sürdürmektedir. Yaz aylarında Kaliforniya kıyılarından kuzeye doğru göç eden Doğu Pasifik Lisesi, bugüne kadar bildirilen en uzun kanal yollarından sorumlu olmuştur. 4000 km (2500 mil) aralığında sayısız temas 144 MHz'den 5'e kadar yapılmıştır. Kaliforniya ve Hawaii arasında 6 GHz. *Bermuda Yüksek* Karayip bölgesinin neredeyse kalıcı bir özelliğidir, ancak

Yaz aylarında kuzeye doğru hareket eder ve genellikle güneydoğu ABD'yi kapsar. Florida ve Carolinas'tan Batı lndies'e 2800 km'yi (1700 mil) aşan temasları destekledi, ancak tam potansiyeli kullanılmadı. Diğer yarı-kalıcı yüksekler, İndian Okyanusu, batı Pasifik ve batı Afrika kıyılarında bulunur.

DALGA SIKLONU

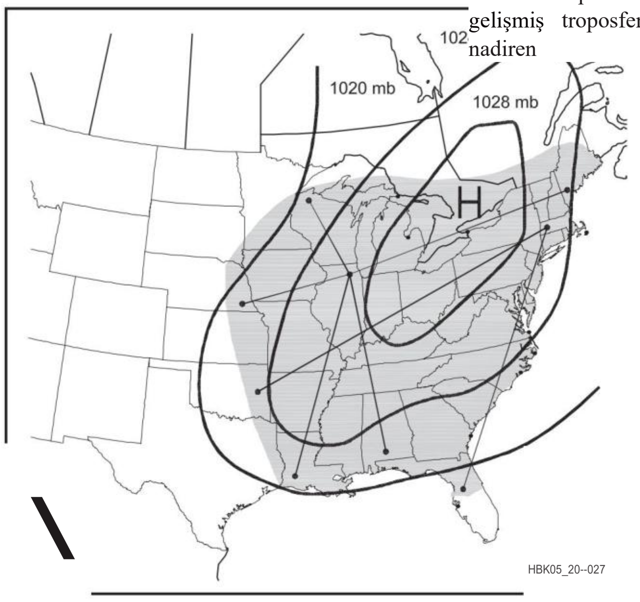
Dalga siklonu, genellikle Amerika kıtasının orta kısmındaki ilkbaharda ortaya çıkan daha dinamik bir hava sistemidir. Dalga, daha soğuk kuzey ve daha sıcak güney hava kütleleri arasındaki bir sınır boyunca bir rahatsızlık olarak başlar. Rahatsızlığın güneybatısında, soğuk bir cephe oluşur ve doğuya doğru hızla ilerlerken, sıcak bir cephe doğuya doğru yavaşça kuzeye doğru hareket eder. Dalga açık konumdayken, gösterildiği gibi

Şekil 19.28, **kuzey-güney** radyo yolları 1500 km (930 mil) ve daha uzun, soğuk cephenin doğusunda ve sıcak cephenin güneyinde, sıcak sektör olarak bilinen bölgede mümkün olabilir. Neredeyse bu kadar uzun doğu-batı yolları, sıcak kesimin güney kısımlarında da açılabilir.

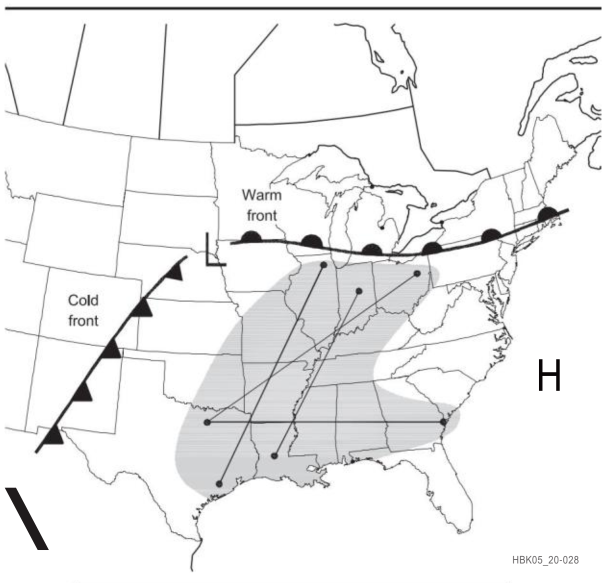
Dalga siklonları, herhangi bir yerde bir günden fazla nadiren üretkendir, çünkü doğuya doğru hareket eden soğuk cephe sonunda sıcak sektörü kapatır. Dalga-siklon sıcaklık inversiyonları, Dünya yüzeyinin yakınında kuzeye doğru akan nispeten daha soğuk ve nemli Körfez havasını kaplayan 1000 metrenin (3200 ft) üzerindeki ılık, kuru havanın güneybatı akışıyla yaratılır. Birbirinden iki ya da üç gün aralıklı birbirini izleyen dalgalar aynı ön sınır boyunca oluşabilir.

SICAK CEPHELER VE SOĞUK CEPHELER

Sıcak cepheler ve soğuk cepheler bazen gelişmiş troposferik koşullar getirir, ancak nadiren



Şekil 19.27 - Bu yüzey hava haritası Doğu ABD hakimdi genişleyen bir yüksek basınç sistemi. Gölgeli kısım alanı gösterir Hangi kanal koşullarında 144 ila 1296 MHz ve daha yüksek hızlarda mevcuttu.



Şekil 19.28 - Bu yüzey hava haritası, ABD'nin güneydoğu çeyreğinde tipik bir bahar dalgası siklonunu göstermektedir. Gölgeli kısım, kanal koşullarının nerede olduğunu gösterir.

Gerçek kanal. Sıcak bir cephe, nispeten daha soğuk ve daha sabit bir hava alanı üzerinde akan sıcak hava kütlesi arasındaki yüzey sınırını işaretler. Dönüş koşulları, olağanüstü yollar oluşturmak için sıcak cephenin birkaç yüz kilometre ilerisinde yeterince kararlı olabilir.

Soğuk bir cephe, kendisini daha sabit sıcak hava altında sıkıştıran soğuk hava kütlesi arasındaki yüzey sınırını işaretler. Sıcak hava, soğuk cephenin arkasındaki dar bir bantta yukarı doğru itilir ve güçlü ancak oldukça kararsız bir sıcaklık inversiyonu oluşturur. Geliştirme için en iyi şans, geçen soğuk cepheye paralel ve arkasında gerçekleşir.

DİĞER KONDİSYONERLER WITH KANALLARINI ATIYOR

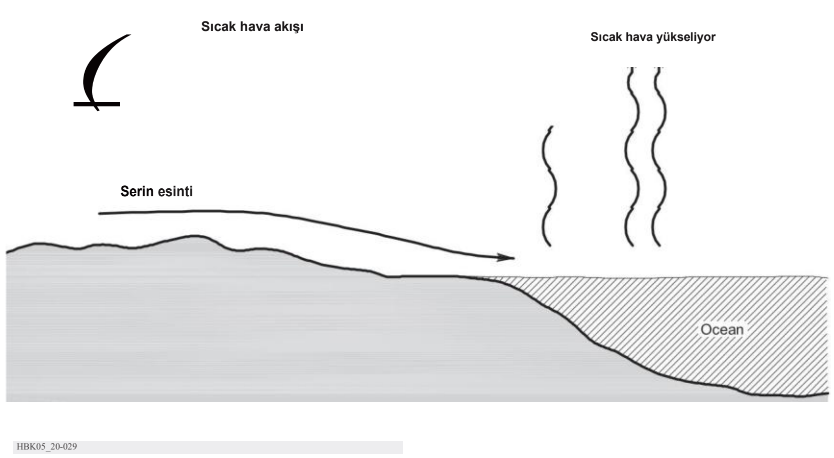
Bazı rüzgar türleri de yararlı ters dönüşler oluşturabilir. Rockies'in doğu yamaçlarından esen Chinook rüzgarı, Büyük Ovalar'ı öncelikle ilkbaharda sıcak ve çok kuru havayla doldurabilir. Zemin serin veya karla kaplı ise, Kanada'ya kadar Teksas'a ve Mississippi Nehri'ne kadar uzanabilir. Bu dağ esintileri olarak adlandırılan benzer türdeki offoehn rüzgarları, Alpler, Kafkas Dağları ve diğer yerlerde bulunabilir.

Kara *esintisi* hafif, sabit, serin bir rüzgardır ve genellikle okyanuslardan 50 km (30 mil) kadar içeride patlar, ancak mesafe bazı durumlarda daha büyük olabilir. Açık yaz akşamlarında gün batımından sonra kara esintileri gelişir. Toprak komşu okyanustan daha hızlı soğur. Toprak üzerinde soğutulan hava, Dünya yüzeyine yakın bir yere doğru akar. Okyanus, yükselen nispeten daha sıcak havanın yerini almak için. **Şekil 19.29'a bakınız.** Sıcak okyanus havası, tum'da, serin yüzey havasını değiştirmek için 200-300 metre (600- 1000 ft) yükseklikte hareket eder. Yere yakın serin havanın ve sıcak havanın kara-deniz dolaşımı, -saatlerce kalabilecek hafif bir inversiyon oluşturur. Kara esintisi inversiyonları genellikle gelişmiş koşullar getirir ve bazen kıyı bölgeleri boyunca 800 km'yi (500 mil) aşan temaslara izin verir.

Güney Avrupa'da, *siroko olarak bilinen sıcak, kuru bir rüzgar* bazen Sahra Çölü'nden kuzeye doğru nispeten daha serin ve nemli Akdeniz havası üzerinde eser. Sirocco inversiyonları çok güçlü olabilir ve Cebelitarık Boğazı'nı geçerek batıya doğru İsrael ve Lübnan'dan uzanabilir. Siroko tipi inversiyonlar muhtemelen Akdeniz boyunca 1500 km'yi (930 mil) aşan rekor kıran mikrodalga temaslarından sorumludur.

MARİNE SINIR KATMANİ ETKİSİ

Karayipler ve diğer tropikal denizler gibi ılık su üzerinde, *buharlaşma inversiyonları,* mikrodalga bölgesinde 3.3 ila 24 GHz arasında yararlı olan kanallar oluşturabilir. Bu inversiyon, kanal koşulları oluşturmak için sıcaklık artışından ziyade watervapor içeriğindeki keskin bir düşüşe bağlıdır. Su yüzeyinin hemen üzerindeki hava en az 30 ° C buharlaşma nedeniyle doymuştur. Nem, 3 ila 10 metre (10 ila 30 ft) yükseklikte önemli ölçüde düşer ve çok sığ ancak sabit bir kanal oluşturur. Su buharı emilimine bağlı kayıplar en yüksek kanalda dayanılmaz olabilir Frekanslar, ancak esintiler inversiyonun etkili yüksekliğini yükseltebilir ve kanalı daha uzun dalga boylarına açabilir. Bir buharlaşma inversiyon içinde olmasını sağlamak için sağ plajlarda istasyonları kurulmalıdır.



Şekil 19.29 - Gün batımından sonra bir sahil boyunca kara esintisi konveksiyonu, arazi üzerinde bir sıcaklık inversiyonu oluşturur.

TROPOSFERİC DUCTİNG TAHMINLERİ

Hava koşullarının troposferik kanalı destekleyip desteklemeyeceğine karar vermek için, "William Hepburn's Worldwide Troposferik Kanal Tahminleri" atwww.dxinfocentre.com/ **tropo.html adresini ziyaret edin.** Bu web sitesindeki ana içerik, dünyanın hemen hemen her bölgesi için tahmin haritaları - 6 günlük önizleme ve 42 saatlik ön izleme (6 saatlik ücretlendirmelerde) haritalarıdır .

Bu haritaların amacı, Hepburn Tropo İndex kullanılarak haritalarda renk gölgelemesi ile gösterilen VHF, UHF ve mikrodalga sinyalleri için potansiyel kanal yollarını göstermektir. Bu indeks, belirli bir alan üzerinde meydana gelmesi beklenen troposferik bükülme derecesini gösterir. Bu, 0'dan 10'a kadar doğrusal bir ölçekte genel troposferik radyo sinyal gücünün bir göstergesidir (10, kanal yoluyla yayılma için "son derece yoğun bir açıklığı" temsil eder).

Haritalarda ayrıca, hava koşullarının potansiyel olarak sinyal yollarını bozabileceği ve sinyal kuvvetlerinde olağandışı ve bazen hızlı değişikliklere neden olabileceği tahmin

19.4.4 Troposferik Solma

Atmosfer homojen olmadığından, radyo sinyalleri yoğunluk ve nemdeki değişikliklerle karşılaştıklarında hafifçe kırılır. Bir sinyal alıcıya aynı anda iki veya daha fazla farklı yolla ulaşabilir, bu da yolların göreceli fazlarına ve genliklerine bağlı olarak toplama veya kısmi iptal etmeye neden olabilir. Rüzgar estikçe, yollar değişir, bu da alınan sinyalin net genliğinin yavaşça değişmesine neden olur, bu da *parıldama solması olarak bilinen bir süreçtir. Bu,* yıldızların elektromanyetik spektrumun görünür kısmında parlamasına neden olan aynı süreçtir. Frekans ne kadar yüksek ve yol uzunluğu ne kadar uzun olursa, etki o kadar belirgin olur. Sintilasyon genellikle kısa menzilli VHF/UHF tekrarlayıcı çalışması için önemli olmasa da, mikrodalga noktadan noktaya bağlantılar için güç bütçelerinde ana sınırlama olabilir.

28 MHz ve üzerinde hızlı çarpıntı solması genellikle geçici olarak ikinci bir yayılma yolu oluşturan bir uçağın sonucudur. Flutter, doğrudan sinyal ile uçağın yansıttığı faz ilişkisi, uçağın hareketi ile değişir.

19.5 VHF/UHF Mobil Yayılım

Çoğu amatör, boş alandaki radyo sinyallerinin ters kare yasasına uyduğunun farkındadır: Alınan sinyal gücü, verici ve alıcı antenler arasındaki mesafenin karesiyle ters orantılıdır. Bu yasa *ancak* verici ve alıcı antenlerin aralarında engelsiz bir radyo yolu varsa geçerlidir.

Elde tutulan 144 MHz radyo kullanan iki operatör, her biri doğrudan bir görüş hattına sahip olacak şekilde bir dağın tepesinde duruyor. Ne kadar uzakta olabilirler ve hala güvenilir iletişimi sürdürebilirler? 5 W verici - gücü, 0 dBi anten kazancı (dipolden 2.15 dB daha kötü), 5 dB receivernoise figürü, 10 dB SİN oranı ve 12 kHz alıcı bant genişliği varsayalım.

Bu soruyu deneyimli VHF mobil operatörlerine sorun ve genellikle 20 ila 30 mil aralığında tahminler alırsınız, çünkü deneyimleri onlara bir tekrarlayıcı aracılığıyla iletişim kurmadığınızda bekleyebileceğiniz en fazla şey olduğunu söyler. Bununla birlikte, doğru cevap, önceki paragrafta verilen parametrelere dayanarak 9500 km'nin (5938 mil) üzerindedir! Bu aynı zamanda bazı operatörlerin İnternational Uzay İstasyonu'ndaki Amatör Radyo istasyonunu sadece bir el tipi alıcı-verici kullanarak nasıl çalıştırabildiğini de açıklıyor.

Tutarsızlık, görüş hattı senaryosunun yer seviyesine yakın bir mobil istasyon için gerçekçi olmaması gerçeğiyle açıklanmaktadır. Birkaç milden daha uzak mesafelerde, genellikle görüş hattı yoktur - sinyal vericiden alıcıya yolculuğunda en az bir kez yansıtılır. Sonuç olarak, yol kaybı tipik olarak ters kare yasasının ima ettiği gibi ikinci güce değil, üçüncü veya dördüncü güce olan mesafeyle orantılıdır.

19.5.1 Rayleigh Solma

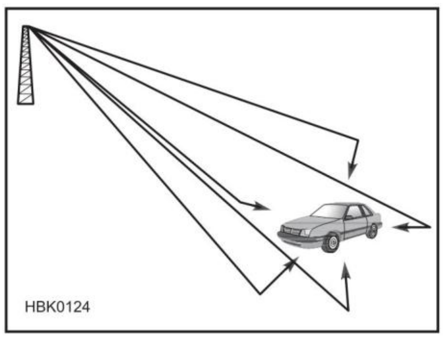
Sinyal sadece yansıtılmakla kalmaz, aynı zamanda alıcıya aynı anda birkaç farklı yoldan ulaşır. **Şekil 19.30'a bakınız.** Her yolun uzunluğu farklı olduğundan, sinyaller fazda değildir. Eğer iki yoldaki sinyaller faz dışında 180 ° olurlarsa ve aynı genlikte iptal edilirler. Eğer fazdaysa, genlikleri eklenecektir. Mobil istasyon hareket ettikçe, çeşitli yolların fazları rastgele bir şekilde değişir. Bununla birlikte, 2 metre bandında yaklaşık 20 inç olan 2/4'ten daha büyük mesafelerde korelasyon göstermezler. Bu nedenle, bir trafik ışığında durduğunuzda dinlediğiniz tekrarlayıcı düşerse, birkaç santim ileriye doğru sürünerek tekrar geri alabilirsiniz .

Tipik olarak düzinelerce yol olduğu için, genliklerinin ve fazlarının hepsinin mükemmel bir şekilde iptal edeceği şekilde olması nadirdir. 20 ila 30 dB veya daha fazla solma yaygındır. Sinyal gücü aralığı bir *Rayleigh dağılımına sahiptir*, Adını matematiksel formülü ilk kez türeten fizikçi/matematikçiden almıştır. Bu yüzden bu fenomene *Rayleigh solması denir*. ***Şekil*** **19.31,** çeşitli sinyal kuvvetlerinin göreceli olasılığını göstermektedir**. Şekil 19.32,** logaritmik (dB) ölçekte çizilen aynı grafiğin yanı sıra, mobil istasyon yolda hareket ederken zamana karşı tipik bir sinyal gücü grafiğidir.

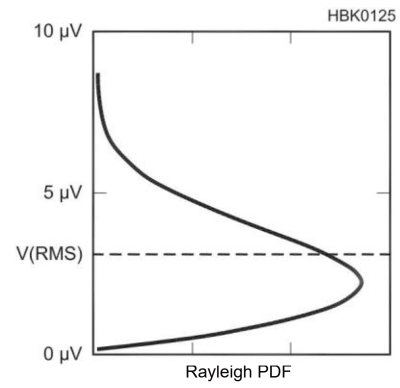
Yansıtıcı bir nesne antene ne kadar yakınsa, yol kaybı o kadar küçüktür. Verici veya alıcı antene yakın olan bir reflektör, ortada bulunandan çok daha güçlü bir sinyal verir. Bir ağaç dalı veya telefon direği gibi zayıf bir reflektör bile, mobil istasyona yakınsa önemlidir. Bu kadar çok yakın yansıtıcı olduğundan, - birçok ışın her yönden gelir.

Bir ileri hareket eden aracın önünden gelen ışınlar pozitif Doppler frekans kayması yaşar ve arkadan gelen ışınlar negatif Doppler kaymasına sahiptir. Kenarlardan gelenler arasında bir yerde, varış açısının kosinüsü ile orantılıdır. Alınan sinyal, tüm bu ışınların toplamıdır, bu da **Şekil 19.33'te gösterildiği gibi sinyalin Doppler yayılmasıyla sonuçlanır.** 2 metre bandındaki normal araç hızlarında, Doppler yayılımı sadece artı ve eksi 10 veya 15 Hz'dir.

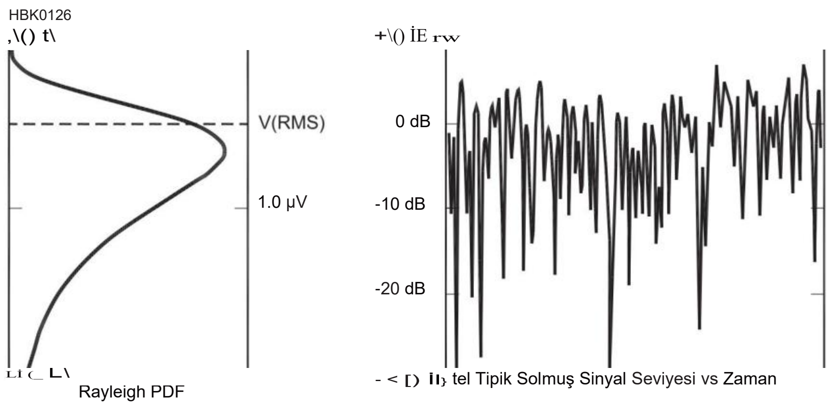
Doppler frekansı = F, v/c



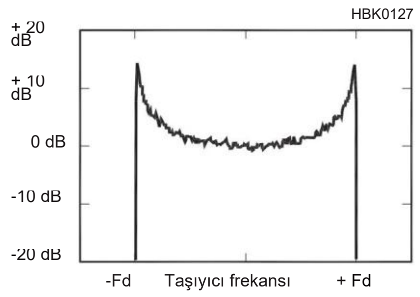
Şekil 19.30 - Birkaç milden daha uzak mesafelerde, normalde mobil istasyona giden bir hat görüş yolu yoktur. Her yol en az bir yansıma yaşar. (Radyo yolları karşılıklı olduğundan, yayılma hem alma hem de iletme için aynıdır.)



Şekil 19.31 - Yatay eksen, göreceli olasılık olan Rayleigh olasılık yoğunluğu fonksiyonudur (PDF) üzerinde gösterilen farklı sinyal seviyelerinin Dikey eksen. Bu grafik için, marjinal kapsama alanında tipik bir ortalama sinyal seviyesini temsil etmek üzere 3.16 μV'lik bir RMS değeri seçilmiştir.



Şekil 19.32 - Soldaki grafik, dikey eksenin logaritmik (dB ile orantılı) olması dışında Şekil 19.31 ile aynıdır. Sağda, aynı dikey ölçek kullanılarak çizilen aynı RMS voltaj seviyesinin tipik bir Rayleigh solmuş sinyali vardır.



Şekil 19.33 - Bir CW (modüle edilmemiş) sinyalin Rayleigh solma spektrumu. Merkez frekanstan maksimum sapma (F,) tipik olarak 144 MHz bandında 10-15 Hz'den azdır.

nerede

F c = taşıyıcı frekansı v = araç hızı

c = ışık hızı

Bir FM ses sinyalinde tek etki sesin hafif bir bozulmasıdır, ancak Doppler yayılımı daha sonra tartışılacağı gibi dijital sinyalleri ciddi şekilde etkileyebilir.

19.5.2 Çok yollu yayılma

Yerel reflektörlerle saçılmaya ek olarak, bir miktar uzakta bulunan büyük metal binalar gibi güçlü reflektörlerin neden olduğu birden fazla ana radyo yoluna sahip olmak da nadir değildir. **Şekil 19.34'e bakınız.** Her ana yol tipik olarak doğrudan mobil istasyona ulaşmaz, ancak yerel reflektörler tarafından ayrı ayrı Rayleigh soluklaşır.

Mobil istasyon hareket ettikçe, Tepelere, binalara ve diğer nesnelere müdahale ederek çeşitli yolların gölgelenmesi, ortalama sinyal seviyesinin girip çıkmasına neden olur, ancak Rayleigh solmasından çok daha yavaş bir oranda. Buna *gölgeleme veya yavaş solma denir. İt ayrıca log-normal solma olarak da adlandırılır,* çünkü ortalama sinyal seviyelerinin dağılımı log-normal bir eğriyi takip etme eğilimindedir. Bu, sinyal seviyesinin logaritmasının (bir dB ölçeğinde) *normal bir dağılıma* (ünlü çan şeklindeki eğri) sahip olduğu anlamına gelir. Bu etki tipik olarak her yoldaki ortalama sinyal seviyesinin artı ve eksi 10-20 dB (iki standart sapmada) ortalama değerden farklı olmasına neden olur. Bu, Rayleigh solmasından kaynaklanan sinyal değişimine ek olarak.

19.5.3 Alıcı Üzerindeki Etkisi

Radyo yön bulma (RDF) meraklıları, RDF alıcılarının, solma ve yansımalar nedeniyle vericiye net bir görüş hattı olan bir tepede veya başka bir yerde bulunmadıkça genellikle kararlı veya doğru göstergeler vermediğini fark etmişlerdir. En iyi teknik, yatağı gizli vericiye yakındaki yansıtıcı nesnelerden uzak yüksek bir yerden kaydetmek, daha sonra bu yönde sürmek ve bir sonraki okumayı başka bir (umarım daha yakın) tepeden almaktır. Sadece vericiye yakın olduğunda, RDF ekipmanı araç hareket halindeyken tipik olarak iyi okumalar verecektir .

Zayıf sinyal koşulları altında Rayleigh solması, ortalama sinyal seviyesinin, solma olmadığında güvenilir iletişimi sürdürecek kadar yüksek olmasına rağmen, sinyalin periyodik olarak düşmesine neden olur. *Picket eskrim,* böyle hızlı periyodik bırakma denir, bir Otoyol hızlarında zayıf bir bölgede seyahat ederken yaygın olay. Analog modülasyon ile, normalde tek çözüm sinyalin güçlü olduğu bir yerde durmaktır. Aracı birkaç inç ileri veya geri hareket ettirmek, okunamayan bir sinyali katı kopyaya değiştirmek için genellikle yeterlidir.

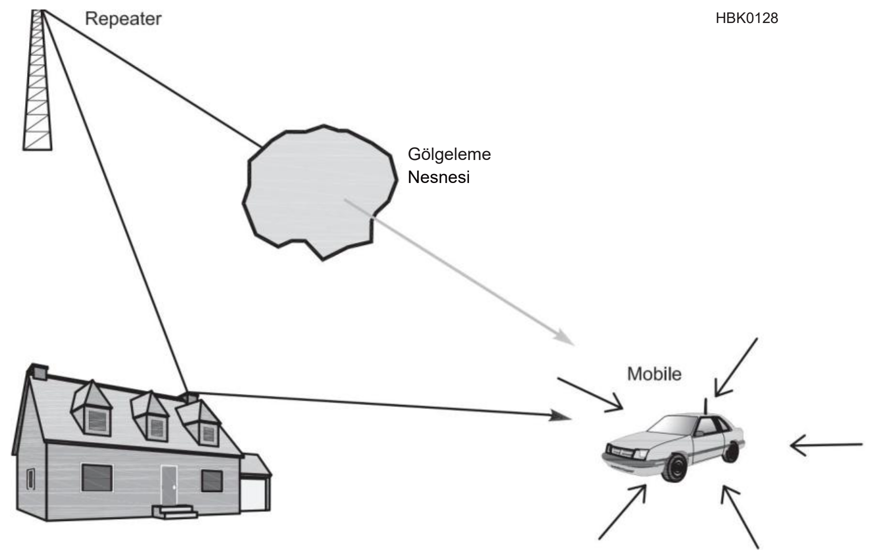
Başka bir olası çözüm, *çeşitlilik alımını kullanmaktır.* İki (veya daha fazla) mobil alıcı anteni yarım dalga boyu veya daha fazla aralıklarla yerleştirilirse, Rayleigh solması neredeyse tamamen ilişkisiz olacaktır. Bu, her ikisinin de aynı anda derin bir solma yaşaması için nispeten nadir olduğu anlamına gelir. Alıcı sistem, herhangi bir zamanda hangi antenin daha güçlü bir sinyale sahip olduğunu belirlemek ve sinyal bırakma olasılığını en aza indiren bir şema kullanarak sinyalleri otomatik olarak birleştirmek için devreye sahip olmalıdır. (Oldukça okunabilir bir solma tartışması olan bir mühendislik metni, Asha Mehrotra'nın Hücresel Radyo Performans Mühendisliğidir; Bu bölümün sonundaki "Kaynaklar ve Bibliyografya" bölümüne bakın.)

Düşük teknolojili bir şema, her kanal ayrı bir alıcıya ve antene bağlı stereo kulaklıklar kullanmaktır. Bu yöntem, doğrusal modülasyon (AM, SSB, CW) ile FM sinyalinin kesilmesiyle ortaya çıkan gürültü patlaması nedeniyle FM'den daha iyi çalışır.

Çeşitlilik antenleri bir tekrarlayıcı sahasında da kullanılabilir. Koşullar farklıdır, çünkü çoğu tekrarlayıcı anten birkaç yerel reflektör ile açık alanda bulunur. Çeşitlilik antenleri, solmanın korelasyon göstermemesi için tipik olarak 10 ila 20 dalga boyu sırasına göre çok daha uzakta bulunmalıdır.

FADİNG VE DİGİTAL SIGNALS Hücresel telefon endüstrisinde kullanılanlar gibi dijital olarak modüle edilmiş sinyaller, Rayleigh solmasıyla mücadele etmek için çeşitli teknikler kullanır. Bunlardan biri, iletilen sinyale, alıcının hatasız alım elde etmek için eksik bitleri "doldurabilmesi" için özel bir şekilde gereksiz bitler ekleyen hata düzeltme kodlamasıdır. Bu teknik, sinyal birkaç ardışık bitten daha uzun süre tamamen düşerse çalışmaz. Sıklıkla kullanılan çözüme *interleaving denir. Bu,* orijinal ses sinyalinde zaman içinde birbirine yakın noktaları temsil eden veri bitlerini alır ve bunları iletim için birkaç farklı zaman dilimine karıştırır. Bu şekilde, tek bir kısa bırakma, o zaman dilimi için tüm bitleri etkilemez. Lnstead, kayıp veriler birkaç farklı zaman dilimine dağılmış durumda. Herhangi bir noktada sadece birkaç bit eksik olduğundan, alıcıdaki hata düzeltici kod çözücü eksik bilgiyi yeniden oluşturmak için yeterli bilgiye sahiptir.

Sinyal giderek zayıfladıkça, dijital alıcıdaki hata düzeltmesi, sinyal dekoderin işleyemeyeceği kadar zayıflayana kadar neredeyse mükemmel ses kalitesi üretir. Bu noktada resepsiyon aniden durur ve çağrı



Şekil 19.34 - Çok yollu yayılma meydana geldiğinde, her ana yol tipik olarak mobil istasyona yakın çoklu reflektörler tarafından Rayleigh soluklaşır.



Şekil 19.35 - Çok yollu yayılma semboller arası girişime (İSi) neden olabilir. Alıcı kod çözücünün sinyali örneklediği sembol karar noktalarında, yol 2 verileri genellikle yol 1'deki verilere karşıdır.

düşürüldü. Analog bir sinyalle, sinyal zayıfladıkça alım daha da çizilir; Bu, sinyal tamamen düşmeden önce önceden uyarı verir.

Çok yollu solmuş bir sinyalin ana yolları birkaç mil uzunluğunda değişebilir. Yol uzunluğundaki 10 km'lik (6 mil) bir fark, - yayılma gecikmesinde bir fark ile sonuçlanır. 30 µs'den fazla. Bu, bir FM ses sinyalinde fark edilmese de, *intersimbol parazitine (İS/) neden olarak dijital sinyallerle hasara yol açabilir.* **Şekil 19.35'e bakınız.** Gecikme farkı bir sembolün sırasındaysa, alıcı bitişik sembollerin üst üste geldiğini görür. İn etkisi, sinyal kendine müdahale eder.

Bir çözüm, bir *ekolayzır kullanmaktır.* Bu, gecikme farklılıklarını gidermek için demodüle edilmiş sinyali filtreleyen özel bir dijital filtre türüdür, böylece birden fazla yol zamanla hizalanır. Mobil istasyon hareket ettikçe yol özellikleri değiştiğinden, alıcının eğitim sırasındaki bilinen sembollere dayanarak filtre katsayılarını yeniden optimize edebilmesi için periyodik olarak özel bir eğitim dizisi gönderilir.

ISİ, HF'de VHF/UHF'den daha büyük bir sorundur, çünkü yol uzunlukları çok daha büyüktür. 3000 km'ye (1800 mil) kadar olan yol uzunluğu farklılıklarına sahip olmak olağandışı değildir, bu da yayılma gecikmesi farklılıklarına karşılık gelir. 10 ms'ye kadar HF'de yaklaşık 10 ila 20 ms'den daha az sembol periyotlarına sahip dijital modların (yani, 50 ila 100 baud'dan daha büyük sembol oranlarıyla) bazı eşitleme yöntemleri olmadan çok pratik olmamasının nedeni budur.

Mobil radyo yayılımı hakkında çok daha ayrıntılı bilgiler mevcuttur, ancak maalesef çoğu mühendislik düzeyinde yazılmıştır. Örneğin, Keysight Technologies **(keysight.com),** N5 **l** 82B MXG X Serisi RF Vektör Sinyal Jeneratörü ile birlikte çalışan solma simülatörü yazılımı sunar.

Konuyu daha fazla araştırmak isteyenler için, Rayleigh solmasıyla ilgili denklemler ve açıklayıcı metinler içeren bir Mathcad dosyası şu adreste mevcuttur **www.arrl.org/qst-in-depth.** Bloom0806.zip için 2006 bölümüne bakın. Dosya, bu bölümdeki bazı grafikleri oluşturmak için kullanıldı. *Mathcad'e erişimi olmayanlar için,* dosyanın salt okunur PDF sürümü aynı dizinde bulunur.

19.6 Uzay İletişimi için Yayılma

Uzaya her türlü iletişim giderek daha önemli hale gelmiştir. Amatörler, uydu tekrarlayıcılarına erişirken veya ayı bir reflektör olarak kullanırken dünya dışı yayılmayla karşı karşıya kalırlar. (Bu modlar hakkında daha fazla bilgi, indirilebilir ek içerikle birlikte Uzay İletişimi bölümünde bulunabilir.) Özel yayılma sorunları, Dünya'dan iyonosfer (veya önemli bir kısmı) boyunca seyahat eden ve tekrar geri dönen sinyallerden kaynaklanır. Troposferik ve iyonosferik fenomenler, karasal yollar için çok faydalıdır, istenmez ve sadece uzay iletişimi için bir sıkıntı olarak hizmet eder. Faraday *rotasyonu olarak bilinen bir fenomen, iyonosferden* geçen radyo dalgalarının polarizasyonunu değiştirebilir ve zayıf sinyalleri almak için özel problemler ortaya çıkarabilir. Kozmik gürültü, antenler kasıtlı olarak uzaya yönlendirildiğinde de önemli bir faktör haline gelir.

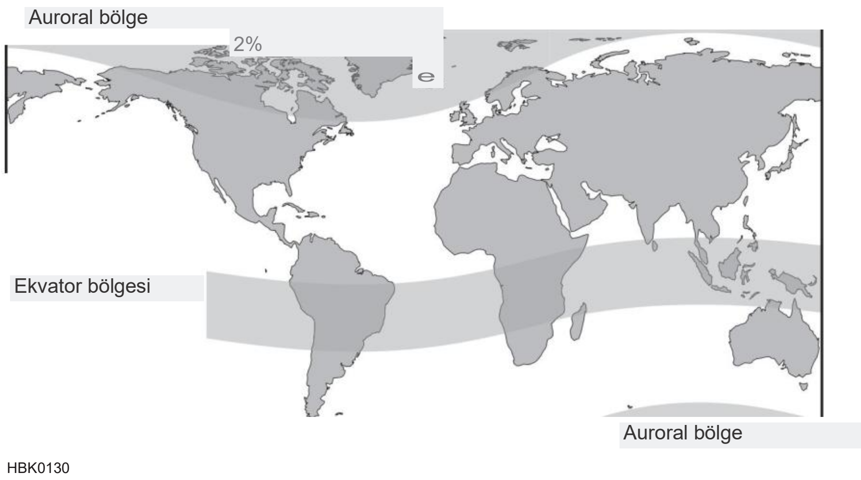
19.6.1 Faraday rotasyonu

Manyetik ve elektriksel kuvvetler iyonosferden geçen radyo dalgalarının polarizasyonunu döndürür. Örneğin, Dünya'yı yatay polarize olarak terk eden ve aydan yansıdıktan sonra geri dönen sinyaller aynı polarizasyonla gelmeyebilir. Polarizasyon 90 ° kaydırıldığında ek yol kaybı meydana gelebilir, bu da alınan sinyalin solmasına neden olur .

Faraday rotasyonunun tahmin edilmesi zordur ve etkileri zamanla ve çalışma frekansı ile değişir. 144 MHz'de polarizasyon Uzay dalgaları birkaç dakika içinde antenle hizaya geri dönebilir, bu nedenle çoğu zaman sadece beklemek Faraday problemini çözebilir. 432 MHz'de, polarizasyonun yeniden hizalanması yarım saat veya daha uzun sürebilir. Dairesel polarizasyon kullanımı bu sorunu tamamen ortadan kaldırır, ancak EME yolları için yeni bir sorun yaratır. Dairesel polarize sinyallerin hissi yansıma ile tersine çevrilir, bu nedenle normalde biri sol kutuplaşma ve diğeri sağ kutuplaşma olmak üzere iki tam anten sistemi gereklidir.

19.6.2 Sintilasyon

Dünya dışı sinyaller, daha önce *Troposferik Solma bölümünde açıklandığı gibi, alt atmosferde seyahat ederken parıldama solma yaşar*. Bununla birlikte, iyonosferi geçerken ışıldama solmasını da yaşarlar. Temel kural, iyonosferin yaklaşık 2 GHz'in altında hakim olması ve atmosferin genellikle 2 GHz'in üzerinde daha önemli olmasıdır. İyonosferdeki sintilasyon troposferdekinden daha karmaşıktır çünkü troposferden farklı olarak iyonosfer



Şekil 19.36 - Sintilasyon solma etkilerinin özellikle şiddetli olabileceği dünya bölgeleri (gölgeli).

Oldukça anizotropik ve düzensizlikler Dünya'nın manyetik alan çizgileri ile hizalanma eğilimindedir.

İyonosferik sintilasyon coğrafi konuma, günün saatine, 11 yıllık güneş lekesi döngüsüne ve jeomanyetik fırtınaların varlığına göre değişir. **Şekil 19.36,** parıldamanın gerçekleştiği dünya çapındaki alanları göstermektedir. En yoğun ve sık görülen rahatsızlıklar, Dünya'nın manyetik ekvatorunun yaklaşık 20 derecesinde bulunur. **Bu** bölgedeki solma derinliği 20 ila 30 dB kadar olabilir. Sintilasyon solması da manyetik kutupların yaklaşık 30 derecesinde yaygındır, ancak solma derinlikleri genellikle 10 dB'den fazla değildir. Orta enlemlerde iyonosferik sintilasyon nadiren bir sorundur. Boylam da önemlidir. Güney Amerika, Afrika ve İndia'da, güney yarımküre kışında (Mayıs-Ağustos) meydana gelme sıklığı yaz mevsimine göre önemli ölçüde düşüktür, örüntü ise orta Pasifik'te tam tersidir.

Kutup bölgelerinde rahatsızlıklar günün herhangi bir saatinde ortaya çıkar, ancak ekvatoral bölgede gün batımından bir saat kadar sonra başlar ve belki de ekinoksta yerel saatle 1900-2400 arasında birkaç saat sürer. Solma olayları bazen kesintilidir, aniden başlar ve birkaç dakika sonra aniden sona erer. Ay veya coğrafi uydular gibi yavaş hareket eden kaynaklara giden sinyal yolları, saniyede bir veya iki kez kaybolma eğilimindedir. Düşük Dünya'da solan iyonosferik sintilasyonu karakterize etmek için çok fazla çalışma yapılmamış olsa da Yörünge (LEO) uyduları, yörünge periyodu tipik olarak Dünya'nın 24 saatlik dönüş periyodundan çok daha az olan 1.5 saatlik bir sırada olduğundan, solma oranı daha hızlı bir büyüklük sırasından daha fazla olmalıdır.

Beklendiği gibi, güneş lekeleri de önemlidir. İyonosferik sintilasyon, 11 yıllık güneş döngüsünün zirvesine yakın çok daha şiddetli ve sıktır. Jeomanyetik fırtınalar da özellikle kutup bölgelerinde büyük bir etkiye sahiptir.

19.6.3 Dünya-Ay-Dünya

Amatörler 1960'dan beri VHF ve UHF bantlarında Ay'ı reflektör olarak kullandılar. İzin verilen maksimum güç ve büyük antenler, en iyi alıcılarla birlikte, normalde Dünya-AyDünya (EME) yollarında yer alan aşırı serbest alan ve yansıma kayıplarının üstesinden gelmek için gereklidir. Daha mütevazı istasyonlar, ayın perigee'de (ufukta) olduğu çalışma zamanlarını planlayarak EME temaslarını yapar. Sadece yarım derece genişliğinde bir hedef sunan ay, kendisine ulaşan radyo sinyallerinin sadece %7'sini yansıtır. Teknikler Faraday dönüşü, kozmik gürültü, Doppler kayması (ayın hareketlerinden dolayı) ve diğer zorluklarla başa çıkmak için tasarlanmalıdır. İlgili sorunlara rağmen, yüzlerce (ve muhtemelen binlerce) amatör istasyon, 50 MHz'den 10 GHz'e kadar olan tüm bantlarda ay aracılığıyla temas kurdu. EME teknikleri İletişim, indirilebilir ek içerikle Uzay İletişimi bölümünde tartışılmaktadır.

19.6.4 Uydular

Amatör uydulara erişim genellikle antenlere ve ekipmanlara büyük yatırımlar gerektirmez, ancak istasyon tasarımı uzay yayılımının özel zorluklarını dikkate almak zorundadır. Boş alan kaybı birincil husustur, ancak uydular sadece birkaç yüz kilometre uzakta olduğunda yönetilebilir. Yüksek Dünya yörüngelerindeki uydulara olan serbest uzay yolu kayıpları oldukça büyüktür ve uygun şekilde daha büyük antenlere ve daha yüksek güçlere ihtiyaç vardır.

30 MHz'in altındaki uydu frekansları zahmetli olabilir. İyonosferik soğurma ve kırılma, sinyallerin uzaya, özellikle de çok düşük kotlardaki uydulara ulaşmasını engelleyebilir. Ek olarak, insan yapımı ve doğal kaynaklar noise yüksektir. VHF ve özellikle UHF bu etkilerden büyük ölçüde bağışıktır, ancak boş alan yol kayıpları daha fazladır. Faraday dönüşü, kasıtlı veya kazara uydu yuvarlanması ve bir uydunun anteninin karasal antenlere göre yönlendirilmesi de dahil olmak üzere kutuplaşma ile ilgili problemler, dairesel polarize antenler kullanılarak büyük ölçüde aşılır. Uyduları kullanma hakkında daha fazla bilgi, indirilebilir ek içeriğe sahip Space Communications bölümünde bulunabilir.

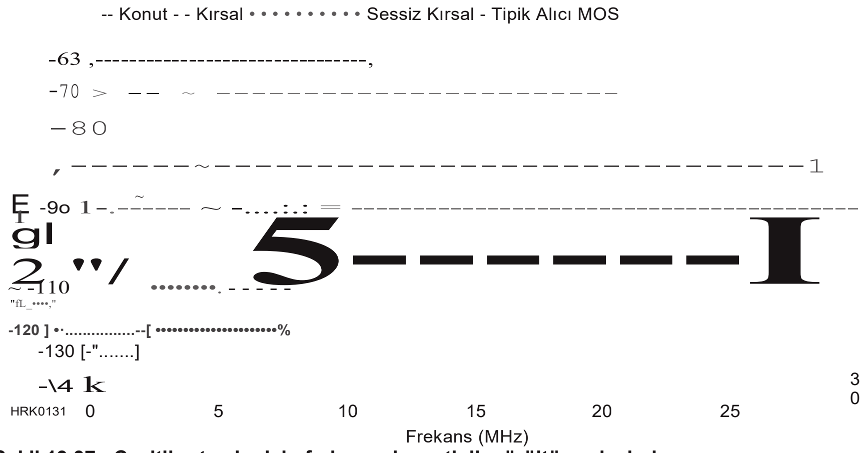
19. 7 Gürültü ve Yayılım

Gürültü basitçe istenen iletişimi engelleyen istenmeyen elektromanyetik radyasyondan oluşur. Bazı durumlarda, gürültü, en düşük kullanılabilir frekanslara pratik sınırı getirir. Gürültü, kaynaklarına göre sınıflandırılabilir: insan yapımı, karasal (atmosferik) ve kozmik. - Bitişik frekanslardaki diğer iletim istasyonlarından gelen İnterferans genellikle gürültü olarak kabul edilmez ve bir dereceye kadar dikkatli istasyon tasarımıyla veya parazitten daha uzak bir frekansa geçerek kontrol edilebilir. (Gürültü ile ilgili ek bilgiler **RF Teknikleri** ve **Alma** bölümlerinde bulunabilir.)

19.7.1 İnsan yapımı gürültü

Birçok kasıtsız radyo emisyonu insan yapımı kaynaklardan kaynaklanmaktadır. Geniş bant radyo sinyalleri, kontak anahtarları, elektrik motorları, benzinli motor bujileri ve hatalı elektrik bağlantıları gibi bir kıvılcım olduğunda üretilir. Floresan lambaları, mikrodalga fırınlar, lamba dimmerleri ve elektrik motoru içeren herhangi bir şey gibi ev aletleri üretebilir İstenmeyen geniş bant radyo enerjisi. Her türlü cihaz, özellikle bilgisayarlar ve mikroişlemciler, televizyon alıcıları ve diğer birçok elektronik tarafından kontrol edilen herhangi bir şey de UHF aralığına gürültü olarak algılanabilecek radyo sinyalleri yayar. Birçok durumda, bu Kaynaklar yereldir ve uygun önlemlerle kontrol edilebilir. **RF İnterference** bölümüne bakın.

Transformatörler, anahtarlar ve yıldırım tutucular dahil olmak üzere yüksek voltajlı iletim hatları ve ilgili ekipmanlar



Şekil 19.37 - Çeşitli ortamlar için frekansa karşı tipik gürültü seviyeleri.
(Bu, 500-Hz bir bant genişliğinde insan yapımı gürültüdür, Rec. ITU-R P.372.7, *Radyo* Gürültüsü.)

Geniş bir alanda yüksek seviyeli radyo sinyalleri, özellikle aşınmış veya yanlış muhafaza edilmişlerse. İletim hatları, bazı frekanslarda verimli antenler olarak işlev görebilir ve gürültü sorununa katkıda bulunabilir. Bazı sokak aydınlatmaları, neon tabelalar ve endüstriyel ekipmanlar da gürültüye katkıda bulunur.

Şekil 19.37, çeşitli gürültü ortamları için güç açısından frekansa karşı tipik gürültü seviyelerini göstermektedir. İnsan yapımı gürültünün, Sessiz Kırsal gürültü ortamı için kabaca 21 MHz'in altında olduğunu ve alıcınızın duyarlılığının (burada MDS olarak gösterilen - minimum fark edilebilir sinyal) ne kadar zayıf olduğunu belirlediğini unutmayın.

19.7.2 Yıldırım

Statik, en düşük frekans bantlarında en şiddetli olmasına rağmen, hemen hemen tüm radyo frekanslarında yaygın olarak duyulan gürültü çökmelerine verilen ortak bir terimdir. Atmosferik statik öncelikle yıldırım ve diğer doğal elektrik deşarjları neden olur. Statik yakın fırtınalardan kaynaklanabilir, ancak çoğu statik tropik fırtınalardan kaynaklanır. Herhangi bir radyo sinyali gibi, yıldırım tarafından üretilen statik yayılabilir. İyonosfer tarafından uzun mesafelerde. Bu nedenle, statik genellikle daha yakın fırtınaların olduğu yaz aylarında ve radyo yayılımının genellikle iyileştiği geceleri daha yüksektir. Statik genellikle 1.8 ve 3.5 MHz'de sınırlayıcı faktördür ve bu frekansları kullanmak için kışı daha uygun bir zaman yapar. (Güney Yarımküre'deki sessiz "kış" aylarının Haziran'dan Ağustos'a kadar olduğunu unutmayın.)

19.7.3 Yağış Statik ve Korona Deşarjı

Yağış statiği, genellikle kar yağışı da dahil olmak üzere çeşitli yağış türlerine eşlik eden neredeyse sürekli bir özet tipi gürültüdür. Yağış statiği, yağmur damlaları, kar taneleri ve hatta rüzgarla üflenen tozdan kaynaklanır ve bir antenle temas halinde küçük bir elektrik yükü aktarır. Fırtına altındaki elektrik alanları, ağaçlar, saçlar ve antenler gibi birçok nesneyi korona deşarjına yerleştirmek için yeterlidir. *Korona gürültüsü* radyoda sert bir çatırtı gibi gelebilir - yoğunlukta inşa etmek, aniden sona ermek ve daha sonra birkaç saniyelik döngülerde bir dakika kadar tekrar inşa etmek. Bir korona Şarj Onan anten bazı kritik seviyeye inşa ve daha sonra şarj önce sesli pop ile atmosferde deşarj olabilir. Yağış statik ve korona deşarjı, LF'den VHF aralığına kadar bir sıkıntı olabilir.

19.7.4 Kozmik kaynaklar

Güneş, uzak yıldızlar, galaksiler ve diğer kozmik özelliklerin hepsi gigahertz aralığına radyo gürültüsüne katkıda bulunur. Bu *kozmik kaynaklar* öncelikle HF'de az ya da çok sabit bir arka plan gürültüsü olarak algılanır. VHF aralığında ve daha yüksek, belirli kozmik gürültü kaynakları tanımlanabilir ve karasal ve uzay iletişiminde sınırlayıcı bir faktör olabilir. Güneş, radio gürültüsünün en büyük kaynağıdır, ancak etkileri geceleri büyük ölçüde yoktur. Kendi galaksimizin merkezi neredeyse Güneş kadar gürültülüdür. Galaktik gürültü, özellikle uydu veya EME iletişimi için kullanılabilecek yüksek kazançlı VHF ve UHF antenleri Samanyolu'nun merkezine doğru yönlendirildiğinde fark edilir. Diğer yıldız kümeleri ve galaksiler de gökyüzündeki radyo sıcak noktalarıdır. Son olarak, tüm gökyüzünü kaplayan çok daha düşük kozmik arka plan gürültüsü var.

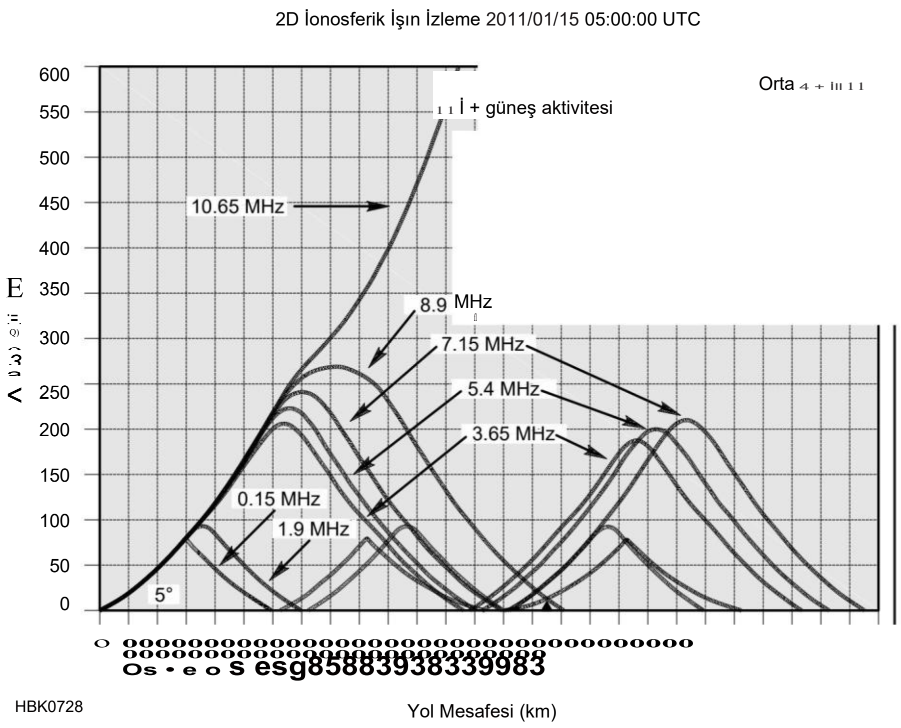
19.8 AM Yayın Bandının Altında Yayılım

LF/MF spektrumundaki iki bant amatörler tarafından erişim için tahsis edilmiştir: 13 5.7-137. 8 kHz ve 472-479 kHz. Bu bantlarda yayılma ile ilgili bazı temel konuları gözden geçirmek faydalı olacaktır.

Bir sinyalin A noktasından B noktasına ulaşma olasılığının belirlenmesinde üç önemli parametre vardır: Kırılma, soğurma ve polarizasyon. 160 metre ve 6 metrede yayılma kesinlikle farklı olsa da, bu bantların her ikisinde de bir elektromanyetik dalga aynı fizik yasalarını takip eder. Bu nedenle, bu üç parametrenin frekansa karşı nasıl değiştiğini anlamak, potansiyel olarak yeni düşük frekans bantlarımızda yayılma hakkında bize fikir verecektir.

Şekil 19.38, 10.65 MHz'den 150 kHz'e kadar olan frekanslar için gece (0500 UTC) inmidJanuaryatmoderatesolaractivity'de bir ışın izidir. Tüm ışınlar 5 derecelik düşük bir yükseklik açısı ile fırlatılır. (Bu rakam, bu yazılım paketi hakkında daha fazla ayrıntı için Ev Bilgisayarında MUF Tahmini bölümünü içeren Proplab Pro V3 kullanılarak yapılmıştır.)

MUF, bu koşullar altında 10.65 MHz için yeterince yüksek değildir ve iyonosferden geçer. Ancak 8.9 MHz ve daha düşük frekanslar, daha düşük yüksekliklerde art arda kırılır ve bu da daha kısa



Şekil 19.38 - Frekans azaldıkça daha fazla bükülme gösteren düşük frekanslı ışın izleri.

şerbetçiotu. Yani 135.7-137.8 kHz ve 472-479 kHz üzerindeki RF kısa şerbetçiotu alacaktır .

Tablo 19.7, Şekil 19.38'deki ışın izleriyle aynı koşullar altında 1500 km atlama için 5.4 MHz, 3.65 MHz, 1.9 MHz ve 150 kHz'de emilimi (ışın izinden gelen veriler) özetlemektedir. Frekans 5 .4 MHz'den 1.9 MHz'e düştüğünde, iyonosferik emilimden kaynaklanan kaybın beklendiği gibi arttığını unutmayın. Ancak 150 kHz'de emilim önemli ölçüde azalır. Bu, dalganın iyonosfere çok fazla yükselmemesinden kaynaklanmaktadır - aslında, artık gece D bölgesi iyonizasyonu, bu düşük frekansı minimum emilimle kırmak için yeterlidir. Yani RF 135.7- 137.8 kHz ve 472-479 kHz üzerinde acı çekmeyecek

Tablo 19.7
Emilim vs Frekans

Frekans (MHz)	*Hop Başına Emilim (dB)*
5.4	0.8
3.65	2.3
1.9	17.8
0.150	4.0

160 metredeki kadar emilim.

İn teorisi, oldukça eliptik polarizasyon bu düşük frekanslar için geçerli olacaktır. Bu bantlar için çoğu antenin dikey olarak polarize olması muhtemeldir, bu da iyi bir

En fazla enerjiyi sıradan dalgaya eşleştirmek.

Özet olarak, 135.7-137.8 kHz ve 472-479 kHz'deki gökyüzü dalgası yayılımı, iyonosfer ile D bölgesi arasındaki kısa şerbetçiotu yoluyla, ancak 160 metreden daha düşük emilimle olacaktır. Bu düşük emilimin temperlenmesi, daha düşük anten verimliliği ve daha yüksek alınan gürültü seviyeleridir. Böylece bu gruplar zor olacak, ancak Amatör Radyo ruhu bunlardan en iyi şekilde yararlanacak.

Bu, yeni gruplarımızın yayılmasına üstünkörü bir bakış. Daha ayrıntılı bir tartışma için, Aralık 2018 Aylık Özelliğini ziyaret edin **k91a.us.**

19.9 Radyo Yayılımı Terimleri Sözlüğü

***Bir endeks - Kümülatif* K endeks** değerlerine kabaca karşılık gelen açık uçlu bir doğrusal endeks (K endekslerini doğrusal bir ölçeğe dönüştürdükten sonra sekiz K endeksinin günlük ortalamasıdır). A indeksi genellikle sessiz ve aktif koşullar sırasında O ve 30 arasında ve jeomanyetik fırtınalar sırasında 100 ve daha yükseğe kadar değişir.

Emilim - Bir radyo dalgasının enerjisinin iyonosfer gibi bir ortamdan geçerken dağılması.

Antipode - Bir küre üzerinde birbirinin tam karşısındaki konumlar.

Atmosfer - Dünya'yı çevreleyen hava kütlesi. Radyo sinyalleri geçer
Atmosfer ve farklı koşullar
atmosferde (birlikte)
Sinyalin frekansı) bu sinyallerin nasıl hareket ettiğini veya yayıldığını etkiler .

Aurora - Manyetosferden gelen elektrik yüklü parçacıklar arasındaki etkileşimden kaynaklanan yüksek enlemlerde atmosferin bozulması ve
Dünya'nın manyetik alanı. *Auroral yayılım,* UHF sinyallerinden HF, başka bir istasyona ulaşmak için auroradan yansıtıldığında meydana gelir.

Auroral E - Auroral bölgede sporadik E.

Backscatter - Dünya veya okyanus tarafından, iletim istasyonuna doğru uzak bir noktada dağılmış olan tek atlama sinyalleri.

Beacon istasyonu - Sürekli olarak ileten ve diğer istasyonların beacon istasyonunun bulunduğu yere ve konumdan yayılmayı değerlendirmesine izin veren bir istasyon.

Koronal delik - Güneş'te manyetik alanın gezegenler arası manyetik alana (İMF) açık olduğu bir bölge ve
İyonize parçacıklar güneş rüzgarına kaçabilir.

Kritik açı - Belirli bir frekanstaki bir radyo dalgasının iyonosfer tarafından Dünya'ya döndürülebileceği en büyük açı.

Kritik frekans - Dikey insidansta E ve F bölgelerinden yankıları döndüren en yüksek frekans.

D bölgesi - İyonosferin en düşük bölgesi. D bölgesi (veya tabakası) kısa dalga radyo yayılımına çok az katkıda bulunur. İt, içinden geçerken radyo dalgalarından enerji emer. Bu emilim, gün ışığında yaklaşık 7.5 MHz'in altındaki sinyaller üzerinde önemli bir etkiye sahiptir.

Kırınım - Dalgaların bir kenar veya gelecek tarafından bükülmesi.

İkinci en düşük iyonosferik bölge olan E bölgesi (veya tabakası), gün boyunca en yüksek elektron yoğunluğuna sahiptir ve gece boyunca çok daha düşük bir elektron yoğunluğuna düşer. E bölgesi radyo dalgalarını Dünya'ya döndürecek kadar kırabilir.

Dünya-Ay-Dünya (EME) veya Moonbounce - Ay'ın yüzeyinden radyo sinyallerini yansıtarak diğer istasyonlarla iletişim kurma yöntemi.

Elektromanyetik dalga - Elektrik ve manyetik alandan oluşan bir enerji dalgası.

Ekinokslar - Dünya'nın Güneş etrafındaki yörüngesinde, Dünya'nın Güneş'in - ekvatorundan uzanan yatay bir düzlemi geçtiği iki noktadan biri. Ekinoks baharın başlangıcını, ekinoks sonbaharın başlangıcını gösterir.

Faraday rotasyonu - Dalgalar olduğunda radyo dalgalarının polarizasyonunun dönüşü
Manyetik bir alana (örneğin, Dünya'nın iyonosferi) dalmış iyonize bir ortamdan geçin.

F bölgesi - En yüksek iki iyonosferik bölgenin (veya katmanların) bir kombinasyonu, F ve F bölgeleri. F bölgesi radyo dalgalarını kırar ve onları Dünya'ya geri döndürür.
İts yüksekliği bağlı olarak büyük ölçüde değişir
Günün saati, yılın mevsimi ve güneş lekesi aktivitesinin miktarı.

Alan hizalı düzensizlikler (FA/) - 50 ve 144 MHz'de gözlenen, iyonosferdeki serbest elektronların dağılımındaki düzensizlikler Dünya'nın manyetik alanına paralel olarak hizalandığında meydana gelen bir yayılma mekanizması.

Serbest alan zayıflaması - Radyo enerjisinin - kaynağından küresel olarak yayılmasından kaynaklanan bir radyo dalgasının enerjisinin dağılması.

Gri çizgi - Gece ve gündüz arasındaki alacakaranlık bölgesi boyunca olağandışı iyonosferik konfigürasyonu dikkate alan özel bir uzun yol yayılımı şekli.

Yer dalgası yayılımı - Radyo dalgalarının Dünya yüzeyi boyunca hareket ettiği yöntem.

Yüksek frekans (HF) - 3 MHz ile 30 MHz arasındaki frekans aralığı için kullanılan terim. Amatör HF bantları, uzun süreli - (dünya çapında) temaslarda bulunma olasılığınızın en yüksek olduğu yerlerdir.

İonosfer - Atmosferde yüksek elektrik yüklü (iyonize) gazların bir bölgesi. İyonosfer, içinden geçerken radyo dalgalarını bükerek onları Dünya'ya geri döndürür**. Ayrıca gökyüzü dalgası yayılımına bakın.**

***K indeksi* -** Dünyadaki çeşitli gözlemevlerinde her üç saatte bir güncellenen bir jeomanyetik alan ölçümü. K indeksindeki değişiklikler HF yayılma koşullarını belirtmek için kullanılabilir. Yükselen değerler genellikle bozulmuş koşulları gösterirken, düşen değerler iyileşme koşullarını gösterir.

Görüş hattı yayılımı - VHF ve UHF yayılımını doğrudan bir istasyondan diğerine düz bir çizgide tanımlamak için kullanılan terim.

***Uzun yol yayılımı* -** Dünya yüzeyindeki iki nokta arasında, aralarındaki büyük daire boyunca bir yol izleyen, ancak aralarındaki en kısa mesafeden zıt bir yönde yayılma.

En düşük kullanılabilir frekans (L UFJ - Alıcı konumdaki iyonosferik emilim ve gürültünün alınan sinyal-gürültü oranını kullanılabilir olamayacak kadar düşük hale getirdiği maksimum kullanılabilir frekansın (MUF) altındaki frekans.

***M-faktörü* Maksimum - kullanılabilir frekans (**MUF) ve kritik frekans arasındaki oran.

***Maksimum kullanılabilir frekans** (MUF)*: **Gökyüzü dalgası yayılımını veya** *atlamayı kullanarak belirli bir hedefe ulaşacak en yüksek frekanslı radyo sinyali.* MUF, farklı hedeflere gönderilen radyo sinyalleri için değişebilir .

Meteor-saçılma iletişimi - Radyo sinyallerini Dünya'ya geri yansıtmak, kırmak veya dağıtmak için Dünya atmosferinde yanan bir meteorun iyonize izini kullanan bir radyo iletişim yöntemi.

Mikrodalga - 1000 MHz'den (1 GHz) daha büyük frekanslara sahip radyo dalgaları veya sinyalleri. Bu katı bir tanım değildir, sadece bu frekanslara atıfta bulunmanın geleneksel bir yoludur.

Moonbounce - Sinyallerin alınmadan önce Ay'dan geri döndüğü EME iletişimi için ortak bir isim.

***Multihop yayılımı* -** Dünya ve iyonosfer arasında birkaç atlama veya sıçrama kullanarak uzun mesafeli radyo yayılımı.

Multipath: Birden fazla yol üzerinden alıcı istasyona giden iletilen sinyalin neden olduğu solma etkisi.

Vertical İncidence Skywave (NVIS) yayılımının yakınında - **Atlama bölgesi içinde bulunan istasyonlara izin veren bir yayılma mekanizması,** ancak daha düşük bir frekansa giderek iletişimi sürdürmek için zemin dalgası yayılımı için çok uzak.

***Yol kaybı* -** Toplam yayılan sinyal enerjisine göre verici ve alıcı istasyonlar arasındaki toplam sinyal kaybı.

Pedersen ray - F bölgesine daha derin nüfuz eden yüksek açılı bir radyo dalgası İyonosfer, bu nedenle dalga daha düşük açılı bir dalgadan daha az bükülür ve bu nedenle bazı mesafeler için Dünya'nın F bölgesindeki yüzeyine paraleldir ve tek-hop yayılımı için normalde beklenenden daha uzak bir mesafede Dünya'ya geri döner.

Polarizasyon - Bir radyo dalgasının elektrik alanının yönü. Dipol gibi Dünya'nın yüzeyine paralel olan bir anten, yatay olarak polarize dalgalar üretir. Dünya yüzeyine dik olan, çeyrek dalga dikey gibi, dikey olarak polarize dalgalar üretir. Hem yatay hem de dikey polarizasyona sahip bir antenin dairesel olarak polarize olduğu söylenir.

***Yayılma* -** Radyo dalgalarının seyahat ettiği süreç.

***Radyo frekansı (RF) sinyalleri* -** RF sinyalleri genellikle 300 GHz'e kadar 20.000 Hz'den daha yüksek bir frekansa sahip herhangi bir elektrik sinyali olarak kabul edilir.

Radyo ufku - Bir antenden yayılan doğrudan bir dalganın Dünya yüzeyine teğet olduğu konum. Dalga ufku geçerken, dalganın yüzeyin üzerinde daha da yükseldiğini unutmayın.

***Radyasyon inversiyonu* -** VHF'de yayılmayı etkileyen bir hava durumu ve yukarıda. Radyasyon inversiyonları, Dünya yüzeyine yakın havanın giderek soğumasının bir sonucu olarak sadece gün batımından sonra karada oluşur.

Yağmur saçılma -3'te pratik troposferik saçılma özel bir durum .3 Yağmur damlalarından kaynaklanan saçılmanın neden olduğu 24 GHz aralığı.

***Yansıma* - Görüş hattı yayılımıyla hareket eden sinyaller,** binalar gibi büyük nesneler tarafından yansıtılır.

***Kırılma* -** Yayılma hızını değiştirerek dalgaları bükme. Radyo dalgaları iyonosferden geçerken kırılır. Radyo dalgaları yeterince kırılırsa Dünya'ya geri dönerler. Bu, HF bantlarında uzun mesafeli iletişimin temelidir.

***Saçılma* -** Atmosferin katmanlarında veya bir tıkanıklıktan kaynaklanan çoklu yansımalar yoluyla radyo dalgası yayılımı. Saçılma yayılımı, iyonosferde kırılma veya yansıma için yeterli iyonizasyon olmadığında, ancak zayıf elektromanyetik dalgaları çeşitli yönlere göndermek için yeterli olduğunda da meydana gelir.

Sintilasyon solması - Bir sinyal alıcıya aynı anda iki veya daha fazla farklı yolla ulaştığında meydana gelen solma, yolların göreceli fazlarına ve genliklerine bağlı olarak toplama veya kısmi iptallere neden olur.

Seçici solma Küçük frekans değişiklikleri üzerinde değişen radyo dalgası yoğunluğunun bir varyasyonu. İt neden olabilir Dalganın seyahat ettiği ortamdaki değişiklikler veya diğer şeylerin yanı sıra iletim yolundaki değişiklikler.

Kısa yol - İki istasyon arasındaki iki büyük daire yolunun daha kısa olanı.

Skip - İyonosferik kırılma yoluyla yayılma. İyonosfere olan mesafeyi geçip yere geri dönmek, *hop olarak adlandırılır.*

Atlama bölgesi - Zayıf radyo iletişiminin halka şeklinde bir alanı, yer dalgaları için çok uzak ve gökyüzü dalgaları için çok yakın.

***Gökyüzü dalgası yayılımı* -** Radyo dalgalarının iyonosferden geçerek Dünya'ya geri döndüğü yöntem. Bazen *atlama olarak adlandırılan* gökyüzü dalgası yayılımı, **görüş hattı ve yer dalgası yayılımından çok daha büyük bir aralığa sahiptir.**

***Güneş** döngüsü* **-** Güneş aktivitesinde yaklaşık 1 l yıllık değişim periyodu.

***Güneş patlaması* -** Güneş'in yüzeyinde, geniş bir elektromanyetik enerji spektrumunu uzaya fırlatan ve Dünya'daki iletişimi bozan bir patlama. Büyük bir parlama, kutup kapağında ek emilime neden olan göreceli protonları da serbest bırakabilir.

***Güneş rüzgarı* -** Güneş tarafından yayılan ve uzayda seyahat eden elektrik yüklü parçacıklar. Güneş rüzgarındaki değişiklikler, Dünya atmosferine ulaştıklarında radyo iletişimi üzerinde ani bir etkiye sahip olabilir.

Sporadik E - Radyo sinyalleri, iyonosferin E bölgesindeki küçük, ince ve yoğun iyonizasyon yamalarından yansıdığında ortaya çıkan gelişmiş bir radyo dalgası yayılımı şeklidir. Sporadik Eis, 15, 10, 6 ve 2 metre bantlarında ve bazen 1.25 metre bandında gözlenmiştir.

***Güneş lekesi döngüsü* - Güneş lekelerinin sayısı,** yaklaşık 11 yıl süren biraz öngörülebilir bir döngüde artar ve azalır.

***Güneş lekeleri* -** Güneş'in yüzeyindeki koyu lekeler. Az sayıda güneş lekesi olduğunda, yüksek frekanslı bantlarda uzun mesafeli radyo yayılımı zayıftır. Çok sayıda güneş lekesi olduğunda, uzun mesafeli HF yayılımı gelişir .

Sıcaklık inversiyonu - Atmosferde bir soğuk hava bölgesinin daha sıcak havanın altında kaldığı bir durum.

***Transekvatoral yayılma* -** Beklenen MUF'den daha yüksek frekanslı sinyallerin Dünya'nın manyetik ekvatoru boyunca yayıldığı bir F tabakası iyonosferik yayılımı şeklidir.

Troposfer - Dünya'nın atmosferindeki bölge, Dünya yüzeyinin hemen üstünde ve iyonosferin altında.

***Troposferik bükme* -** Radyo dalgaları troposferde büküldüğünde, görünür ufuktan daha uzakta Dünya'ya geri dönerler.

Troposferik kanal-Sıcak hava soğuk havayı aştığında ortaya çıkabilecek bir tür VHF yayılımı (sıcaklık inversiyonu).

Troposferik dağılım - Bir yöntem VHF ve üzerindeki radyo iletişimi, radyo ufkunun ötesindeki temaslara izin vermek için troposferdeki saçılımdan yararlanır.

Frekansa bağlı olarak 100 ila 500 km (60 ila 310 mil).

Ultra yüksek frekans (UHF) - 300 MHz ile 3000 MHz (3 GHz) arasındaki frekans aralığı için kullanılan terim. Teknisyen lisans sahipleri tüm Amatör UHF bantlarında tam ayrıcalıklara sahiptir.

Çok yüksek frekans (VHF) - Arasındaki frekans aralığı için kullanılan terim 30 MHz ve 300 MHz. Teknisyen lisans sahipleri tüm Amatör VHF bantlarında tam ayrıcalıklara sahiptir.

Görünür ufuk - Görüş hattı ile görülebilen en uzak nokta.

WWV/WWVH - Doğru zaman ve frekansları sağlamak için ABD NIST (Ulusal Standartlar ve Teknoloji Kurumu) tarafından işletilen radyo istasyonları.

19.10 Kaynaklar ve Bibliyografya

A. Barter, G8ATD, ed., *Uluslararası Mikrodalga El Kitabı, 2.* baskı (Potters Bar: RSGB, 2008). Mikrodalga yayılımı üzerine bir bölüm içerir.

B. Barter, G8ATD, ed., *VHF/UHF El Kitabı, 2.* baskı (Potters Bar: RSGB, 2008). VHF/UHF yayılımı hakkında bir bölüm içerir.

B. R. Bean ve E. J. Dutton, *Radyo Meteoroloji* (New York: Dover, 1968).

C. Davies, *İonosferik Radyo* (Londra: Peter Peregrinus, 1989). Yayılma konusunda mükemmel ama son derece teknik bir metin.

F. Donovan, W3LPL, "Güneş Döngüsü 25 Yükselen Yıllarında Ne Beklenir", *QST, Mayıs* 2021, pp 57-59.

R. D. Hunsucker, **J.K.** Hargreaves, *The Radyo Yayılımında Yüksek Enlem İyonosfer ve İts Etkisi (Cambridge* University Press, 2003). Son derece teknik, ancak iyonosferin temel fiziği hakkında mükemmel bir bölüm var.

G. Jacobs, T. Cohen, R. Rose, *Yeni Kısa Dalga Yayılma El Kitabı, CQ Communications*, İnc. (Hicksville, NY: CQ İletişim, 1995).

T. Kamp, DF5JL, "60-m-Band: Chancen fur NVIS", *CQ DL,* Şubat 2017, s. 48-50 .

U. Luetzelschwab, K9LA, **k91a.us.** İyonosfer ve yayılım hakkında 160 metre, HF, VHF, itiraz ve daha fazlası ile ilgili birçok makale.

L. F. McNamara, *Radyo Amatörlerinin İyonosfer Rehberi (Malabar*, Florida: Krieger Publishing Company, 1994). HF yayılımı hakkında mükemmel, oldukça okunabilir metin.

M. Mehrotra, *Hücresel Radyo Performans Mühendisliği* (Artech House, 1994). Bölüm 4 "Yayılma've Bölüm 3" Hücresel Çevre'nin giriş bölümüne bakınız. Çeşitlilik alım teknikleri Bölüm 8'de ele alınmıştır.

D. Straw, N6BV, "NVIS'in Olayı Nedir*?" QST, Aralık* 2005.

E. A. White, VA7JW, and K. Tapping, "The Penticton Solar Flux receiver", *QST,* Şubat 2013, pp 39-45 .

İçerik

Bölüm 20 - İndirilebilir Ek İçerik Makaleleri

- Ticari Bir Tripleks Tasarım George Cutsogeorge, W2VJN
- Anten Almak İçin Chokes ve İsolation Transformatörleri Jim Brown, K9YC
- Balununuzu Patlatmayın Dean Straw N6BV
- HF Yagi Triplexer Özellikle ARRL Field Day için Gary Gordon, K6KV
- Eski yara-coax ferrite chokes
- Ferrit Boğumlarının Ölçülmesi Jim Brown, K9YC
- Radyolar Arasında İsolation Ölçme George Cutsogeorge tarafından, W2VJN
- Mikrodalga Tesisat Paul Wade, W1GHZ
- Açık Telli Hat ile Çok Bantlı Operasyon George Cutsogeorge, W2VJN
- Karmaşık Karakteristik İpedans için Oktav, Maynard Wright, W6PAP
- Harmonik Zayıflama Koçanlarının Performansının Optimize Edilmesi George Cutsogeorge, W2VJN
- Harmonik Bastırma için Sapların Yerleştirilmesinin Optimize Edilmesi Jim Brown, K9YC
- Reaktif Olarak İletimler için Radyo Frekansı (RF) Dalgalanma Baskılayıcı Değerleri Tarafından Yükler Gene Hinkle, K5PA
- Ott Fiebel, W4WSR tarafından 7/8 İnch Heliax için Basit Ekleme
- Smith Chart ek
- Pencere Çizgilerini Birleştirme Joel Hallas, W1ZR
- Dijital Devrelerde İletim Hatları
- George Cutsogeorge tarafından geliştirilen TLWto Design İmpedance Matching Networks, W2VJN

Yazılım ve Araçlar

- *MATCH.EXE* yazılımı (Tuned (Resonant) Networks tartışması ile kullanım için)

Aşağıdaki program ayrı Yazılım klasöründe mevcuttur

- *Tonne* Software'den ijSmith

Bölüm 20

İletim hatları

RF gücü nadiren kullanılacağı yerde üretilir. Bir verici ve beslediği anten iyi bir örnektir. En etkili anten kurulumu açık havada ve zemin ve enerji emici yapılardan uzaktır. Bununla birlikte, verici, hava koşullarının dışında olduğu ve kolayca erişilebildiği iç mekanlara en uygun şekilde monte edilir. RF enerjisini vericiden antene iletmek için bir iletim hattı kullanılır. Bir iletim hattı, RF'yi kaynaktan hedefine mümkün olduğunca az kayıpla taşımalıdır. Bu bölümde ele alınan konularla ilgili ek materyaller *ARRL Anten Kitabında mevcuttur*.

20.1 İletim Hattı Temelleri

Radyo amatörleri tarafından kullanılan üç ana iletim hattı türü vardır: koaksiyel, openwire - ve dalga kılavuzu. En yaygın tip, Şekil **20.1'de çeşitli şekillerde gösterilen, genellikle koaksiyel olarak adlandırılan koaksiyel çizgidir.** Coax, iletkenler arasında bir dielektrik merkez izolatörü bulunan bir eşmerkezli dış iletken ile çevrili, telli veya katı tel olabilen bir merkez iletkenden oluşur. Dış iletken örgülü kalkan teli veya metalik bir kılıf olabilir. Esnek bir alüminyum folyo veya ikinci bir örgülü kalkan, standart bir dokuma kalkan örgüsünden elde edilebilen korumayı geliştirmek için bazı koaksiyellerde kullanılır. Eğer dış iletken katı alüminyum veya bakırdan yapılmışsa, koaksiyel *sert çizgi olarak adlandırılır.*

İkinci tip iletim hattı, koaksta kullanılan eşmerkezli olanlardan ziyade yan yana paralel iletkenler kullanır. Bu tür *açık telli hatların tipik örnekleri,* Şekil 20.1'de de gösterilen 300 Q TV şerit çizgisi veya ikiz kurşun ve 450 9 merdiven çizgisidir (bazen pencere çizgisi olarak adlandırılır). Her ne kadar açık telli hatlar, basit çok bantlı anten sistemlerinde doğal olarak daha düşük kayıplarından dolayı son yıllarda bir tür rönesansın tadını çıkarsa da, koaksiyel kablolar çok daha yaygındır çünkü kullanımı çok daha uygundur.

Üçüncü ana iletim hattı tipi *dalga kılavuzudur.* Açık tel ve koaksiyel hatlar, güç hattı frekanslarından mikrodalga bölgesine kadar kullanılırken, dalga kılavuzları sadece mikrodalga frekanslarında kullanılır. Dalga kılavuzları bu bölümün sonunda ele alınacaktır.

20.1.1 Temel bilgiler

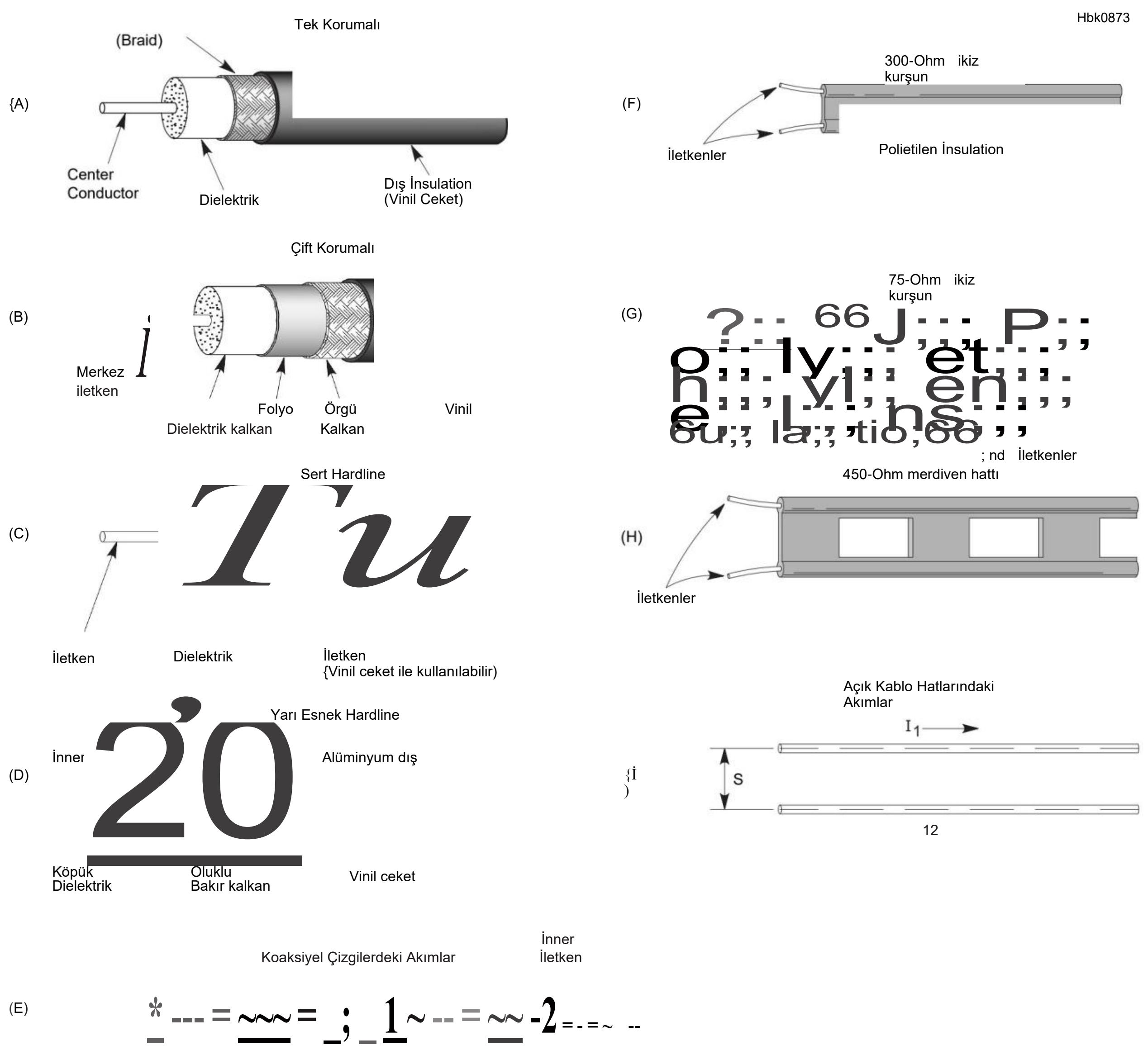
Koaksiyel veya açık telli hat, iki iletkende akan akımlar, Şekil 20'de gösterildiği gibi zıt yönlerde hareket eder. İE ve 20. II. Açık telli bir hat olan S'deki iki paralel iletken arasındaki fiziksel boşluk dalga boyu açısından küçükse, akımlar arasındaki faz farkı 180 °'ye çok yakın olacaktır. İki akım da eşit genliklere sahipse, her bir iletken tarafından üretilen alan diğeri tarafından üretilen alanı iptal edecek ve çizgi birçok dalga boyu uzunluğunda olsa bile enerji yaymayacaktır .

Açık telli bir hattaki her iletkendeki akımların genlik eşitliği ve 180 ° faz farkı, radyasyon iptal derecesini belirler. Akımlar herhangi bir nedenle eşit değilse veya faz farkı 180 ° değilse, çizgi enerji yayar. Bu dengesizliklerin nasıl oluştuğu ve ne derece sorunlara neden olabileceği daha sonra daha ayrıntılı olarak ele alınacaktır .

Açık telli bir hattın aksine, bir koaksiyel hattaki dış iletken, Şekil 20.lE'de gösterildiği gibi RF enerjisini hat içinde sınırlayan bir kalkan görevi görür. *Cilt etkisi nedeniyle (RF* **Teknikleri bölümüne bakınız), bir** koaksın dış iletkeninde akan akım, dış iletkenin iç yüzeyinde bunu yapar. İç iletkenin dış yüzeyinde ve dış iletkenin iç yüzeyinde akan akımlar tarafından üretilen alanlar, tıpkı açık tel hattında olduğu gibi birbirlerini iptal eder.

VELOCITY FAKTÖRÜ

Boş alanda, elektrik dalgaları ışık hızında veya saniyede 299.792.458 metre hareket eder. Saniyede feet'e dönüştürmek 983,569,082 verir. Uzaydaki bir dalganın uzunluğu frekans ile dalga boyu = A = hız/frekans olarak ilişkili olabilir. Böylece, bir dalga boyu



Şekil 20.1 - Amatörler tarafından kullanılan iletim hatlarının ortak türleri. Koaksiyel kablo veya "koaksiyel", yalıtımla çevrili bir merkez iletkene sahiptir. Kalkan adı verilen ikinci iletken, yalıtımı kaplar ve sırayla plastik dış ceket ile kaplanır. A, B, C ve D'de çeşitli tipler gösterilir. Merkez iletkenin dışındaki ve dış kalkanın (E) içindeki koaksiyel kablo akışındaki akımlar. Açık kablo hattı (F, G ve H) yalıtımla ayrılmış iki paralel iletkene sahiptir. Açık tel hattı, akım her tel (İ) üzerinde zıt yönlerde akar. Sert çizgi ve pencere çizgisini ekleme ile ilgili makaleler, çevrimiçi olarak sunulan ek bilgilere dahil edilmiştir.

1 Hz sinyali 983,569,082 ft. daha kullanışlı bir ifadeye geçmek şunları sağlar:

$$= 983.6/f \quad (1)$$

nerede

2 = dalga boyu, feet cinsinden f = MHz'de frekans .

Böylece, 14 MHz'de dalga boyu 70.25 ft'dir.

Dalga boyu (A) elektriksel derecelerde de ifade edilebilir. Tam dalga boyu 360 °, %7 180 °, 4 2 90 °, vb .

Dalgalar, bir vakumdan daha yoğun veya serbest herhangi bir ortamda ışığın hızından daha yavaş hareket eder.

Uzay. Bir iletim hattı, dalga akışını yavaşlatan bir yalıtkana sahip olabilir. Dalganın gerçek hızı, bu yalıtkanın dielektrik karakteristiğinin bir fonksiyonudur. Hızın değişimini, belirli bir dielektrik tipinin hız faktörü olarak ifade edebiliriz - dalganın iletim hattındaki yayılma hızının, boş alandakine kıyasla fraksiyonu. Hız faktörü, kullanılan malzemenin dielektrik sabiti ile ilgilidir.

$$VF = 1/6 \quad (2)$$

nerede

VF = hız faktörü
& = dielektrik sabiti.

Böylece gerçek bir iletim hattındaki dalga boyu şöyle olur :

$$2. = (983.6/f) \times VF \quad (3)$$

Örnek olarak, birçok koaksiyel kablo, yalıtım olarak merkez iletken üzerinde polietilen dielektrik kullanır. Polietilen için dielektrik sabiti 2.3'tür, bu nedenle VF 0.66'dır. Böylece, kablodaki dalga boyu, serbest uzay dalga boyu kadar yaklaşık üçte ikisidir.

VF ve birçok diğer özellikleri

Hem koaksiyel hem de ikiz kurşun olan hat tipleri, **Bileşen Verileri ve Referanslar** bölümündeki "Yaygın Olarak Kullanılan İletim Hatlarının Nominal Özellikleri" tablosunda gösterilmektedir.

VF'de partiden iletim hattının partisine farklılıklar vardır, çünkü üretim süreçleri sırasında dielektrik sabitinde bazı değişiklikler vardır. Yüksek doğruluk gerektiğinde, bir kablo uzunluğunun rezonans frekansını ölçmek için bir anten analizörü kullanarak VF'yi ölçmek en iyisidir. (Anten analizörünün kullanım kılavuzu prosedürü açıklayacaktır.)

CHARACTERİSTİC İMPEDANCE

Tamamen kayıpsız bir iletim hattı, **Şekil 20.2A'de gösterildiği gibi sonsuz uzun bir hatta bağlanmış bir dizi küçük indüktör ve kapasitör ile temsil edilebilir. (Biz** önceBu özel durum, çünkü hattın sonunda nasıl sonlandırıldığını düşünmemize gerek yok, çünkü sonu yok.)

Şekil 20.2A'deki her indüktör, bir telin çok kısa bir bölümünün indüktansını temsil eder ve her kapasitör, bu tür iki kısa bölüm arasındaki kapasitansı temsil eder. Birim çizgi başına indüktans ve kapasitans değerleri, iletkenlerin boyutuna ve aralarındaki boşluğa bağlıdır. Her seri indüktör, akımın aşağıdaki şant kapasitörünü şarj edebilme hızını sınırlamak için hareket eder ve bunu yaparken bir iletim hattının çok önemli bir özelliğini oluşturur: *dalgalanma empedansı,* daha yaygın olarak *karakteristik empedansı olarak bilinir.* Bu genellikle o olarak kısaltılır,

Z% = *L7c*

Nerede Arazi Bakımı birim hat uzunluğu başına indüktans ve kapasitans.

Hava yalıtımlı bir paralel iletken hattın karakteristik empedansı, yalıtım aralayıcılarının etkisini ihmal ederek,

$$Z_0 = \frac{120}{\sqrt{\varepsilon}} \cosh^{-1} \frac{S}{d} \quad (4)$$

nerede

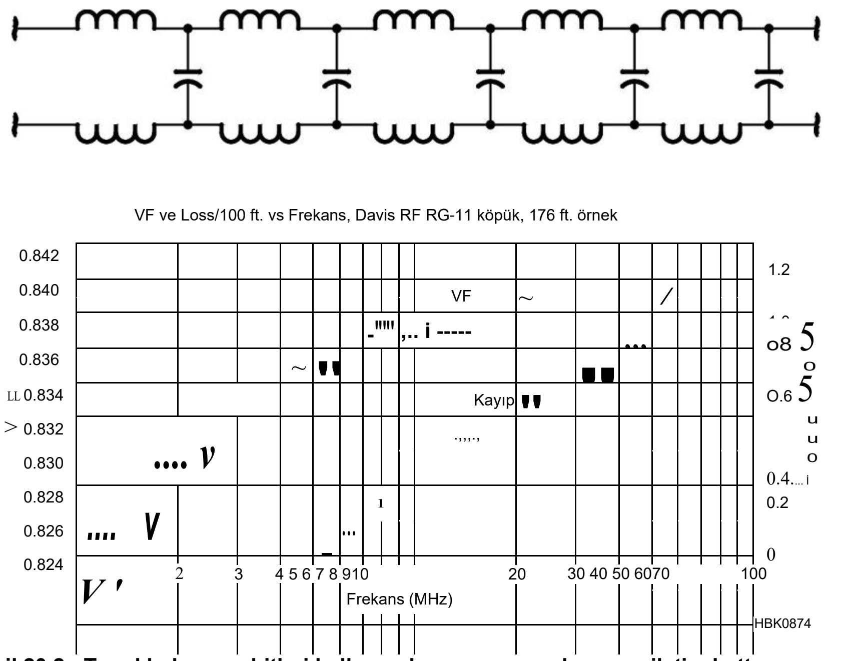
Z = karakteristik empedans

S = iletkenler arasındaki merkezden merkeze mesafe

d = S ile aynı birimlerdeki iletkenlerin çapı

S > > d olduğunda, Z, = 276 log10 (2S/d) yaklaşımı kullanılabilir, ancak S < 2d için, empedans transformatörleri için bir iletim hattı oluşturmak üzere tellerin birbirine bükülmesi durumunda olduğu gibi, doğru değerden önemli ölçüde daha yüksek değerler verir. *ARRL Antenna Book,* 24. baskısında çok küçük boşluklar için paraleliletken karakteristik empedans hakkında daha kapsamlı bir tartışma verilmiştir .

Bir hava yalıtımlı koaksiyel hattın karakteristik empedansı şu şekilde verilir:



Şekil 20.2 - Topaklı devre sabitleri kullanarak sonsuz uzun kayıpsız iletim hattının eşdeğer devresi (A). İletim hattının gerçek performansı (B)'de gösterildiği gibi frekansa göre değişir. Hassas kullanımlar için, Z, VF ve kayıp için tam değer kablonun ölçülmesiyle belirlenmelidir.

Zg = 138 logjo (*b/a*) (5)

nerede

Z, = karakteristik empedans

b = dış iletkenlerin iç çapı a = iç iletkenin dış çapı

(b ile aynı birimlerde).

Aynı birimler oldukları sürece, S, d, bir küre için hangi birimlerin kullanıldığı önemli değildir. Yakın aralıklı, büyük iletkenlere sahip bir hat, düşük bir karakteristik empedansa sahip olurken, geniş aralıklı, küçük iletkenler nispeten yüksek bir karakteristik empedansa sahip olacaktır. Pratik açık telli hatlar, yaklaşık 200 ila 800 © 2 arasında değişen karakteristik empedanslar sergilerken, koaksiyel kablolar Z, 25 ila 100 © arasında değerlere sahiptir. Özel durumlar dışında, Amatör Radyoda kullanılan koaksiyel 50 veya 75 Q'luk bir empedansa sahiptir .

Tüm pratik iletim hatları bir miktar güç kaybı gösterir. Bu kayıplar, hattı oluşturan iletkenlerde bulunan dirençte ve iletkenler arasındaki dielektrik malzemede akan sızıntı akımlarında meydana gelir. Daha sonra, sonsuz uzunlukta olmayan gerçek bir iletim hattı, anten gibi gerçek bir yük empedansında sonlandırıldığında ne olacağını düşüneceğiz.

Pratik çizgiler ayrıca karakteristik empedans, VF ve geniş frekans aralıkları boyunca çizgi kaybında adil bir değişiklik gösterir. Bu bölümde verilen basitleştirilmiş hesaplamalar, - düşük VHF ile MF'de yararlı değerler veren iletken ve yalıtım özellikleri hakkındaki varsayımları basitleştirir. Daha düşük ve

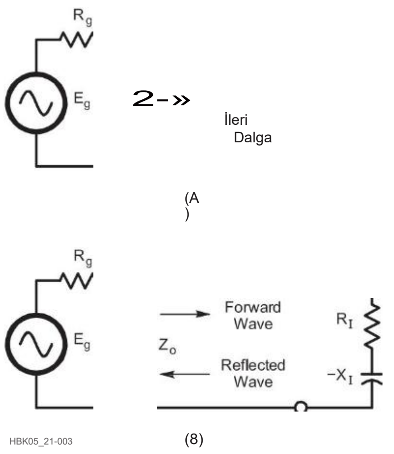
Daha yüksek frekanslarda gerçek değerler önemli ölçüde farklı olur. Şekil 20.2B, Jim Brown, K9YC tarafından ölçülen bir RG 11 tipi kablo için 1-60 MHz'den VF ve hat kaybını göstermektedir.

20.1.2 Eşleşen ve Uyuşmayan Çizgiler

Gerçek iletim hatları belirli bir uzunluğa sahiptir ve **Şekil 20.3A'de gösterildiği gibi bir yüke (anten gibi) bağlanır veya sonlandırılır. Yük,** değeri çizginin karakteristik empedansına eşit olan saf bir dirençse, çizginin *eşleştiği söylenir.* Hat boyunca hareket eden akıma, hattın sonundaki böyle bir yük, aynı karakteristik empedansın daha fazla iletim hattıymış gibi görünür. Uyumlu bir iletim hattında, enerji kaynaktan yüke ulaşana kadar hat boyunca hareket eder, burada tamamen emilir (veya yük bir anten ise yayılır).

MIKSATED LIHES

Şimdi, Şekil 20.3B'deki hattın "iletim hattının Z0 eşit olmayan bir empedansta" sonlandırıldığını varsayalım. Çizgi artık *uyumsuz bir çizgi*. Uyumsuz bir hattın sonuna ulaşan enerji, yük empedansı tarafından tamamen emilmez. İnstead, enerjinin bir kısmı kaynağa geri yansıyacak. Yansıyan ve emilen enerji miktarı, hattın karakteristik empedansı ile sonuna bağlı yük empedansı arasındaki uyumsuzluk derecesine bağlıdır.



Şekil 20.3 - A'da koaksiyel iletim hattı Z'ye eşit dirençle sonlandırılır. Tüm güç emilir
yükün içinde. B'de, koaksiyel çizgi, **oluşan bir empedansta sonlandırılmış olarak gösterilir.**
Bir direnç ve kapasitif reaktans. Bu uyumsuz bir çizgidir ve yansıyan bir dalga jeneratöre doğru çizgiden geri döndürülecektir. Yansıyan dalga, ileri dalgaya eklenir ve hatta duran bir dalga üretir. Yansıma miktarı, yük empedansı ile iletim hattının karakteristik empedansı arasındaki farka bağlıdır.

Enerjinin bir süreksizlikte yansımasının nedeniBir iletim hattına yapılan müdahale, bazı sınırlayıcı durumları inceleyerek en iyi şekilde anlaşılabilir. İlk olarak, çizginin sonunda kısa devre yaptığı oldukça aşırı durumu düşünün. Yüke akan enerji, sonunda kısayla karşılaşacak ve bu noktadaki voltaj sıfıra gidecek, akım ise maksimuma yükselecektir. Kısa devre herhangi bir gücü dağıtmadığından, enerjinin tümü kaynak jeneratörüne geri yansıtılacaktır.

Hattın sonundaki kısa devre açık devre ile değiştirilirse, tam tersi olur. Burada voltaj maksimuma yükselecek ve akım tanım gereği sıfıra gidecek. Faz tersine dönecek ve yine tüm enerji kaynağa geri yansıyacaktır. Bu arada, eğer bu size yarım dalga boyu dipol anteninin sonunda ne olduğu gibi geliyorsa, oldukça haklısınız. Bununla birlikte, bir anten durumunda, anten boyunca hareket eden enerji, radyasyon tarafından bilerek kaybolurken, iyi bir iletim hattı radyasyona çok az enerji kaybeder, çünkü iletkenlerden gelen alanlar hattın dışında kalır.

Kısa ve açık devrenin uç noktaları arasına düşen yük empedansları için, yansıyan dalganın fazı ve genliği değişecektir. Yansıtılan enerji miktarı ve yükte emilen enerji miktarı, hattın karakteristik empedansı ile sonunda yükün empedansı arasındaki farka bağlı olacaktır.

Çizginin gerisine yansıyan enerjiye gerçekte ne olur? Bu enerji başka bir empedans süreksizliği ile karşılaşacaktır, bu sefer kaynak. Yansıyan enerji, kaynaktaki ve yükteki uyumsuzluklar arasında ileri geri akar. Bu tür birkaç yolculuktan sonra, yansıyan dalga, kısmen hattaki sonlu kayıpların bir sonucu olarak, ancak esas olarak yüke her ulaştığında yükte kısmi emilim nedeniyle, hiçbir şeye azalmaz. Aslında, eğer yük bir anten ise, yükte böyle bir emilim arzu edilir, çünkü enerji aslında anten tarafından yayılır.

Bir iletim hattının terminallerine sürekli bir RF voltajı uygulanırsa, hat boyunca herhangi bir noktadaki voltaj, voltajların bir vektör toplamından, yüke doğru hareket eden dalgaların bileşiminden ve kaynak jeneratörüne doğru geri giden dalgalardan oluşacaktır. Yüke doğru hareket eden dalgaların toplamına *ileri veya olay* dalgası, jeneratöre doğru hareket eden dalgaların toplamına ise *yansıyan dalga denir.*

20.1.3 Yansıma Katsayısı ve SWR

Uyumsuz bir iletim hattında, hat üzerindeki herhangi bir noktadaki yansıyan dalgadaki voltajın, aynı noktadaki ileri dalgadaki voltaja oranı, *voltaj yansıma katsayısı olarak tanımlanır.* Bu, mevcut yansıma katsayısı ile aynı değere sahiptir. Yansıma katsayısı karmaşık bir niceliktir (yani hem genliğe hem de faza sahiptir) ve genellikle Yunan harfi p (rho) veya bazen profesyonel literatürde İ (Gamma) olarak belirtilir. R (yük direnci), X (yük reaktansı), Z (gerçek kısmı Ro ve reaktif kısmı X olan çizgi karakteristik empedansı) ve karmaşık yansıma katsayısı p arasındaki ilişki

P-- %7-Z / Z4 + 7o = (R} ± jXp) - (Ro ± jXo) (R ± jXp) + (Ro ± jXo) (6A)

Çoğu iletim hattı için karakteristik empedans Z neredeyse tamamen dirençlidir, yani z = R ve X = 0. Denklem 6A'daki karmaşık yansıma katsayısının büyüklüğü şu şekilde basitleştirilir:

$$\frac{(R_1 - R_0)^2 + X_1^2}{(R_1 + R_0)^2 + X_1^2} \quad (6B)$$

Örneğin, bir koaksiyel çizginin karakteristik empedansı 50 Q ve yük empedansı-90 © 2 kapasitif reaktansı ile seri 120 92 ise, yansıma katsayısının büyüklüğü

020-50 + 6-907 * "o.s93
(120 + 50) + (-90)?

Eğer R; Denklemde 6A R'ye eşittir ve X} 0'dır, yansıma katsayısı, p, 0'dır. Bu, olay dalgasındaki tüm enerjinin yüke aktarıldığı eşleşen bir durumu temsil eder. Öte yandan, R 0 ise, yükün kısa devre olduğu ve gerçek bir dirençli parçaya sahip olmadığı anlamına gelirse, yansıma katsayısı Ro- değerine bakılmaksızın 1.0'dır. Bu, yük tamamen reaktif olduğu için tüm ileri gücün yansıtıldığı anlamına gelir.

Yansıma kavramı genellikle dB olarak verilen ve yansıma katsayısının karşılıklı logaritmasının 20 katına eşit olan geri dönüş kaybı (RL) açısından gösterilir.

RL (dB) = -10log (P ,/P) = -20log (p) (7)
Yukarıdaki örnekte, geri dönüş kaybı 20 log (1/0.593) = 4.5 dB'dir. (Bileşen **Verileri ve Referanslar** bölümündeki Tablo 22.65'e bakın .)

Yükten yansıma olmazsa, hat boyunca voltaj dağılımı sabit veya *düzdür.* Bu koşullar altında çalışan bir çizgi, *eşleşen veya düz bir* çizgi olarak adlandırılır. İf yansımaları var, bir gerilim *ayakta dalga* desen hat boyunca ileri ve yansıyan dalgaların etkileşiminden kaynaklanacaktır. En az 4 2 uzunluğunda kayıpsız bir iletim hattı için, hattın herhangi bir yerindeki maksimum tepe voltajının hat boyunca herhangi bir yerdeki minimum değere oranı, *voltaj duran dalga oranı veya VSWR olarak tanımlanır. (Gerçek* maksimum ve minimum oluşturulması için satır 4 2 veya daha uzun olmalıdır.) Yükten gelen yansımalar aynı zamanda çizgide akan akımların ayakta dalga desenini üretir. Maksimum akımın minimum akıma oranı veya ISWR, belirli bir satırdaki VSWR ile aynıdır.

Amatör literatürde, SWR kısaltması genellikle ayakta dalga oranı için kullanılır, çünkü sonuçlar akım veya voltajın uygun ölçümlerinden alındığında aynıdır. SWR, maksimumun minimuma oranı olduğundan, asla bir-toone'dan az olamaz. Başka bir deyişle, mükemmel düz bir çizginin SWR'si 1:1'dir. SWR, karmaşık yansıma katsayısının büyüklüğü ile ilgilidir ve bunun tersi

SwR- l ± [1 / el-l (8A)

ve

I- SWR-1 / gwR (8B)

8A ve 8B denklemlerindeki tanımlar, herhangi bir çizgi uzunluğu ve kayıplı olan çizgiler için geçerlidir, sadece kullanımdaki frekansta 4 2'den uzun kayıpsız çizgiler için değil. Çoğu zaman yük empedansı tam olarak bilinmemektedir, çünkü bir anten genellikle bir iletim hattını sonlandırır. Anten empedansı, yerden yüksekliği, izolatörlerin son etkileri ve yakındaki iletkenlerin etkileri dahil olmak üzere bir dizi faktörden etkilenebilir. Yansıma katsayısını şu şekilde de ifade edebiliriz:

İleri ve yansıyan güç, yönlü bir RF wattmetre kullanılarak kolayca ölçülebilen miktarlar. Yansıma katsayısı ve SWR şu şekilde hesaplanabilir:

I =, 7n (9A)

ve

7n SWR - " 1, + R, / 1-P,7 (9B)

nerede

Pr = yansıyan dalgadaki güç Pf = ileri dalgadaki güç.

Bir doğru eşleşmezse (SWR > 1:1), hattın herhangi bir noktasında ölçülen ileri ve yansıyan güçler arasındaki fark, o noktadan yüke doğru giden net güçtür. Uyumsuz bir hat üzerinde yönlü bir wattmetre (genellikle yansıyan bir güç ölçer veya yansıtıcı olarak adlandırılır) ile ölçülen ileri güç, böylece her zaman 1:1 SWR ile düz bir hat üzerinde ölçülen ileri güçten daha büyük görünecektir.

Dean Straw, N6BV tarafından yazılan ve *ARRL Antenna Book* indirilebilir içeriğinde yer alan TLW yazılım programı, bu karmaşık denklemleri çözer. Birçok yaygın iletim hattı tipinin özellikleri yazılıma dahil edilmiştir, böylece gerçek anten eşleştirme problemleri - kolayca çözülebilir. Programın kullanımıyla ilgili ayrıntılı talimatlar buna dahil edilmiştir. Bu bölümdeki örnek hesaplamalar için TLW kullanılmıştır.

20.1.4 İletim Hatlarındaki Kayıplar

Bir iletim hattı, hatta kullanılan iletkenlerin direncinden ve hattın izolatörlerindeki dielektrik kayıplardan kaynaklanan belirli bir miktar kayıp sergiler. Belirli bir frekansta çalışan iletim hattının belirli bir tipi ve uzunluğu için kibrit hattı kaybı, hat - karakteristik empedansına eşit bir dirençle sonlandırıldığında kayıptır. Bir çizgideki kayıp, eşleşen bir çizgi olarak çalıştırıldığında en düşüktür.

SWR 1:1'den büyük olduğunda satır kayıpları artar. Enerji, jeneratörden yüke doğru aktığında veya yüke yansıdığında ve jeneratöre doğru geri döndüğünde, hat boyunca belirli bir miktar kaybolacaktır. Bir iletim hattı üzerindeki duran dalgaların net etkisi, eşleşen hat durumuna kıyasla ortalama akım ve voltaj değerini arttırmaktır. Akımdaki bir artış iletkenlerde İR (ohmik) kayıpları yükseltir ve RF voltajındaki bir artış dielektrikte E ?/R kayıplarını arttırır. Hat kaybı frekans ile artar, çünkü iletken direnci cilt etkisi ile ilgilidir ve ayrıca dielektrik kayıpları frekans ile yükselir.

Eşleştirilmiş hat kaybı (ML), belirli bir frekansta yüz feet başına desibel olarak belirtilir. Hem koaksiyel hem de açık tel dengeli tipler olmak üzere bir dizi yaygın çizgi türü için frekansa karşı yüz fit başına eşleştirilmiş çizgi kaybı, Bileşen **Verileri ve Referanslar** bölümünde grafiksel olarak ve tablo olarak gösterilir. Örneğin, RG-213 koaksiyel kablo, 100 MHz'de 2,5 dB/100 ft'lik bir eşleştirilmiş hat kaybına sahiptir. Böylece, 100 MHz'de 50 © 2 yükü besleyen bu kablonun 45 ft'lik bir kaybı olacaktır.

M.1 h d1 2.5 dB

E me oss = --- x 45 ft vedi

Bir çizgi eşleşmezse, duran dalgalar o çizgi için doğal eşleşmiş çizgi kaybının ötesinde ek kayıplara neden olur.

Toplam Uyumsuz Hat Kaybı (dB)

$$= 10 \log \left[\frac{a^2 - |\rho^2|}{a\left(1 - |\rho^2|\right)} \right] \qquad (10)$$

nerede

a = 1 (ML/İO

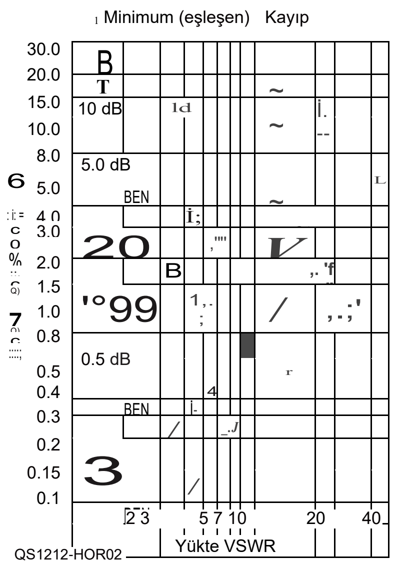
ML = dB'de hattın eşleşen kaybı .

SWR'nin hat kaybı üzerindeki etkisi grafiksel olarak **Şekil 20.4'te gösterilmiştir.** Yatay eksen, satırın yük ucundaki SWR'dir. Eğriler ailesi, kullanımdaki iletim hattının uzunluğunun eşleşen kaybıdır. Yatay eksendeki SWR değerinden, besleme çizgisinin eşleşen kaybını temsil eden eğriye dikey olarak ilerleyin (SWR değeri 1:1 olan kayıp). Kesişme noktasında, toplam kayıp dikey eksende okunabilir.

İletim hattı kaybının ölçülmesi

En belirgin yöntem kalibre edilmiş bir - wattmetre ve kukla yükü kullanmaktır. Hat girişindeki wattmetre ve çıkıştaki kukla yük ile, hatta güç uygulayın ve ileri gücü ölçün, P (Bağlı kukla yüküyle, yansıyan güç olmamalıdır.) Gücü kaldırın ve hattın girişini doğrudan güç kaynağına bağlayın. Wattmetreyi hattın çıkışı ile kukla yük arasında bağlayın. Aynı miktarda güç uygulayın ve kukla yükünde ileri gücü okuyun, P ouT· Hattaki kayıp 10 kütüğe eşittir (PouT/ P1N) -

Bir wattmetre olmadan, kalibre edilmiş bir uyumsuzluk kullanılarak kayıp ölçülebilir. Bir 50-Q sistemi varsayarsak, 150 Q (3:1 SWR) ve 270 0 (5.4: 1 SWR) arasında endüktif olmayan bir direnç seçin. **Bileşen Verileri ve Referanslar bölümündeki "Yansıma Katsayısı, Zayıflama, SWR ve İade Kaybı" tablosunu kullanarak, direncin beklenen SWR'sini kaybı (RL) döndürmek için dönüştürün**. Örneğin, 220-Q dirençli bir yük, 4,0 dB'lik bir dönüş kaybı olan 4,4: 1 SWR ile sonuçlanır. Direnci hattın çıkışına bağlayın. Direnç uçlarının çok kısa olduğundan emin olun, böylece bir işaret eklemiyorlar-



Şekil 20.4 - Bir uyumsuzlukta sonlandırılan bir iletim hattındaki toplam ekleme kaybı. Grafiği kullanmak için yükte SWR ile başlayın. Bu değeri yatay eksende bulun. Yatay eksendeki SWR değerinden dikey olarak ilerleyin
Besleme hattının eşleşen kaybını temsil eden eğriye (1:1 SWR ile kayıp). Kesişme noktasında, toplam kayıp dikey eksende okunabilir. (Joe Reisert'in izniyle, W1JR; bakınız referans)

endüktans miktarı yok. Satıra girişte SWR'yi ölçün ve geri dönüş kaybına dönüştürün. Hat kaybı, hat girişindeki dönüş kaybı ile yükün dönüş kaybı arasındaki farktır. Örneğin, 220-02 yük (4.0 dB RL) ve 10 MHz'de 100 feet ofRG-58 koaksiyel ile, giriş SWR'si 3.0: 1 (RL = 6.0 dB) olabilir. Bu frekansta hat kaybı 6.0 dB - 4.0 dB = 2.0 dB'dir .

Bazı yöntemler bir açık veya kısa devre kullanırÇizgi kaybını ölçmek için hattın yük ucu (sonsuz bir SWR ve RL = 0). Çoğu amatör enstrümantasyon yüksek SWR'de iyi kalibre edilmemiştir ve SWR ve RL için güvenilmez bir okuma verecektir. Orta düzeyde bir uyumsuzluk kullanmak nihai sonucun doğruluğunu artırır. - Bu daha doğru yöntemi, loss'un bilinen miktarlarıyla kontrol etmek için besleme hattını satır içi zayıflatıcılarla değiştirebilirsiniz. - Uyumsuz empedans değerlerinin ölçümlerini kullanarak çizgi kaybını hesaplamanın başka bir yöntemini açıklayan Stensby için Referans girişine bakın.

20.1.5 SWR ile Maksimum Voltaj ve Akım

SWR > 1:1 olan bir iletim hattında maksimum voltajın ne olacağını bilmek yararlıdır. Örneğin, hat tam yasal güç limitini taşıyacaksa, minimum SWR frekansından uzak bir bant kenarında olduğu gibi, SWR önemli hale gelirse voltaj arızası dikkate alınır. Aynı şekilde, bir

Açık veya kısa devre, hat boyunca noktalarda yüksek voltaj yaratacaktır.

Aşağıdaki denklem, P'nin, yönlü bir wattmetre üzerinde P fwd - P refl'e eşit olan net giriş gücü olduğunu ve yansıyan gücün hiçbirinin kaynak (bir vericinin çıkış aşaması gibi) veya hat kaybı tarafından emilmediğini varsayar. Böyle bir durumda, güç sürekli olarak hattın içine "pompalanır". Sonlandırma kısa veya açık ise, güç sadece hat kaybı ile dağıtılır ve voltaj çok *yüksek olabilir. (SeetheARRLAntennaBook,24theditionfor* Bu hesaplamanın ilgili versiyonları.)

E "." = Pz, 55wR: 1, = E "7Z, (1A)

E "" = E ". "/SWR; İ" "= İ". ".. " /SWR (1B)

İf Pia P, n = 100 W güç, 4:1 yükte bir SWR ile 50-92 hattına uygulanır, maksimum voltaj :

E "= f0055054 = 141.4V

Pratik olarak, SWR çok yüksek olduğunda, hat kayıpları ve verici çıkış amplifikatörü koruma devresi, duran dalgaların neden olduğu tepe hattı voltajını daha düşük bir değere sınırlar .

E "ax ve E'm sıradan bir RF voltmetre ile ölçülecek RMS değerleridir. Ea, *anlık tepe-tepe-tepe voltajını* bulmak için 1.414 ve 2.828 ile çarpılarak anlık bir tepe voltajına dönüştürülebilir .

20.2 İletim Hatları - Pratik Hususlar

Belirli bir kurulum için en iyi seçimi yapmak, maliyetle birlikte amatörler tarafından kullanılan koaksiyel, paralel iletkenli veya açık telli ve sabit hatlı üç yaygın çıkış hattının özelliklerini dengelemeyi gerektirir. Besleme hattı için birincil elektriksel hususlar karakteristik empedans ve kayıptır. Mekanik kaygılar ağırlık, hava veya toprağa maruz kalmaya uygunluk ve diğer kablolar ve iletkenlerle etkileşimi içerir. Maliyeti değerlendirirken, konektörlerin maliyetini ve balun ve su yalıtım malzemeleri gibi yardımcı maliyetleri dahil ettiğinizden emin olun.

Besleme hattı, tunerler veya eşleşen ağlar ve antenin kendisinden oluşan tüm anten sistemi, ne tür bir hattın kullanılacağını değerlendirirken dahil edilmelidir. Kayıpla birlikte, SWR'nin sistemdeki maksimum voltaj üzerindeki etkileri, özellikle yüksek SWR bekleniyorsa, yüksek güç kullanılacaksa dikkate alınmalıdır.

Rezonanssız tel antenler gibi çok bantlı anten sistemleri, SWR değerlerinin aralığı ve geniş frekans aralığı nedeniyle oldukça zor olabilir. İlgili hususlara bir örnek olarak, "Openwire Line ile Multiband Operation" makalesi indirilebilir ek içeriğe dahil edilmiştir. Farklı besleme hattı türleri ile genel modelleme veya hesaplama ve değerlendirme sürecini takip ederek, tatmin edici performansla sonuçlanan makul seçimler yapılabilir.

20.2.1 Kaybın Etkisi

Çoğu line türünde ve mütevazı SWR değerleri için, SWR'den kaynaklanan ek satır kaybı çok az endişe vericidir. Hattın kaybı daha yüksek frekanslarda arttıkça, toplam hat kaybı (eşleşen hat kaybı ve SWR'ye bağlı ek kayıp toplamı), yüksek SWR değerlerinde şaşırtıcı derecede büyük olabilir.

Bir iletim hattındaki kayıplar nedeniyle, hattın girişindeki ölçülen SWR, hattın yük ucunda ölçülen SWR'den daha düşüktür. Bu, yükün daha fazla güç emdiği anlamına gelmez. Hat kaybı, yüke giderken ve tekrar yükünde gücü emer Jeneratöre geri dönersek, jeneratör çıkış gücü ile yükten dönen güç arasındaki fark, kayıpsız bir hattan daha yüksektir. Böylece, P/P, yükten daha küçüktür ve ölçülen SWR de öyle.

Örneğin, RG-213 katı dielektrik koaksiyel kablo, 100 ft'de 28 MHz'de 1.14 dB'lik bir eşleştirilmiş hat kaybı sergiler. Bu kablonun 250 ft uzunluğu, 1.14 x 250/100 = 2.86 dB'lik bir eşleştirilmiş hat kaybına sahiptir. Yükteki SWR'yi 6:1 olarak ölçtüğümüzü varsayalım, denklem 10'dan gelen toplam uyumsuz çizgi kaybı 5.32 dB'dir.

Mikrodalga Frekansları için İletim Hatları

Düşük kayıplı dalga kılavuzu genellikle uzun mesafeler için mikrodalga frekans sinyallerini taşımak için kullanılırken, kulübenin içindeki ve içindeki ekipman parçaları arasındaki bağlantılar için yarı sert koaksiyel kablo - esasen minyatür sert hat - kullanılır. Bu tür bir kablo ile çalışmak, bu kitabın indirilebilir ek içeriği ile "Mikrodalga Tesisat" başlıklı ek makalede ele alınan özel teknikler gerektirir. Mikrodalga yapım teknikleri hakkında daha fazla bilgi **İnşaat Teknikleri bölümünde** ve Paul Wade'in "Microwavelengths" sütunlarında, QST'de W1 GHZ, ARRL üyelerine çevrimiçi olarak mevcuttur.

28 MHz'de 6:1 SWR'den kaynaklanan ek kayıp 5.32 - 2.86 = 2.46 dB'dir. Hat kaybı, hattın yük ucundaki gerçek SWR büyüklüğünü (6:1) maskelediğinden, 250 ft hattın girişindeki SWR yalnızca 2.2: 1'dir.

Daha büyük bir eşleştirilmiş hat kaybı ile koaksiyel aynı koşullar altında kullanılırsa kayıplar artar. Örneğin, RG-58A koaksiyel kablo, RG-213 çapının yaklaşık yarısı kadardır ve 28 MHz'de 2,81 dB/100 ft'lik bir eşleştirilmiş hat kaybına sahiptir. 250 ft uzunluğunda bir RG-58A, 7.0 dB'lik toplam eşleştirilmiş hat kaybına sahiptir. Yükte 6:1 SWR ile, SWR'ye bağlı ek kayıp, toplam 10.0 dB'lik bir kayıp için 3.0 dB'dir. Uyumsuzluk nedeniyle ek kablo kaybı, hattın girişinde ölçülen SWR'yi 1.33: 1'e düşürür. Vericisinde SWR'yi ölçen şüphesiz bir operatör, gerçekte verici gücünün sadece %10'u antene ulaşırken, her şeyin yolunda olduğuna inanabilir! Uzun bir koaksiyel kablo uzunluğu ile beslenen bir anten için çok düşük SWR okumalarından şüphe edin, özellikle de SWR geniş bir frekans aralığında düşük kalırsa. Çoğu anten dar SWR bant genişliğine sahiptir ve SWR bir bant boyunca değişmelidir.

Öte yandan, 28 MHz'de pahalı % inç çapında 50 © 2 hardline kablo kullanılıyorsa, eşleşen hat kaybı sadece 0.19 dB/100 ft'dir. For250ftofthishardline, tematchedline kaybı 0.475 dB'dir ve ek kayıp

Tablo 20.1
1 dB Eşleşen Kayıp için Ayaklardaki Uzunluk

MHz	*1.8*	*3.6*	*7.1*	*14.2*	*21.2*	*28.4*	*50.1*	*144*	*440*	*1296*
RG-58	179	122	83	59	50	42	30	18	9	5
RG-8X	257	181	128	90	74	63	47	27	14	8
RG-213	397	279	197	137	111	95	69	38	19	9
LMR-400	613	436	310	219	179	154	115	67	38	21
9913	625	435	320	220	190	155	110	62	37	20
EC4-50				290		202		87		26
EC5-50				787		548		239		75
450 02	1065	758	547	391	322	279	213			
600 (2	4550	3030	2130	1430	1150	980	715			

* Wireman # 551, 400 (2 karakteristik empedans
* * İletkenler # 12 AWG

6:1 SWR 0 olduğu için. 793 dB. Böylece, toplam kayıp 1.27 dB'dir.

HF spektrumunun üst ucunda, verici ve anten uzun bir iletim hattı ile ayrıldığında, pazarlık koaksının kullanımı çok düşük bir maliyet tasarrufu stratejisi olabilir. 1500 W doğrusal amplifikatör ekleme (8 sağlar. 200 W verici üzerinden 7 dB kazanç), hardline inRG-58Acompared kaybı dengelemek için, daha yüksek kaliteli koakstan çok daha pahalıya mal olacaktır. Ayrıca, *hiçbir verici amplifikatör alıcı* hassasiyetini artıramaz - hattaki kayıp, alıcının önüne bir zayıflatıcı koymakla aynı etkiye sahiptir.

HF spektrumunun alt ucu, 3.5 MHz, ortak koaksiyel çizgilerdeki kayıp miktarı, bu bantta tipik olan SWR değerleri aralığı için daha az sorundur. Örneğin, bandın ortası için 3.75 MHz'de 80 metrelik bir dipol kesimi düşünün. İt, bandın 3.5 ve 4.0 MHz uçlarında yaklaşık 6:1'lik bir SWR sergiler. 3.5 MHz'de, 250 ft'lik RG-58A küçük çaplı koaksiyel, bu SWR için 2.1 dB'lik bir ek kayba sahiptir ve toplam 4.0 dB'lik bir hat kaybı sağlar. Bunun yerine daha büyük çaplı RG-213 koaksiyel kullanılırsa, SWR'ye bağlı ek kayıp, toplam 2.2 dB'lik bir kayıp için 1.3 dB'dir. Bu, çoğu 80 metre operatörü için kabul edilebilir bir kayıp seviyesidir.

Kayıp durumu, frekans VHF ve UHF bölgelerine arttıkça önemli ölçüde kötüleşir. 146 MHz'de, yükte 6:1 SWR ile 250 ft ofRG-58A toplam kayıp 21.4 dB, RG-213A için 10.1 dB ve ½ inç, 50 Q hardline için 2.7 dB'dir. VHF ve UHF'de, en iyi koaksiyel kablo için bile hat kayıplarını düşük tutmak için düşük bir SWR gereklidir. İletim hattının uzunluğu bu frekanslarda pratik olduğu kadar kısa tutulmalıdır.

Tablo 20.1, dB başına ayakları gösteren yaygın olarak kullanılan bazı koaksiyel kabloları listelerFrekans vs. Tablo, farklı kablo türleri için 1 dB'lik kayıpla sonuçlanan uzunlukları karşılaştırarak koaksiyel kablo seçiminde yardımcı olabilir. Tablodaki değer ne kadar büyük olursa, kablo perunit uzunluğunda o kadar az kayıp olur. (Daha fazla kablo türü hakkında bilgi için ARRL Anten Kitabındaki Tablo 23-3 ve 23-4'e bakın.) Kurulumunuzun gerektirdiği hat uzunluğunu ve dB'de kabul edilebilir maksimum hat kaybı miktarını belirleyin. 1 dB loss ile hattın kabul edilebilir minimum uzunluğunu hesaplamak için toplam hat uzunluğunu kabul edilebilir maksimum kayba bölün. Tablodan, kabul edilebilir minimum uzunluktan daha büyük 1 dB kayıp başına uzunluğa sahip bir kablo türü seçin.

Örnek - Bir kurulum, maksimum kabul - edilebilir değeri 3 dB kayıp olan 14 MHz'de 400 feet besleme hattı gerektirir. Bu, dB başına minimum 400/3 = 133 feet kayıp olan kablo gerektirir. Tablo 20.1'de 14.2 MHz'de 1 dB loss için 133 feet'ten daha fazlasını gösteren bir kablo bulun. RG-213, bu frekansta en yüksek kabul edilebilir kayba sahiptir: 13 7 ft/dB kayıp.

Performans gereksinimlerini karşılarken toplam sistem maliyetini düşürmek için kablo ve aksesuar türlerini birleştirebileceğinizi unutmayın.

50 Q Sisteminde 75 n Hardline Kullanımı

Fazla CATV hardline genellikle 75 Q ancak özel empedans eşleştirme teknikleri olmadan 50 © sistemlerinde kullanılabilir. 75 n satırını çalışma frekansında 7/2'nin bir tam sayı katı yapın, böylece hattın yük ucundaki empedans hattın girişinde yeniden üretilir. Bu, 20/15/10 metrelik bir ışını beslerken, örneğin 75 Q hattını yaparak da yapılabilir. 2 2. 20 metrede böylece %3'tür. Uzun 15 ve 4 'A'da 10 metre uzunluğunda. Yük 50 92 ise, hattaki SWR hala 75/50 = 1.5: 1 olacaktır, ancak basitlik genellikle HF ve daha düşük VHF bantlarındaki minimum ekstra kayıptan daha ağır basar .

ments. Örneğin, kulübeden birden fazla antene sahip uzak bir kuleye tek bir düşük kayıplı kablo kullanmak yaygındır. Kulede, bir anten anahtarı daha sonra çeşitli antenlere daha az pahalı kablonun kısa koşularını seçer.

20.2.2 Besleme Hattı İnşaatı ve İnstallation

Verici ve anteni bağlamak için koaksiyel kablo veya açık telli iletim veya besleme hattı kullanılır. Her besleme hattı türü için artıları ve eksileri vardır. Koaks yaygın bir seçimdir, çünkü itis kolayca temin edilebilir, karakteristik empedansı merkezden beslenen bir dipole yakındır ve duvarlar boyunca ve diğer kablolar arasında kolayca yönlendirilebilir. Çok uzun bir besleme hattının gerekli olduğu veya antenin besleme noktası empedansının yüksek olduğu frekanslarda kullanılması gerektiğinde, artan RF kaybı ve düşük çalışma voltajı (açık telli hat ile karşılaştırıldığında) onu zayıf bir seçim haline getirir. Hardline, VHF ve daha yüksek frekanslarda, esnek koaksiyel hat kayıpları çok yüksek olduğunda tercih edilen seçimdir. İt genellikle HF'de de çok uzun çizgi uzunlukları için kullanılır. Farklı uzunluklarda ve SWR'de koaksiyel kablonun RF kaybını değerlendirmenize yardımcı olacak bilgiler için Bileşen Verileri ve Referanslar bölümüne bakın.

Geleneksel RG tipi tanımlamaların çoğunun artık MIL spesifikasyonu olmadığını ve yalnızca kablonun yapısına ve özelliklerine genel referanslar olduğunu unutmayın. Örneğin, RG-213 olarak ilan edilen kablo aslında "RG-213 Tipi'dir ve orijinal RG-213 spesifikasyonundan oldukça farklı özelliklere sahip olabilir. Gerçek performans özelliklerini belirlemek için üreticinin parça numarasını kullanın.

COAXIAL KABLO YAPISI

Koaksiyel kablo mekanik olarak açık telli hattan daha kolaydır. Dış kalkanı tarafından sağlanan mükemmel koruma nedeniyle, koaks bir metal kule ayağı boyunca monte edilebilir veya çok sayıda diğer kablolar, neredeyse hiç etkileşim veya karışıklık olmadan. Coax, açık telli bir hat ile olabilecek iletkenlerin kısaltılması veya bükülmesi konusunda endişelenmeden döndürülebilir bir antenle kullanılabilir.

Amatör serviste kullanılan koaksiyel kablo, çoğunlukla katı polietilen (PE), genişletilmiş veya "köpüklü" polietilen (FPE) ve katı Teflon (TFE) merkez yalıtımı ile yapılır. (Teflon dielektrik koaks, düşük kayıp özelliklerinden dolayı VHF ve UHF frekanslarında sıklıkla kullanılır.)

Sınıf 2 PVC (P2), uzun ömürlü dış mekan kurulumları için tasarlanmıştır. Sınıf 1 PVC (Pl) dış ceketler dış mekan kurulumları için tavsiye edilmez. (Bileşen **Verileri ve Referanslar bölümündeki koaksiyel kablolar tablosuna bakın**.) Koaks ve sert çizgi, özellikle plastik borularda (uygun drenaj delikleri ile) çalıştırılırsa yer altına gömülebilir, böylece yeraltı suyu ve toprak kimyasalları kabloyu kolayca bozamaz. Doğrudan gömme kurulumları için polivinil klorür (PVC) yerine polietilen (PE) dış kaplaması olan bir kablo önerilir.

Coax'ın güç işleme reytinglerine saygı göster. RG-58 ve RG-59 gibi kablolar, düşük SWR ile 300 W'a kadar güç seviyeleri için uygundur. RG-8X kablo daha yüksek gücü idare edebilir ve bu tür kabloların çeşitli varyasyonları vardır. Yasal limitli güç veya orta dereceli SWR için, çapı 0, 4 inç olan daha büyük çaplı kabloları kullanın. RG-174 gibi subminiature kablolar, düşük güç seviyelerinde çok kısa uzunluklar için kullanışlıdır, ancak bu kablolarla ilişkili yüksek RF kayıpları, anten besleme hatları olarak çoğu kullanım için uygun değildir. Bu uygulamalarda, bir PTFE (Teflon) yalıtımlı kablo daha iyi bir seçimdir.

BENDNG COAXIAL KABLO

Bükme koaksı, bükümün yarıçapı belirtilen - minimum bükme yarıçapından daha büyük olduğu sürece kabul edilebilir. Örneğin, RG-8 için ortak bir minimum bükme yarıçapı belirtimi 4 inçtir (kablo çapının 8 katı). Daha sert kalkan malzemeli koaks daha büyük bir bükme yarıçapına sahip olacaktır.

Koaksiyelin minimum bükme yarıçapından daha sıkı bükülmesi, iletkenlerin geometrisini bozarak çizgide empedans "çarpmalarına" neden olabilir. Ayrıca, merkez iletkenin plastik yalıtımdan geçmesine ve sonunda dış kalkana kısa olmasına neden olabilir. Bu, çeşitli önlenebilir koşullardan kaynaklanır.

Köpük yalıtım koaksının başlıca suçlusu, kabloyu sıkı bir yarıçapla bükmektir. Balunlar genellikle birkaç coax dönüşünü sıkı bir yarıçapa sahip sıkı bir demet halinde sarılmış bir coax boğucu olarak veya ferrit çekirdeklerinden geçirerek yapılır. Koaksiyel kablo koçanları, genel olarak küçük ve yoldan uzak tutmak için küçük yarıçaplı bir bobine sarılabilir. Coax bazen sadece ekstra uzunluk kullanmak için sarılır.

Merkez iletkeni sargıdan iten kuvvetler kendiliğinden ısıtma ile ağırlaştırılır

Kablo kaybından - uygulanan güç miktarının ve SWR'nin doğrudan bir işlevi. RG-8X 1500 W için derecelendirilmemiştir, ancak birçok amatör bu güç seviyesinde başarıyla kullanır. RG-8X 1500 W'de dokunuşa ısınır. İç sıcaklığın azaltılması köpüğü yumuşatır ve bu da merkez iletken göçünü kolaylaştırır. Isıtma ile birlikte alınan sıkı yarıçaplı virajlar, nihai bir kısa devre için bir reçetedir. Dışarıda kullanılan sıkıca sarılmış balunlar, kendi kendini ısıtmaya ve sıkı bir bükülme yarıçapına ek olarak güneş enerjisiyle ısıtma alır. Bu şekilde yapılan ve kullanılan bir balun, özellikle yüksek güçte kullanıldığında, zaman içinde kısa devre yapma olasılığı çok yüksektir.

Merkez iletken göçünden kaçınmak kolaydır: özellikle yüksek güçte keskin virajlar kullanmayın. Sıkı sarılmış koaksiyel balun yapmak için katı dielektrik koaks kullanın ve eğer saplar sarılmış gerekiyorsa, onlar için de katı dielektrik koaks kullanın. Yere düz bir şekilde döşeyerek ve keskin yarıçaplı dönüşlerden veya virajlardan kaçınarak yedek köpük koaksiyel uzunluğunu kullanın.

BURYNG KOAKSIYAL KABLO

Coax'ı gömmeyi seçmenizin birkaç nedeni olabilir. Birincisi, doğrudan gömme kablosunun fırtına ve UV hasarından neredeyse tamamen arındırılmış olması ve genellikle açıkta bulunan kablodan daha düşük bakım maliyetine sahip olmasıdır. Diğer bir neden estetik olabilir; Gömülü bir kablo neredeyse tüm topluluklarda kabul edilebilir. Ayrıca, yeraltında olmak, - kalkanın dışındaki ortak mod besleme hattı akımını azaltır ve istasyonlar arası paraziti ve RFI'yi azaltmaya yardımcı olur. Gömülü kablo da yıldırıma karşı daha az hassastır.

Herhangi bir kablo gömülebilse de, doğrudan gömme için özel olarak tasarlanmış bir kablo daha uzun bir ömre sahip olacaktır. Kullanılacak en iyi kablo, yüksek yoğunluklu bir polietilen cekete sahip olanıdır, çünkü hem gözeneksiz hem de nispeten yüksek miktarda basınç yükü alacaktır. "Su basmış" doğrudan gömme kabloları, ceketin altında iletken olmayan gres ek bir nem bariyeri içerir; Bu, malzemenin sızmasına izin verir, böylece küçük ceket penetrasyonlarını "iyileştirir". (Konektörleri takarken bunlarla çalışmak zor olabilir.)

İşte bazı doğrudan mezar kuralları:

1) Dış ceket kablonun ilk savunma hattı olduğundan, onu korumak için atılabilecek herhangi bir adım, kablonun iç kalitesini korumak için uzun bir yol kat edecektir.

2) Kabloyu keskin taşlar, cüruflar veya moloz olmadan kuma veya ince toz haline getirilmiş kire gömün. Eğer siperdeki toprak bu gereksinimleri karşılamıyorsa, açmanın içine dört ila altı inç kum koyun, kabloyu döşeyin ve üzerine altı ila on bir inç daha kum yerleştirin. Geri doldurmadan önce kumun üzerindeki sipere yerleştirilen basınçlı bir tahta, kazma veya sürüş kazıklarının neden olabileceği daha sonraki hasarlara karşı bir miktar koruma sağlayacaktır.

3) Kabloyu sipere biraz gevşek koyun. Sıkı gerilmiş bir kablo daha olasıdır Dolgu malzemesi kurcalanırken zarar görmesi.

4) Ceketin depolama sırasında veya keskin kenarlar boyunca sürüklenerek hasar görmediğinden emin olmak için kabloyu monte edilirken inceleyin.

5) Plastik boru veya boru içine gömmeyi düşünebilirsiniz. Borunun tabanında tüm düşük noktalarda delikler açmaya dikkat edin, böylece herhangi bir nem boşalabilir. PVC boru veya boru mekanik bir bariyer sağlarken, su girişi pratik olarak garanti edilir - bunu dışarıda tutamazsınız. İt doğrudan sızacak veya havadaki nemden yoğunlaşacaktır. Delikli tipi kullanın, böylece herhangi bir su zararsız bir şekilde boşalır. Drenaj delikli plastik tahliye borusu da iyi çalışır.

6) Toprağın ve gömülü kabloları çevreleyen suyun donması ve çözülmesi sırasında toprağın genişlemesi ve büzülmesinden zarar görmemesi için doğrudan gömmenin don çizgisinin altında olması önemlidir.

AÇIK WIRE LNE

En yaygın açık telli iletim hatları *merdiven hattı (pencere hattı olarak da bilinir) ve çift kurşunludur*. İletkenler korumalı olmadığından, iki telli hatlar çevrelerinden etkilenir. Hattı yapılardan veya diğer iletkenlerden birkaç inç uzakta tutmak için standofflar ve izolatörler kullanın. Merdiven hattı çok düşük kayba sahiptir (ikiz kurşun biraz daha fazladır) ve izolatörler temiz olduğu sürece çok yüksek voltajlara (yüksek SWR ile oluşturulur) dayanabilir. Twin-lead, 300 W'a kadar güç seviyelerinde ve tam yasal güç sınırına kadar merdiven hattında kullanılabilir.

Açık telli hattın karakteristik empedansı, ikiz kurşun için 300 ©'den, çoğu merdiven ve pencere hattı için 450 ila 600 © 2'ye kadar değişir. Plastik yalıtımlı ve İ-inç aralıklı ortak 45092 pencere hattı, üreticiye ve kullanılan malzemelere bağlı olarak yaklaşık 360 ila 405 © 2 karakteristik empedansa ve yaklaşık %91 hız faktörüne (VF) sahiptir. Katı plastik yalıtım aynı zamanda yağmur, kar veya buzun hattın Z ve VF'sini etkileyeceği anlamına gelir, Wes Stewart, N7WS **(users.triconet.org/wesandlinda/ladder - _line.pdf) tarafından yayınlanan bir makaleye göre, hat ıslandığında tipik olarak her ikisi de yaklaşık %3 oranında düşer.** Bu değişkenlik, kesin özellikler önemliyse, kullanılacak hat için Z ve VF'nin ölçülmesi gerektiğini göstermektedir .

1/2 2 dipol ile kullanıldığında, ortaya çıkan orta ila yüksek SWR, vericide bir empedans eşleştirme ünitesi gerektirir. Açık telli hatların düşük RF kayıpları, bunu HF bantlarında kabul edilebilir bir durum haline getirir.

Merdiven hattı katı copperweld ve telli bakır iletkenler hem de mevcuttur. Katı iletken tipleri daha az pahalı olma eğilimindedir, ancak rüzgarda savrulmak gibi tekrar tekrar bükülürse kırılır. Bu nedenle, telli iletken merdiven hattı tercih edilir, ancak katı iletken merdiven hattı kullanılıyorsa, yeterli mekanik sağladığınızdan emin olun.

Stresin giderilmesi ve esnemeye karşı koruma sağlamak için destek. Rüzgar nedeniyle hareketi en aza indirmek için, her iki veya üç fitte bir şerit veya açık tel/pencere hattını döndürün. Bu aynı zamanda yakındaki nesnelere ve yüzeylere kapasitans etkisini dengelemeye yardımcı olur.

KONTROL KABLOLARI

Koaksiyel kablolara ek olarak, çoğu kule - rotatörler, anten anahtarları veya diğer aksesuarlar için bir çeşit kontrol kablosuna sahip olacaktır. Üretici gerekli boyutu sağlamalı ve yine özelliklerine uymalısınız.

Çok iletkenli kablolar genellikle koaksiyel kablo kadar su geçirmez değildir. Ceket genellikle iç tellerin etrafındaki plastik bir kılıftır. Eğer ceket kesilirse veya kesilirse, su kolayca içeri girebilir ve kablonun en alçak noktasında toplanabilir. Su sızmazsa, kablo ceketini, kablonun mühürsüz ucunun biteceği istasyona kadar dolduracaktır. Bu nedenle, istasyona girdiği kabloda bir damla halkası yapmak ve biriken suyun sızmasına izin vermek için cekette küçük bir dilim veya delik açmak yaygındır.

Rotatör kabloları durumunda, bazı rotatörler voltaj düşüşüne duyarlıdır, bu nedenle daha büyük boyutlar kullanılmalıdır. Gerçekten uzun çalışmalar için, bazı amatörler makul fiyatlı daha büyük tel elde etmek için yerel donanım mağazasından THHN ev teli veya UF-Romex'i (rotatöre monte edilmiş motor çalıştırma kondansatörü ile) kullanır. Sadece motor ve solenoid (kullanılıyorsa) iletkenler tipik olarak daha büyük tel gerektirir.

Gömülü kablonun orta uzunlukta çalıştırılması için, standart hafif rotatör kablosu yerine çok iletkenli sulama sistemi kontrol kablosu kullanılabilir. Kablonun ekstra iletkenleri varsa, daha yüksek akımlı fren bağlantıları sağlamak için iletken çiftleri iki katına çıkarılabilir. Örneğin, # 18 iletkenli 10 iletkenli bir sulama kablosundaki dört iletken, fren solenoid devreleri için iki ağır iletken oluşturmak üzere çiftler halinde ikiye katlanabilir. İrrigation kabloları genellikle telli telden farklı terminaller ve ekleme teknikleri gerektiren katı tellere sahiptir .

20.2.3 Hava koşullarına dayanıklı Koaksiyel Kablo

Çoğu üretici, bir PL-259 veya N konektörü kabul eden bir tür besleme noktası sistemi kullanır. Bazı antenler, koaksiyi bölmenizi ve kalkanı ve merkez iletkeni, tahrik elemanındaki makine vidaları bağlantı noktalarına takmanızı gerektirir. Koaksın maruz kalan ucunun mühürlenmesi çok zordur; Aslında, neredeyse imkansız. Hava koşullarına dayanıklı hale getirmek için büyük açılar çekmediğiniz sürece, su dış kalkanı ve kulübenizi fitilleyecektir. Tüm pigtail ve ataşman terminallerinin Sıvı Elektrik Bandı veya başka bir konformal sızdırmazlık maddesi ile kaplanması iyi bir yaklaşımdır, ancak

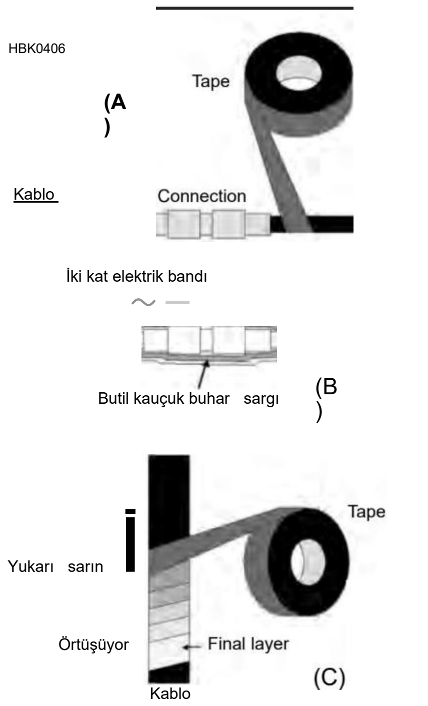
UV zamanla bu tür kaplamaları bozacaktır. HF kirişleri için bir başka yaklaşım, terminallere bağlanmak için integral SO-239 ve tellerle "Budwig HQ-İ" tarzı bir yalıtkan kullanmaktır. Her zaman olduğu gibi, üreticinin talimatlarını takip edin.

Birçok ışın anteni ile besleme noktası kuleden erişilemez ve besleme noktasından anten direğine ulaşacak kadar uzun bir jumper'a bağlanmalıdır. Bu şekilde, besleme hattı bağlantısı ve su yalıtımı en uygun yerde yapılabilir. Gelecekte anteni çıkarmak zorunda kalırsanız, jumper'ın bağlantısını kesebilir ve anteni indirebilirsiniz.

Bir RF konektörünü hava koşullarına dayanıklı hale getirirken, 3M Scotch 33 + veya Scotch 88 (33 + ile aynı ancak 1,5 mil daha kalın) gibi yüksek kaliteli elektrik bandı kullanın. Ucuz faydalı banttan kaçının. Hava koşullarına dayanıklı hale getirmeden önce, konektörü sıkın (dişli konektörleri oturtmak için pense kullanın - elle sıkmak yeterince iyi değildir) ve eklemin etrafına iki bant sarın .

Bir bant sargısı yapmayı bitirdiğinizde, bandı bir bıçakla kesin veya çok dikkatli bir şekilde yırtın - bandı kırılana kadar germeyin. Bu, her zaman bandın ucunun gevşediği ve rüzgarda dolaştığı "işaretlemeye" yol açar. Bir sonraki katmanı uygulamadan ve sargıyı bitirmeden önce bandın gevşemesine izin verin. **Şekil 20.5'e bakınız.**

Eklemin etrafına iki sargı elektrik bandı uygulayarak başlayın. Nextputalayerofbutyl kauçuk buharı eklemin üzerine sarılır. (3M Bütil Mastik Bant 2212 böyle bir malzemedir. Bu bütil kauçuk bant genellikle donanım ve ev geliştirme mağazalarının elektrik bölümünde de bulunur.) Son olarak, iki tane daha ekleyin



Şekil 20.5 - Bir konektörü üç adımda su yalıtımı. A'da, konektörleri kaliteli bir elektrik bandı tabakası ile örtün. B, iki katman arasında bir butil kauçuk buhar sargı tabakası gösterir Elektrik bandı. C nasıl yapılacağını gösterir Dikey bir kablo üzerine bant sarın, böylece Bant, suyu bağlantıdan uzak tutar. (Çizim (C), Wiley Press'in izniyle, Dummies için Circuitbuilding'den yeniden basıldı)

Buhar sargısı üzerinde normal bant katmanları, asla sızıntı yapmayacak profesyonel kalitede bir bağlantı oluşturur. Son olarak, koaksiyel dikey ise, son katmanı sardığınızdan emin olun, böylece bant kabloya gider. Bu şekilde, katmanlar çatı zona gibi davranacak, bağlantıdan su dökecek. Yukarıdan aşağıya sarmak, bant katmanları arasında suyu yönlendirecektir.

K4ZA tarafından önerilen alternatif bir yöntem, "askeri sınıf" Teflon bandının bir sargısıyla başlar - yerel donanım mağazanızda bulacağınızdan daha kalın bir sarma bandı. (McMaster-Carr # 6802K44) Bunun üzerine, %50'lik bir sargı kullanarak (bant genişliğinin yarısı üst üste binmiş) bir Scotch 130C tabakası (astarsız kauçuk sızdırmazlık bandı) takın. Üzerini bir Skoç 33 + veya Skoç 88 ile örtün. Parçalara ayrılan 20 yıllık eklemler, yeni görünüme sahip konektörleri ortaya çıkardı .

Koaksiyel derzler için yeni bir ürün, iç kısım boyunca sıcak eriyik tutkal ile emprenye edilmiş shrink-fit boru. Shrink-fit boruya ısı uyguladığınızda, tutkal erirken ve montaj ile boru arasında içeri sızarken küçülür. Sadece boruların kaymasını engellemekle kalmaz, aynı zamanda eklemdeki boşlukları doldurur ve ek bir sızdırmazlık sağlar. Pahalı bir alternatiftir (inç **başına yaklaşık 1 $),** ancak gerektiğinde kullanımı ve çıkarılması çok kolaydır.

Asetik asit (sirke kokusu) veren ve sertleşirken suyu emen silikon sızdırmazlık maddesi kullanmayın. Asit ve su daha sonra sorunlara neden olan bağlantıya geçecektir. Güvenilir bağlantılar için sadece akvaryum tipi sızdırmazlık malzemeleri veya Dow-Coming 3145 kullanın. Bir kez kürlendiğinde, silikon sızdırmazlık maddelerinin konektörlerden çıkarılması çok

20.3 İmpedance Transformer olarak İletim Hattı

Yansımaların karmaşık mekaniği, SWR ve hat kayıpları anlık olarak bir kenara bırakılırsa, bir iletim hattı çok basit bir şekilde bir empedans transformatörü olarak düşünülebilir. Hattın sonunda bir direnç ve reaktansdan oluşan belirli bir yük empedansı değeri, hattın girişinde başka bir empedans değerine dönüştürülür. Dönüşüm miktarı, hattın elektriksel uzunluğu, karakteristik - empedansı ve hattaki doğal kayıplar ile belirlenir. Gerçek, kayıplı bir iletim hattının giriş empedansı aşağıdaki denklem kullanılarak hesaplanır

$$Z_{in} = Z_0 \frac{Z_L \cosh(\gamma \ell) + Z_0 \sinh(\gamma \ell)}{Z_L \sinh(\gamma \ell) + Z_0 \cosh(\gamma \ell)} \quad (12)$$

nerede

Z "= hat girişinde karmaşık empedans = R" $\pm jX_{in}$

Z = hattın sonundaki karmaşık yük empedansı = R ± j X

Zs = hattın karakteristik empedansı = Ro ± 7X %

n = karmaşık kayıp katsayısı = o + j ~

a = eşleşen çizgi kaybı zayıflama sabiti, nepers/birim uzunlukta (1 neper = 8.688 dB, bu nedenle birim uzunluk başına dB cinsinden çizgi kaybını 8.688'e bölün)

~ = radyan/birim uzunluktaki hattın faz sabiti (elektriksel uzunluğu derece olarak *2n radyan/360* derece ile çarpın)

(= hattın elektriksel uzunluğu, a için kullanılanla aynı uzunluktadır.

Smith Chart yazılımı

İletim hattını ve empedans eşleştirme mekaniğini görselleştirmenin standart yolu bir Smith şeması kullanmaktır. (Eğer Smith çizelgesine aşina değilseniz, son baskılar Bu kitabın ve *ARRL Anten Kitabının,* Smith çizelgesinde, basılı olarak veya indirilebilir ek bilgilerle ayrıntılı bir öğretici içerir.) Bununla birlikte, dünün kağıt çizelgeleri, Jim Tonne, W4ENE tarafından kolay kullanımlı jjSmith (yalnızca Windows), çevrimiçi ek içerik ve Ward Harriman, www.ae6ty.com/Smith_Charts.html tarafından SimSmith (AE6TY) gibi etkileşimli bilgisayar yazılımlarıyla değiştirildi. *SimSmith* Java ile yazılmıştır ve bir dizi işletim sisteminde çalışır. Smith şemasını öğrenmek, iletim hatlarının ve empedans eşleşmesinin mekaniğini anlamada büyük bir yardımcı olacaktır.

Harmonik Filtre Olarak Kullanılan Saplamalar Nereye Yerleştirilir

Çeyrek dalga (4 2.) *kısa saplama,* pahalı bileşenler olmadan yüksek gücü idare edebilen etkili bir harmonik filtre yapar. Bu bölümde açıklandığı gibi, özel bileşenler veya inşaat teknikleri olmadan inşa etmek kolaydır. Bununla birlikte, saplama filtresinden en iyi performansı elde etmek için, saplamanın iletim hattında uygun bir yere monte edilmesi önemlidir.

Bu tip saplama, temel frekansta bir açık devre ve bir buçuk dalga boyunun bir katı olduğu harmonikler üzerinde bir kısa devre sunarak çalışır.
(½ 1.). Kısa devrenin en etkili olması için, saplama bir yere yerleştirilmelidir.
İletim hattında empedansın *harmonik frekansta yüksek olduğu yerde.* Performans farkı dramatik olabilir. Saplama düşük bir impedans noktasında bağlanırsa, harmonik zayıflama 10 dB'den az olabilir. Öte yandan, yüksek empedans noktasında bağlı, zayıflama 30 dB'nin üzerinde olabilir. Bağlantı noktasında empedansa olan bu bağımlılığı tanımadan, saplama filtrelerinin uygulanması düzensiz sonuçlara neden olacaktır.

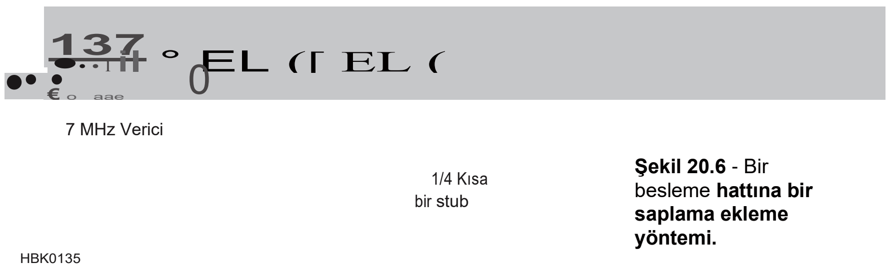
Bir saplama için en uygun yerin nasıl belirleneceğine dair tam bir tartışma bu bölümün kapsamı dışındadır, ancak George Cutsogeorge, W2VJN ve Jim Brown, K9YC tarafından saplama yerleşimi üzerine iki Ulusal Yarışma Dergisi makalesi çevrimiçi ek içerikle birlikte verilen ek dosyalara eklenmiştir. (Bu bölümün başındaki İçindekiler sayfasına bakın.) Optimum olmasa da iyi bir filtre performansıyla sonuçlanacak uygun bir kural, önce amplifikatörün veya vericinin çıkış devresini belirlemektir. İn hemen hemen tüm tüp amplifikatörleri, çıkış devresi
Pi veya Pi-L ağı olacaktır. (RF Güç Amplifikatörleri ile ilgili bölüme bakın.) Solidstate vericiler genellikle çıkışta düşük geçişli bir LC filtresine sahiptir. Ağın veya filtrenin çıkış bileşeninin şant (paralel) kapasitör mü yoksa seri indüktör mü olduğunu belirleyin. (İgnore koruyucu RF boğucular veya benzeri bileşenler.)

- Çıkış bileşeni, düşük geçişli bir filtre veya bir Pi-L ağında olduğu gibi bir seri indüktör ise, zayıflatılacak harmonik frekansındaki çıkış empedansı muhtemelen 50'den yüksek olacaktır.
- Çıkış bileşeni, bir Pi ağında olduğu gibi bir şant kapasitörü ise, zayıflatılacak harmonik frekansındaki çıkış empedansı muhtemelen 50'den düşük olacaktır. Sonuç olarak, en yakın yüksek empedans noktası, çıkıştan 1/4 A olacaktır. Çıkışa 1/4 A jumper bağlayın ve jumper ile ana besleme hattının kavşağındaki saplamayı bağlayın.

Bu basit temel kural prosedürünün en iyi performansla sonuçlanması olası değildir, ancak besleme hattı empedansını doğrudan ölçmenin pratik olmaması durumunda iyi bir alternatiftir. Başvurulan makalelerin her ikisi de, besleme hattı empedansı ölçümü ve anten empedansını ve ana besleme hattının uzunluğunu dikkate alarak saplama için en uygun yeri belirleme konusunda bazı ayrıntılara girer. Bunlar, interstation girişimini yönetmek için yüksek performanslı istasyon tasarımı için önemli hususlardır. (Ayrıca George Cutsogeorge, W2VJN. tarafından İnterstation İnterference Yönetimi için referans bölüm girişine bakın) Ek olarak, Jim Brown, K9YC tarafından yazılan makale, almak için saplama harmonik filtrelerinin yerleştirilmesini tartışıyor.

Ticari Triplexer Tasarım Örneği

Çevrimiçi ek içerikle birlikte, George Cutsogeorge, W2VJN tarafından hazırlanan "Ticari Triplekser Tasarımı" makalesi, popüler bir *QST* makalesinin Field Day tarzı bir tripleksöre - uyarlanmasında karşılaşılan sorunları tartışıyor. Gary Gordon, K6KV tarafından referans verilen QST makalesi de sağlanmıştır.



Şekil 20.6 - Bir besleme **hattına bir saplama ekleme yöntemi.**

İletim hatlarının elektriksel davranışını tanımlayan bu ve diğer karmaşık denklemler geleneksel olarak Smith çizelgeleri kullanılarak çözülmüştür. (Smith çizelgeleri, "Smith Chart Supplement" makalesinde indirilebilir ek içerikle tartışılmaktadır. Smith çizelgelerine birçok referans ve bunların kullanımı çevrimiçi olarak bulunabilir.) Smith şeması, iletim hattını görselleştirmek ve anlamak için son derece etkili bir yol olsa da, doğrudan tasarımda kullanmak yerini yazılıma bırakmıştır. Bahsedilenler gibi programlar "Smith Chart Software" kenar çubuğu, sayısal hesaplamaları gerçekleştirebilir ve sonuçları bir Smith grafiğinde görüntüleyebilir. ARRL *Anten Kitabı ile sağlanan TLW yazılımı,* Smith grafik grafikleri olmasa da, bu nitelikteki sorunları da çözer.

20.3.1 İletim Hattı Saplamaları

Bir iletim hattının empedans-dönüşüm özellikleri bir sayıda yararlıdır

Uygulamaların. Eğer sonlandırma direnci sıfır ise (yani kısa), 42'den kısa bir alçak iletim hattının sonunda, giriş empedansı 12 denkleminin basitleştirilmesiyle verilen bir reaktansdan oluşur.

X "= Z tan ((13)

Eğer hat sonlandırma açık devre ise, giriş reaktansı şu şekilde verilir:

X "= Z (14)

Sonlandırıcı yük olarak kısa devre ile kısa ('4 2'den az) bir hat uzunluğunun girişi bir endüktans olarak görünürken, opencuited bir - çizgi bir kapasitans olarak görünür. Bu, bir iletim hattının kullanışlı bir özelliğidir, çünkü eşleşen ağlarda düşük kayıplı bir indüktör veya kondansatör olarak kullanılabilir. Bu tür çizgiler genellikle taslaklar olarak adlandırılır.

Elektriksel olarak 4 2 olan bir çizgi. Uzun özel bir saplama türüdür. Bir ¼ 'A hattı yük ucunda kısa devre yaptığında, girişinde açık bir devre sunar. Tersine, yük ucunda açık devresi olan bir ¼ 'A hattı, girişinde bir kısa devre sunar. Böyle bir çizgi, hattın ¼ 'A uzun olduğu frekansta kısa veya açık bir devrenin empedansını tersine çevirir. Bu aynı zamanda ¼ 'A frekansının garip katları olan frekanslar için de geçerlidir. Bununla birlikte, çizginin uzunluğunun ½ 'A veya tamsayı katları olduğu frekanslar için, çizgi sonunda sonlandırmayı çoğaltacaktır .

20.3.2 İletim Hattı Filtre Olarak Saplanır

Saplamaların empedans dönüşüm özellikleri filtre olarak kullanılabilir. Örneğin, kısa bir hat 42 MHz'de 7 ,1 uzun olacak şekilde kesilirse, kablonun girişine bakan empedans açık bir devre olacaktır. Hat, bir vericinin çıkış terminallerine paralel olarak yerleştirilirse hiçbir etkisi olmayacaktır. Bununla birlikte, *temel frekansın iki katı olan* 14.2 MHz'de, aynı hat şimdi 'A ½ ve hat kısa devre gibi görünüyor. Bu uygulamada genellikle çeyrek dalga saplaması olarak adlandırılan çizgi, sadece ikinci harmonik için değil, aynı zamanda daha yüksek eşit dereceli harmonikler için de bir tuzak görevi görecektir.

Dördüncü veya altıncı harmonikler .

Bu filtreleme eylemi, Field Day, acil durum operasyon merkezleri, taşınabilir iletişim tesisleri ve çok işlemcili yarışma istasyonları gibi çok iletimli durumlarda son derece yararlıdır. İletim hattı saplamaları, lumpedconstant filtrelerin pahalı olacağı yüksek güçte çalışabilir. Saplama filtrelerinin kullanılması, yakın aralıklı antenlerden gelen gürültüyü, harmonikleri ve güçlü temel sinyalleri azaltır ve bu da alıcılara aşırı yüklenmeye ve parazite neden olur. (Telsizler ve filtre gereksinimleri arasındaki izolasyonu belirleme hakkında bilgi için, indirilebilir ek içeriğe sahip W2VJN tarafından "Ölçüm Alıcısı İsolation" başlıklı ek makaleye bakın.)

RG-213 gibi kaliteli koakstan yapılmış çeyrek dalga saplamalar, verici harmonik seviyelerini düşürmek için uygun bir yol sunar. Harmonik zayıflamanın kesin miktarının, harmonik frekansta çalıştıkları empedansa (genellikle bilinmeyen) bağlı olmasına rağmen, çeyrek dalga saplaması, doğrudan ortak amatör antenleri besleyen bir vericinin çıkışına yerleştirildiğinde, ikinci harmonik için tipik olarak 20 ila 25 dB zayıflama sağlayacaktır.

Bu zayıflama, bir amplifikatördeki plaka ayarlama ağının çıkış empedansı, bir pi-L ağı gibi frekansla arttığında biraz daha yüksek olabilir. Ayar ağının çıkış empedansı bir pi ağı gibi frekansla azalırsa zayıflama biraz daha düşük olabilir.

Farklı üretim koaksiyel koşuları biraz farklı hız faktörlerine sahip olacağından, çeyrek dalga saplaması genellikle hesaplanandan biraz daha uzun kesilir ve daha sonra temel frekansta yanıtı izlemek için bir anten analizörü kullanırken kısa parçaları kopararak dikkatlice budanır. Koaksiyelin ucu, parçalar kesilirken açık bir devre olduğundan, bir 4 hattının girişi, tam olarak temel frekansta bir kısa devre gösterecektir. Koaksiyel frekansa budandıktan sonra, kısa bir atlama ucu boyunca lehimlenir ve ikinci harmonik frekanstaki yanıt ölçülür. **Şekil 20.6,** kısa bir saplamanın bir iletim hattına ve **Şekil'e nasıl bağlanacağını gösterir 20.7A**

Tablo 20.2

HF Yarışma Bantları için Çeyrek Dalga Saplama Uzunlukları

Freq (MHz)	*Uzunluk (L ")* *	*Kesmek 100 kHz*
1.8	90 ft, 10 inç	%57 içinde
3.5	46 ft, 9 inç	15 ½ içinde
7.0	23 ft, 4 inç	4 içinde
14.0	11ft, 8 inç	1 in
21.0	7 ft, 9 inç	% % içinde
28.0	5 ft, 10 inç	içinde

* Gösterilen uzunluklar 0.66 hız faktörü (L "= 163.5/f) varsayılarak RG-213 ve benzer herhangi bir kablo içindir. Diğer kablolar için metne bakın.

Tipik bir frekans tepkisi gösterir.

Kısa çeyrek dalga saplaması, 7 MHz'de ve 4-2 olduğu 21 MHz'de düşük kayıp gösterir. uzun. 14 ve 28 MHz'i sıfırlıyor. Bu, 7 MHz'lik bir vericinin eşit harmoniklerini azaltmak için kullanışlıdır. Ayrıca 21 MHz'lik bir verici için de kullanılabilir ve 14 veya 28 MHz'de çalışan alıcılara parazite neden olabilecek faz gürültüsü ve geniş bant gürültüsü gibi sahte emisyonları azaltacaktır.

Açık devre çeyrek dalga saplaması temel frekansta düşük bir empedansa sahiptir, bu nedenle kesildiği frekansın iki katı kadar kullanılmalıdır. Örneğin, 3.5 MHz için bir çeyrek dalga açık saplama kesimi, 7 MHz'de yüksek bir empedans sunacaktır ½ 'A uzun. İt, ½'A veya 7, 14 ve 28 MHz'nin bir katı olduğu frekanslarda yüksek bir empedans sunacaktır. İt, Şekil 20.6'nın gösterdiği şekilde bağlanır ve frekans grafiği **Şekil 20.7B'de gösterilir .**

Bu açık saplama 7, 14,21 or28MHzfrominterference üzerinde çalışan bir alıcıyı 3,5 MHz verici ile koruyabilir. Ayrıca 10.5, 17.5 ve 24.5 MHz'de (3., 5. ve 7. harmonikler) null'lara sahiptir. Çeyrek dalga saplamasının uzunluğu aşağıdaki gibi hesaplanabilir:

$$L_e = \frac{VFx983.6}{4f} \qquad (15)$$

nerede

L, = ft cinsinden uzunluk

VF = coax muse için yayılma sabiti

f = MHz'de frekans .

RG-213 özel durumu için (ve VF = 0.66 ile benzer herhangi bir kablo), denklem 15 basitleştirilebilir :

$$L = 163.5/f \qquad (16)$$

nerede

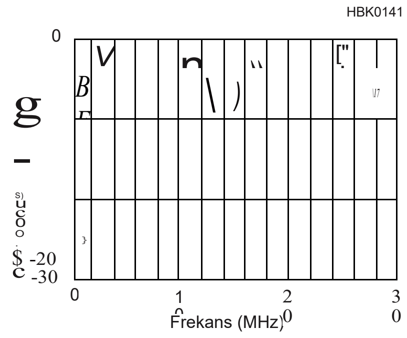
L. = ft cinsinden uzunluk

f = MHz'de frekans

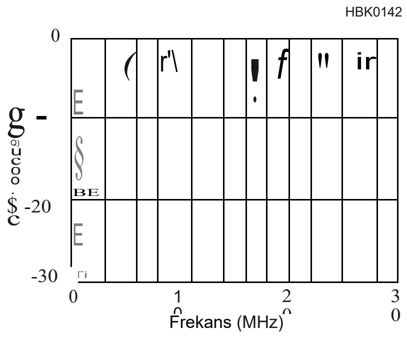
Tablo 20.2, bu denklemi, koçanların sıklıkla kullanıldığı büyük rekabet bantları için çözmektedir. Üçüncü sütun, istenen frekans 100 kHz daha yüksekse saplamanın ne kadarının kesileceğini gösterir. Örneğin:
14.250 MHz için bir saplama kesmek için, 2.5 x 1 inç veya 2.5 inç ile gösterilen toplam uzunluğu azaltın. Koaksiyel kablonun dielektrik sabitinde partiden partiye veya üreticiden üreticiye bazı farklılıklar vardır, bu nedenle ilerlemeden önce saplamanın temel rezonansını ölçmek her zaman en iyisidir.

BAĞIŞ SAPLARI

Saplamalar genellikle vericiye yakın anten besleme hattına bağlanır. Farklı antenleri seçmek için kullanılan bir anahtarın anten tarafına da bağlanabilirler. Boş derinlikteki bazı küçük farklılıklar farklı pozisyonlar için oluşabilir.



(A)



(B)

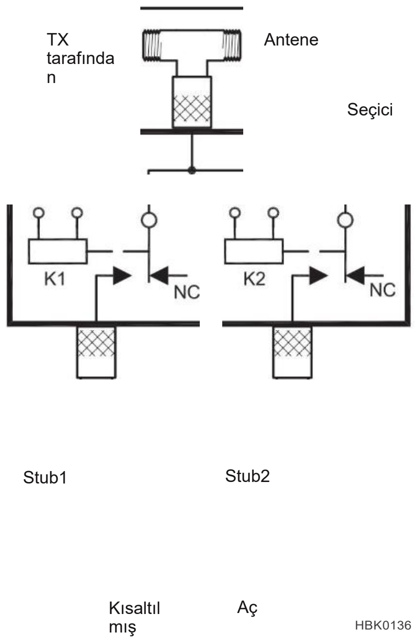
Şekil 20. 7 - Kısa saplama (A) ve açık saplama (B) ile frekans yanıtı.

Bir saplamayı iletim hattına bağlamak için bir koaksiyel T eklemek gerekir (Şekil 20.6'da gösterildiği gibi). Eğer dişi-erkek-dişi T kullanılırsa, erkek doğrudan vericiye bağlanabilirken, anten hattı ve saplama iki dişiye bağlanır. T'nin, rezonans frekansını düşüren saplama ile seri olarak küçük bir ek uzunluk eklediğine dikkat edilmelidir. Bir Amphenol UHF T için ek uzunluk yaklaşık % inçtir. Bu uzunluk 1.8 ve 3.5 MHz'de ihmal edilebilir, ancak daha yüksek bantlarda göz ardı edilmemelidir.

MEASURİNG STUBS WITH BİR-PORT METRE

Amatörler tarafından kullanılan yaygın ölçüm cihazlarının çoğu tek bağlantı noktalı *cihazlardır, yani* ölçümün yapıldığı bir konektöre sahiptir - tipik olarak VSWR - yapılır. Muhtemelen bu tür bir çalışma için en popüler araç, bir dizi üreticiden temin edilebilen anten analizörüdür.

Bir anten analizörü kullanarak bir saplamayı test etmek için saplamayı sayaca tek başına bağlayın ve VSWR ayarını göz ardı ederek sayacı minimum empedans değeri için ayarlayın. Daha yüksek HF bantlarında, özellikle açık saplamalarda doğru bir okuma elde etmek neredeyse imkansızdır. Örneğin, 20 metre boyunca çeyrek dalga açık saplama kesildiğinde, bir MFJ-259 SWR analizöründe nulled olduğunda, frekans çok geniş bir null ile 14.650MHz ölçülür. Bir yeniden kontrol



Şekil 20.8 - Field Day saplama anahtarlama röle kontrol kutusunun şeması. Tablo 20.3, istenen çalışma bandı için hangi rölelerin kapatılması gerektiğini göstermektedir.

14.018 MHz ölçülen profesyonel kalitede bir ağ analizörü ile. (Ağ analizöründeki çözünürlük yaklaşık ± 5 kHz'dir.) Aynı testi çeyrek dalga kısa saplama üzerinde çalıştırmak, MFJ-259 28.320 MHz ve ağ analizöründe 28.398 MHz ölçüm verdi. (Bu yanlışlıklar amatör enstrümantasyon tipik ve hassas ölçümler için ucuz aletleri kullanarak zorlukları toillustrate anlamına gelir.)

Fazı ölçen diğer tek portlu aletler daha doğru bir okuma elde etmek için kullanılabilir. Gerekli T adaptörü tarafından eklenen ek uzunluk hesaba katılmalıdır. Eğer ölçüm T olmadan yapılırsa ve sonra T ile, ortalama değer düzeltmeye yakın olacaktır.

MEASURİNG STUBS WITH İKİ PORT İNSTRUMENTS

İki portlu bir ölçüm, bir sinyal jeneratörü ve ayrı bir dedektör ile yapılır. Bir T konektörü jeneratöre takılır ve saplama bir tarafa bağlanır. Diğer taraf, dedektöre giden herhangi bir uzunlukta bir kabloya bağlanır. Dedektör kabloya 50 Q yük sunmalıdır. Bu, bir ağ analizörünün nasıl yapılandırıldığıdır ve saplamanın gerçek kullanımda nasıl bağlandığına benzer. Jeneratör doğru kalibre edilirse, ölçüm çok iyi olabilir. Bunu pahalı bir laboratuar ekipmanı satın almadan yapmanın birkaç yolu vardır.

Anten analizörü olarak kullanılabilir

Tablo 20.3

Saplama seçici işlemi

Devre detayları için Şekil 20.8'e bakınız.

Röle K1 Pozisyon	*Röle K2 Pozisyon*	*Gruplar geçti (metre)*	*Gruplar Nulled (metre)*
Aç	Aç	Tüm	Hiçbir şey
Enerjik	Enerjik	80	40,20, 15, 10
Enerjik	Açık 40, 15		20, 10
Aç	Enerjili 20, 10		40, 15

Sinyal jeneratörü. Dedektör 30 ila 40 dB dinamik aralığa sahipse ölçümler oldukça doğru olacaktır. Doğruluk için iki kurulum test edildi. İlki diyot detektörlü bir dijital voltmetre kullandı. (En iyi dinamik aralık için bir germanyum diyot (1N34A veya eşdeğer) kullanılmalıdır.) 14 MHz'deki açık ve kısa saplamalar üzerinde yapılan testler, ağ analizörünün 20 kHz içindeki okumaları döndürdü. Başka bir test, giriş üzerinde 50 © 2 yükü olan dedektör olarak bir osiloskop kullanılarak çalıştırıldı. Bu test, esasen ağ analizörü ile aynı olan sonuçlar üretti .

Bir gürültü jeneratörü, dedektör olarak bir alıcı ile birlikte kullanılabilir. (Ucuz bir gürültü jeneratör kiti Elecraft, **www.elecraft.com.'dan temin edilebilir)** Alıcıyı 2-3 kHz bant genişliği için ayarlayın ve AGC'yi kapatın. Alıcının ses çıkışına bağlı bir ac voltmetre boş bir dedektör olarak hizmet edecektir. Stub bağlı olmadan alıcıya gürültü seviyesi sadece sınırlayıcı düzeyde veya altında olmalıdır. Saplama bağlandığında, null içindeki gürültü seviyesi 25 veya 30 dB düşmelidir. Gerekli adaptörleri kullanarak UHF T'yi gürültü jeneratörüne bağlayın. Saplamayı T'nin bir tarafına bağlayın ve alıcıyı kısa bir kabloyla diğer tarafa bağlayın. Alıcıyı beklenen sıfır frekansı etrafında ayarlayın. Null'u bulduktan sonra, null istenen frekansa geçene kadar kablo parçalarını kesin. Bu yöntemle doğruluk, 14 MHz'lik saplamalarda ağ analizörü okumalarının 20 veya 30 kHz içindedir.

Bir *vektör ağı analizörü veya* VNA, başka bir *iki bağlantı noktalı cihaz türüdür. VNA'lar,* tek portlu bir cihaz olarak hem yansıma ölçümlerini hem de iki konumdaki bir cihaz veya sistem aracılığıyla iletim ölçümlerini gerçekleştirebilir. Bir zamanlar sadece pahalı laboratuar aletleri olarak mevcut olan, ekran ve hesaplamaları gerçekleştirmek için bir PC kullanan bir dizi ucuz VNA tasarımı artık amatörler için mevcut. VNA'ların kullanımı bu kitabın Test Ekipmanları ve Ölçümler bölümünde tartışılmıştır.

SAPLAMA TARAKLARI

Tek bir saplama boşlukta 20 ila 30 dB zayıflama verecektir. İf daha fazla zayıflama gereklidir, iki veya daha fazla benzer saplama olabilir birleşik. İki saplamayı doğrudan bağlamak yerine bağlamak için kısa bir bağlantı kablosu kullanılırsa en iyi sonuçlar elde edilir! Paralel olarak y. Saplamalar maksimum zayıflama için aynı frekansa kesilebilir, veya bir banttaki CW ve SSB frekansları gibi iki farklı frekansa. Açık ve kısa saplamalar, daha yüksek harmonikleri ve daha düşük frekans bantlarını azaltmak için birlikte birleştirilebilir.

İlginç bir kombinasyon, biri açık ve diğeri kısa olan iki %7 saplamanın paralel bağlantısıdır. Kısa saplama bir indüktör ve açık saplama bir kapasitör olarak hareket edecektir. Reaktansı eşit ve zıt olacak, rezonant bir devre oluşturacak. Bu düzenleme ile boş derinlik tek bir çeyrek dalga kısa saplama biraz daha iyi olacaktır. Bu, bir bant anahtarlama sisteminde saplama kombinasyonları kullanıldığında bazı olasılıklar sunar.

20.3.3 Proje: Bir Field Day Stub Meclisi

Şekil 20.8, çok vericili bir Field Day istasyonunda yararlı olabilecek basit bir saplama düzenlemesini göstermektedir. Saplamalar, vericiler tarafından üretilen ve diğer istasyonlara parazite neden olacak bant dışı gürültüyü azaltır - istasyonların birbirine oldukça yakın olduğu ortak bir Alan Günü problemi. Bu gürültü alıcıda filtrelenemez ve vericide çıkarılmalıdır. Her verici çıkışına bir saplama tertibatı bağlanacak ve uygun bant için manuel olarak değiştirilecektir.

Gösterildiği gibi iki sap bağlanır. İki röle seçici kutusu dört şekilde değiştirilebilir. Stub 1 bir kısa çeyrek dalga 40 metre saplamadır. Stub 2, açık bir çeyrek dalga 40 metre saplamadır. İşlem **Tablo 20.3'te gösterildiği gibidir.**

Koçanlar, seçici rölelere bağlanırken kesilmeli ve ayarlanmalıdır. RG-213 herhangi bir amatör güç seviyesi için kullanılabilir ve boşluklarda 25 ila 30 dB azalma sağlayacaktır. 500 W'ın altındaki güç seviyeleri için, RG-8X kullanılabilir. İt, RG-213 biraz daha yüksek kaybı nedeniyle boşluklarda birkaç dB daha az azalma sağlayacaktır.

20.4 Anten Sisteminde Eşleştirme İmpedansları

Sadece birkaç özel durumda anten empedansı, pratik bir iletim hattını eşleştirmek için gereken tam değerdir. Diğer tüm durumlarda, bir uyumsuzlukla çalışmak ve sonuçta ortaya çıkan SWR'yi kabul etmek veya çizgi ile anten arasında bir eşleşme sağlamak gerekir.

İletim hatları bir vericiyle kullanıldığında, en yaygın yük bir antendir. Bir iletim hattı bir anten ve bir alıcı arasında bağlandığında, alıcı giriş devresi anten değil yüktür, çünkü geçen bir dalgadan alınan güç alıcıya iletilir.

Uygulama ne olursa olsun, yükte var olan koşullar ve *sadece* yük, yansıma katsayısını ve dolayısıyla hattaki SWR'yi belirler. Yük tamamen dirençli ve hattın karakteristik empedansına eşit ise, duran dalgalar olmayacaktır. Yük tamamen dirençli değilse veya Z doğrusuna eşit değilse, duran dalgalar olacaktır. Yükte SWR'yi değiştirmek için hattın giriş ucunda ayarlama yapılamaz. Kayıplı bir çizginin girişindeki SWR, çizginin zayıflamasıyla maskelendiğinde daha önce açıklandığı gibi, çizgi uzunluğunun değiştirilmesinden SWR da etkilenmez.

20.4.1 Eşlenik Eşleştirme

Teknik literatür bazen, hat üzerindeki herhangi bir noktadan yüke doğru bakarken görülen empedansın, kaynağa doğru bakarken görülen empedansın karmaşık konjugatı olduğu durumu tanımlamak için eşlenik eşleşme terimini kullanır. Bu, empedansların dirençli ve reaktif büyüklüklerinin aynı olduğu, ancak reaktansların zıt işaretlere sahip olduğu anlamına gelir. Örneğin, 20 + *j* 75'in karmaşık eşleniği *20 -j* 75'tir. 50 + *j* 0 9 gibi tamamen dirençli bir empedansın kompleks eşleniği aynı empedansdır, 50 + *j O. Çoğu* sinyal kaynağından mümkün olan maksimum güç kazancını elde etmek için eşlenik bir eşleşme gereklidir.

Örneğin, 50 fit RG-213 72 - *j* 34 n anten empedansında sonlandırılırsa, iletim hattı empedansı *35.9-j 21.99at* girişine dönüştürür. (TLW programı hat girişindeki empedansı hesaplamak için kullanılır.) Hat girişinde eşlenik bir eşleşme oluşturmak için, eşleşen bir ağın 35.9 + *j* 21.9'luk bir empedans sunması gerekir. J 21 ± bu yana sistem daha sonra rezonans haline gelecektir. 9. Q reaktansları iptal edilir ve 35.9 + j Açık kalır. Eşlenik eşleşme, 35.9 -j 0 ©'dan 50 + J 0 © 2'ye kadar bir empedansı diğerine dönüştürmekle aynı değildir. Bu adım için ek bir empedans dönüşüm ağı gerekli olacaktır .

Eşlenik eşleştirme genellikle en iyi güç kazancını elde etmek için VHF ve üstü preamplar gibi küçük sinyal amplifikatörleri için kullanılır. Yüksek güçlü - amplifikatörlerin durumu karmaşıktır ve eşlenik eşleşmenin en yüksek verim, kazanç ve güç çıktısını sağlayıp sağlamadığı konusunda önemli tartışmalar vardır. Bununla birlikte, eşlenik eşleme, anten sistemlerinde empedans eşleşmesine en sık uygulanan modeldir.

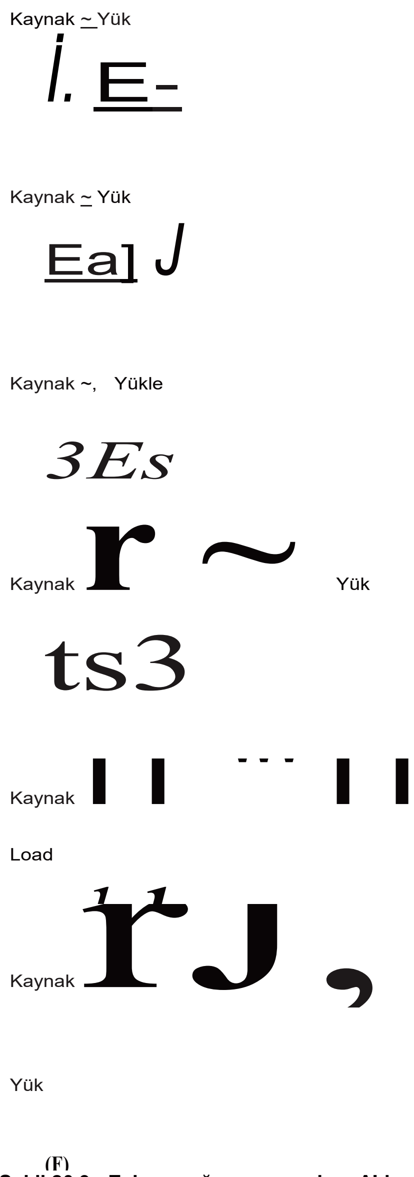
Eşlenik empedans eşleştirme kavramı, bu kitabın web sayfasındaki çevrimiçi bir öğreticide Lou Ernst, WA2GKH tarafından daha ayrıntılı olarak incelenmiştir. PDF sunumu *ve Excel elektronik tablo* aracı, web sayfasının Yazılım bölümünde **arrl.org/ arrl-handbook-reference** adresinde bulunabilir.

20.4.2 İpedans Eşleştirme Ağları

Bir anten sisteminin tüm bileşenleri (verici, besleme hattı ve anten) aynı empedansa sahip olduğunda, verici tarafından üretilen tüm güç antene aktarılır ve SWR 1:1 olur. Bununla birlikte, anten besleme noktası empedansları frekans ve tasarıma göre büyük ölçüde değiştiği için bu nadiren geçerlidir. Bu, çeşitli anten sistemi bileşenleri arasında bir miktar empedans eşleştirme yöntemi gerektirir.

Birçok amatör, vericileri ile anteni besleyen iletim hattı arasında bir empedans eşleştirme ünitesi veya "anten tuneri" kullanır. (Bu bir sonraki bölümde açıklanmıştır.) Anten tunerinin işlevi, iletim hattının verici ucundaki empedansı, vericinin gerektirdiği 50 © 2'ye dönüştürmektir. Vericide bir anten tunerinin kullanılmasının *anteni ayarlamadığını,* besleme hattındaki SWR'yi azalttığını ve besleme hattı kayıplarını azalttığını unutmayın !

Bazı eşleşen ağlar doğrudan antene yerleştirilmiştir (örneğin, gama ve beta eşleşmeleri) ve bunlar **Antenler** ve *ARRL Anten Kitabı bölümünde tartışılmıştır.* Sabit veya ayarlanabilir bileşenlerden yapılmış impedance eşleştirme ağları antende de kullanılabilir ve



Şekil 20.9 - Eşleşen ağ varyasyonları. A'dan D'ye L ağlarını gösterir. E, ortak bir seri indüktörü paylaşan bir çift L ağına eşdeğer bir pi ağıdır. F bir T ağıdır, bir çift Ortak bir paralel indüktörü paylaşan L ağları.

Tablo 20.4
Ağ Performansı

Şekil 20.9 Bölüm	*Devre Tipi*	*Daha Yüksek veya Daha Düşük Maç?*	*Harmonik zayıflama mı?*
(A)	Düşük geçişli L ağı	Alt	Adil iyi
(8)	Ters Düşük geçişli L ağı	Daha yüksek	Adil iyi
(c)	Yüksek geçişli L ağı	Alt	Hayır
(D)	Ters yüksek geçişli L ağı	Daha yüksek	Hayır
(E)	Düşük geçişli Pi ağı	Alt ve Yüksek	İyi
(F)	Yüksek geçişli T ağı	Alt ve yüksek	Hayır

Özellikle tek bir bantta çalışan antenler için kullanışlıdır.

Bununla birlikte, bu empedansın anten sisteminin herhangi bir yerinde istenen herhangi bir empedansa uyacak şekilde dönüştürülebileceğini unutmayın. Koşullara bağlı olarak, aşağıdaki bölümlerde açıklandığı gibi çeşitli teknikler kullanılabilir.

Empedans değerlerini dönüştürmek için tasarlanmış bir elektronik devre, empedans *eşleştirme ağı olarak adlandırılır*. Koaksiyel kablo kullanan sistemlerde kullanılmak üzere ağ devreleriyle eşleşen en yaygın empedans:

1) Düşük geçişli L ağı.
2) Yüksek geçişli L ağı.
3) Düşük geçişli pi ağı.
4) Yüksek geçişli T ağı.

Devrelerin her biri için temel şemalar **Şekil 20.9'da gösterilmiştir.** Devrelerin özellikleri **Tablo 20.4'te gösterilmiştir.** Tablo 20.4'te gösterildiği gibi, eşleştirme bir yönde gerçekleşmezse L ağları tersine çevrilebilir. L ağları tek bantlı anten eşleştirme için en yaygın olanıdır. Paralel bileşen *şant bileşenidir*, bu nedenle girişte şant kapasitörü veya indüktörü olan L ağları (Şekil 20.9A ve 20.9C) *shuntinput ağlarıdır* ve diğerleri seri giriş ağlarıdır.

İpedans eşleştirme devreleri, belirli bir antenin çok yüksek veya düşük bir empedansa sahip olduğu durumlarda sadece bir bant için sabit değer bileşenlerini kullanabilir veya açık telle beslenen bir dipol anteninin eşleştirilmesi gibi çeşitli bantlarda eşleştirme gerektiğinde ayarlanabilir hale getirilebilir hat.

Bill Sabin, W0IYH tarafından eşleşen ağlarda ek materyal, *programı MATCH ile birlikte indirilebilir ek içerikle bulunabilir.* - W2VJN tarafından "İmpedance Eşleştirme Ağlarını Tasarlamak için TLW Kullanımı" başlıklı ek makale de indirilebilir ek içerikle birlikte.

DESIGNNIG AN L NETWORK

Şekil 20.9A'de 20.9D ile gösterilen L ağı, yalnızca iki bileşen gerektirir ve tek bantlı antenler için eşleşen ağın özellikle iyi bir seçimidir. L ağının inşası kolaydır, böylece antenin besleme noktasına veya yakınına monte edilebilir, bu da iletim hattında kulübeye 1:1 SWR ile sonuçlanır. (L ağlarının yanı sıra pi ve T ağlarının TLW *yazılımı ile kolayca tasarlanabileceğini unutmayın*.)

Bir L ağı tasarlamak için hem kaynak hem de yük empedansları bilinmelidir. Kaynak empedansının, R'nin, vericiye iletim hattını temsil eden 50 © 2 olacağını ve yükün keyfi bir değer olduğunu varsayalım, R .

İlk olarak, devre Q belirlemek.

$$Q^2 + 1 = \frac{R_L}{50} \qquad (17A)$$

veya

$$\bullet (\qquad (17B)$$

Ardından, istediğiniz ağ türünü Şekil 20.9'dan seçin. Paralel bileşenin her zaman daha yükseğe bağlı olduğunu unutmayın.İki empedans, kaynak veya yük. Seçiminiz, kaynak veya yükün bir de ground (paralel veya şant-L) gerektirip gerektirmediğini ve bir uzak anten anahtarına veya başka bir cihaza (paralel veya şant-C) güç vermek gibi ağ üzerinden bir de yolunun gerekli olup olmadığını dikkate almalıdır. Bir ağ seçtikten sonra, X ve Xe değerlerini hesaplayın:

$$X = QR \qquad (18)$$

ve

$$X_e = \frac{R_L}{Q} \qquad (19)$$

Örnek olarak, 300 © 2 anten (R) ile 50 9 iletim hattı (R) arasında bir L ağı tasarlayacağız. R > R böylece Figure20.9B veya Figure20.9D seçebiliriz. B'deki ağ düşük geçişli bir ağdır ve harmonikleri zayıflatır, bu nedenle normal seçimdir .

$$Q = \sqrt{\frac{kaka}{50} - 1} = 2.236$$

$$X1 = 50x2.236 = 112 \ 0$$

$$X, - \frac{300}{c\,2.236} \ 1340$$

Ağ 7 MHz'de çalışacak şekilde tasarlanmışsa, gerçek bileşen değerleri şunlardır:

$$L = L\text{-}2.54\mu H \ \frac{X}{2n \ f}$$

$$C = \text{-}170 \text{ pF } \frac{}{2n \ f \ Xe}$$

Bileşenler sabit değerli veya ayarlanabilir olabilir. *TLW* yazılımını çalıştırarak ek bilgi elde edilir: 1500 W'da kondansatör boyunca 942 V tepe ve indüktörde akan 5.5 A olacaktır.

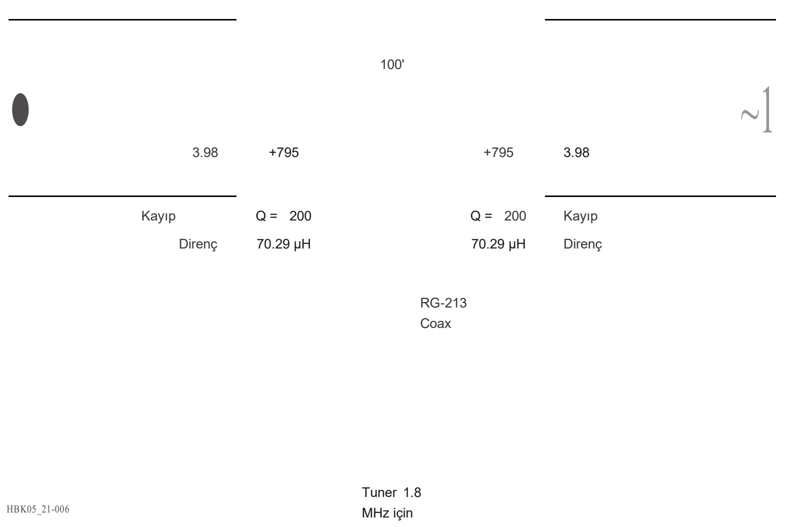
Dönüştürülecek empedansların oranı ne kadar büyük olursa, Q o kadar yüksek olur. Yüksek Q değerleri (10 veya daha fazla), pratik olmayan yüksek veya düşük bileşen değerlerine neden olabilir. Bu durumda, eşleşen ağı, eşleşmeyi iki adımda gerçekleştiren arka arkaya bir çift L ağı olarak tasarlamak daha kolay olabilir. Bir ara empedans değeri seçin, Rxr, R ve kaynak empedans arasındaki geometrik ortalama:

$$Rw = \sqrt{RRg}$$

R'yi Rr'ye dönüştüren bir L ağı ve Rr'yi Rg'ye dönüştüren ikinci bir L ağı oluşturun.

20.4.3 Antende Eşleştirme Anteni İmpedance

Bu bölüm, bir iletim hattına eşleştirme sağlamak için anten besleme noktasına ornear'de bir ağın kurulabileceği yöntemleri açıklar. Eşleşen sistemin antende değil, aşağıdaki kulübede olması



Şekil 20.10 - Kısa bir dipolün verimliliği, besleme noktasına simetrik olarak yerleştirilmiş bir çift indüktör ile 1.8 MHz'de geliştirilebilir. Her indüktörün 200 Q olduğu varsayılır. Dipolü bu şekilde rezonansa sokarak, RG-213 koaksiyel ile beslendiğinde sistem verimliliği, rezonatör olmadan aynı anteni kullanmaktan yaklaşık 21 dB daha iyidir. Dezavantajı, eski çok bantlı antenin yalnızca tek bir bantta kullanılabilmesidir.

Uzun bir iletim hattının sonu sezgisel olarak arzu edilir görünmektedir, ancak özellikle aşağıda tartışıldığı gibi çok bantlı antenlerde her zaman çok pratik değildir.

ANTEN REZONATI

Eğer oldukça reaktif bir anten rezonansa ayarlanabilirse, rezistif kısmı hattın karakteristik empedansına eşit hale getirmek için özel çaba gösterilmese bile, ortaya çıkan SWR genellikle SWR nedeniyle ek hat kaybını en aza indirmek için yeterince düşüktür. Örneğin, **Şekil 20.10'daki çok bantlı 100 ft uzunluğundaki düz üst anten,** 1.8 MHz'de 4.18-j 1590 9'luk bir besleme noktası empedansına sahiptir. Anten reaktansının, reaktansı + *j* 1590/2 = *j* 795 9 olan ve her biri Q of200 olan iki simetrik indüktörden oluşan bir ağ ile ayarlandığını varsayalım. Bu indüktörler 795/200 = 3.98 Q doğal kayıp dirençleri ile seri halinde 70.29 µH bobinlerdir. Toplam seri direnci böylece 4.18 + 2 x (3.98) = 12.1. Şekilde olduğu gibi besleme noktasında antenin her bacağı ile seri olarak yerleştirilen İf, anten reaktansı ve indüktör reaktansı iptal edilir ve anten besleme noktasında tamamen dirençli bir empedans bırakır .

Bu ayarlı sistem 50 ©2 koaksiyel kablo ile beslenirse, SWRis 50/12.1 = 4.13: 1 ve 100 ft RG-213 kablosundaki kayıp 0.48 dB olacaktır. Antenin radyasyon verimi, antenin radyasyon direncinin (4.18 ©), eşleşen bobinler de dahil olmak üzere toplam besleme noktası direncine (12.1 0) oranıdır, bu nedenle verimlilik 4.18/12.1 = %34.6'dır, bu da %100 verimli bir antene kıyasla 4.6 dB kayba eşdeğerdir. Hatta 0.48 dB loss eklenmesi, 5'in genel bir sistem kaybını verir**.** l dB. RG-213 koaksiyel anteni doğrudan beslemek için kullanılıyorsa, antende herhangi bir eşleşme olmadan bunu 26 dB'lik kayıpla karşılaştırın. Orta derecede yüksek Q rezonanslı indüktörlerin kullanımı, - indüktörleri olmayan duruma kıyasla neredeyse 21 dB "kazanç" (yani daha az kayıp) vermiştir. Tabii ki dezavantajı, antenin artık sadece bir frekansta rezonans olmasıdır, ancak kesinlikle bu frekansta çok daha verimlidir !

ÇEYREK DALGA TRAFOSU VEYA "Q" SECTION

İletim hattına sunulan empedans aralığı genellikle rezonansa yakın çalıştırıldığında dipol veya Yagi gibi tipik bir amatör antende nispeten küçüktür. Bu tür anten sistemlerinde, iletim hattının %7'lik bir bölümünün empedans dönüştürücü özellikleri genellikle antendeki iletim hattına uymak için kullanılır.

Anten empedansı ve eşleşecek bir besleme hattının karakteristik empedansı biliniyorsa, düşük kayıplı kablonun çeyrek dalga eşleştirme bölümü için gereken karakteristik empedans, denklem 12'nin başka bir basitleştirilmesi ile ifade edilir.

$$Z = \sqrt{Z_1 Z_0} \qquad (20)$$

nerede

Z = eşleşen bölüm için gerekli karakteristik empedans

Z = anten empedansı

Zs = Eşleşeceği çizginin karakteristik empedansı.

Böyle bir eşleştirme bölümüne *asenkron - çeyrek dalga transformatörü veya çeyrek dalga transformatörü denir.* Senkron terimi kullanılır, çünkü eşleşme yalnızca eşleşen bölümün tam olarak 4 2 uzunluğunda olduğu uzunlukta elde edilir. Bu, 42 transformatörün kullanımını tek bir bantla sınırlar. Farklı bantlarda farklı 42 uzunlukta çizgi gereklidir.

Şekil 20.11, tek bir kule üzerinde yığılmış Yagiler dizisini beslemek için bu tekniğin bir örneğini göstermektedir. Her anten rezonanstır ve diğer Yagilerle paralel olarak beslenir, her antene *eşit uzunluklarda koaksiyel kullanılır. Yığılmış bir* dizi sadece kazanç değil, aynı zamanda geniş bir coğrafi alanın kapsama alanı için uygun geniş bir dikey yükseklik deseni üretmek için kullanılır. (Yagi yığınlaması ile ilgili ayrıntılar için ARRL Anten Kitabı'na bakın.)

Paralel olarak bağlanmış eşit uzunluklarda çıkış hattı ile beslenen iki 50 © 2 Yagis'in besleme noktası empedansı 25 92'dir (50/2 © 2); Üç paralel verim 16.7 9; dört paralel verim 12.5 02. Dört Yagiden oluşan bir yığın için nominal SWR değeri 4:1'dir (50/12.5). Bu SWR seviyesi, düşük kayıplı koaksiyel besleme hattının kullanılması şartıyla aşırı hat kaybına neden olmaz. Bununla birlikte, birçok istasyon tasarımcısı, aktarıcı tarafından görülen yükü değiştirmeden, dizideki herhangi bir anteni röleleri kullanarak seçebilmek ister. (Belki de yığında bir anteni bir Farklı yön ve kendi başına kullanın.) Yük değişirse, amplifikatör yeniden ayarlanmalı, en iyi ihtimalle bir rahatsızlık.

Örnek: Bir 50©2 hattını, 25 92 yük üretmek için paralel olarak beslenen iki antenden oluşan bir Yagi yığını ile eşleştirmek için, çeyrek dalga eşleştirme bölümü,

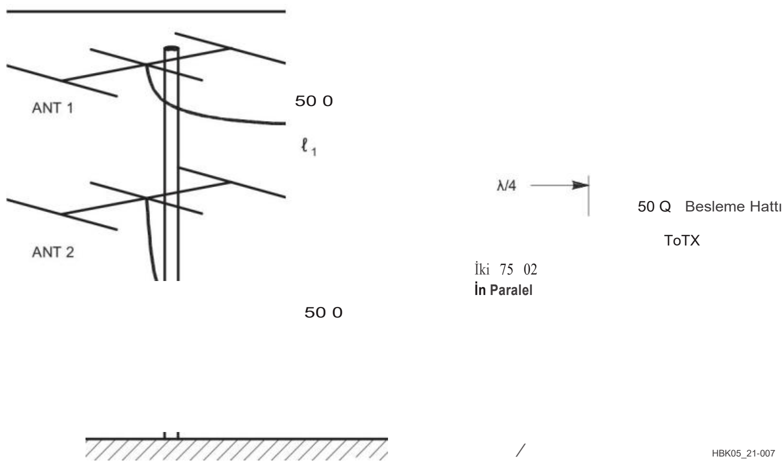
Z =/50x25 = 35.4 02

Bu uygulamaya uygun 35-92 kablo RG-83. Karakteristik empedansı 35 © olan bir iletim hattı, 37.5 O'luk bir kablonun eşdeğerini elde etmek için paralel olarak 75 © kablonun (RG-I1A gibi) iki eşit 4 2 bölümünün bağlanmasıyla yakından yaklaşılabilir. Paralel olarak beslenen üç Yagis, karakteristik bir empedansa sahip bir kablo kullanılarak yapılan 42 transformatöre ihtiyaç duyar.

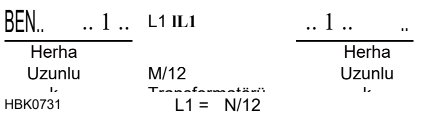
Z =/İ6.725 = 28.9 0

Bu, 75 2 kablonun 4 2 bölümüne paralel olarak 50 © 2 kablonun bir '4 2 bölümü kullanılarak yaklaştırılır, İstenilen 28.9 Q'ya yeterince yakın, 30 0'lık bir net empedans elde etmek. Paralel olarak beslenen dört Yagis, 25 © karakteristik empedansa sahip bir kablo kullanılarak yapılan bir ¼ 'A transformatörü gerektirecektir, Paralel olarak iki 50 © kablo kullanarak kolayca oluşturulur .

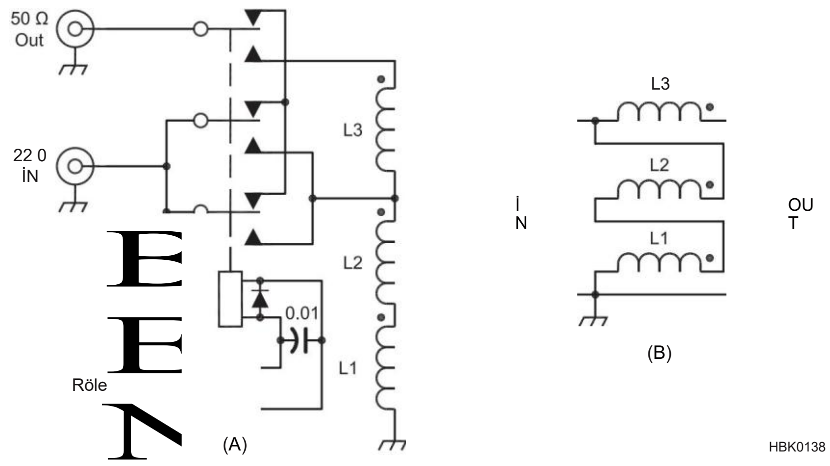
İki rezonans bobinine sahip önceki bölümdeki 100 ayak düz üst örneği, besleme noktasında 12 0 empedansa sahiptir. 1,8 MHz'de (90 ft) her biri '4 2 uzunluğunda iki RG-58A kablo, bu anteni beslemek için paralel olarak bağlanabilir. Ek bir 10 ft uzunluk ofRG-213 gerekli 100 ft'yi oluşturabilir. Maç neredeyse mükemmel olacak. Bu sistemin dezavantajı, işlemi bir bantla sınırlamasıdır, ancak genel



Şekil 20.11 - '% • eşleşen bölümlerin kullanımını gösteren iki yığılmış Yagis dizisi. 50 (besleme hattı) iki eşit uzunluklarının kavşağında empedans 25 Q 'dur.İki paralel tarafından 50 geri dönüştürülür 75 0, % "A birlikte **37.5 02 net karakteristik empedans yapmak hatları. Bu, formülle hesaplanan 35.4 Q değerine yakındır.**



Şekil 20.12 - İki farklı besleme hattı empedansını eşleştirmek için iki bölümlü on iki kollu bir transformatör kullanılabilir. Bu, 50 © sistemlerinde fazla 75 Q hardline kullanmak için yaygın bir tekniktir.



Şekil 20.13 - Metinde açıklanan empedans eşleştirme transformatörü için şematik. Tüm şematik A'da gösterilir. Sargıların fiziksel konumu B'de gösterilir.

Verimlilik oldukça iyi olacak.

¼ 'A transformatörlerinin bir başka kullanımı, tam dalga döngü antenlerinin empedansını 50 © 2 koaksiyel ile eşleştirmektir. Örneğin, bir dörtlü antenin veya bir tam dalga 40 metrelik döngünün tahrik elemanı 100 ila 150.9 empedansına sahiptir. 62, 75 veya 93 © 2 koaksiyel kablodan yapılmış bir %7 transformatörünün kullanılması, SWR hattını kayıpların önemsiz olduğu bir seviyeye düşürecektir .

ONIKINCI DALGA TRAFOLARI

Q bölümü gerçekten seri bölüm empedans eşleşmesinin özel bir durumudur. (Tekniğin genişletilmiş bir tartışması için ARRL Anten Kitabı'na bakın.) **Şekil 20.12'de gösterilen özellikle kullanışlı iki bölümlü bir varyasyon,** 50 ©2 koaksiyel ve 75 9 hardline gibi iki farklı iletim hattı empedansını eşleştirmek için kullanılabilir. Özel empedanslı bölümler gerekli değildir, sadece iki besleme hattının bölümleri eşleştirilmelidir. (Ayrıca, İletim Hattı Seçme bölümündeki "50 © Sistemlerde 75 Q2 Hardline Kullanımı" kenar çubuğuna bakın .)

Bu konfigürasyon *on ikinci dalga transformatörü olarak adlandırılır,* çünkü eşleştirilecek empedansların oranı 1.5: **1 olduğunda (50** ve 75 Q kablolarında olduğu gibi) eşleşecek hatlar arasındaki eşleşen iki bölümün elektriksel uzunluğu 0.0815 2'dir. (29.3 °), oldukça yakın 2/12 (0.0833 'A veya 30 °). Tüm senkron transformatörlerde olduğu gibi, eşleştirme işlevi yalnızca bir bantta çalışır .

MATCHNG TRAFOLARI

Başka bir eşleştirme tekniği geniş bantlı toroidal transformatörleri kullanır. Çok geniş frekans aralıklarında çalışan ve çeşitli empedanslarla eşleşecek transformatörler yapılabilir.

Çok basit bir eşleştirme transformatörü, - **Şekil 20.13A'de gösterildiği gibi seri olarak bağlanmış üç sargıdan oluşur.** Üç sargının fiziksel düzeni Şekil 20.13B'de gösterilmiştir. Bu düzenleme en iyi bant genişliğini sağlar**. Şekil 20.14** bu tür bir transformatörün resmini göstermektedir. Transformatöre bir İN/OUT rölesi dahildir. Bir röle direği 50 9 giriş portunu değiştirirken iki

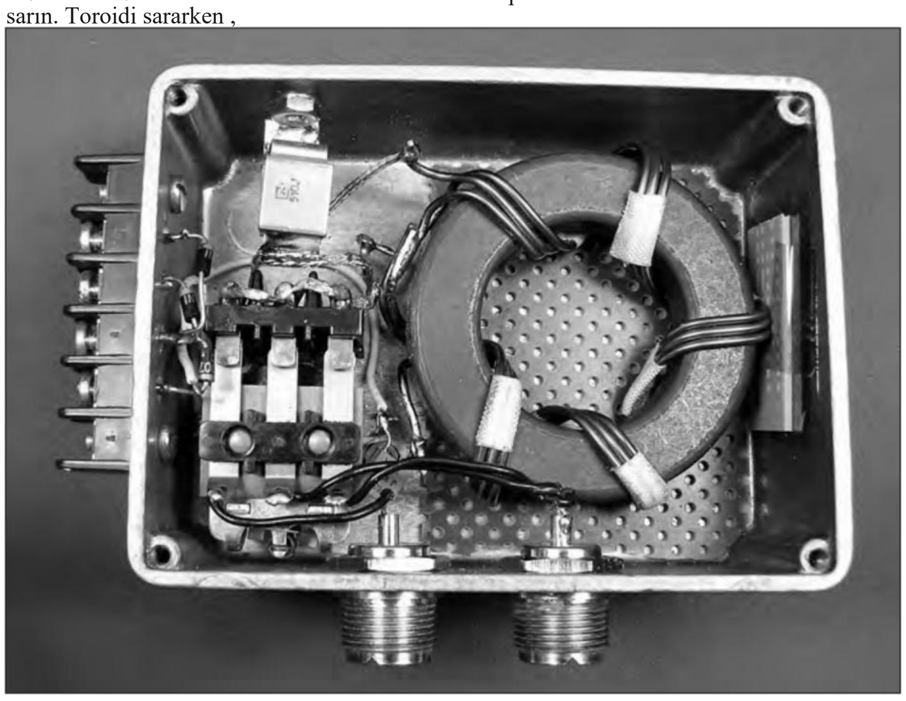
Paralel anahtardaki kutuplar 22 02 portunu değiştirir. Üç adet 14 inç uzunluğunda # l4 AWG tel birbirine bantlanır, böylece çekirdekte düz dururlar. 2.4 inç çapında bir # 61 karışık toroid çekirdek tam yasal gücü işleyecektir .

Yalıtımın 5.7 kV derecesi ile 200 ° C'ye kadar kullanım için derecelendirilmiş TEMCo GP/MR-200 veya Superior Essex ALLEX teli gibi yüksek voltaj kullanımı için derecelendirilmiş mıknatıs teli kullanın. Motor tamir atölyeleri tek projeler için küçük miktarlarda satabilir. Kaplamasız bir toroid çekirdeği, özellikle aşındırıcı olan ferriti sarmadan önce, tel kaplamaya zarar vermemek için çekirdeği Scotch 88 gibi bir veya iki kat yüksek kaliteli elektrik bandı ile sarın. Toroidi sararken ,

Telin çekirdeğe sıkı bir şekilde çekilmesi gerekli değildir, bu da yalıtıma ek gerilmelere neden olabilir.

Bu tasarımın empedans oranı 1: 2.25 veya 22.22-to-50'dir. Bu oran paralel olarak iki veya üç 50.92 anten için iyi çalışır. Paralel iki SWR verecek of25/22.22 veya 1.125: 1. Üçü paralel olarak 22.22/16.67 veya 1.33 SWR verir. Şekil 20.14'te gösterilen birim, 1.5 MHz ila 30 MHz arasında bir SWR bant genişliğine sahiptir. 51 pF kapasitör, - istenmeyen başıboş endüktif reaktansı iptal etmek için düşük impedans girişindeki toprağa (şant) bağlanır.

Bu, iki veya üç triband antenini istiflemek için iyi bir yoldur. Eğer aynı uzunluğa sahiplerse



Şekil 20.14 - Şekil 20.13'te gösterilen şematik için tamamlanmış empedans eşleştirme transformatörü montajı.

Besleme çizgileri ve hepsi aynı yolu gösterir, kalıpları eklenir ve bir miktar kazanç elde edilir. Bununla birlikte, bazı faydalara sahip olmak için aynı kulede olmaları veya aynı yöne işaret etmeleri veya aynı uzunluk çizgileriyle beslenmeleri bile gerekmez. Farklı antenler bile bazen bu şekilde birbirine bağlandığında bir fayda gösterebilir.

20.4.4 Hattın Vericiyle Eşleştirilmesi

Şimdiye kadar, esas olarak, antenlere bağlı besleme hatları için kabul edilebilir miktarda kayıp ve düşük bir SWR elde etmek için gereken önlemlerle ilgilendik. SWR makul sınırlar içinde tutulduğunda besleme hattı kaybı en aza indirgenmekle kalmaz, aynı zamanda verici, sürmek üzere tasarlandığı yük direncine bağlandığında belirtilen şekilde performans gösterebilir.

Çoğu modem amatör verici, geniş bant, ayarlanamayan empedans eşleştirme ağları ile 50 Q yüke çalışmak üzere tasarlanmış katı hal final amplifikatörlerine sahiptir. Vakum tüplü amplifikatörlerde kullanılan ayarlanabilir pi ağları çok çeşitli empedansları barındırabilirken, tipik katı hal vericileri, SWR yaklaşık 2:1'den daha fazla yükselirse çıkış gücünü otomatik olarak azaltan yerleşik koruma devresi kullanır.

Vericinin tasarlandığı yükü görmesini sağlamak için yalnızca doğal olarak düşük SWR antenleri kullanma seçeneğinin yanı sıra, *empedans eşleşen bir ünite veya anten tuneri (kısaca "tuner")* kullanılabilir. Bir anten tunerinin işlevi, iletim hattının giriş ucundaki empedansı, ne olursa olsun, en iyi performans için vericinin ihtiyaç duyduğu 50 Q değerine dönüştürmektir.

Bazı katı hal vericileri (genellikle ekstra maliyetle) otomatik anten tunerleri içerir, - böylece pratik antenler ve iletim hatları ile başa çıkabilirler. Bununla birlikte, yerleşik tunerler tarafından eşleştirilebilen empedans aralığı, özellikle daha düşük frekanslarda tipik olarak oldukça sınırlıdır. Çoğu yerleşik tuner, 1:1'e dönüştürülebilen maksimum SWR of3: 1 değerini belirtir.

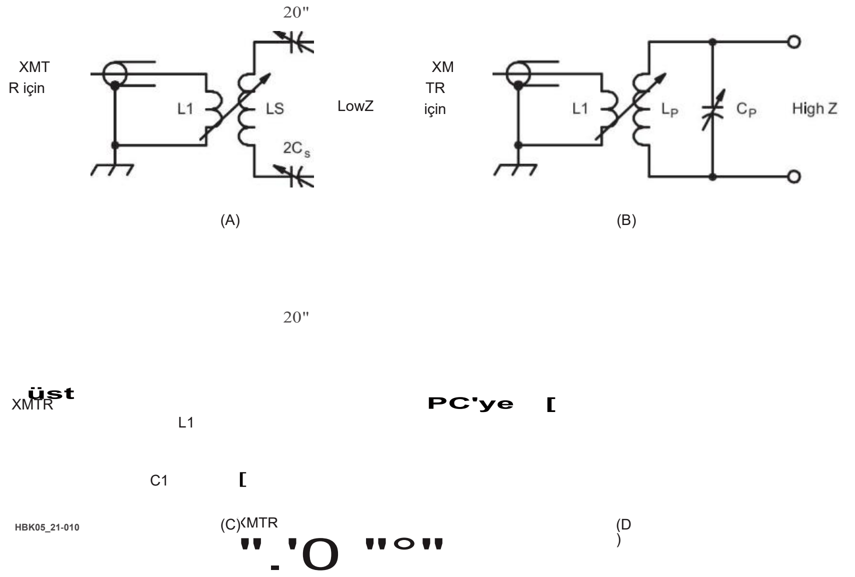
Bir tunerin, tuner ile anten arasındaki iletim hattındaki SWR'yi değiştirmediğini unutmayın; Sadece besleme hattının verici ucundaki empedansı, vericinin tasarlandığı değere ayarlar. Anten tunerleri için diğer isimler *transmatch, empedans matcher, kibrit kutusu veya anten kuplörü içerir.* Anten ile anten tunerinin çıkışı arasındaki iletim hattındaki SWR nadiren 1:1 olduğundan, tuner ile verici arasındaki kısa hat uzunluğundaki SWR 1:1 olmasına rağmen, uyumsuzluk nedeniyle besleme hattında bir miktar kayıp kaçınılmazdır.

İf farklı bantlar için ayrı besleme hatları kullanılır, tuner bir besleme içine yerleştirilebilir Satır, en iyi VSWR için ayarlanmış ve bu ayarda bırakılmıştır. Belirli bir antenin bir bandın CW kısmında minimum VSWR varsa ve SSB ucundaki işlem isteniyorsa, tuner eşleştirme için kullanılabilir ve gerekli olmadığında kapatılabilir. Çok bantlı çalışma genellikle kullanılan her bant için retuning gerektirir.

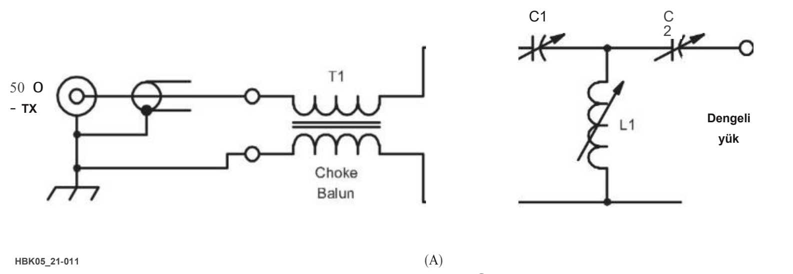
Dengeli veya açık telli besleme hatlarıyla kullanım için anten tunerleri, **Şekil 20.15'te görüldüğü gibi bir balun veya bağlantı devresi içerir.** Bu, bir vericinin dengesiz koaksiyel çıkışının dengeli besleme hattına bağlanmasını sağlar.

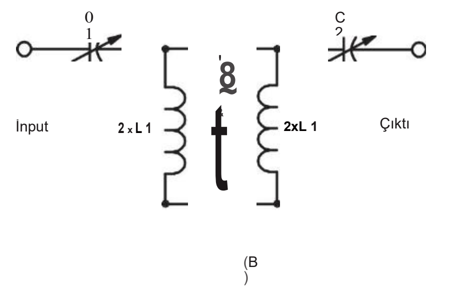
Tam dengeli bir tuner, besleme hattının her bir tarafı için bir tuner devresi ve empedansın 50'ye yakın olduğu tunerin girişindeki balun ile simetrik bir iç devreye sahiptir. Çoğu anten tuneri dengesiz, Bununla birlikte, empedans - eşleştirme ağının çıkışında bulunan bir balun ile doğrudan dengeli besleme hattına bağlanır. Çok yüksek veya çok düşük empedanslarda, balun'un güç derecesi yüksek iletilen güç seviyelerinde aşılabilir.

Otomatik anten ayarlayıcıları, iç antenin değerini ayarlamak için bir mikroişlemci kullanır



Şekil 20.15 - Bir vericiyi, vericinin tasarım yük empedansından farklı bir yük sunan dengeli bir hatta bağlamak için basit anten tunerleri, sırasıyla 50 n. A ve B, bobinler arasında değişken endüktif kuplaj kullanan seri ve paralel ayarlı devrelerdir. C ve D benzerdir ancak sabit endüktif kuplaj ve değişken seri kapasitör, C1 kullanın. Bir dizi ayarlı devre, düşük empedanslı bir yükle iyi çalışır; Paralel devre, yüksek empedanslı yüklerle (birkaç yüz ohm veya daha fazla) daha iyidir.





Şekil 20.16 - T yapılandırmasında anten tuner ağı. Bu ağ popüler hale geldi çünkü çok çeşitli empedansları eşleştirme yeteneğine sahip. A'da, anten tunerinin girişindeki balun transformatörü, dengeli bir iletim hattını beslerken dengeyi korur. Balun, tunerin girişine veya çıkışına yerleştirilebilir. B'de, T konfigürasyonu arka arkaya iki L ağı olarak gösterilir. (L ağ versiyonunda, L 1'in yerini alan iki ½ değerli indüktörün aynı değerlerle ayarlanabilir olduğu varsayılır).

Bileşenler. Bazı modeller yüksek SWR değerlerini algılar ve otomatik olarak yeniden ayarlarken, diğerleri operatörün bir ayarlama işlemi başlatmasını gerektirir. Otomatik tunerler düşük ve yüksek güç kullanımı için mevcuttur ve genellikle manuel olarak ayarlanan muadilleriyle aynı empedans değerlerini kullanır.

THET NETWORK

Yıllar geçtikçe, radyo amatörleri tuner olarak kullanılmak üzere bir dizi devre türetmiştir. Son yıllarda anten tunerinin en yaygın şekli, **Şekil 20.16A'de gösterildiği gibi bir T ağının bazı varyasyonlarıdır.** Boğucu veya akım balunun, dengeli besleme hatlarını eşleştirmek için tunerin giriş veya çıkışında kullanılabileceğini unutmayın.

T ağı, ortak elemanın kavramsal olarak - paralel olarak iki indüktöre ayrıldığı, öne arkaya iki L ağı olarak görselleştirilebilir (bkz. Şekil 20 .16B). Yüke bağlı L ağı, R "± j X" çıkış empedansını C2 serisi çıkış kapasitörü vasıtasıyla paralel eşdeğerine dönüştürür. İlk L ağı daha sonra paralel eşdeğeri seri eşdeğerine dönüştürür ve giriş serisi kapasitör Cl ile reaktansı rezonansa sokar .

Şant indüktöründeki eşdeğer paralel direnç R'nin yüksek reaktif yükler için çok büyük bir değer olabileceğini, yani bu noktada geliştirilen voltajın çok yüksek olabileceğini unutmayın. Örneğin, anten tunerine sunulan 3.8 MHz'deki yük empedansının z olduğunu varsayalım. = *20-j 1000.* IfC2 300 pF'dir, o zaman L 1 boyunca eşdeğer paralel direnç 66,32602'dir. Bu paralel direnç boyunca 1500 W görünür, 4.106 V'luk bir tepe voltajı üretilir, gerçekten çok önemli bir seviyedir. Son derece reaktif yükler, bir tunerdeki bileşenler arasında çok yüksek voltajlar üretebilir.

ARRL bilgisayar programı *TLW,* çeşitli pratik iletim hatlarının uzunlukları boyunca dönüştürülen operatör tarafından seçilen anten empedansları için anten birimi değerlerini hesaplar ve grafiksel olarak gösterir. (İndirilebilir ek içerikle birlikte "TLWto Design İmpedance Matching Networks" ek makalesine bakın.) İstasyon **Aksesuarları** bölümü anten tuner projelerini ve *ARRL Anten Kitabını içerir* tuner tasarımı ve yapımı hakkında ayrıntılı bilgi içerir.

ANTEN TUNER LOCATION

Tuner genellikle farklı bantlara veya antenlere ayarlamak için vericinin yakınında bulunur. Bir tuner belirli bir bant için kullanılıyorsa ve minimum VSWR için ayarlandıktan sonra ayarlanması gerekmiyorsa, antenin yakınındaki hava koşullarına dayanıklı bir muhafazaya yerleştirilebilir. Bazı otomatik tunerler, örneğin antene monte edilmek üzere tasarlanmıştır. Bazı durumlarda, tuneri bir kulenin tabanına yerleştirmek özellikle etkili olabilir ve tunerde bakım yapmak için kuleye tırmanma zorunluluğunu ortadan kaldırır.

Anten tunerinin nereye kurulacağına ve sistem kayıplarını en aza indirmek için hangi tür dış besleme hattının kullanılacağına karar verirken tüm anten sisteminin performansını dikkate almak yararlıdır. İşte bir örnek, *TLW programını kullanarak.* Bir kez daha düz bir antenin 50 ft yüksekliğinde ve 100 ft uzunluğunda olduğunu ve herhangi bir amatör bantta rezonansa girmediğini varsayalım. Uç örnekler olarak, 200 ft iletim hattı ile 3.8 ve 28.4 MHz kullanacağız. Bu sistemi yapılandırmanın birçok yolu vardır, ancak Şekil **20.17'de üç örnek gösterilmiştir.**

Örnek 1 inFigure20.l 7Ashowsa200ft ofRG-213 anteni besleyen 1:1 baluna gidiyor. Kulübedeki bir tuner, vericide uygun eşleştirme için VSWR'yi azaltır. Örnek 2, 300 © 2 verici ikiz kurşun kullanarak benzer bir düzenleme gösterir. Örnek 3, yere yakın bir tunerden aşağıya doğru inen 300 9 çizginin 50 ft'lik bir koşusunu ve kulübeye giden 150 ft RG-213 gösterir. **Tablo 20.5** kayıpları ve gereken tuner değerlerini özetlemektedir.

Bazı ilginç sonuçlar çıkarılabilir. İlk olarak, bu anteni bir balun yoluyla koaks ile doğrudan beslemek çok kayıplıdır - zayıf bir çözümdür. Eğer düz üst ½ Uzun - rezonant bir yarım dalga boyu dipol - doğrudan koaksiyel besleme iyi bir yöntem olurdu. İkinci örnekte, 300 © düşük kayıplı hat ile doğrudan besleme her zaman en düşük kaybı vermez. Örnek 3'teki kombinasyon yöntemi en iyi çözümü sağlar.

Başka düşünceler de var.
Anten besleme noktasında bir balun desteklenmesi Tellere stres katar veya ek bir destek gerektirir. Örnek 3'ün bazı ek avantajları vardır. İt, anteni, besleme hattının kalkanındaki gürültüyü azaltmak için en iyi olan simetrik bir düzende besler. Daha kısa besleme hattı anteni bu kadar ağırlaştırmayacaktır. Kulübeye geri dönen koaksiyel, yere gömülebilir veya döşenebilir ve mükemmel şekilde eşleştirilir. Kablonun gömülmesi, koaksiyel kalkan üzerinde herhangi bir akımın indüklenmesini de önleyecektir. Kulübeye girdikten sonra, tuner üreticinin talimatlarına göre minimum SWR için ayarlanır.

Tablo 20.5
Tuner Ayarları ve Performansı

Örnek (Şekil 20. 17)	*Frekans (MHz)*	*Tuner Yazı*	*L (μH)*	*C (pF)*	*Toplam (dB)*
A	3.8	Rev L	1.46	2308	8.53
	28.4	Rev L	0.13	180.9	12.3
B	3.8	L	14.7	46	2.74
	28.4	L	0.36	15.6	3.52
C	3.8	L	11.37	332	1.81
	28.4	L	0.54	94.0	2.95

20.4.5 Anten Ayarlayıcılarını Ayarlama

Bir anten tuneri ting bize adj süreci burada açıklanmıştır ve vericiye minimum SWR ile sonuçlanır ve ayrıca tuner devresindeki güç kayıplarını en aza indirir. Ticari bir tuneriniz varsa ve kullanıcı kılavuzuna sahipseniz, üretici muhtemelen ilk ayarlar da dahil olmak üzere izlemeniz gereken bir ayarlama yöntemi sağlayacaktır.

Bir kullanım kılavuzunuz yoksa, önce tuneri açın ve tunerin devresini belirleyin. Ticari - tunerler için en yaygın devre, Şekil 20.9F'de gösterilen yüksek geçişli T ağıdır. Bu tuner türünü ayarlamak için:

1) Seri kapasitörleri maksimum değere ayarlayın. Bu, kontrol ölçeğindeki en yüksek sayıya karşılık gelmeyebilir - kapasitör plakalarının tamamen örgülü olduğunu doğrulayın.

2) İndüktörü maksimum değere ayarlayın. Bu, bir anahtar musluğunun veya silindir indüktör kontağının yerleştirilmesine karşılık gelir, böylece elektriksel olarak devre zeminine en yakın olur .

3) Bir anten analizörünüz varsa, tunerin TRANSMITTER konektörüne bağlayın. Aksi takdirde, alıcı-vericiyi bağlayın ve istenen frekansa ayarlayın, ancak iletmeyin.

Bir sonraki adımda, tuner aracılığıyla önemli bir güç iletmeden önce alınan gürültüde bir tepe duyduğunuzu doğrulamak önemlidir. Tunerler bazen çıkışa çok az enerji bağlarken vericiye düşük bir SWR sunmak için ayarlanabilir. Bu yapılandırmada bir tunere iletilmesi, tunerin bileşenlerine zarar verebilir.

4) İndüktörü menzili boyunca ayarlayın, anten analizörünü SWR'ye daldırmak için izleyin veya alınan gürültüde bir tepe için dinleyin. İndüktörü en düşük SWR veya en yüksek alınan gürültü ayarına döndürün.

4a) Minimum SWR veya gürültü zirvesi algılanmazsa, vericiye en yakın kapasitörün değerini yaklaşık %20'lik adımlarla azaltın ve tekrarlayın.

4b) Hala minimum SWR veya gürültü zirvesi tespit edilmezse, giriş kapasitörünü maksimum değere döndürün ve çıkış kapasitör değerini yaklaşık %20'lik adımlarla azaltın.

4c) Hala SWR minimum veya gürültü zirvesi algılanmazsa, çıkış kapasitörünü maksimum değere döndürün ve her iki girişi de azaltın

ve %20 adımda kondansatör çıkışı.

5)Ayarların bir kombinasyonu belirli bir SWR minimum veya gürültü tepe noktası ile bulunduğunda:

5a) Bir anten analizörü kullanıyorsanız, giriş ve çıkış kapasitansının maksimum değeri ile minimum SWR üreten ayarların kombinasyonunu bulmak için küçük ayarlamalar yapın.

5b) Bir anten analizörünüz yoksa, verici çıkış gücünü yaklaşık 10 W'a ayarlayın, girişime neden olmayacağınızdan emin olun, çağrı işaretinizle tanımlayın ve 5a adımındaki ayarlamaları yaparak sabit bir taşıyıcı gönderin.

5c) Bazı empedanslar için, tuner SWR'yi bir ac- ayrılabilir değer. Bu durumda, besleme hattı eklemeyi deneyinTunerin çıktısı '%'den %7'ye. elektriksel dalga boyları uzun. Bu, besleme hattı SWR'sini değiştirmez, ancak empedansı tuner bileşenleri için daha uygun bir değere dönüştürebilir.

Genel olarak, herhangi bir tuner tipi için, toprağa maksimum reaktans (maksimum endüktans veya minimum kapasitans) ve kaynak ile yük arasındaki minimum seri reaktans (minimum endüktans veya maksimum kapasitans) ile başlar. Toprağa maksimum reaktans ve minimum seri reaktans ile minimum SWR üreten yapılandırma genellikle en yüksek verime ve en geniş ayar bant genişliğine sahip olacaktır.

Havada ayarlama süresini azaltmak için, her anten ve çalışma bandı için tunerin ayarlarını kaydedin. Tuner bant boyunca yeniden ayarlama gerektiriyorsa, tunerin ayarlarını bant boyunca birkaç frekansta kaydedin. Sonuçları yazdırın ve tunerin yakınında tutun - bu, ayarları kontrol etmek veya ince ayar yapmak için tuneri yalnızca kısa bir iletim ile hızlı bir şekilde ayarlamanıza olanak tanır. Bu aynı zamanda bir teşhis görevi görür, çünkü ayardaki değişiklikler anten sisteminde bir değişiklik olduğunu

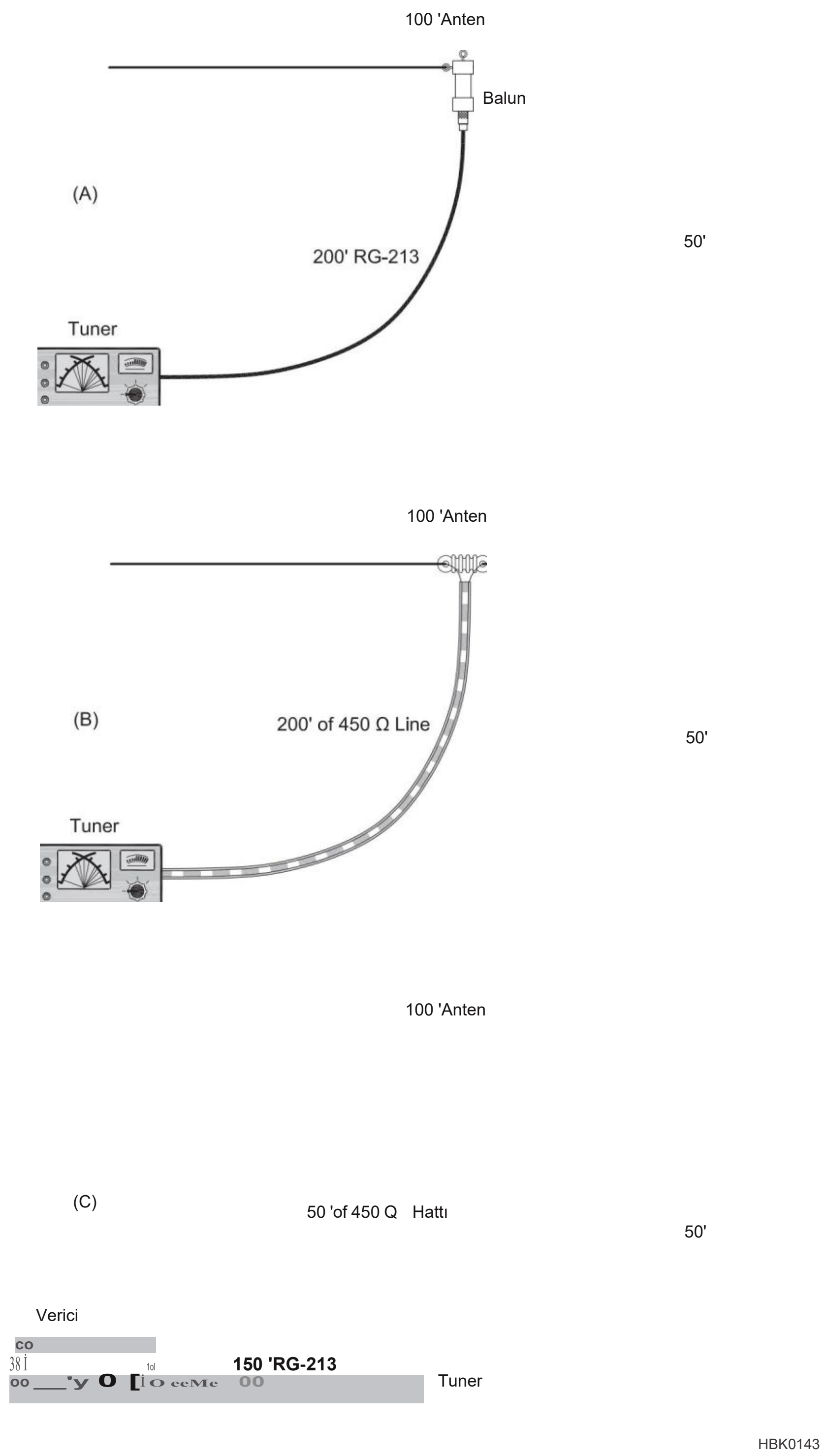
20.4.6 SWR Hakkındaki Mitler

Bu, Amatör Radyo'da SWR ile ilgili bazı kalıcı ve oldukça yanıltıcı mitlerin olduğunu belirtmek için iyi bir noktadır.

• Aksine bazı iddialara rağmen, yüksek bir SWR kendi başına RFI, TVI veya telefon parazitine neden olmaz. Bu tür cihazlara yakın yerleştirilmiş bir antenin aşırı yüklenmeye ve parazite neden olabileceği doğru olsa da, besleme hattındaki bu antene giden SWR'nin bununla hiçbir ilgisi yoktur, tabii ki tuner, besleme hattı veya konektörlerin ark olmaması şartıyla. Anten sadece işini yapıyor, yani yaymak. İletim hattı, vericiden radyatöre güç iletmek olan işini yapıyor.

• Sıklıkla yukarıdaki ile aynı nefeste ifade edilen ikinci bir efsane, yüksek bir SWR'nin bir iletim hattından aşırı radyasyona neden olacağıdır. SWR'nin bir hattan aşırı radyasyon ile ilgisi yoktur. Besleme hatlarındaki ipbalanslar radyasyona neden olur, ancak bu dengesizlikler SWR ile ilgili değildir. Bir iletim hattının ve antenin asimetrik bir düzenlemesi, iletim hattında akımın indüklenmesine neden olabilir - koaksın kalkanında veya açık telli bir hattaki akımların dengesizliği olarak. Bu akım bir antendeymiş gibi yayılır. Koaksiyel besleme hatlarında, bu bölümde daha sonra balunlarla ilgili bölümde açıklandığı gibi bu akımları azaltmak için bir boğucu balun kullanılır.

• Üçüncü ve belki de daha yaygın bir efsane, iletim hattınızdaki SWR 1.5: 1 veya 2:1 veya başka bir keyfi rakamdan daha yüksekse "çıkamayacağınızdır". HF bantlarında, makul uzunluklarda kullanırsanız



Şekil 20.17 - Farklı kayıplara sahip bir anten sisteminin değişimleri. Örnekler metinde tartışılmıştır.

İyi koaksiyel kablo (ya da daha iyisi, openwire hattı), gerçek şu ki, SWR yükü yaklaşık 6:1'in altında tutulursa aşırı endişelenmenize gerek yok. **Bu,** SWR hakkındaki korku hikayesinden sonra korku hikayesini duyan bazı amatörlere oldukça radikal geliyor. Gerçek şu ki, vericinizi içeride herhangi bir ark olmadan yükleyebiliyorsanız veya transmitterinizin derecelendirilmiş olduğundan emin olmak için bir tuner kullanıyorsanız Yük direnci, üzerinde yüksek SWR değerlerine sahip besleme hatlarına sahip antenleri kullanarak çok etkili bir istasyonun keyfini çıkarabilirsiniz. Örneğin, önceki bölümlerde çok bantlı dipole bağlı 450 92 açık telli bir hat, üzerinde 3.8 MHz'de 19:1 SWR'ye sahip olacaktır. Yine de bu antenin birçok kurulumda mükemmel bir performans gösterdiği defalarca kanıtlanmıştır.

Neyse ki veya ne yazık ki, SWR bir Birkaç anten ve iletim hattı parametrelerinden kolayca ortalama radyo amatör tarafından ölçülür. Ölçüm kolaylığı, düşük bir SWR'nin kendi başına bir son olması gerektiği anlamına gelmez! Bir anteni budamak için harcanan saatler, böylece SWR'nin 1.5: 1'den 1.3: 1'e düşürülmesi, örneğin temas kurmak veya iletim hattı teorisini incelemek gibi çok daha faydalı şekillerde kullanılabilir.

20.5 Balun ve İletim Hattı Transformatörleri

Merkezden beslenen bir dipol veya boş alandaki bir döngü *dengelidir,* yani besleme noktasına göre elektriksel ve fiziksel olarak simetriktir. Pratik olarak, bu tür antenlerin çok azı, toprağın, yakındaki iletken nesnelerin ve yüzeylerin etkileri nedeniyle dengelenir ve koaksiyel veya açık telli hat olsun, besleme hattına bağlanır. Sonuncusu, anten sistemi empedansını etkileyen ve istenmeyen yönlerde yayılabilen veya gürültü toplayabilen besleme hattında akan ortak modlu akıma neden olabilir. Bu etkileri en aza indirmek için, besleme hattı antenden ayrılabilir veya ayrılabilir.

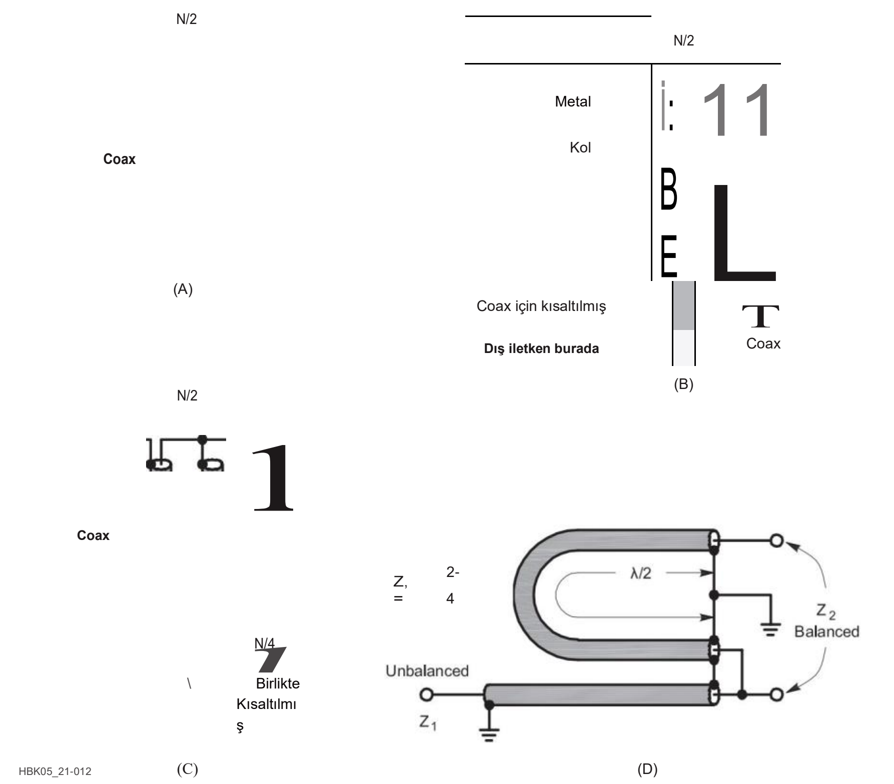
Birçok amatör, dengesiz koaksiyel çizgi ile beslenen merkezden beslenen dipolleri veya Yagileri kullanır. Antenin simetrisini bozmadan hattı antene bağlamak için bazı yöntemler kullanılmalıdır. Bu, dengeli yükü dengesiz hattan izole edecek ve aynı zamanda verimli güç aktarımı sağlayacak bir devre gerektirir. Bunu yapmak için kullanılan cihazlara *balun denir ("dengeli* ile dengesiz" için bir daralma). İki telli merdiven hattı gibi dengeli bir çizgiyle beslenen dengeli bir anten, dengesizliğin dış nedenlerinden kaçınıldığı sürece doğal dengesini koruyacaktır. Bununla birlikte, modem vericiler dengesiz (koaksiyel) çıkışlara sahip olduklarından, vericide bir çeşit balun gerektireceklerdir.

Dengeli bir anten merkezde balun içermeyen bir koaksiyel besleme hattı ile beslenirse, **Şekil 20.18A'de belirtildiği gibi,** doğal simetri ve denge bozulur, çünkü ½ A radyatörünün bir tarafı kalkana bağlanırken diğeri iç iletkene bağlanır. Kalkana bağlı tarafta, akım antene akmaktan saptırılabilir ve bunun yerine koaksiyel kalkanın dışındaki antenden uzağa akabilir. Bu şekilde kurulan alan, iç iletkenin alanı tarafından iptal edilemez, çünkü kablonun içindeki alanlar dış iletkenin kalkanından kaçamaz. Bu nedenle, hattın dışından akan akımlar, bir anten üzerinde akıyormuş gibi, hattan gelen bir miktar radyasyondan sorumlu olacaktır .

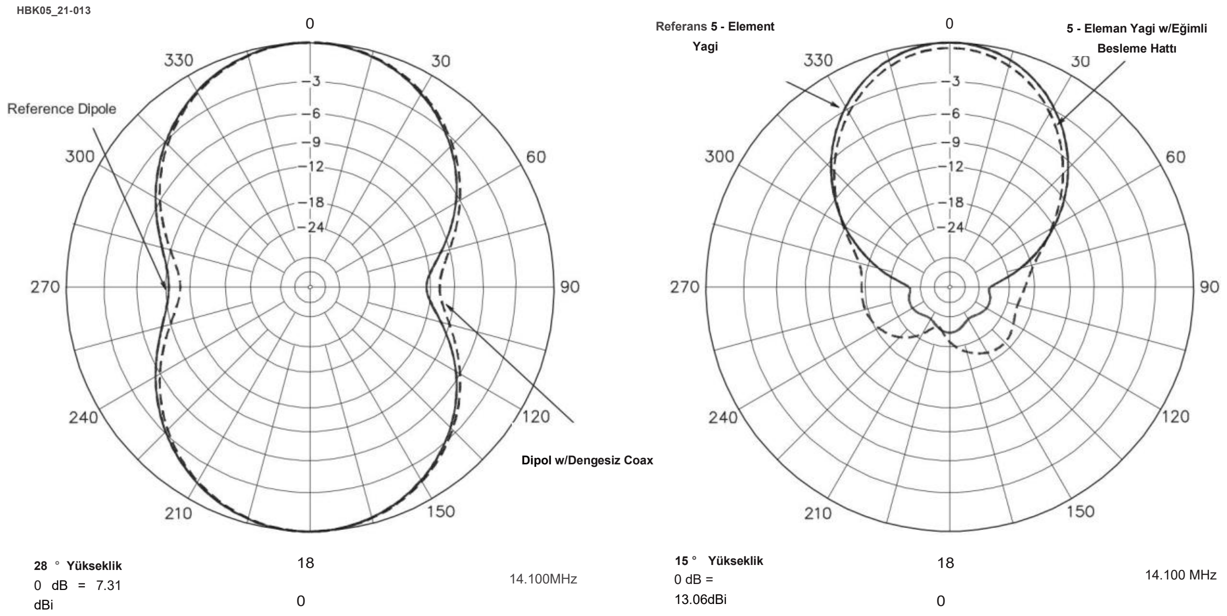
Bu, bir hat ve anten sisteminde mükemmel denge için çabalamanın her zaman kesinlikle zorunlu olduğunu söylemek için iyi bir noktadır. Örneğin, direnç göstermeyen, merkezden beslenen bir dipol açık kablo hattı ve bir tuner ile beslenirse Çok bantlı çalışma için, genel amaçlı iletişim için en çok arzu edilen radyasyon modeli - aslında çok yönlü bir modeldir. Belirli bir miktar besleme hattı radyasyonu, antenin kendisinin azimuthal modelinde istenmeyen nulların doldurulmasına yardımcı olabilir. Ayrıca, yerden bir dalga boyunun sadece onda biri olan (örneğin 80 metre bandında 50 feet yüksekliğinde) koaksiyel beslenen bir dipolün radyasyon paterni, zemin ile şiddetli etkileşimi nedeniyle çok yönlü değildir.

Saflar dehşete düşebilir, ancak dünya çapında günlük kullanımda binlerce koaksiyel beslenen dipol vardır ve bunlar bir balun yararı olmadan çok etkili bir şekilde performans gösterir. **En kötü durum** karşılaştırması için bkz. Şekil 20.19A Besleme noktasında balun olan ve olmayan bir dipol arasında. Bu, antenin bir tarafı altında aşağı doğru 45 ° eğimli bir 1 A besleme hattı ile yapılır. *Ortak mod akımları,* besleme hattının kalkanının dışına iletilir ve indüklenir, bu da yayılır. Desen bozulma miktarı bir dipol için özellikle şiddetli değildir. İt, böyle bir anten için bir balun kurmanın zahmet ve masrafının değerli olup olmadığı tartışmalıdır .

Bir Yagi veya dörtlü gibi son derece yönlü olacak şekilde tasarlanmış bir antenin desenini korumak için bir çeşit balun kullanılmalıdır. Şekil 20.19B, bir 5 elemanı Yagi için besleme hattına geri gönderilen ve yayılan ortak mod akımlarından kaynaklanabilecek bozulmayı göstermektedir. Bu anten



Şekil 20.18 - Çeyrek dalga boylu balunlar. Koaksiyel beslemeli radyatör (A) ve dengesiz akımların iletim hattının dışına (B ve C) akmasını önleme yöntemleri. D'de gösterilen ½ 'A fazlama bölümü, 4:1 empedans oranı istendiğinde veya kabul edildiğinde dengesiz bir devreye bağlanmak için kullanılır.



Şekil 20.19 - A'da, iki 2 ./2 dipol için bilgisayar tarafından oluşturulan azimuthal yanıtları, tipik zemin üzerinde 0.71 'A yüksek yerleştirilmiştir. Katı çizgi, besleme hattı olmayan bir dipol içindir. Kesikli hat, besleme hattı yere 45 ° eğimli olan bir anten içindir. 1'A'nın dış örgüsünde indüklenen akım, **antene göre asimetrisi ile uzun bir koaksiyel, desen bozulmasına neden olur. B'de, iki 5 element 20 metreYagis için azimuthal yanıtı ortalama zemin üzerine 0.71 'A yerleştirilmiştir. Yine, katı hat besleme hattı olmayan bir Yagi içindir ve kesikli hat 45 ° eğimli,** 1**'Uzun bir besleme hattı olan bir anten içindir. Yayılan modeldeki bozulma şimdi açıkça basit bir dipolden daha ciddi. Besleme noktasında bir balun gereklidir ve büyük olasılıkla ortak mod akımlarını bastırmak ve deseni geri yüklemek için besleme noktasından tercihen 'A ¼ .**

Bilerek mükemmel bir desen için tasarlanmıştır, ancak ortak mod akımları arkaya doğru deseni ciddi şekilde bozar ve ileri kazancı da azaltır. Bu durumda bir balun çok arzu edilir.

Boğucu veya akım balunları, hem - iletkenlerde hem de eşmerkezli kablo kalkanlarının dışındaki akımlara eşit olan akımlara yüksek bir ortak mod empedansı oluşturarak yükte (anten) akmak için eşit ve zıt akımları zorlar. antenin yayılan alanı tarafından indüklenenler. Bir akım balun kullanmanın sonucu, anten mükemmel bir şekilde dengelenmemiş olsa bile, antenden iletim hattına geri bağlanan akımların etkili bir şekilde azaltılması veya "tıkanması'dır. Boğucu balunlar özellikle dengesiz koaks hattı ile asimetrik antenleri beslemek için kullanışlıdır. Choke balun'un ortak mod empedansı frekansa göre değişir, ancak hattın diferansiyel mod empedansı etkilenmez.

Besleme hattındaki ortak mod akımını azaltmak aşağıdakileri de azaltır:

• Bir antenin radyasyon düzenini bozabilecek besleme hattından gelen radyasyon
• Besleme hattından gelen ve yakındaki cihazlara RFI'ye neden olabilecek radyasyon
• Kulübedeki ve elektrik hattı kablolarındaki RF akımı
• Besleme hattındaki gürültü akımlarının alıcılara ve alıcı antenlere bağlanması
• Besleme hatları aracılığıyla farklı antenler arasında bağlantı

Anten besleme noktasındaki tek bir boğucu balun, uzun bir besleme hattı boyunca her yerde ortak mod akımını azaltmak için yeterli olmayabilir. Anten besleme noktasından uzaktaki hat üzerindeki ortak mod akımı bir sorunsa, ek boğucu balunlar hat boyunca yaklaşık '42 aralıklarla yerleştirilebilir. Bu, hattı elektriksel olarak etkili antenler olarak hareket edemeyecek kadar kısa parçalara ayırır. Bu durumda boğucular, kule adam tellerini rezonant olmayan uzunluklara bölmek için kullanılan yalıtkanlara benzer şekilde işlev görür.

DETERMİNİNG BALUN POLARITY

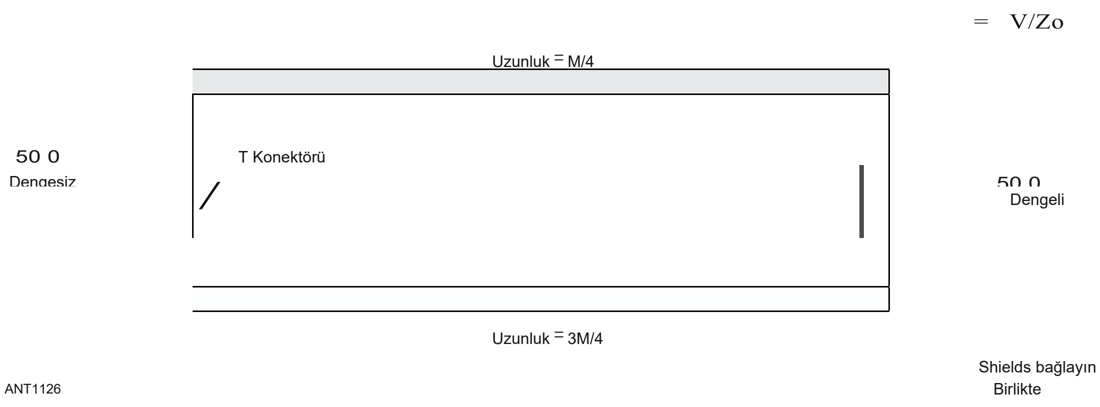
Birçok balun, empedans transformatörleri, hat izolatörleri ve diğer benzer öğeler kapalı birimler olarak üretilir ve giriş konektörüne göre çıkış polaritesi için işaretler genellikle net değildir. Giriş ve çıkış terminalleri arasında bir veya daha fazla sürekli koaksiyel kablonun bağlandığı tasarımlar için, polariteyi belirlemek için bir direnç ölçümü yeterli olacaktır. İn akı bağlı tasarımlar giriş ve çıkış terminalleri arasında süreklilik yoktur, bu nedenle bir direnç ölçümü kullanılamaz. Benzer şekilde, ototransformer tasarımları için giriş veya çıkış terminalleri arasında düşük bir direnç olabilir. Bu durumlarda, üniteleri RF'de test etmek gerekir.

İlk yöntem, üniteyi çift iz osiloskop kullanarak test etmektir. Analog kapsamlar "Doğrama" modunda olmalıdır, böylece her iki iz de senkronize edilmiş dalga biçimlerini gösterir Zaman. Dijital kapsamlar aynı anda her iki dalga formunu da örneklemelidir. "Alt" veya alternatif bir dalga formu ekranı kullanmayın. Girişi, ünitenin belirtilen çalışma frekansı - aralığında bir sinyal jeneratörünün çıkışıyla üniteye sürün. Bir kapsam kanalını ünitenin girişine, diğer kanalı çıktıya bağlayın. Dalga formları faz içinde görüntülenirse, kapsama bağlantılar aynı polariteye sahiptir.

Aşağıdaki prosedür sadece bir sinyal üreteci ve RF voltmetre gerektirir (Test **Ekipmanı ve Ölçümler** bölümüne bakın) ve iki aynı birimi kontrol etmek için kullanılır. Birimler önemli ölçüde farklıysa, test kesin veya güvenilir olmayabilir. Prosedür 50 Q sistem empedansı varsayar. Üniteler, 300, 450 veya 600 © açık kablo hattı gibi 50 © 2'den çok farklı bir empedansta çalışıyorsa, jeneratörü uyumsuzluktan izole etmek için jeneratör çıkışında 6 ila 10 dB zayıflatıcı kullanın .

Sinyal üreteci çıkışını bir T konektörü ve aynı uzunluktaki besleme hattı kullanarak her iki ünitenin girişine bağlayın. "A" ünitesinin bir çıkış terminalini "B" ünitesinin bir çıkış terminaline bağlayın ve birleşik balun çıkışları boyunca RF voltajını ölçün. Ünitelerden birinde çıkış terminali bağlantılarını değiştirin ve RF voltajını tekrar ölçün. Bağlantıların bir düzenlemesi önemli ölçüde daha yüksek bir çıkış voltajı göstermelidir - bu, her iki ünite için de aynı polariteye sahip düzenlemedir.

Şekil 20.20 - Çevrek/ Üç çeyrek Dalga boyu (Q3Q) balun para birimini Zorlama fonksiyonu Besleme hatlarının Tek sayılar *2 ./4 uzunluğunda ve 2/2 gecikmesi* **uzun çizgi Eşit neden olmak ve zıt Akımlar akacak Antende Terminaller.**



20.5.1 Çeyrek Dalga Baluns

Şekil 20.18B, iletim hattı üzerinde bir manşon kullanan bazuka olarak bilinen bir balun düzenlemesini göstermektedir. Kol, dış koaksiyel iletkenin dış kısmı ile birlikte, iletim hattının kısa bir 4 7 bölümünü oluşturur. Böyle bir bölümün açık ucuna bakan empedans çok yüksektir, bu nedenle koaksiyel hattın dış iletkeninin ucu, manşonun altındaki hattın parçasından etkili bir şekilde izole edilir. Uzunluk bir elektrik ¼ 'A'dır ve eğer manşon ile hat arasındaki yalıtım hava değilse, hız faktörü fiziksel olarak daha kısa olabilir. Bazukanın 42 frekansındaki anten empedansı üzerinde hiçbir etkisi yoktur. kol rezonanslıdır. Bununla birlikte, kılıf daha düşük frekanslarda endüktif şant reaktansı ve 4 2 rezonans frekansından daha yüksek frekanslarda kapasitif şant reaktansı ekler. Bazuka çoğunlukla fiziksel boyutunun büyük bir sorun oluşturmadığı VHF'de kullanılır.

Eşdeğer bir etki veren başka bir yöntem Şekil 20.18C'de gösterilir. Anten terminallerindeki voltajlar eşit ve zıt olduğundan (zemine referansla), hat ve ikinci iletkenin yüzeylerinde eşit ve zıt akımlar akar. Kısa devre noktasının ötesinde, vericinin yönünde, bu akımlar birbirlerini iptal etmek için birleşirler. Dengeleme bölümü, antene açık bir devre gibi davranır, çünkü uzak uçta kısa devre yapan 42 paralel iletken bir çizgidir ve bu nedenle normal anten çalışması üzerinde hiçbir etkisi yoktur. Bununla birlikte, bu, cihazın linebalansing fonksiyonu için gerekli değildir ve bu tip balunlar bazen belirli eşleştirme sistemlerinde (Antennas **bölümünde açıklanan saç tokası eşleşmesi gibi) gerekli olan şant endüktif reaktansı sağlamak için 4 2'den daha kısa yapılır.**

Şekil 20.18D, yere dengeli eşit ve zıt voltajların, ana iletim hattının iç iletkenlerinden ve bir ½ 7 fazından alındığı bir balun gösterir .

ing bölümü. Dengeli uçtaki voltajlar seri olduğundan, dengesiz uçtaki voltajlar paralel olduğundan, dengeden dengesiz tarafa empedansta 4:1'lik bir düşüş vardır. Bu düzenleme 300 9 dengeli çizgi ile 75 dengeli çizgi arasındaki bağlantı için kullanışlıdır. ©2 dengesiz koaksiyel çizgi .

Şekil 20.20, Çeyrek/Üç Çeyrek-Dalga veya Q3Q, balun olarak adlandırılan çeyrek-dalga balunda bir varyasyonu göstermektedir. İt, iki parça koaksiyel kablodan yapılmış 1:1 dekuplaj balunudur. Bir bacak 4 2 uzun, diğeri ¾ 'A uzun. İki kablo ve besleme hattı bir T konektörü ile birleştirilir. Antende, kabloların kalkanları birbirine bağlanır ve merkez iletkenler anten besleme noktasının terminallerine bağlanır. Balun çok az kayba sahiptir ve %10'dan fazla bant genişliğine sahip olduğu bildirilmiştir.

Balun, bir iletim hattının akım fonksiyonu nedeniyle çalışır, 2/4 uzunluğunda bir tek sayıdır. Böyle bir iletim hattının çıkışındaki akım, yük empedansından bağımsız olarak Vi'dir (daha az hat kaybı - bu balun hakkındaki QST makaleleri için referanslara bakınız), mevcut bir kaynağın davranışına benzer. Her iki hat da aynı voltajla beslendiğinden, paralel olarak bağlandığından, çıkış akımları da eşit olacaktır.

¾ 'A hattından çıkan akım, ¼' A hattından çıkan akımdan 180 ° gecikir ve bu nedenle faz dışıdır. Sonuç, eşit ve zıt akımların yükün terminallerine zorlanmasıdır .

20.5.2 İletim Hattı Transformatörleri

Diğer transformatörlerin türetildiği temel iletim hattı transformatörü, Şekil **20.21A'de gösterilen 1:1 boğucu balun veya akım balunudur.** Bu tür bir balun oluşturmak için, bir koaksiyel kablo uzunluğu veya bir iletim hattı oluşturan bir çift yakın aralıklı, paralel tel, bir ferrit çubuk veya toroid etrafına sarılır veya bir dizi boncuk içine yerleştirilir. (Sarmal besleme hattı boğmak balun olduğunu Bir sonraki bölümde tartışılmıştır.) HF bantları için tip 7 5 veya tip 31 malzeme kullanın. Tip 43, VHF bantlarında kullanılır. Hattın Z'si yük direncine eşit olmalı, R.

Ferrit nedeniyle, A ve C noktaları arasında yüksek bir empedans ve B ve D arasında neredeyse aynı bir empedans vardır. Bu paralel tel çizgiler için geçerlidir ve koaksiyel için de geçerlidir. Ferrit, koaksiyel iç iletkenin A'dan C'ye empedansını ve dış örgünün B'den D'ye empedansını eşit olarak etkiler.

İletkenler (iki tel veya koaksiyel örgü ve merkez tel) elektromanyetik alanlarla sıkıca bağlanır ve bu nedenle **1:1 dönüş oranına sahip iyi bir geleneksel transformatör oluşturur. A'dan C'ye** voltaj, B'den D'ye kadar olan faza eşittir ve fazdadır. Bunlara ortak mod *voltajları (*CM) denir.

Ortak mod (CM) akımı, her iki telde de (kalkan ve merkez iletken) aynı değere ve yöne sahip olan akımdır. Ferrit nedeniyle, CM akımı akımı azaltmak (boğmak) için hareket eden yüksek bir empedansla karşılaşır. Normal diferansiyel mod *(DM) sinyali* bu CM empedansı ile karşılaşmaz, çünkü iki iletkendeki eşit ve zıt akımlardan kaynaklanan elektromanyetik alanlar ferritte birbirini iptal eder, bu nedenle **ferritteki manyetik akı** neredeyse sıfırdır. (Ferrit Choke Balunlarını İletme bölümüne bakın.)

İletim hattı transformatörünün ana fikri, CM empedansının çok büyük olmasına rağmen, özellikle hat uzunluğu bir dalga boyunun küçük bir kısmı ise, DM sinyalinin neredeyse hiç karşı çıkmamasıdır. Ancak, bu akımdan kaynaklanan ferrit sarım boyunca ortak mod voltajının, daha önce de belirtildiği gibi ve kolayca doğrulandığı gibi, geleneksel transformatör hareketi ile merkez tele verimli bir şekilde bağlandığını akılda tutmak çok önemlidir. CM voltajlarının ve ayrıca CM empedanslarının bu eşitliği, bir CM sinyalinin hem vericilerde hem de alıcılarda istenen DM sinyaline müdahale edebilen istenmeyen bir DM sinyaline dönüşümünü azaltır.

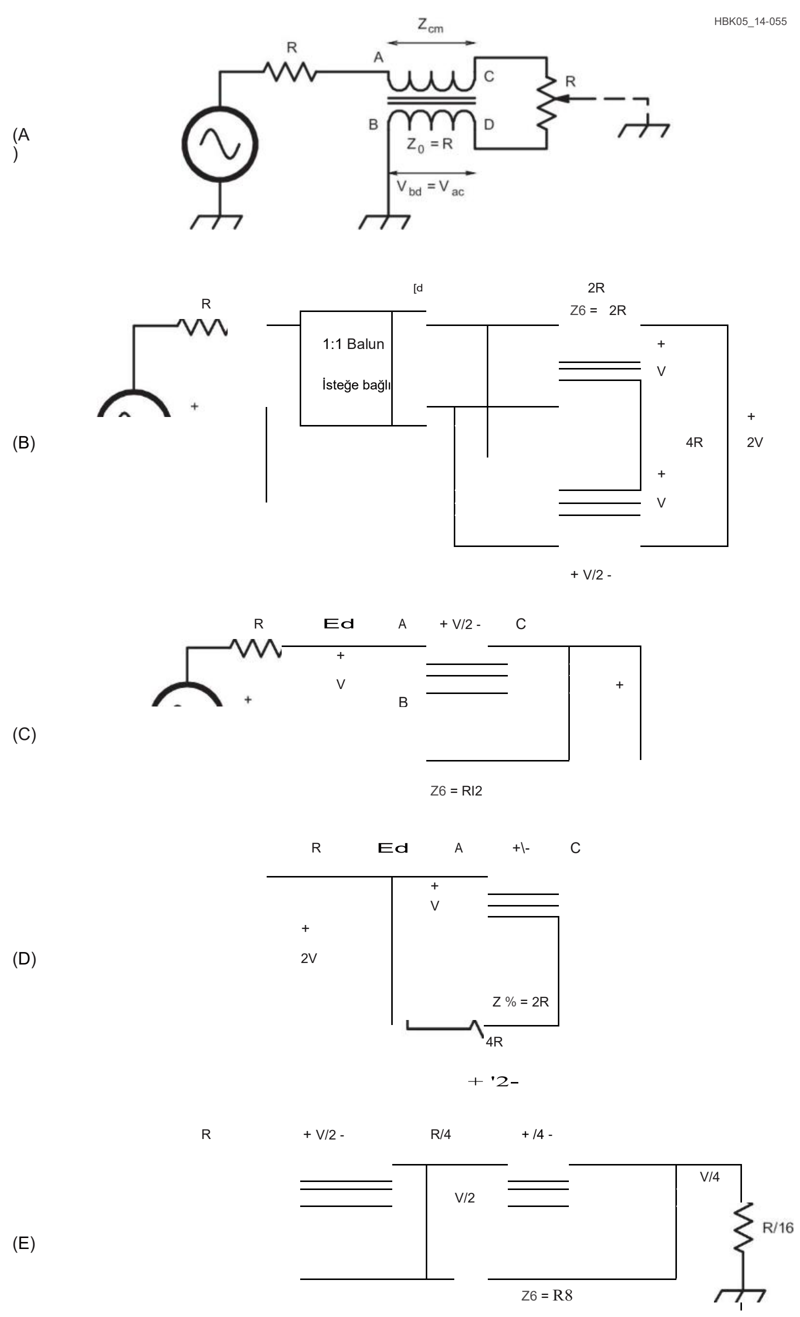
Ferrit nedeniyle CM empedansı ile çarpılan CM akımı, bir CM üretir

Voltaj. CM empedansı L ve C reaktansına sahiptir ve ayrıca R. yani L, C ve R bazı frekanslarda geniş bir paralel öz rezonansa neden olur. R bileşeni ayrıca ferritte bir miktar dağılma (ısı) üretir. Bu dağılım, az miktarda istenmeyen CM gücünden kurtulmanın mükemmel bir yoludur.

Yüksek CM empedansı nedeniyle, Şekil 20.21A'deki balun'un iki çıkış teli, jeneratöre göre yüksek bir empedansa sahiptir ve bu nedenle jeneratörden "izole edilmiştir". Bu özellik çok kullanışlıdır çünkü artık çıkıştaki herhangi bir R noktası topraklanabilir. İn

İyi tasarlanmış bir balun devresi, bir iletkendeki akımın neredeyse tamamı, bu toprak bağlantısına rağmen, diğer iletken aracılığıyla jeneratöre geri döner. Ayrıca, toprak bağlantısının balun çekirdeklerinde bir miktar CM voltajı getirdiğini ve bunun dikkate alınması gerektiğini unutmayın. Bu CM voltajı, C noktası topraklanmışsa maksimumdur. İf noktası Dis topraklanmış ve tüm "toprak" bağlantıları aynı potansiyelde ise, ki çoğu zaman değildir, CM voltajı sıfırdır ve balun artık gerekli olmayabilir. Bir koaksiyel balun, dönüş akımı örgünün iç yüzeyinde akar.

Şimdi kısaca boğucu baluna dayanan bir iletim hattı transformatörüne bakıyoruz. Şekil 20.21B, girişleri paralel ve çıkışları seri olan iki aynı boğucu balunu göstermektedir. Her balun çıkış voltajı genliği ortak giriş ile aynıdır, bu nedenle iki çıkış iki kez üretmek için in-faz (eşit zaman gecikmesi) ekler



Şekil 20.21 - **(A) Temel akım veya boğucu balun. (B) Guanella 1:4 transformatörü. (C) Ruthroff 4:1 dengesiz transformatör. (D) Ruthroff 1:4 dengeli transformatör. (E) Ruthroff 16:1 dengesiz transformatör.**

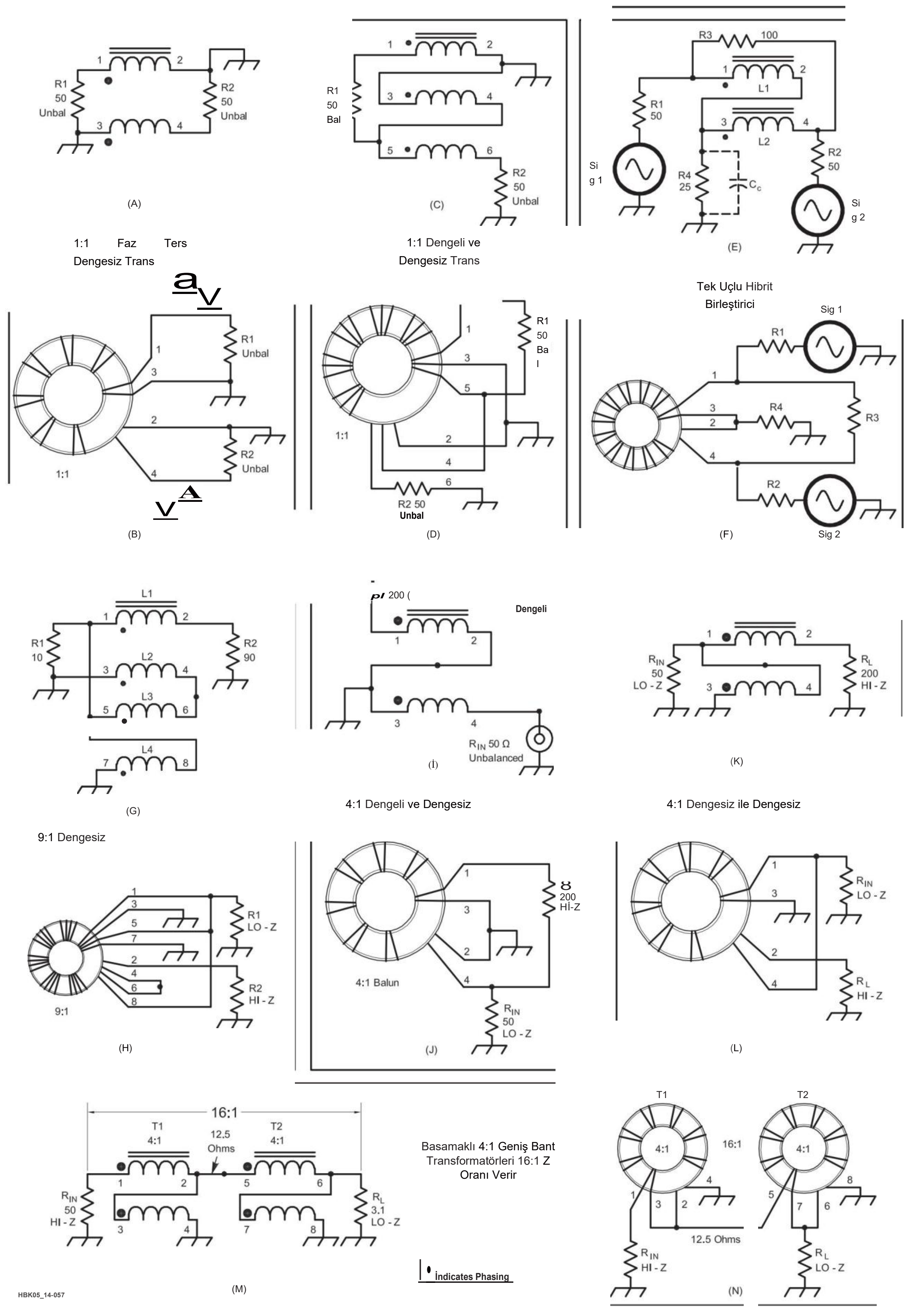
Balunlar, Boğmalar ve Transformatörler

"Balun" terimi, dengeli *(bal-) bir* sistem arasında diferansiyel mod sinyallerini aktaran herhangi bir cihaz için geçerlidir ve Simetrik enerji dağılımını korurken dengesiz (un-) bir sistem
Dengeli sistemin terminallerinde. Terim sadece enerji transferinin işlevi için geçerlidir, cihazın nasıl inşa edildiği için değil. Dengeli-dengesiz geçişin iletim hattı yapıları, akıya bağlı transformatörler veya sadece dengesiz akım akışını bloke ederek yapılıp yapılmadığı önemli değildir. Bir ortak mod *boğmak balun,*
Örneğin, ortak mod akımları yoluna empedans koyarak balun fonksiyonunu gerçekleştirir ve bu nedenle bir balundur.

Mevcut bir balun, dengeli terminallerde simetrik akımı zorlar. Bu Antenlerin beslenmesinde özellikle önemlidir, çünkü anten akımları antenin radyasyon modelini belirler. Bir *voltaj balun,* dengeli terminallerde simetrik voltajları zorlar. Voltaj balunları dengeli terminallerinde eşit akımlara neden olmada daha az etkilidir,
Bir antenin besleme noktasında olduğu gibi.

Bir *empedans transformatörü olabilir* veya
Balun işlevini yerine getirmeyebilir. İmpedance dönüşümü (değiştirme Gerilim ve akım oranı) bir balun için gerekli değildir ve yasaktır.
Dengeli-dengeli empedans transformatörleri vardır (transformatörler İzole birincil ve ikincil sargılar ile, örneğin) dengesiz-dengesiz empedans transformatörleri (ototransformer ve iletim hattı tasarımları) olduğu gibi. Transmissionline *transformatör,* iletim - hatlarının özelliklerini kullanarak güç aktarımı (empedans dönüşümü olsun veya olmasın) işlevini yerine getiren bir cihazdır.

Birden fazla cihaz genellikle birleştirilir "Balun'adı verilen tek bir pakette. Örneğin, bir "4:1 akım balunu", 4:1 empedans - transformatörü veya voltaj balunu ile seri olarak 1:1 akım balunudur. Balunlar için diğer isimler yaygındır, örneğin bir boğucu balun için "çizgi izolatörü'gibi. Balunlar genellikle yapıları ile adlandırılır - "boncuk balun", "sarmal-coax balun", "kol balun've benzeri. Önemli olan, işlevi (dengeli ve dengesiz sistemler arasındaki güç aktarımı) yapıdan ayırmaktır.



Şekil 20.22 - Bazı iletim hattı transformatörleri için montaj talimatları. Ferrit malzeme türü için metne bakın.

giriş voltajı. İt, bu voltaj ilavesini mümkün kılan yüksek CM empedansıdır. Eğer güç sabit kalırsa yük akımı jeneratör akımının yarısı kadar olmalı ve yük direnci 2V/0.5I = 4V/I = 4R olmalıdır.

GUANELLA TRANSFORMER Her balun içindeki CM voltajı V/2, bu nedenle çekirdeklerde bir miktar akı vardır. Sağ taraf yüzüyor. Buna *Guanella transformatörü denir*. Çizgilerin İf Z'si 2R'ye eşittir ve yük saf bir 4R direnci ise, giriş direnci R hat uzunluğundan bağımsızdır. Eğer çizgiler tam olarak çeyrek dalga boyuna sahipse, o zaman Zi- (2R) ?/Z, Zμ ve Z}'nin karmaşık olduğu bir empedans invertörü. Denge kalitesi genellikle sol uca 1:1 balun (Şekil 20.2 lA) yerleştirilerek geliştirilebilir, böylece 1:4 transformatörün her iki ucu da yüzer ve gösterildiği gibi en sol tarafta bir zemin bulunur. Guanella transformatörü ayrıca topraklanmış bir sağ uçtan yüzen bir sol uca kadar çalıştırılabilir. Soldaki 1:1 balun daha sonra topraklanmış bir uzak sol uca izin verir.

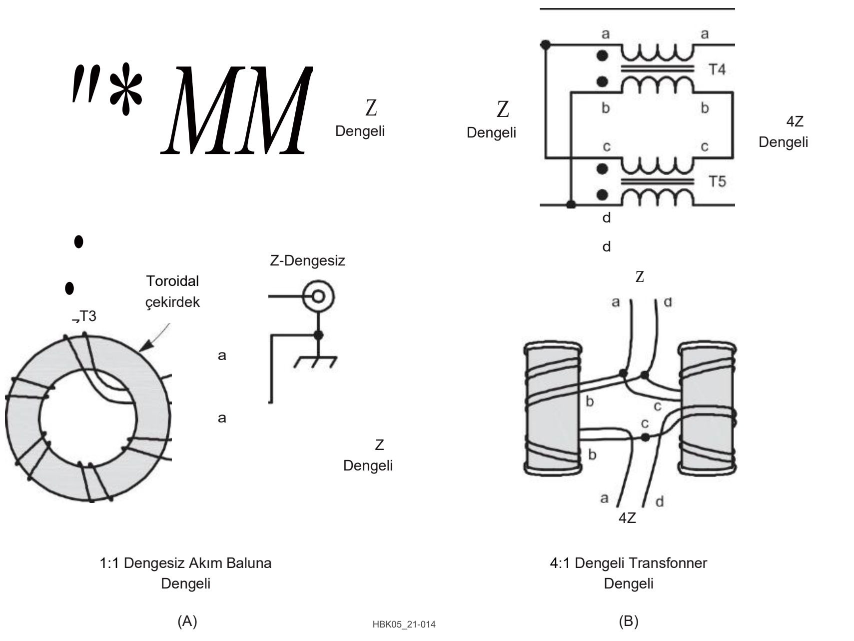
RUTHROFF TRANSFORMER Şekil 20.21C, giriş voltajı V'in iki eşit faz içi voltaj AC ve BD'ye bölündüğü (sıkıca bağlanmış) Ruthrojftransformerdir, bu nedenle çıkış V/2. Ve güç sabit olduğu için, İour = 2Iμ ve yük R/4. A ve C arasında ve B ve D arasında bir CM voltajı V/2 vardır, bu nedenle normal çalışmada çekirdek manyetik akı içermez. Giriş ve çıkış her ikisi de toprağa geri döner, böylece 1:4 empedans adımı için sağdan sola da çalıştırılabilir.

Ruthroff transformatörü genellikle 200 92 ve 50 © arasında bir amplifikatör interstage transformatörü olarak kullanılır. Düşük zayıflamayı korumak için, hat uzunluğu en yüksek çalışma frekansında dörtte bir dalga boyundan daha az olmalı ve Zo R/2 olmalıdır. CM voltajının 20.21D değil V olduğu ve iletimin yalnızca soldan sağa olduğu Şekil V/2'de dengeli bir versiyon gösterilmiştir. Çekirdeklerdeki daha büyük akı nedeniyle, geleneksel bir transformatörden farklı değildir, bu tercih edilen bir yaklaşım değildir, ancak hava sargılı bobinlerle (örneğin anten tuner devrelerinde) 7 5 n dengesiz olarak 3 00 Q dengeli. Tuner devresi daha sonra 75 0to 50 9 dönüştürebilir.

TRANSMISSIIONLINE TRAFOLARININ ALKIŞLARI

Şekil 20.21'in temel fikirlerini kullanan birçok transformatör şeması vardır. Birçoğu, toroid sargı talimatları ile Şekil **20.22'de gösterilmiştir.** En yaygın kullanılan cihazlardan ikisi, Şekil **20.23'te gösterildiği gibi toroid çekirdeklerinde 1:1 akım balunu ve 4:1 empedans transformatörü yarasıdır.**

Alan sınırlamaları nedeniyle, kapsamlı bir tedavi için *İletim Hattı Transformatörleri ve Bina ve Kullanım öneriyoruz*



Şekil 20.23 - Geniş bant balunları. (A) 1:1 akım balun ve (B) Guanella 4:1 empedans transformatörü, ayrılan iki çekirdek üzerinde sarılır. # 14 AWG emaye telin 12 bifilar dönüşünü kullanın, A ve B için 2.4 inç OD çekirdeklerine sarın. Bifiller çekirdeğin etrafında eşit olarak döner. Ferrit malzeme türü için metne bakın .



Şekil 20.24 - tarafından **oluşturulan RF boğulma**
Besleme hattını antene bağlantı noktasında sarmak. Boğucunun indüktansı, anteni besleme hattının dış yüzeyinden izole eder.

Balunlar ve Unlar, Jerry Sevick W2FMI (SK) Katı hal RF güç amplifikatörlerindeki uygulamalar için bkz. Sabin ve Schoenike, *HF Radyo Sistemleri ve Devreleri, Bölüm* 12.

20.5.3 Sarmal-Coax Choke Balun

Koaksiyel besleme hattından yapılan 1:1 boğucu balun için en basit yapım yöntemi, kablonun bir kısmını bir bobine sarmak (bkz. Şekil **20.24) ve** kalkanın dış yüzeyinden bir indüktör oluşturmaktır. Bu tip boğucu balun basit, ucuzdur ve ortak mod akımını azaltır. Kalkanın dışındaki akımlar bobinin empedansıyla karşılaşırken, İçerideki akımlar etkilenmez.

Bir kapışma sargılı düz bobin (bir ip bobini gibi), üç oktavı kolayca kaplayan geniş bir rezonans gösterir ve bu da tüm HF aralığında makul derecede etkili olmasını sağlar. Belirli problemlerle tek bir bantta karşılaşılırsa, o bantta rezonans yapan bir bobin eklenebilir. **Tablo 20.6'da tarif edilen boğucu balunlar** a

Tablo 20.6
Sarmal-Coax Choke Baluns

Belirtilen koaksiyel besleme hattı uzunluğunu bir bobine (bir ip bobini gibi) sarın ve elektrik bandıyla sabitleyin. (Çapı 6-8 inç.)

Balun, bobin antene yakın olduğunda en etkilidir.

Uzunluk ve çap kritik değildir.

Tek bant (çok etkili)

Freq (MHz)	*,*	*RG-58*
3,5	22 ft, 8 dönüş	20 ft, 6-8 dönüş
7	22 ft, 10 dönüş	15 ft, 6 dönüş
10	12 ft, 10 dönüş	10 ft, 7 dönüş
14	10 ft, 4 dönüş	8 ft, 8 dönüş
21	8 ft, 6-8 dönüş	6 ft, 8 tur
28	6 ft, 6-8 dönüş	4 ft, 6-8 dönüş

Çoklu Bant

Freq (MHz)	*RG-8, 58, 59, BX, 213*
3.5-30	10 ft, 7 tur
3.5-10	18 ft, 9-10 dönüş
1.8-3.5	40 ft, 20 dönüş
14-30	8 ft, 6-7 dönüş

Bir empedans ölçer ile ölçülen belirtilen frekanslarda yüksek empedans. Bu yapım tekniği, bitişik dönüşler arasındaki bağlantı nedeniyle açık telli veya çift uçlu hat ile etkili değildir.

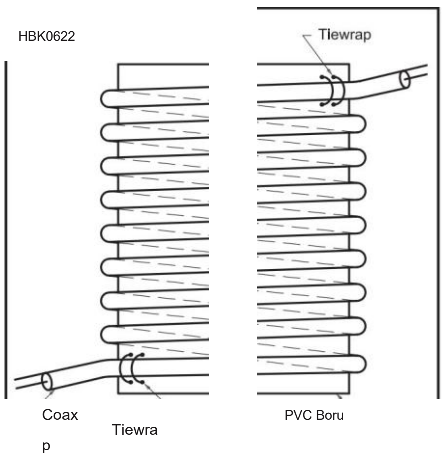
Koaksiyel kablonun kalkanı tarafından oluşturulan indüktör, bobinin dönüşleri arasındaki dağıtılmış kapasitans nedeniyle kendinden rezonanslıdır. Kendinden rezonans frekansı bir dip ölçer kullanılarak bulunabilir. Boğazın uçlarını açık bırakın, bobini dip ölçere bağlayın ve bir daldırma için ayarlayın. Bu paralel rezonans frekansıdır ve empedans çok yüksek olacaktır.

Düz bobinli bir boğucu balunun dağıtılmış kapasitansı, kabloyu plastik boru, boş bir şişe veya diğer uygun silindirin bir bölümü etrafında tek katmanlı bir solenoid olarak sararak azaltılabilir (veya en azından kontrol edilebilir). Şekil **20.25,** bu tür bir boğucu balunun nasıl yapılacağını göstermektedir. Yaklaşık 5 inçlik bir bobin çapı makul. Bu tür bir yapı, bobinin uçları arasındaki başıboş kapasitansı azaltır.

Her iki tip sarmal-koaksiyel boğum için, merkez iletkenin yalıtımdan kalkana doğru göçünü en aza indirmek için köpüklü olmayan katı yalıtımlı kablo kullanın. Bobinin çapı, kablonun mekanik olarak gerilmesini önlemek için kablo çapının en az 10 katı olmalıdır.

20.5.4 Ferrit Choke Balunlarının İletimi

İletim boğucuları diğer ortak modlu boğuculardan farklıdır, çünkü iletim hattı aynı zamanda bir diferansiyel sinyal olarak RF taşıdığında iyi çalışacak şekilde tasarlanmaları gerekir. Tam güç taşıma kabiliyetine sahip mükemmel ortak modlu boğumlar, yeterince - büyük bir ferrit çekirdek veya birden fazla çekirdek boyunca çok sayıda koaksın döndürülmesiyle oluşturulabilir. (Ferrit çekirdeklerine koaksiyel kablo sarılarak yapılan boğumlar "yara'olarak adlandırılacaktır.



Şekil 20.25 - Tek katmanlı bir solenoid olarak koaksiyel bir boğma balunu sarmak, tipik olarak düz bobinli bir boğmaya kıyasla empedansı ve kendinden rezonans frekansını arttırır.

Coax chokes "önceki bölümün hava-çekirdekli sarmal-coax chokes ayırt etmek.) Yakından aralıklı eşleştirilmiş tel iletim hatları da iyi performans verir ve koaksiyel hatlara dahil edilir. Bu konu *ARRL Antenna Book, 24th edition* chapteron **Transmission Line System Techniques'de daha ayrıntılı olarak tartışılmıştır.**

EMİ bastırma için tasarlanmış ferrit karışımları, öncelikle dirençli olan MF, HF ve VHF aralığında empedans üretir. Tipik amatör boğmalar için, bu malzemeler çeşitli amatör bantlarda kullanılabilen empedansta geniş zirveler sergiler:

- Tip 31: MF, HF ve düşük VHF
- Tip 43: VHF'den yüksek HF
- Tip 61: Düşük UHF

RF Teknikleri bölümünde açıklandığı gibi, bir ferrit karışımı frekansla değişen karmaşık bir geçirgenliğe sahiptir. Bir aralıktaki EMİ bastırması için kullanılan bir karışım, farklı bir aralıktaki endüktif uygulamalar için uygun olabilir.

Genel olarak, herhangi bir boğulma kombinasyonu, istenen bant genişliği üzerinde istenen boğulma empedansını sağlamak için seri olarak kullanılabilir. Herhangi bir banttaki birleşik boğulma empedansı, empedansların toplamı olacaktır. Farklı frekans aralıkları için boğucular, daha geniş bir frekans aralığında daha yüksek empedansa sahip bir boğma oluşturmak için seri olarak yerleştirilebilir.

DESIGN CRITERIA

Geleneksel olarak, kural-of-başparmak fora iletim hattı boğulma 50-92 koaksiyel için 500 © gibi hattın en az 10 kez Z boğulma empedansı için olmuştur. Eğer yük iyi dengelenmişse ve besleme noktası empedansı Z'ye oldukça yakınsa, bu çok fazla güç kaybı olmadan ortak mod akımının çoğunu engelleyecektir. Bu, besleme hattı yeniden radyasyonundan kaynaklanan radyasyon paterni bozulmasını önlemek için de yeterliydi.

Anten sistemi bir nedenden dolayı iyi dengelenmemişse veya besleme noktası empedansı Z'den çok daha yüksekse zorluklar ortaya çıktı. Ya boğucu aşırı ısınır Yüksek güç kullanıldığında veya hatta veya her ikisinde de önemli ortak mod akımı olacaktır. Bu durumlar oldukça yaygın olduğundan, - yaklaşık 600 W'ın altındaki güç seviyelerinde oldukça iyi dengelenmiş ve iyi eşleşen bir antenin besleme noktasında olduğu gibi 5000 Q'luk dirençli bir boğulma empedansı önerilir.

Tam güç, yüksek iş çevrimi, 1500 W gibi yarışmalar ve bazı dijital mod işlemleri için veya çok dengesiz bir antenle kullanım, boğmada yüksek güç dağılımına neden olabilir. Ortak mod akımından güç dağılımını azaltmanın en iyi yolu boğulma empedansını arttırmaktır. İki katına çıkan boğma empedansı, ortak mod akımını 2'ye ve boğmanın seri direncinde dağılan gücü 4'e böler. Daha yüksek empedans, tek bir çekirdekte daha fazla dönüş yaparak, boğmayı iki veya daha fazla çekirdekten oluşan bir yığın üzerinde sararak veya iki veya daha fazla boğma seri olarak yerleştirerek elde edilebilir. (Ayrıca bakınız Dean Straw, N6BV'nin Haziran 2015 *QSTarticle*, "Don't Blow Up Your Balun", Bu kitap için indirilebilir ek bilgiler dahildir.)

Boğmalar sadece ortak mod voltajına tabi tutulduğundan, yüksek SWR'nin koaksiyel sargılı ferrit boğumlarının güç kullanımı üzerindeki tek etkisi, anten sistemindeki uyumsuzluğun oluşturduğu hat boyunca diferansiyel akım ve voltaj zirvelerini arttırmaktır. İf SWR çok yüksek, ekstra - uyumsuzluk kaybı bir sorun haline gelebilir. Tıkanmayı oluşturmak için kullanılan besleme hattı, tepe voltajını ve akımını işlemek için derecelendirilmelidir.

Uygulamalardan önce, 500 ila 1000 9'luk bir boğma empedansı, desen bozulmasını, sıradan RFI vakalarını ve diğer kaynaklardan gelen gürültü eşleşmesini önlemek için yeterlidir. Chuck Counselman, WIHIS, besleme hattından gelen radyasyon ve gürültü bağlantısının, yönlü bir antenin boşluklarını dolduran, gürültüyü ve paraziti reddetme yeteneğini azaltan bir desen bozulması biçimi olarak görülmesi gerektiğini doğru bir şekilde gözlemler. (Bakınız Jim Brown, K9YC'nin - **k9yc.com/RXChokesTransformers.pdf. yerinde boğulma konusundaki makalesi)**

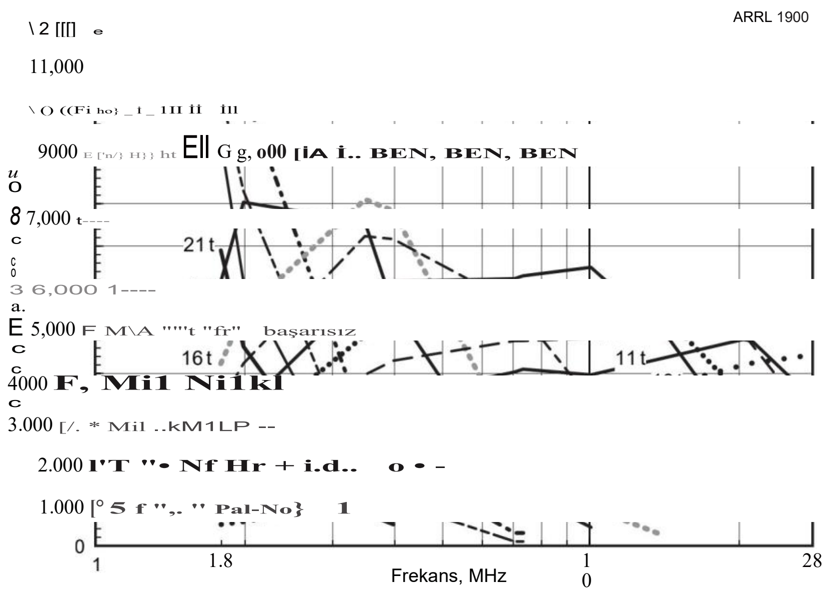


Şekil 20.26 - HF jambon bantlarında kullanılmak üzere tasarlanmış yara koaksiyel ortak mod boğumlarını ileten eski tasarım.

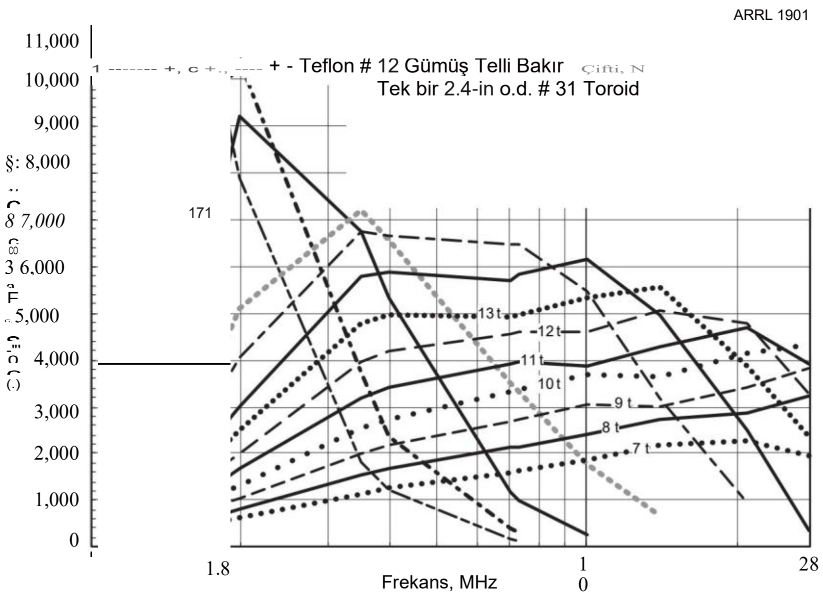
Bir besleme hattını başka bir antenle etkileşime giremeyecek kadar kısa parçalara ayırmak için kullanılan boğucular, basit antenlerle etkileşimi önlemek için 1000 © 2 değerinde bir boğma empedansına sahip olmalıdır. Besleme hattı üzerindeki ortak mod akımının etkileri yönlü antenin boşluğunu dolduruyorsa 5000 Q'ya yakın bir değer gerekebilir .

LEGACY WOUND-COAX DESİGNS

Koaksiyel sargılı ferrit boğumları için önceki tasarımlar (bakınız **Şekil 20.26)** tam güç çalışması için RG-8, RG-213 veya RG-11 ve daha düşük güç seviyeleri için RG-58 kullanmıştır. Bu boğumlar tipik olarak 2.4 inç OD, 1.4 inç İD toroid Tip 31 veya Tip 43 malzeme veya İ inç İD x 1.125 inç uzunluğunda kelepçe üzerine sarıldı.



Şekil 20.27 - Şu anda önerilen HF coaxwound ferrit ileten için frekans karşı İmpedance # 31 malzemenin tek bir 2.4-inç toroid çekirdek üzerinde RG-400 yarası chokes .



Şekil 20.28 - Şu anda önerilen HF coaxwound ferrit ileten chokes Teflon izolasyonlu # 12 AWG tel yarası için # 31 malzemenin tek bir 2.4-inç toroid çekirdeği üzerinde frekans karşı İmpedance .

Tip 31 malzeme. Bu toroidlere konektör takılmadan yedi tur ofRG-213 ve dört tur bir PL-259 takılıyken sığar. Dört dönüş ofRG-213 İ-inç İD kelepçesine sığar. Toroidler çoğu RG-6, RG-8X veya RG-59 boyutlu kabloların en az 14 dönüşünü kabul edecektir.

Bu boğmalar için rezonans eğrileri, tum aralığı, çap ve organizasyondan etkilenir ve inşaat teknikleriyle çok fazla varyasyona yol açar. Ek olarak, PEinsulated koaksiyel için daha büyük minimum büküm yarıçapı, tam güç tasarımlarının oldukça büyük olmasına ve bir anten besleme noktasında desteklenmesi gereken bir zorluğa neden oldu. Düşük frekanslarda, bir ferrit boğumundaki indüktansın çoğu çekirdeğe bağlanmadan kaynaklanır, ancak bazıları çekirdeğin dışındaki akının sonucudur. Daha yüksek frekanslarda, çekirdek daha az geçirgenliğe sahiptir ve çekirdeğin dışındaki akı daha büyük bir katkı sağlar. Bu eski tasarımlarla ilgili daha fazla bilgi ve tablolar, kitabın indirilebilir ek bilgilerinde "Legacy Wound-Coax Ferrite Chokes'olarak yer almaktadır. Bu tasarımların ek tartışmaları - *ARRL Anten Kitabında mevcuttur.*

PRACTICAL YARA-KOAKS TIKANIKLARI

Jim Brown, K9YC ve Glen Brown, W6GJB, RG-8- boy koaksiyel (RG-8/RG-l l/RG-213) ile inşa edilmiş, test edilmiş ve ölçülmüştür; RG-400 (Teflon ceket, telli gümüş kaplama bakır merkez iletken, iki gümüş kaplama bakır kalkan, TFE dielektrik); # 12 ve # 10 emaye bakır tel çiftleri; THHN # 12 ve # 10 çiftleri; A # l2 Teflon yalıtımlı tel hava (gümüş kaplamalı telli bakır, 0.109 inç OD); ve # 10 ve # 12 Romex (NM) kablosundan çıkarılan siyah beyaz iletkenlerin oluşturduğu bir çift. İletim özellikleri de MF ve HF'de ölçülmüştür. - Burada sunulan veriler bu bilgilerin bir özetidir ve okuyucunun makalelerini indirmesi teşvik edilir **k9yc.com/publish.htm**. (Brown için Bibliyografya girişlerine bakın.) Jim Brown, K9YC tarafından "Ferrite Choke İmpedance Ölçümü" başlıklı ek makale, indirilebilir ek içeriğe dahil edilmiştir.

Şekil 20.27, 20.28 ve 20.29, çeşitli dönüş sayıları, çizgi tipleri ve çekirdek tipleri için empedans büyüklüğü grafikleridir**. Tablo 20.7,** 160 ila 6 metre jambon bantları ve frekans aralıkları için "ayarlanmış" veya optimize edilmiş birkaç pratik verici boğma tasarımını özetler. Tablolar, 5000-92 minimum empedans gereksinimini karşılayan tasarımları ve varsa daha yüksek empedans tasarımını içerir. Dönüş sayısı, daha küçük 2,4 inç OD çekirdeklerinde sınırlıdır.

Yüksek Z hattı (# l2 THHN, NM, Teflon çiftleri) ile sarılmış boğmalar dipollerin besleme noktasında oldukça iyi çalışır, ancak olmayabilir

Tablo 20.7

TFE Coax için Choke Tasarımlarının İletilmesi Ve 2.4 inç OD Tipi # 31 Toroid'de Tel Çifti Hatları

(5 ko min empedans tasarımı)

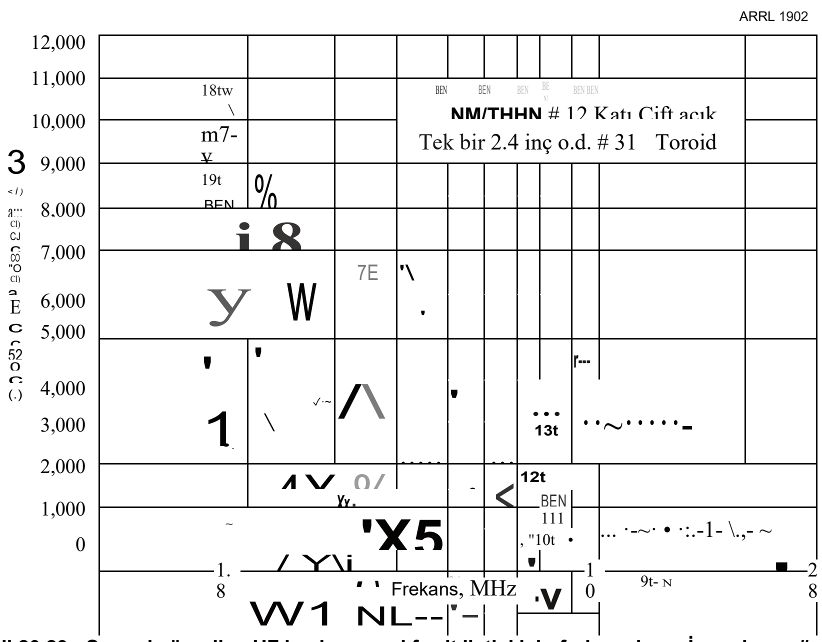
Freq Band (lar) *(MHz)*	***RG-400*** *Dönüşler*	*TFE # 12 Çifti Dönüşler*	*NMITHHN # 12 Çift*
1.8	17	17	16
3.5	13	14	13
7	13	13	13
10	12	13	13-14
14	12	12	11
21	11-12 (4.8 ko)	11-12 (4.7 kO)	11
28	10 (4.4 ko)	10 (4.3 ko)	10-11 (4.2 ko)
1.8-3.5	17	17	16
3.5-10		15	14
3.5-14	13	13	13
7-21	13	12	
Yüksek empedans tasarımı, varsa, "Döner (ko)'olarak verilir			
1.8	18 (10)	18 (9.5)	18 (9.5)
3.5	16 (8)	15-16 (6.5)	14 (6)
7	14 (6.2)	15 (6.5)	14 (6)
10	14 (6.5)	14 (6)	13-14(5.5)
14	13 (5.4)	13 (5.5)	12-13 (5)
3.5-14	14 (6, 6, 6, 6)	14 (5.8, 5.8, 5.8, 6, 5)	

Notlar:
1.8, 3.5 ve 7 MHz için boğucular yakın aralıklı dönüşlere sahip olmalıdır. 14-28 MHz için boğucular geniş aralıklı dönüşlere sahip olmalıdır .

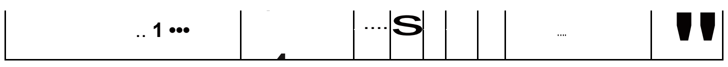
TFE Coax için Choke Tasarımlarının İletilmesi Ve 4 inç OD Tipi # 31 Toroid'de Tel Çifti Hatları

(5 ko min empedans)

Freq Band (lar) *(MHz)*	*RG-400* *Dönüşler*	*TFE # 12 Çifti Dönüşler*	*NMITHHN # 12 Çift Döner*
1.8	16	15	15
3.5	13	13	20
7.0	12	15	12-14
10	12	13-14	
14	12		
1.8-3.5	16	21	20
1.8-7	16	15	
1.8-10	16		
3.5-7	19	15	13
3.5-10	14	13	
Yüksek empedans tasarımı, varsa, "Döner (ko)'olarak verilir			
1.8	23 (17)	22-23 (15)	21-23 (12.5)
3.5	18-20 (11)	16-18(7.5)	15-16 (6.7)
7	14 (7.5)	13-14 (5.7)	12-14 (5)
1.8-3.5	21 (13,10)	18 (9.5,8)	17 (8.5,6.5)
1.8-7	17(7, 9.5, 6)	15 (5.5, 7.2, 5)	
1.8-10	16 (5.5, 8.5, 7.5, 5)		
3.5-7	15 (8.5, 7 .5)	14 (6.5, 4.8)	14 (6.5, 5)
3.5-10	16 (8.5,7.5,5)	13 (5.8,5.8,5)	



Şekil 20.29 - Şu anda önerilen HF koakswound ferrit iletici için frekans karşı İmpedance # 31 malzemenin tek bir 2.4-inç toroid çekirdek üzerinde THHN tel yara boğar .



Karmaşık bir dizinin besleme noktasında. (K9YC'nin "İletim Choke Cookbook" tartışmasına bakınız 75-92 dizileri iletmek için boğmalar.) # 12 Teflon tel çifti ile sarılmış Chokes'ların her bant için en düşük kayıp ve en az dağılma olduğu bulundu. Tel pahalıdır ve en iyi ihtiyaç fazlası satıcılardan veya bir miktar grubunda satın alınır .

kovalamaca. Eşleştirilmiş tel hatlar için Z'nin yalıtım kalınlığı ve yalıtımın dielektrik özellikleri ile değişeceğini unutmayın. Tel çiftleriyle yapılan hatlar için bir K9YC tablosu için ARRL Anten Kitabı, 24. baskıya veya çevrimiçi Z0 kağıdına bakın.

Diğer önerilen seçenekler, özellikle 50 9'a yakın besleme noktası Z olan antenler için, RG-400, ardından Romex (NM) kablosundan çıkarılan beyaz ve siyah iletkenlerden yapılmış bir eşleştirilmiş tel hattı izlenir.

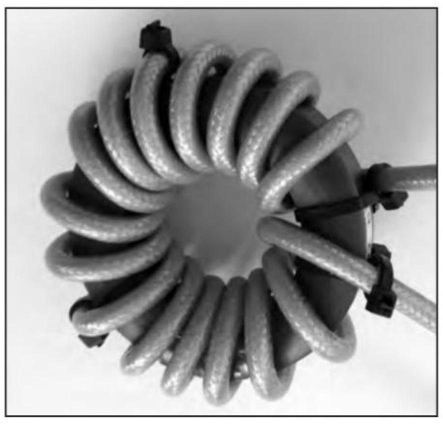
Emaye bakır çiftlerinin diğer eşleştirilmiş çizgilerden çok daha fazla kaybı olduğu bulundu. Bunun nedeni, akımı birbirine en yakın iletkenlerin yanında yoğunlaşmaya zorlayan ve cilt etkisine benzer şekilde dirençli kayıpları artıran yakınlık etkisidir. Ayrıca, minenin sarma sırasında ferrit çekirdek tarafından kazınması, çekirdeğe birden fazla noktada kısa devre yapması ve boğulma performansını önemli ölçüde düşürmesi de mümkündür. Her iki nedenden dolayı, ferrit çekirdekli boğmalar için emaye tel çiftleri kullanılması önerilmez.

PRACTICAL CHOKES - YAPİ NOTLARI

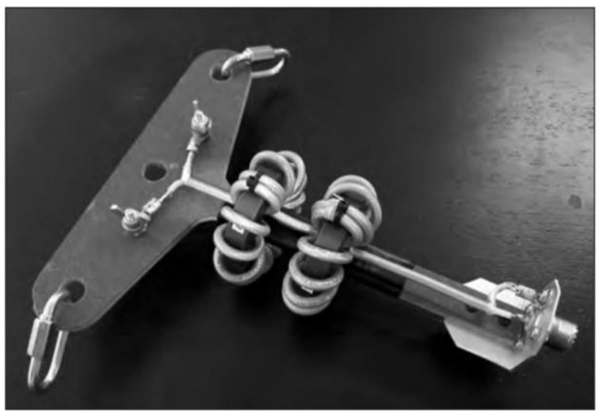
Bu bölümün başındaki Building Wound-Coax Chokes'daki bilgilerle başlayın.

Ferrit toroid çekirdeklerindeki dönüş çapı, RG-400 koaksiyel için belirtilen minimum büküm yarıçapından daha küçük olsa da, merkezi iletken göçünün neden olduğu arızalar yaygın olarak bildirilmemiştir. Deneyimli inşaatçılar arasındaki fikir birliği, katı TFE yalıtımlı kablonun, tam güç derecesinde çalıştırılmadığı ve tekrar tekrar bükülmediği sürece amaçlandığı gibi çalışacağıdır.

Sargının Başlatılması: Sarımı başlatmak istediğiniz toroidin enine kesitinin etrafına bir kablo bağlayın ve oldukça sıkı değil çekin. Kabloyu aşağıdan toroid içinden besleyin ve birincisine sabitlemek için başka bir kablo bağı kullanın, yeterli miktarda serbest kablo bırakın.

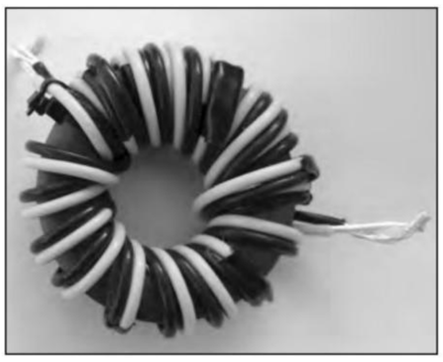


(A)



(C)

Şekil 20.30 - A'da RG-400 sarım tekniğini gösteren bir yara koaksiyel ferrit iletici boğucu var. B, bir tel çifti sargısının nasıl oluşturulduğunu gösterir. C'de gösterilen montaj, yara koaksiyel boğumların monte edilmesi ve desteklenmesinin bir örneğidir.



(B)

Tamamlandığında boğucuyu bağlayın. Daha sonra son sıkma için yeterli kablo bağı bırakın. **Şekil 20.30A'deki boğma** saat 3'te başlar ve çekirdeğin etrafında saat yönünün tersine sarılır.

Sırayla Rüzgar: Dönüşlerin çekirdek etrafında sırayla sarılmasına dikkat edin - sıra dışı dönüşler iptal edebilir. İlk katman dolduğunda, sargının başlangıç dönüşlerini üst üste bindirerek ikinci bir katmanda tumlara devam edilebilir. Şekil 20.30B, sargı sol üstten başlar, çekirdeğin etrafındaki ilk katmanı tamamen doldurur ve sargının başlangıcını kaplayan beş dönüşle devam eder.

Dönüş Aralığı: Ölçülen veriler çekirdeğe sıkı sargılar içindir, bitişik sargılar çekirdeğin içine dokunur.

Eşleştirilmiş Çizgiler: Çiftlerin sarıldığı gibi bükülmemesine dikkat edin. Büküm, boğulma empedansını azaltabilir. İki iletken için farklı renkler kullanmak, bükümü görmeyi ve dönüşleri saymayı kolaylaştırır. Kabloları çekirdeğe paralel ve düz tutun. Katı iletkenler telli yerine tercih edilir, çünkü dönüşler yerinde kalma eğilimindedir. Telli tel çok daha az disiplinlidir. (Şekildeki boğma, ölçüm amacıyla kısa uçlara sahiptir.)

Boğmanın iki ucu arasındaki polariteyi koruyun - yani, paralel bir çiftin aynı iletkeninin boğumun her iki ucundaki koaks kalkanına bağlandığından emin olun.

Bu özellikle diziler için önemlidir ve besleme noktasında olmayan hatta eklenen bir boğucu için yıldırımdan korunma ile ilgili bir sorun olabilir. Polarite tersine çevrilirse, boğma hala çalışacaktır, ancak dizi tasarlandığı gibi çalışmaz ve koaksiyel bir kalkan üzerindeki statik birikim iyi deşarj olmayabilir.

Tel eşleştirme: **Kayıp**, VF ve Z, veriler, Scotch 33 veya 35 (Scotch 88'den daha ince) ile her 3-6 inçte bir yerde tutulan, eşleştirilmiş iletkenlere dokunmak içindir., 160 metre için 2.4 inçlik boğumlarda ekstra bir tum sıkmaya yardımcı olabilir). Daha geniş aralık Z'yi artıracak ve özellikle emaye çiftlerle zayıflamayı azaltacaktır (çünkü yakınlık etkisi azalır).

Katı PE yalıtımlı Coax: **Bu** eski tasarımların yerini RG-400 ve eşleştirilmiş tel tasarımları almıştır. Bu boğucular daha ağır, daha pahalıdır ve daha fazla kayba sahiptir (çünkü daha fazla çekirdek ve daha fazla koaksiyel kullanırlar). Bu tasarımlar, yalnızca dönüşler çekirdeklerden sırayla geçerse ve aynı yarıçap ve aralıklara sahiplerse tekrarlanabilir. Uzay, inter-tum kapasitansı en aza indirmek için toroid etrafında eşit olarak döner. Bu tıkanıklıkları oluşturmak için bazı öneriler için çevrimiçi makaleye bakın .

Boğmayı Destekleme: Ferrit çekirdekli boğmalar, tek bir çekirdek üzerinde en hafif çizgiyle sarılmış olsa bile ağır olabilir. Bu, rüzgardan veya anten ve besleme hattının diğer esnemelerinden kaynaklanan mekanik arızalara neden olabilir. Başvurulan kağıt önerilen inşaat teknikleri birkaç fotoğraf içerir. Şekil 20.30C, seri olarak iki boğucu destekleyen GPO3 fiberglastan oluşan bir merkez izolatör tertibatını (seri performans tabloları için K9YC kağıdına bakınız), uygun besleme hattı bağlantısı için bir SO-239 haznesini ve dipol bacakları ve bir destek ipi veya kablosu için sağlam bağlantı noktalarını göstermektedir. Fotoğraf, mühürlemek için su yalıtım kaplaması uygulanmadan önce çekildi

elektrik bağlantıları ve UV direnci sağlar. SO-239 su geçirmez hale getirmek için silikon yapıştırıcı kullanıldı. Lexan veya başka bir UV'ye dayanıklı plastik de montajın gövdesi için çalışacaktır.

USNG FERRİTE BONCUKLARI

Walt Maxwell, W2DU tarafından geliştirilen ve çoklu dizilerek oluşturulan erken "mevcut balunlar" de elde etmek için koaksiyel bir uzunlukta seri boncuklar Boğma empedansı, gerçekten yaygın modlu boğuculardır. Maxwell'in tasarımları 50 çok küçük **Şekil 20.31'de gösterildiği gibi 73 malzeme tipi boncuklar.** Ürün veri formları, tek bir tip 73 boncuğun 20 MHz civarında çok düşük bir Q rezonansına sahip olduğunu ve tüm HF jambon bantlarında ağırlıklı olarak 10-20 Q dirençli bir empedansa sahip olduğunu göstermektedir. Seri olarak 50 boncuk dizmek, bir boncuğun empedansını 50 ile çarpar, bu nedenle "akım balun" W2DU 500-1000 © 2'lik bir boğulma empedansına sahiptir ve güçlü bir şekilde dirençli olduğu için, besleme hattı ile herhangi bir rezonans minimumdur .

Bu, ılımlı güç seviyeleri için oldukça iyi bir tasarımdır, ancak uygun boncuklar çoğu koaksiyele uymayacak kadar küçüktür. Yüksek güçlü uygulamalar için RG-303 gibi özel bir koaksiyel kablo kullanılmalıdır. Yüksek güçlü koaksta bile, boğulma empedansı, aşırı ısınmayı önlemek için akımı yeterince düşük bir değere sınırlamak için genellikle yetersizdir. Aynı derecede önemli - alt boğulma empedansı, gürültüyü reddetmede ve bir radyasyon düzeninde boşlukların doldurulmasını önlemede çok daha az etkilidir.

Daha yeni "boncuk balun" tasarımları, yaklaşık 150 MHz rezonans olan, rezonansın altında endüktif olan ve HF bantlarında sadece birkaç on ohm güçlü endüktif empedansa sahip olan 31 ve 43 boncuk



Şekil 20.31 -W2DU boncuk balun, FB-73-2401 koaks uzunluğunda 50 RG-303 ferrit boncuktan oluşur. Ayrıntılar için metne bakın.

Tablo 20.8
Kombinasyon Ferrit ve Koaksiyel Bobin

	----------- Ölçülü Impedance---------		
Freq	*7 ft, 4 dönüş 1 Çekirdek*		*2*
(MHz	*Çekirdek*		
) 1.8	*of RG-8X*	*(Tip 43)*	*(Tip 43)*
3.5		660	520 O
7		1.6 k ©	1.4 ko
14	560 O	2 1.1	3.2
21	42 k	ko	ko 1.4
28	470 £2	500	ko 670
		£	02



Şekil 20.32 - **Hem sarmal bir kablo hem de ferrit boncukları içeren boğucu balun Kablonun her bir ucu.**

bantlar (bu yüzden çizgiyle rezonansa girdiği frekanslarda etkisiz olacaktır).

Bir sarmal-koaks baluna ferrit çekirdekleri eklemek, etkinliklerini arttırmanın bir yoludur. Ferrit empedansının dirençli bileşeni, bobinin rezonansını engeller ve faydalı bant genişliğini arttırır. **Tablo 20.8'de gösterilen ferrit ve bobin balun kombinasyonları** bunu çok etkili bir şekilde göstermektedir. 5 tum bobinde sekiz fit ofRG-8X, 21 MHz için harika bir balundur, ancak diğer bantlarda özellikle etkili değildir. Bir tip 43 çekirdek (Fair-Rite 2643167851) aynı koaksiyel bobine yerleştirilirse, balun 3.5 ila 21 MHz arasında kullanılabilir. Bu çekirdeklerin ikisi, **Şekil 20.32'de olduğu gibi bobin üzerinde birkaç inç aralıklarla yerleştirilmişse,** balun 1.8 ila 7 MHz arasında daha etkilidir ve 21 MHz'e kadar kullanılabilir. İf tipi 31 malzeme kullanıldı (Fair-Rite 2631101902 benzer bir çekirdektir), düşük frekanslı performans daha da iyi olurdu. Tablo 20.6'daki 20-tum, çoklu bant, 1.8-3.5 MHz sarmal-koaks balun, 1 pound, 7 ons ağırlığındadır. Tek ferrit çekirdek kombinasyonu balun 6.5 ons ağırlığındadır ve iki çekirdekli versiyon 9.5 ons ağırlığındadır.

20.5.5 Başvuru Almak İçin Tıkanmalar

Besleme hattı kalkanlarındaki ortak mod akımı, desen bozulmasına, sıradan RFI vakalarına ve diğer kaynaklardan gürültü bağlantısına neden olabilir. Bu etkileri azaltmak için, 500-1000 Q'luk bir boğulma empedansı yeterlidir.

Chuck Counselman, WIHIS, doğru besleme hattından radyasyon ve gürültü bağlantı yeniden yeteneğini azaltarak, yönlü bir anten boşlukları doldurur desen bozulma biçimi olarak görülmesi gerektiğini gözlemlemektedir Ject gürültü ve parazit. Bu, derin boşluklara sahip olacak şekilde tasarlanmış antenleri almak için özellikle önemlidir.

Besleme hattı boğumlarının ve izolasyon transformatörlerinin tasarlanmasıDoğal indirgeme ve alıcı antenler, WIHIS tarafından **referans verilen** çevrimiçi makalesinde ayrıntılı olarak tartışılmaktadır. K9YC yaşındaki Jim Brown, konuyu Ulusal Yarışma Dergisi makalesinde (bu bölüm için Referanslar ve indirilebilir ek bilgiler) ve çevrimiçi makalesinde ele alıyor **k9yc.com/RXChokesTransformers.pdf .**

20.6 PC İletim Hatları

Bir iletim hattı oluşturmak için PC kartı malzemesi kullanılabilir. PC izinin iletkenlerden birini oluşturduğu ve zemin düzlemi katmanlarının diğerini oluşturduğu çeşitli varyasyonlar vardır. Bunlar **Şekil 20.33'te özetlenmiştir,** burada e, PC kartı malzemesinin dielektrik sabitidir. (FR4, VHF ve üzerindeki en yaygın malzemedir.)

Microstrip (Şekil 20.33A), bir zemin düzleminin üzerinde izole bir izden oluşan PC iletim hatlarının en yaygın olanıdır.

Stripline (Şekil 20.33B), PC kartı malzemesine gömülü ve iki zemin düzlemi katmanı arasında ortalanmış PC izi olan çok katmanlı kartlarda da yaygındır.

*Ofset şerit çizgisi (*gösterilmez), PC izinin zemin düzlemi katmanları arasında ortalanmadığı bir şerit çizgisi varyasyonudur.

Coplanar dalga kılavuzu (Şekil 20.33C) mikrodalga frekanslarında mümkündür.

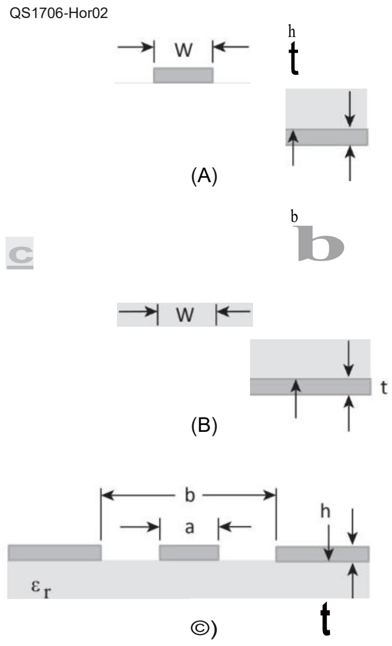
İn mikro şerit ve şerit RF enerjisi çoğunlukla (ancak tamamen değil) PC izinin geniş yüzeyi ile zemin düzlemi arasındaki bölgeyle sınırlıdır. Akım, PC izinin yüzeyine, cilt etkisi tarafından belirlenen bir derinlikte yayılır (RF **Teknikleri bölümüne bakın**).

Aksine, koplanar dalga kılavuzundaki RF enerjisi, PC izinin kenarları ile bitişik zemin düzleminin kenarları arasında bulunur. PC izinin orta yüzeyleri, varsa, çok az akım taşır. Bu, dirençli kayıpları arttırır, çünkü akım - daha küçük bir bölgede yoğunlaşır, ancak dalgalar çoğunlukla havada seyahat eder ve bu nedenle daha düşük kayıplara sahiptir. Bu, mikrodalga frekanslarında önemli bir takas haline gelir.

Tablo 20.9
50-Q İletim Hattı Boyutları

Çizgi Tipi	*Dielektrik (&,)*	*Katman Millerde kalınlık (mm)*	*Merkez iletken mils cinsinden (mm)*	*boşluğu Boşluk*	*Karakteristik İmpedance (()*
Microstrip	Prepreg (3.8)	6 (0.152)	11.5 (0.292)	n/a	*50.3*
	Prepreg (3.8)	10 (0.254)	20 (0.508)	n/a	50.0
Stripline	FR4 (4.5)	12 (0.305)	3.7 (0.094)	n/a	50.0
CoplanarWG	Prepreg (3.8)	6 (0.152)	14 (0.35)	20 (0.50)	49.7

Maxim İntegrated'den İnformation, Öğretici 5100:
www.maximintegrated.com/en/design/technica1-documents/tutorials/5l5100.html



Şekil 20.33 - PC iletim hattının tipleri: mikro şerit (A), stripline (B) ve coplanar dalga kılavuzu (C). Gösterilen boyutlar çevrimiçi hesap makineleri tarafından kullanılır Çizginin karakteristik empedansını belirlemek için. PCB malzemesinin göreceli geçirgenliği &,.

Çoğu tasarım 50-92 empedanslarla çalıştığından, 50 üretmek için ortak bakır folyo kalınlıkları, iz genişlikleri ve tahta tabakası kalınlıkları kombinasyonları hesaplanmıştır. **Tablo 20,9'da birkaç tane gösterilmiştir.** İlgilenen okuyucu için, bu bölümün Referans bölümündeki Wadell'in kitabına bakın. Ücretsiz *programAppCAD* ***(www.hp.woodshot*. com) S** parametreleri ve balun hesaplamaları ile birlikte birçok PC iletim hattı tasarım hesaplamaları işleyebilir.

Mikrodalga frekanslarında çalışan yüksek hacimli ticari ve tüketici elektroniği sayesinde, PC iletim hatları için konektörler yaygın olarak kullanılmaktadır. Olası adaylar için Bileşen Verileri ve Referanslar bölümünün bağlayıcı stilleri tablosuna bakın. Bu küçük konektörler çok fazla güç kullanamaz, ancak alma ve düşük güç iletme uygulamaları için yeterlidir. Bu konektörleri daha yaygın SMA, UHF, BNC, N ve amatörler tarafından kullanılan diğer stillere dönüştürmek için adaptörler ve adaptör kabloları mevcuttur.

20. 7 Dalga kılavuzları

2 GHz'in üzerinde, koaksiyel kablo iletişim işlemi için kaybedilen bir tekliftir. Neyse ki, bu frekansta dalga boyu, tamamen farklı bir *yolla pratik ve verimli enerji transferine izin verecek kadar kısadır. Bir dalga kılavuzu,* enerjinin elektromanyetik dalgalar şeklinde iletildiği bir iletken tüptür. Tüp, iki iletkenli bir hattın tellerinin yaptığı gibi aynı anlamda bir akım taşıdığı değil, dalgaları kapalı alanda sınırlayan bir sınır olarak kabul edilir. Cilt etkisi, herhangi bir elektromanyetik etkinin kılavuzun dışında belirgin olmasını önler. Enerji, kapasitif veya endüktif kuplaj veya radyasyon yoluyla bir uçtan enjekte edilir ve diğer uçtan benzer bir şekilde çıkarılır. Dalga kılavuzu sadece, iç duvarlarına karşı yansımalar yoluyla alıcı uca yayılan alanların enerjisini sınırlar.

20.7.1 Dalga Kılavuzunun Evrimi

UHF veya mikrodalga enerjisini bir jeneratörden bir yüke taşımak için açık telli bir hat kullanıldığını varsayalım. İletim hattı İmagine uzak ucunda kısa devre çeyrek dalga saplar ile desteklenir. Böyle bir saplamanın açık ucu, kısa saplamanın reaktif olmaması koşuluyla, iletim hattına sonsuz bir empedans sunar.

Dalga Kılavuzları, Boynuzlar ve Yemekler için RF Güvenliği

Güç uygulandığında asla bir dalga kılavuzunun açık ucuna bakmayın veya iletirken doğrudan bir çanağın önünde durun. Testler ve ayarlamalar

Bu alanlarda, alıcı veya çok düşük verici gücü seviyelerinde (0.1 watt'tan az) yapılmalıdır. FCC *10 mW/cm'lik bir sınır belirledi mi?* Güvenli maksimum olarak 6 dakikalık bir süre boyunca ortalama. Diğer yetkililer daha düşük seviyelerin kullanılması gerektiğine inanıyor. Vücut dokusunun yıkıcı termal ısınması aşırı maruz kalmanın sonucudur. Bu ısıtma etkisi özellikle gözler için tehlikelidir. Kabul edilen 10 mW/cm'lik güvenli seviyeye, [2]2D ?/.'deki seviye 0.242 mW/cm ise, bir parabolik antenin yakın alanında ulaşılır[2]. Uzak alan sınırındaki güç yoğunluğu denklemi

P D . 137.8P W/ 2

Ower Yoğunluğu - mW / cm
D

nerede

P = kilowatt cinsinden ortalama güç D = anten çapı ayak

• = ayaklarda dalga boyu

Böylece, saplama bir yalıtım desteği görevi görür. Saplamalar bir açık devre olarak hareket ettiğinden, sonsuz sayıda açık kablo hattını etkilemeden paralel olarak bağlanabilir.

Kısa bağlantı sonlu uzunluğa sahip olduğundan, aynı zamanda bir miktar indüktansa sahiptir. Bu indüktans, RF akımının ince bir tel yerine bir plakanın yüzeyinde akmasıyla en aza indirilebilir. Plaka yeterince büyükse, manyetik kuvvet hatlarının RF akımını çevrelemesini önleyecektir.

İletim hattı üstten ve alttan desteklenebilir ve sonsuz sayıda destek eklendiğinde, *kesme frekansında bir dalga kılavuzunun duvarlarını oluştururlar.* **Şekil 20.34,** dikdörtgen dalga kılavuzunun iki telli paralel iletim hattından nasıl geliştiğini göstermektedir.

20.7.2 Dalga Kılavuzu Çalışması

Bir sinyal bir dalga kılavuzu boyunca yayılırken, metal duvarlar elektrik ve manyetik alanları içerir. Burada elektrik alana odaklanacağız, çünkü dalga kılavuzu için baskın yayılma moduna TE veya *Enine Elektrik denir.* **Şekil 20.35 TE** modu için elektrik ve manyetik alanların nasıl yönlendirildiğini göstermektedir. (Aşağıdaki dalga kılavuzu modları hakkındaki tartışmaya bakın.) Daha kısa yan duvarlara paralel olarak yönlendirilen dikdörtgen dalga kılavuzundaki elektrik alan yoğunluğu. Elektrik alanı merkezde en güçlüdür ve duvarlar kısa devreler olduğundan yan duvarlarda sıfır olmalıdır. Şekil 20.35D'deki E-düzlemi ve H-düzlemi terminolojisinin nedeni budur.

Alan mukavemeti dağılımı, çalışma frekansında bir sinüs dalgasının yarısıdır ve dalga kılavuzundan sanki yan duvarlardan sıçramış gibi yayılır. Bunun çalışması için, dalga kılavuzunun genişliği, yayılan sinyalin dalga boyunun en az yarısı kadar olmalıdır. Daha düşük frekanslarda daha uzun

Dalga boyları, alan her iki duvarda da sıfır olamaz, bu nedenle bu sinyaller dalga kılavuzunda yayılmayacaktır.

20.7.3 Dalga Kılavuzu Boyutları CUTOFF VE UPPER FREQUENCİES

Bir dalga kılavuzu için minimum çalışma frekansı, dalga kılavuzu genişliğinin yarım dalga boyu olmasıdır. Buna dalga kılavuzunun *kesme frekansı denir,* f..

$f_c = c/\lambda_c$

Burada c = boş uzayda ışık hızı, saniyede 2.9979 x 10 8metre.

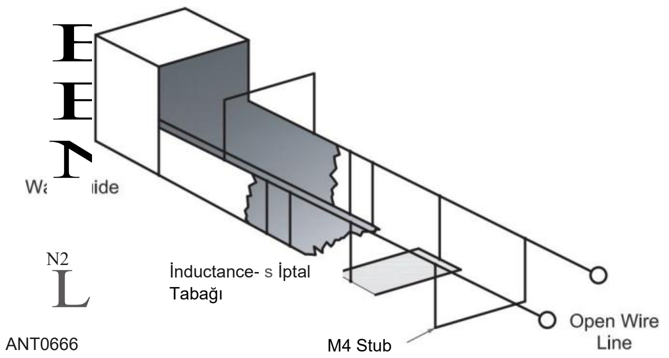
Dalga kılavuzundaki bir dalga boyu, İ ", boş uzayda bir dalga boyundan daha uzundur, İ. bu ışık hızından daha hızlı bir hız anlamına gelir. Ancak sadece *faz hızı* ışık hızını aşar - enerji daha hızlı hareket edemez. Dalga kılavuzu dalga boyu, kesme frekansının bir fonksiyonu olarak frekansa göre değişir:

$$\lambda_g = \frac{\lambda_0}{\sqrt{1-\left(\frac{\lambda_0}{\lambda_c}\right)^2}}$$

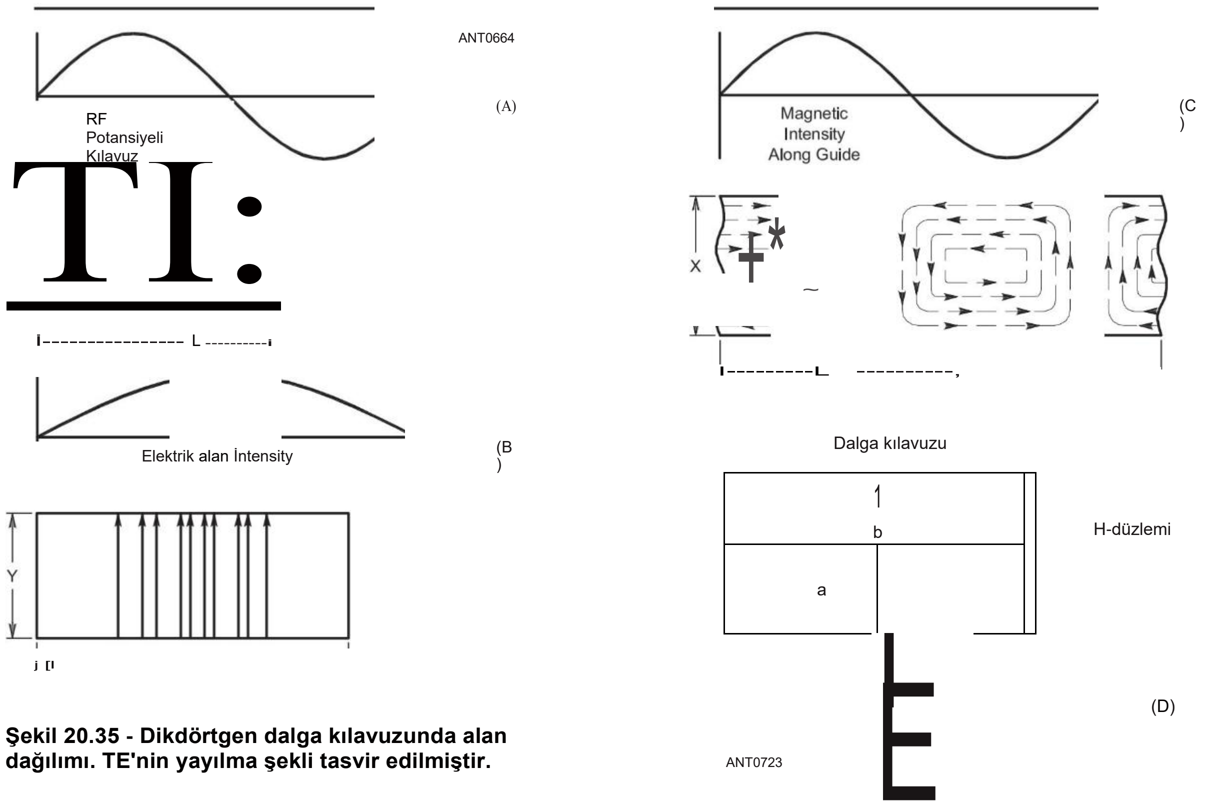
Kesme frekansının yakınında, "serbest uzay dalga boyundan çok daha uzundur 2 frekans arttıkça 2 daha yakın hale gelir.

Dalga kılavuzu çalışma frekansları - genellikle kesme frekansının çok üzerindedir - kesme frekansının yakınında (ve altında), kayıplar artar ve kılavuz dalga boyu, iletilen dalga formunun dağılmasına neden olan frekans ile hızla değişir. Bu nedenle bir dalga kılavuzu mükemmel bir yüksek geçiş filtresi yapar .

Dikdörtgen dalga kılavuzunun yüksekliği, üst ve alt duvarlar arasında,



Şekil 20.34 - Kesme frekansında dikdörtgen bir dalga kılavuzu, sonsuz sayıda ¼ -wavelength sapları tarafından yukarıdan ve aşağıdan desteklenen paralel iki iletkenli bir iletim hattı olarak düşünülebilir .



Şekil 20.35 - Dikdörtgen dalga kılavuzunda alan dağılımı. TE'nin yayılma şekli tasvir edilmiştir.

Hem üst frekans sınırı hem de karakteristik - empedans. Üst sınır, dalga kılavuzu yüksekliğinin ½ 'A-bu frekansın üstünde olduğu frekanstır, elektrik alan yönünü değiştirebilir ve diğer modlar yayılabilir .

WAVEGUİIDE DİMENSIONS

Dikdörtgen bir kılavuzda kritik boyut X inFigür 20.35'tir. Bu, iletilecek en düşük frekansta ½ 'A'dan fazla olmalıdır. Pratik olarak, Y boyutu genellikle baskın mod dışında çalışma olasılığını önlemek için ½ X'e eşit yapılır.

Dikdörtgen dışındaki kesitsel şekiller - kullanılabilir, en önemlisi dairesel borudur. Dikdörtgen durumda olduğu gibi aynı hususlar geçerlidir.

Dikdörtgen ve dairesel kılavuzlar için dalga boyu boyutları **Tablo 20.10'da verilmiştir,** burada X dikdörtgen bir kılavuzun genişliği ve r dairesel bir kılavuzun yarıçapıdır. Tüm rakamlar baskın mod için geçerlidir.

Karakteristik empedans genellikle 50 ohm'dan çok daha yüksektir ve TE modları için bu formül kullanılarak hesaplanır:

$$Z_0 = 377\left(\frac{\lambda_g}{\lambda_0}\right)\left(\frac{2b}{a}\right)$$

Burada a ve *b* büyük ve küçük Dikdörtgen dalga kılavuzunun sırasıyla boyutları. 377 ϑ, boş alanın yaklaşık empedansıdır.

Örneğin, 10 GHz'de WR90 dalga kılavuzu sıklıkla kullanılır. Genişlik 0.9 inç veya 22.86 mm'dir ve yükseklik 0.4 inç veya 10.16 mm'dir. Kesme frekansı 6.56 GHz'dir, ancak önerilen çalışma frekansı aralığı 8 ila 12.4 GHz'dir. 10.368 GHz'de, boş alan dalga boyu l, = 28.915 mm, kılavuz dalga boyu İ "= 37.33 mm ve karakteristik empedans Z, = 433 ohm'dur. Birkaç ortak dalga kılavuzu, **Şekil 20.36'daki kesitte resmedilmiştir.**

Dairesel dalga kılavuzu için, kesme dalga boyu İ, = 1.706 x çap ve karakteristik - empedans

$$Z_0 = 377\left(\frac{\lambda_g}{\lambda_0}\right)$$

Tablo 20.10
Dalga Boylarında Dalga Kılavuzu Çalışma Boyutları

	Dikdörtgen	*Dairesel*
Kesme dalga boyu	*2X*	3.41 r
Az zayıflama ile iletilen en uzun dalga boyu	1.6X	3.2r
Sonraki mod mümkün olmadan önce en kısa dalga boyu	1.1X	2.8r

20.7.4 Dalga kılavuzu modları

Yukarıda açıklanan çalışma modu baskın mod, TE (veya dairesel dalga kılavuzunda TE) içindir. Bu, belirli bir dalga kılavuzunun çalışacağı en düşük frekans modudur ve dalga kılavuzu iletimi için tercih edilen moddur.

Eğer iletilecek frekansın üst sınırı yoksa, alanların kendilerini bir rehberde düzenleyebilecekleri sonsuz sayıda yol vardır. Her alan konfigürasyonu bir moddur. Tüm modlar iki genel gruba ayrılabilir. TM (- *Transvers Magnetic) olarak adlandırılan bir grup,* manyetik alanı tamamen yayılma yönüne göre çapraz olarak içerir, ancak yayılma yönünde bir elektrik alan bileşenine sahiptir. TE (Enine *Elektrik) olarak adlandırılan diğer grup, elektrik* alanını tamamen yayılma yönüne göre çapraz olarak içerir, ancak manyetik alan - yönünde bir manyetik alan bileşenine sahiptir.

yayılım. TM dalgalarına bazen eski referanslarda E-dalgaları denir ve TE dalgalarına bazen H-dalgaları denir. Bununla birlikte, TM ve TE tanımları tercih edilir. Özel iletim modu, grup harfleri ve ardından alt simge numaraları ile tanımlanır; Örneğin TE, TM ve benzeri. Olası modların sayısı, belirli bir kılavuz boyutu için frekansla artar.

Yüksek dereceli modlar bazı uygulamalarda kullanışlıdır, örneğin çok modlu beslemede



Şekil 20.36 - Tipik dalga kılavuzu boyutları soldaki WR229 sağdaki WR42 doğru.

Ek modların şekil verebileceği boynuzlar radyasyon deseni, özel yüksek güç

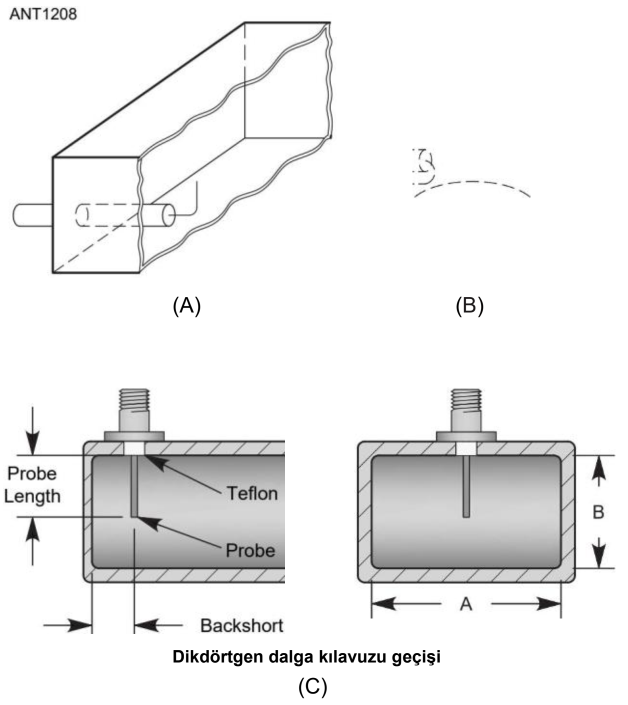
Dalga kılavuzları ve bazı boşluk filtrelerinde.

WAVEGUIDE COUPLING

Enerji, elektrik veya manyetik alan vasıtasıyla bir dalga kılavuzuna veya rezonatöre sokulabilir veya çıkarılabilir. **Şekil 20.37'de gösterilen bir adaptör türü,** dalga kılavuzunun geniş bir duvarının ortasındaki monopol anten gibi bir sondadır. Şekil 20.37A'deki prob, koaksiyel çizginin iç iletkeninin kısa bir uzantısıdır, elektrik kuvvet hatlarına paralel olacak şekilde yönlendirilmiştir. Eğer prob çok ince olsaydı ve kapasitans veya endüktans olmasaydı, bir kısa devreden '4 2 uzunluğunda ve aralıklı 4 2 olurdu - dalga kılavuzunun kapalı ucu. Gerçek boyutlar prob indüktansı ve kapasitansı telafi eder.

Şekil 20.37B'de gösterilen döngü, - manyetik kuvvet çizgilerinin bir kısmını kapsayacak şekilde düzenlenmiştir. - Maksimum eşleşmenin elde edildiği nokta, kılavuzdaki veya boşluktaki yayılma moduna bağlıdır. Bağlantı, bağlantı cihazı en yoğun alanda olduğunda maksimumdur.

Kuplaj, probu veya döngüyü 90 °'lik bir açıyla çevirerek değiştirilebilir. Prob elektrik hatlarına dik olduğunda, bağlantı - minimumdur. Benzer şekilde, döngünün düzlemi manyetik çizgilere paralel olduğunda, bağlantı minimumdur .

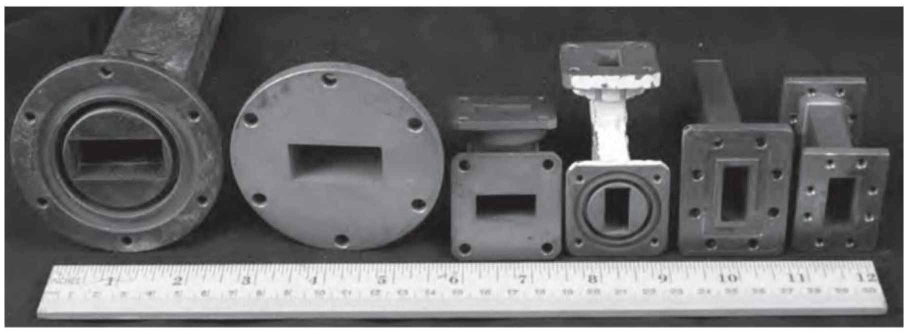


Şekil 20.37 - Parça A ve B, koaksiyel çizgiyi dalga kılavuzu ve rezonatörlere bağlama yöntemlerini göstermektedir. C'de, boyutları gösteren koaksiyel geçiş için dikdörtgen dalga kılavuzunun bir taslağı bulunmaktadır.

20.7.5 Dalga kılavuzu sonlandırma

Bir dalga kılavuzu karakteristik empedansında sonlandırılmazsa, diğer iletim hatları gibi hat üzerinde yükseltilmiş bir SWR olacaktır. Tipik bir sonlandırma, dalga kılavuzunun ucundan, dalga kılavuzunun - karakteristik empedansını boş alanın empedansına uyacak şekilde alevlenen bir korna antenidir, 377 02.

Dalga kılavuzu bağlantıları, flanşlarını sıkıca bir araya getirerek yapılır. **Şekil 20.38'de birkaç flanş gösterilmiştir**. İki tür flanş vardır, *düz flanşlar ve boğucu flanşlar,* dalga kılavuzu etrafında bir oluğa sahiptir. Oluk, sızıntıyı önlemek için RF enerjisine yüksek bir empedans sunan kısa bir saplama gibi davranır. Boğucu flanşlar düz flanşlarla çiftleştirilmelidir, ancak iki düz flanş birlikte çiftlestirilebilir.



Şekil 20.38 - Dalga kılavuzunun bölümlerini birleştirmek için kullanılan birkaç tipik dalga kılavuzu flanşı. Boğma flanşlarındaki derin oluklar, flanştan herhangi bir RF sızıntısı yoluna yüksek empedans yerleştirir.

Tablo 20.11
Dalga Kılavuzu Boyutları ve Coax Geçişleri
(Kesit boyutları iç duvarlar arasındadır)

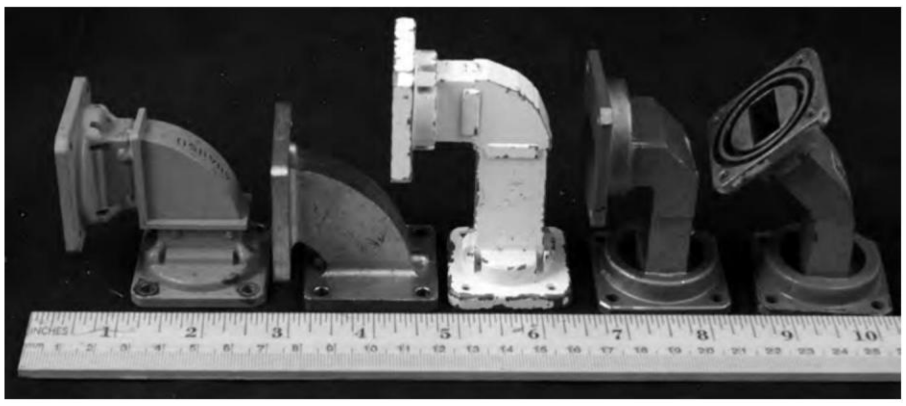
Dalga	*Boyutlar (mm)*	*Freq aralığı (GHz)*	*Freq (GHz)*	*Probe Diam (mm)*	*Sonda Len (mm)*	*Backshort (mm)*	*Bant*
WR42	10.668 x 4.318	18-26.5	24.192	1.27	2.413	2.489	>17%
WR75	19.05 x 9.525	10.0-15	10.368	1.27	5.49	5.26	14%
WR90	22.86 x 10.16	8.2-12.4	10.368	1.27	5.89	5.46	7%
WR112	28.24 x 12.62	7.05-10	10.368	1.27	6.5	6.6	15%
WR112			5.76	1.27	8.8	9.8	7%
WR137	35,85 x 15,80	5.85-8.2	5.76	1.27	10.5	8.5	10%
WR159	40,39 x 20,19	4.9-7.05	5.76	1.27	11.17	10.0	11%
WR187	47.55 x 22.15	3.95-5.85	5.76	2.36	11.3	11.0	16%
WR187			3.456	2.36	14.5	18.0	5%
WR229	58.17 x 29.08	3.3-4.9	3.456	1.27	18.2	15.0	8%
WR229			3.456	2.36	17.4	15.06	11%
WR229			3.456	3.175	17	15.6	11%
WR229			3.456	4.76	16.2	16.2	14%
WR229			3.456	6.35	15.5	16.75	17%
WR284	72.14 x 34.04	2.6-3.95	3.456	6.35	17.5	17.8	27%
WR284			2.304	6.35	20	28	9%
WR340	86,36 x 43,18	2.2-3.2	2.304	6.35	25	23	11%

İki farklı boyuttaki dalga kılavuzları çiftleştirilebilir, ancak farklı dalga kılavuzu boyutları farklı Z'ye sahip olduğundan aralarında bir geçiş olmalıdır. Koaksiyel çizgilerde olduğu gibi, bir geçişte olduğu gibi empedans süreksizlikleri yansımalara neden

20.7.6 Pratik dalga kılavuzları

İİ. Dünya Savaşı'na dayanan standart dalga kılavuzu boyutları bugün hala kullanılmaktadır. Standart belirteç, *xx'in* bir inçin yüzde biri cinsinden geniş boyut olduğu WR.xx; Örneğin, genellikle 10 GHz'de kullanılan WR90, 90 yüzde bir inç, or0.9 inç geniş bir boyuta sahiptir. Dairesel dalga kılavuzu için standart yoktur, bu nedenle yaygın bakır sıhhi tesisat sıklıkla kullanılır - 3/4 inç boru 10 GHz'de iyi çalışır. Amatör mikrodalga arama frekanslarında standart dalga kılavuzları için pratik boyutlar **Tablo 20.11'de gösterilmiştir .**

Tablo 20.11, mikrodalga çalışmasında karşılaşılması muhtemel dalga kılavuzu boyutları için boyutları içerir; Bir dalga kılavuzu düşük frekanslarda çok iyi çalışsa da, çok büyük olurdu - 2 metrelik bant için bir metre genişliğinde! Her tür için önerilen frekans aralığı da tabloda gösterilmiştir. Dar bantlı amatör işler için, mevcut dalga kılavuzundan yararlanmak için frekans aralığını biraz uzatabiliriz - dalganın bir kısmı -



Şekil 20.39 - Büküm adı verilen özel bölümler, dalga kılavuzunun yön değiştirmesi gereken empedans süreksizliklerini önlemek için sağ ve 45 ° açılar oluşturur .

Kılavuz boyutları birden fazla bantta kullanılabilir. Birçok küçük boyutlu kılavuz mmwave frekanslarında kullanılır.

Dalga kılavuzundaki kayıplar çok düşüktür, koaksiyel iletim hattından çok daha azdır, ancak yüksek frekanslarda ihmal edilemez. Örneğin, WR90 kaybı 10 GHz'de 100 feet'te yaklaşık 10 dB'dir. Güç kullanımı bir sorun değildir; En küçük dalga kılavuzu bile amatör güç sınırından çok daha fazla derecelendirilmiştir.

Dalga kılavuzunun yön değiştirmesi gerektiğinde, *büküm adı verilen özel bağlantı parçaları* kullanılır, **Şekil 20.39'da gösterilmiştir.** Bunlar, yöndeki değişiklikten kaynaklanan empedans süreksizlikleri en aza indirilecek şekilde inşa edilmiştir.

Dışarıda kullanılan dalga kılavuzu iletim hatları, sıcaklık değişimlerine sahip herhangi bir kapalı metal kap gibi iç su yoğuşmasından muzdarip olacaktır. Taşınabilir bir istasyonda kullanılan kısa bir uzunluk bile yoğuşmayı toplayabilir. Ticari tesisler genellikle dalga kılavuzunu kuru hava ile basınçlandırır. Aksi takdirde, bir koşunun dibinde bir tahliye deliği sağlanmalıdır.

20.8 İletim Hattı Terimleri Sözlüğü

Anten tuneri - Anten sistemi giriş empedansına uyan bir cihaz Verici, alıcı veya alıcı-verici çıkış empedansına. Ayrıca anten *eşleştirme ağı, empedans matcher, transmatch, ATU, kibrit kutusu olarak da adlandırılır.*

Dengeli hat - Uzunluğu boyunca düzgün voltaj ve akım dağılımına sahip simetrik iki iletkenli besleme hattı.

Balun - "Dengeli ile **dengesiz" arasındaki daralma.** Dengeli bir yükü dengesiz bir besleme hattına veya cihazına veya tam tersi bir cihaza bağlayan bir cihaz. Bir boğucu balun veya belirli bir empedans dönüşümü sağlayan bir transformatör şeklinde olabilir (1:1 dahil). Genellikle anten sistemlerinde, bir dipol gibi dengeli bir antenin besleme noktasına bir koaksiyel iletim hattı arayüz oluşturmak için kullanılır.

Karakteristik empedans - Eşleşen bir besleme hattında voltajın akıma oranı, besleme hattını oluşturmak için kullanılan fiziksel geometri ve malzemeler tarafından belirlenir. *Dalgalanma empedansı olarak da bilinir,* çünkü bir besleme hattına girerken elektromanyetik enerjinin karşılaştığı empedansı temsil eder.

Choke balun - Anten gibi dengeli bir yüke bağlandığında akımın koaksiyel kablo kalkanının dışına akmasını engelleyen bir balun.

Coax - **Koaksiyel kabloya bakınız.**

Koaksiyel kablo - İç veya merkez iletkenle aynı eksene sahip dış kalkan (katı veya örgülü) konsantrik olan iletim hatları. Yalıtım malzemesi bir gaz (hava veya azot) olabilir veya Katı veya köpük yalıtım malzemesi.

Ortak mod akımı - Bir besleme hattının veya çok iletken kablonun tüm iletkenlerinde eşit ve faz halinde akan akım.

İletken - Boru, çubuk veya tel gibi metal bir gövde, akımın uzunluğu boyunca sürekli hareket etmesine izin verir.

Eşlenik eşleşme - Bir empedansı eşit ve zıt bir reaktif bileşene bağlayarak tamamen dirençli bir empedans oluşturmak.

Mevcut balun - **bakınız Choke balun.** ***Desibel - Bir*** logaritmik güç oranı, kısaltılmış dB. Voltajlar veya akımlar aynı empedanslar arasında (veya içinden) ölçülürse bir voltaj veya akım oranını da temsil edebilir. Kısaltmanın ekleri referansları gösterir: dBi, izotropik - radyatör; dBm, milliwatt; dBW, watt.

Dielektrikler - Anten sistemlerinde kullanılan, yalıtkanlarda ve iletim hatlarında bulunan çeşitli yalıtım malzemeleri.

Dielektrik sabiti (k) - Göreceli şekil Kullanılan bir yalıtım malzemesi için liyakat dielektrik olarak. Bu özellik, volt başına malzemenin birim hacminde ne kadar elektrik enerjisinin depolanabileceğini belirler. Potansiyel uygulanır.

Elektrik alan - Bölgeye yerleştirilen elektrik yüklü bir nesne bir elektrik kuvvetine maruz kalırsa, alanın bir bölgesinde bir elektrik alanı bulunur.

Elektromanyetik dalga - Elektrik ve manyetik alandan oluşan bir enerji dalgası.

Besleme hattı - **İletim hattına bakın.**

Besleme noktası - Bir besleme hattının bir antene elektriksel olarak bağlandığı nokta.

Besleme noktası empedansı - Bir antenin besleme noktasında RF voltajının akıma oranı.

Ferrit - Manyetik özelliklere sahip bir seramik malzeme.

Hardline - Esnek kablolara kıyasla kayıpları azaltmak için katı metal dış iletkenli koaksiyel kablo. Hardline esnek olabilir veya olmayabilir.

İpedans eşleşmesi - Empedansları eşit olacak şekilde veya iki empedansın eşit olduğu durumda ayarlamak. Genellikle bir besleme hattının bir antene veya verici ekipmana bağlandığı noktayı ifade eder. Eğer empedanslar farklıysa, bu bir **uyumsuzluktur.**

İmpedance matcher - Anten **tuner bakın.**

İmpedance matching (devre) - Empedansı bir değerden diğerine dönüştüren devre. Ayarlanabilir empedans eşleştirme devreleri, geniş bir yük empedansı aralığında maksimum güç çıkışı sağlamak için vericilerin ve amplifikatörlerin çıkışında kullanılır.

İmpedance transformatörü - RF ekipmanındaki empedansları dönüştürmek için özel olarak tasarlanmış bir transformatör.

L ağı - Empedansları dönüştürmek veya eşleştirmek için kullanılan iki reaktif bileşenin bir kombinasyonu. Bir bileşen kaynak ve yük arasında seri olarak bağlanır ve diğeri kaynak veya yük arasında tutulur. Çoğu L ağında bir indüktör ve bir kapasitör bulunur, ancak iki indüktör ve iki kapasitör konfigürasyonları da kullanılır.

Merdiven çizgisi - bkz. **Açık tel hattı.** ***Lambda (Λ)*** - Dalga boyunu temsil etmek için kullanılan Yunan sembolü.

Hat kaybı - Bir iletim hattı tarafından ısı olarak dağıtılan güç, genellikle desibel cinsinden ifade edilir.

Yük - (isim) Gücün teslim edildiği bileşen, anten veya devre; (Fiil) Bir devre veya iletim hattına yük uygulamak.

Yükleme - Bir gücün kaynağından bir yüke aktarılması işlemi. Yükün güç kaynağı üzerindeki etkisi.

Manyetik alan - Manyetik bir kuvvetin manyetik bir nesneye etki edeceği bir bölge.

Eşleştirilmiş hat kaybı - Arabasına eşit bir yükle sonlandırılan bir besleme hattındaki hat kaybı- Akteristik empedans.

Eşleştirme - Empedansın aksine iki elektrik devresi arasında bir empedans eşleşmesi gerçekleştirme işlemi. Bir örnek bir iletim hattı eşleşiyor Bir antenin besleme noktasına. Yüke maksimum güç aktarımı (anten sistemi), eşleşen bir koşul olduğunda gerçekleşir.

Microstrip **Bir** zemin düzleminin üzerindeki bir baskılı devre kartı iletken şeridinden yapılmış bir iletim hattı, öncelikle UHF ve mikrodalga frekanslarında kullanılır.

Açık telli hat - Hat aralığını korumak için düzenli aralıklarla paralel izolatörlü paralel iletkenli besleme hattı. Dielektrik esas olarak havadır, bu da onu düşük kayıplı bir çizgi türü haline getirir. *Merdiven çizgisi veya pencere çizgisi olarak da bilinir.*

Çıkış empedansı - Bir sinyal kaynağının eşdeğer empedansı.

Paralel iletken hat - Yalıtım malzemesi ile birbirinden aralıklı iki paralel tel kullanan bir iletim hattı türüdür. *Açık tel, merdiven* veya *pencere çizgisi olarak da bilinir.*

Aşamalı hatlar - Tahrik edilen bir dizinin elemanları arasında veya bir anten dizisinin bölmeleri arasında doğru faz ilişkisini sağlamak için kullanılan iletim hattının bölümleri. İstenilen fazı korurken empedans dönüşümlerini etkilemek için de kullanılır.

Q bölümü - İletim hattı eşleştirme transformatörleri ve aşamalı hatlar için kullanılan terim.

Yansıma katsayısı *(p)* Bir iletim hattı üzerindeki belirli bir noktada yansıyan voltajın aynı noktadaki olay voltajına oranı. Yansıma katsayısı da yansıyan ve gelen akımların oranına eşittir. Yunan harfi rho (p) yansıma katsayısını temsil etmek için kullanılır.

Reflektometre bkz. **SWR köprüsü** ***Rezonansı*** - (1) **Hangi koşulda** Bir sistemin doğal tepkisi ve uygulanan veya yayılan bir sinyalin frekansı aynıdır. (2) Bir devrenin kapasitif ve endüktif - reaktanslarının eşit olduğu ve iptal edildiği frekans.

Rezonant frekans - Bir devrenin maksimum tepkisinin gerçekleştiği frekans. **Bir antende**, rezonans frekansı, besleme noktası empedansının tamamen dirençli olduğu bir frekanstır.

Dönüş kaybı - Bir yükten yüke verilen güce yansıyan gücün dB cinsinden oranının mutlak değeri.

Yükselme süresi - Bir dalga formunun - maksimum değere ulaşması için geçen süre.

Seri giriş ağı - Giriş akımının giriş ile seri olarak bir bileşenden aktığı filtre veya empedans eşleştirme devresi gibi bir ağ.

Şant giriş ağı - Doğrudan giriş boyunca bağlanmış bir bileşene sahip bir filtre veya empedans eşleştirme devresi gibi bir ağ.
Cilt etkisi - Yüksek frekanslarda ac akımın bir iletkenin yüzeyine yakın ince bir tabaka halinde aktığı fenomen.
Smith çizelgesi - Phillip Smith tarafından - karmaşık empedansları grafiksel olarak temsil etmek için geliştirilen bir koordinat sistemi. Bu grafik, anten ve iletim hattı empedansları ve SWR'yi içeren hesaplamaları gerçekleştirmeyi kolaylaştırır.
Daimi dalga oranı (SWR) - Bazen voltaj duran dalga oranı (VSWR) olarak adlandırılır. Bir besleme hattının karakteristik empedansı ile bağlı yük (genellikle bir anten) arasındaki empedansın bir ölçüsü. VSWR, besleme hattı boyunca maksimum voltajın minimum voltaja veya anten empedansının besleme hattı empedansına oranıdır.
İstifleme - Benzer yönerge antenlerini birbirlerinin üzerine veya yanına yerleştirme tekniği, "yığılmış bir dizi" oluşturur. İstifleme, tek bir antenden daha fazla kazanç veya yönlülük sağlar.
Stub - Empedans eşleştirme veya filtermg yapmak için kullanılan iletim hattının bir bölümü.
Dalgalanma empedansı - bkz. Karakteristik empedans .
SWR - bkz. **Duran dalga oranı.**
SWR köprüsü - Bir iletim hattında SWR ölçmek için cihaz. SWR metre veya reflektometre olarak da bilinir.
TE modu - Enine elektrik alan modu. Hareket eden elektromanyetik enerjinin E-alan bileşeninin, enerjinin dalga kılavuzunda hareket ettiği yöne (enine) dik olarak yönlendirildiği bir dalga kılavuzunda durum.
TM modu - Enine manyetik alan modu. H-alanı (manyetik alan) bileşeninin bulunduğu bir dalga kılavuzundaki koşul Seyahat eden elektromanyetik enerjinin enerjinin dalga kılavuzunda hareket ettiği yöne (enine) dik olarak yönlendirilir.
Transmatch *Bkz.* Anten **ayarlayıcısı.**
İletim hattı - Bir vericiyi veya alıcıyı bir antene bağlamak için kullanılan teller veya kablo. **Besleme hattı olarak da adlandırılır.**
İkiz kurşun - Her iki iletkenin de sürekli yalıtım malzemesi şeridine tamamen gömüldüğü paralel iletken iletim hattı.
Dengesiz çizgi - Koaksiyel kablo gibi toprak potansiyelinde bir iletken ile besleme hattı.
Evrensel saplama sistemi - Herhangi bir empedansı başka bir empedansa dönüştürebilen bir çift iletim hattı saplamasından oluşan eşleşen bir ağ.
Hız faktörü (VF) - Bir elektromanyetik dalganın, serbest uzayda (dalganın maksimum hıza sahip olacağı) dalganın hızının bir kısmı olarak belirtilen bir malzeme veya besleme hattından geçeceği hız.
VSWR Voltaj duran dalga oranı. **Bkz. SWR.**
Dalga kılavuzu - Elektromanyetik enerjinin aktığı içi boş bir iletken. Genellikle - koaksiyel kablo yerine UHF ve mikrodalga frekanslarında kullanılır.
Pencere satırı - bkz. **Açık kablo satırı.**

20.9 Kaynaklar ve Bibliyografya

A. Barter, G8ATD, *Uluslararası Mikrodalga El Kitabı, 2.* Baskı, RSGB, 2008.
J. Brown, K9YC, "A Ham's Guide to RFI, Ferrites, Baluns, and Audio İnterfacing", **k9yc.com/RFI-Ham.pdf (İngilizce).**
K.Brown, K9YC, "Harmonik Bastırma için Stubs Yerleştirme Optimize", *Ulusal Yarışma Dergisi, Temmuz/Ağustos* 2015, s 8-11.
L. Brown, K9YC, "A New Choke Cookbook for the 160-10M Bands", Aralık 2018**, k9yc. com/publish.htm**
M.Brown, "Chokes and İsolation Transformers for Receiving Antennas", *Ulusal Yarışma Dergisi, Mart/Nisan* 2019, pp 7-10.
N. Brown, K9YC, "VHF ve UHF için Chokes İletimi", 2020**, k9yc.com/ Chokes VHF.pdf**
O. Danışman, WISIS, "Common Mode Chokes**", www.yccc.org/articles/wlhis/ CommonModeChokes WIHIS 2006Apr06.pdf**
G. Cutsogeorge, W2VJN, "Harmonik Zayıflama Çubuklarının Performansının Optimize Edilmesi", *Ulusal Yarışma Dergisi, Ocak/Şubat* 2015, s 3-4.
G. Cutsogeorge, W2VJN, *Yönetim İnterstation İnterference, İkinci* Baskı (Uluslararası Radyo, 2009). **www.vibroplex.com. adresinden indirilebilir**
H. W. Johnson ve M. Graham, *Yüksek Hızlı Dijital Tasarım (Prentice* Hall, 1993).
Z. Lau, "Balunlar Neden Sersemler?" *QEX, Ocak/Şubat* 2004, sayfa 55-58 .
AA.Lewallan, W7EL, "Balunlar: Onlar Do and How They Do İt ", 1985, **www.eznec.com/ Amatör/Makaleler/Baluns.pdf**
J. Reisert, WİJR, "VHF/UHF Dünyası", *Ham Radyo,* Ekim 1987, s. 27-38 .
K. Regier, "Series-Section Transmission Line İnance Matching", *QST,* Jul 1978, pp 14-16.
Sabin ve Schoenike, *HF Radyo Sistemleri ve Devreleri,* (SciTech Yayıncılık, 1998).
J. Sevick, W2FMI, *Transmission Line Transformers,* 4th Edition (Noble Publishing, 2001).
K.Sevick, W2FMI, *Balun ve Unların İnşası ve Kullanımı* (CQ Communications, 2003).
H. W. Silver, Ed., *ARRL Anten Kitabı,* 24. Baskı (Newington: ARRL, 2019). 23 ila 27. bölümler arasında iletim hatları ve ilgili konular hakkında materyal bulunmaktadır.
P. Smith, *Smith Chart'ın Elektronik Uygulamaları (Noble* Publishing, 1995).
Q.Stensby, Jr., N5DF, "İmpedance - Ölçümleri Açısından Doğrudan Hesaplanan Koaks Kaybı" *QEX, Ocak/Şubat* 2020, pp 32-33.
D. Straw, N6BV, "Don't Blow Up Your Balun", *QST,* Jun 2015, pp 30-36.
P. Wade, WIGHZ, "Mikrodalgalar", QSTcolumn.
Q.Wadell, *İletim Hattı Tasarım El Kitabı, ISBN*: 0-89006-436-9.
R. Witt, "Gerçek (ve Karmaşık) Dünyada Balunlar", *ARRL Anten Özeti Cilt 5* (Newington: ARRL, 1996).
ARRL UHF/Mikrodalga Deneyci Kılavuzu (Newington: ARRL, 2000). Bölüm 5 ve 6, iletim hatlarını ve empedans eşleşmesini ele alır. (Bu kitabın baskısı tükenmiştir.)

ONLINE KAYNAKLARI

Dalga kılavuzu geçişleri ve filtreler hakkında bir makale koleksiyonu - **wlghz.org/lOg/ QEX_articles.htm**
Smith grafik referanslarının bir koleksiyonu - **http://sss-mag.com/smith.html**
Ferrit ve toz demir çekirdekleri **www.fair-rite.com, www.amidoncorp.com ve** www'den temin edilebilir. **cwsbytemark.com**
Mikrodalga yönelimli indirmeler - **www. microwaves101.com/download-area**
İletim hattı özellikleri tablosu - **hf-antenna.com/trans/**
Times Mikrodalga kataloğu - **www.timesmicrowave.com İletim** hattı kayıp faktörleri - www.microwaveslOl.com/ encyclopedias/transmission-line-loss
http://www.microwaveslol.com/Smith **şemasıyla eşleşen iletim hattı - ieee.li/pdf/essay/smith_chart_ fundamentals.pdf**
Transmisyon hattı transformatör teorisi **www.bytemark.com/products/tlttheory.htm**
Dalga kılavuzu öğreticileri **www.microwaveslOl.com/ encyclopedias/waveguide-primer**
www.rfcafe.com/references/electrical/ waveguide.htm
www.feynmanlectures.caltech.edu/ İİ 24.html

İçerik

Bölüm **21**

Antenler

Radyo dünyasında, anten "kauçuğun yolla buluştuğu yer!" İletişimin bu kadar temel antenleriyle, amatörlerin işlevlerini temel olarak anlamaları önemlidir. Bu anlayış, temel tasarımların etkili bir şekilde seçilmesini ve eldeki iletişim görevine uygulanmasını sağlar. Ek olarak, amatör daha sonra amatör deney, anten tasarımının en aktif alanlarından birine girmek için donatılmıştır. Bu bölümün amacı, antenlerin temellerini tanımlamak ve göstermek ve temel tasarımların bir seçimini sağlamaktır; basit dikey ve dipoller, kuadlar ve Yagi kirişleri ve

Diğer antenler, artı rotatör kullanımı ve seçimi ile ilgili bir bölüm. Okuyucu, ARRL *Anten Kitabında ve* sağlanan diğer referanslarda bu ve diğer konuların ek derinlemesine kapsamını bulacaktır. Bu bölüm ilk olarak yazıldı
Chuck Hutchinson, K8CH tarafından ve Ward Silver, N0AX tarafından güncellendi. K60IK Steve Stearns, K faktörü tartışmasını güncelleyen bir bölüme katkıda bulundu.
anten çapı yarım dalga rezonans uzunluğu. K0BG yaşındaki Alan Applegate, malzemeyi mobil antenlerde tutuyor. Radyo Yönü Bulma Antenleri bölümü Joe Moell, K00V tarafından yazılmıştır.

Bölüm 21 - İndirilebilir Ek İçerik

Makaleler
- Dale Hunt tarafından 80 Metre için Basit Yön Bulma Alıcısı, WB6BYU
- David tarafından İki Bantlı Yüklü Dipol Anten Tasarımı Birnbaum, K2LYV
- Yön Bulma Teknikleri, Joe Moell, K00V
- Yarım Dalga ve Çok Bantlı Dipol Azimut ve Yükseklik Desenleri
- Dick Sander tarafından Weatherizing Açık İnduktörler ve Tuzaklar, K5QY
- Atölye Günlükleri: Don Daso, K4ZA

HF Projeleri
- Zack Lau'dan Kompakt Çok Bantlı Dipol W1VT
- Rick Littlefield, K1 BQT tarafından Dört Grup için Merkez Dışı Fed Dipole Ödün Yok
- Kai Siwiak, KE4PT tarafından 40 ila 6 Metre Taşınabilir Operasyon için bir Off-Center Son Fed Dipole
- 17 Metre için Genişletilmiş Çift Zepp
- Beş Bantlı İki Elemanlı Dörtlü, Al Doig, W6NBH ve William Stein, KC6T
- Maxon Dikdörtgeni ile Tarla Günü, L.B. Cebik, W4RNL
- J78 Anteni: Brian Machesney, K1 tarafından Sekiz Bantlı Off-Center-Fed HF Dipole LI/J75Y
- Trimox - Brian Machesney tarafından bir Tatil DXpedition için bir Maxon Tribander, K 1 Lİ
- W4SSY Spudgun Byron Black tarafından, W4SSY
- Dick Tarafından Top-Low-Band Anten Yapı Detayları Stroud, W9SR
- 30, 17 ve 12 Metre için Triband Dipole - Zack Lau W1VT
- James Brenner, NT 48 tarafından 30 ve 40 Metre için İki Bantlı Döngü
- İki W8NX Multiband, Coax-Trap Dipoles
- 40 Metrelik Tel Dörtlüsü, Dean Straw, N6BV

VHF ve UHF Projeleri
- DXing için 6-Meter Halo Anteni, Jerry Clement, VE6AB
- Büyük Çarkta Yeni Bir Dönüş - L.B. Cebik, W4RNL, Bob Cerreta, WA1FXT
- VHF/UHF Uydu Çalışması için Basit Bir Sabit Anten, L.B. Cebik, W4RNL
- Zack Lau tarafından Küçük 70 cm Yagi, W1VT
- 2 Metre İçin Gerçek Bir Tesisatçının Lokumu - Bir AII-Bakır J-Pole Michael Hood, KD8JB
- Kent Britain, WA5VJB tarafından AMSAT LEO'lar için Ucuz Antenler
- Wayde Bartholomew, K3MF tarafından 146/446 MHz için Çift Bantlı Anten
- Orta Kazançlı 2 Metre Yagi L.B. Cebik, W4RNL
- Paul Wade, W1GHZ tarafından 1296 MHz için Hızlı ve Ucuz Omni Anten

21.1 Anten temelleri

Bu bölüm, antenlerin nasıl çalıştığını anlamak için temel olan bir dizi konuyu kapsar ve birkaç anahtar terim tanımlar. (Bölümün sonunda bir sözlük bulunmaktadır.) Bu bölümdeki tartışma birincil örnek olarak dipolü kullanırken, kavramlar tüm antenler için geçerlidir.

21.1.1 Yönlülük ve Kazanç

Tüm antenler, en basit tipler bile, radyasyonun yoğunluğunun antenden her yönde aynı olmaması nedeniyle yönlendirici etkiler gösterir. Bazı yönlerde diğerlerinden daha güçlü yayılan bu özelliğe antenin yönlülüğü denir. Yönlülük ise

Verici olarak almak için aynı.

Belirli bir frekanstaki bir antenin direktif modeli, antenin boyutu ve şekli ile Dünya'ya ve diğer yansıtıcı veya emici yüzeylere göre konumu ve yönü ile belirlenir.

Bir antenin yönlülüğü belirli bir yönde ne kadar artarsa, antenin kazancı o kadar artar. Bu, yayılan enerjinin başkalarının pahasına bazı yönlerde yoğunlaşmasının bir sonucudur. Benzer şekilde, kazanç, antenin belirli yönlerden öncelikli olarak sinyal alma yeteneğini tanımlar. Kazanç, besleme hattı tarafından sağlananın ötesinde ek güç yaratmaz

– Sadece o enerjiye odaklanır.

Kazanç genellikle desibel cinsinden ifade edilir ve her zaman *standart bir* antene referansla ifade edilir - genellikle bir dipol veya bir izotropik *radyatör. Bir izotropik* radyatör, hayali bir kürenin merkezine yerleştirilirse, o küreyi radyasyonla eşit olarak aydınlatan teorik bir antendir. İzotropik radyatör açık bir standarttır ve bu nedenle sıklıkla kazanç ölçümleri için karşılaştırma olarak kullanılır.

Kazanç için referans izotropik radyatör *infree alanı olduğunda, kazanç* dBi olarak ifade edilir. Standart, aynı zamanda boş alanda bulunan bir dipol olduğunda, kazanç dBd cinsinden ifade edilir. Dipolün tercih ettiği yönde bir miktar kazancı (dipoller bölümünde açıklandığı gibi izotropik antene göre 2.15 dB) olduğundan, dipolün kazancı 2.15 dBi olarak ifade edilebilir. Gain in dBi 2 ,15 dB çıkarılarak dBd'ye ve dBd'den dBi'ye 2,15 dB eklenerek dönüştürülebilir.

Gain ayrıca anten veya çevresindeki ortamdaki kayıpları da dikkate alır. Örneğin, pratik bir dipol anteninin tel elemanı, vericinin 0.5 dB'sini dağıttıysa, bir izotropik antene göre bu spesifik dipol kazancı 2.15 - 0.5 = 1.65 dBi olacaktır.

21.1.2 Anten Polarizasyonu

Bir elektromanyetik dalganın iki bileşeni vardır: birbirlerine dik açılarda bir elektrik alanı ve bir manyetik alan. Çoğu anten için, birincil ilgi alanı elektrik *veya E alanıdır. Manyetik* alan *H-jield olarak adlandırılır.* (E ve H kısaltmaları elektromanyetik dalgaları tanımlayan Maxwell denklemlerinden gelir.) Konvansiyonel olarak, E-alanının yönü, elektromanyetik *dalganın polarizasyonunu belirlemek için bir referanstır.* Bir elektromanyetik dalganın E-alanı herhangi bir yönde yönlendirilebilir, bu nedenle Dünya'nın yüzeyine göre yönelim olağan referans çerçevesidir. Dalganın polarizasyonu dikey, yatay veya bazı ara açılar olabilir. Efthe E ve H alanı yönelimleri dalga ilerledikçe döner, yani eliptik veya dairesel polarizasyondur.

Antenler de, anten tarafından yayılan elektromanyetik alanın E-alanının yönü ile belirlenen polarizasyona sahip olarak kabul edilir. Yayılan dalganın E-alanı, antenin elemanlarındaki akım akışının yönüne paralel olduğundan, dalganın polarizasyonu ve anten elemanlarının yönü genellikle aynıdır. Örneğin, doğrusal elemanlı bir anten tarafından yayılan E-alanı bu elementlere paraleldir, böylece yayılan dalganın polarizasyonu elementlerin yönelimiyle aynıdır. (Bu biraz fazla basitleştirilmiştir ve doğrusal olmayan elemanlar için ek hususlar geçerlidir.) Böylece dünyaya paralel olan bir radyatör yatay olarak polarize bir dalga yayarken, dikey bir anten dikey olarak polarize bir dalga yayar. Bir tel anten eğimliyse, hem dikey hem de yatay bileşenlere sahip bir E alanı ile dalgalar yayar.

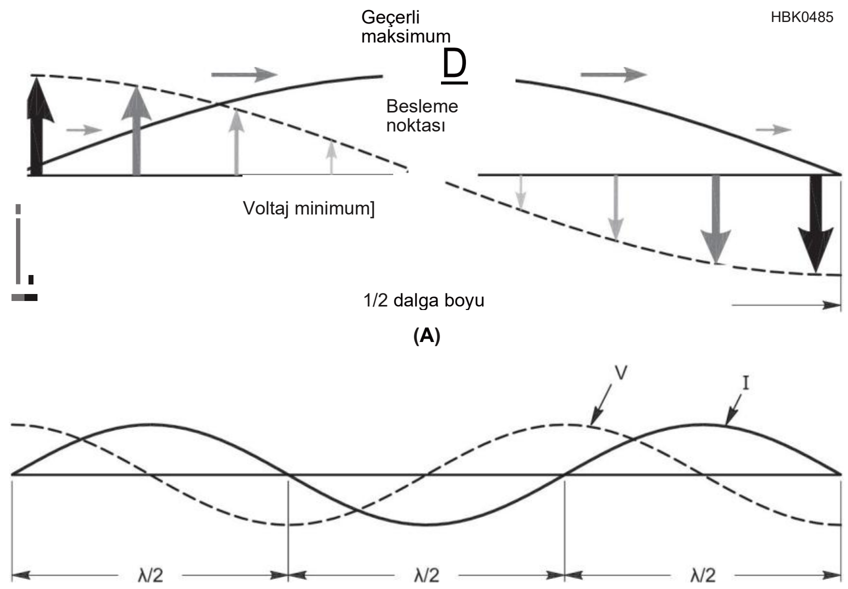
Antenler simetrik olarak işlev görür - alınan bir sinyal, antenin elemanları gelen dalganın E alanına paralel olduğunda en güçlü anten akımını yaratacaktır, tıpkı yayılan dalganın E alanı antenin yayılan elemanlarındaki akıma en güçlü paralel olacaktır. Bu aynı zamanda, en güçlü alınan sinyal için, anten elemanlarının gelen dalga ile aynı polarizasyona sahip olması gerektiği anlamına gelir. Alıcı antenin elemanlarının geçen dalganın E-alanı ile yanlış hizalanması, alınan sinyal miktarını azaltır. Buna *çapraz polarizasyon denir.* Anten ve dalganın polarizasyonları dik açıda olduğunda, gelen sinyal tarafından çok az anten akımı oluşturulur.

Görüş hattı iletişiminde en iyi sonuçlar için, devrenin her iki ucundaki antenler aynı polarizasyona sahip olmalıdır. Bununla birlikte, her iki istasyonun da iyonosferik yayılma veya gökyüzü dalgası için aynı anten polaritesini kullanması gerekli değildir (bkz. Bunun nedeni, yayılan dalganın iyonosferden geçişi sırasında önemli ölçüde bükülmesi ve döndürülmesidir. İletişim yolunun en ucunda, dalga herhangi bir anda yatay, dikey veya arada bir yerde olabilir. Bu nedenle, iyi bir DX anteni için ana husus, polarizasyondan ziyade düşük bir radyasyon açısıdır.

Çoğu HF-bandı anteni dikey veya yatay olarak polarize edilir. Dairesel polarizasyon mümkün olmasına rağmen, tıpkı VHF ve UHF'de olduğu gibi, HF'de nadiren kullanılır. Çoğu amatör anten kurulumu Dünya yüzeyini referans çerçevesi olarak kullanırken, uydu iletişimi veya EME gibi durumlarda "dikey've" yatay "terimlerinin polarizasyon açısından hiçbir anlamı yoktur.

21.1.3 Akım ve Gerilim Dağılımı

Örnek olarak dipolü kullanarak, bir antene güç beslendiğinde, akım ve voltaj uzunluğu boyunca değişir. Antenin uzunluğu ne olursa olsun, akım uçlarda minimumdur. Akım, anten uçlarındaki kapasitans nedeniyle mevcut minimumda sıfıra ulaşmaz. İnsülatörler, anten uçlarındaki döngüler ve destek tellerinin tümü, *son etki olarak da adlandırılan bu kapasitansa katkıda bulunur.* Tersi doğrudur



Şekil 21.1 - Yarım dalga dipol (A) boyunca ve bir dizi yarım dalga dipolden (B) yapılmış bir anten için akım ve voltaj dağılımı. Her iki anten de rezonans frekansında çalışıyor. Rezonans olmayan antenler farklı bir voltaj ve akım modeli sergileyecektir.

RF voltajının. Yani, her uçta bir voltaj maksimumu vardır.

Rezonans frekansında yarım dalga dipol durumunda, merkezde bir akım maksimumu ve **Şekil 21.1'de gösterildiği gibi merkezde bir voltaj minimumu vardır.** Tel boyunca akım ve voltaj dağılımının grafikleri, modüle edilmiş bir sinyalin zarfına benzer şekilde akım ve voltaj dalga formlarının büyüklüğünü temsil eder. Gerçek akım ve gerilim dalga formları fazda olmasına rağmen gerilim ve akım dağılımlarının büyüklüğü faz dışında 90 °'dir, bu da tamamen dirençli bir besleme noktası empedansı ile sonuçlanır .

Alternatif akım ve voltaj maksimum modeliÇeyrek dalga boyu aralıklı, Şekil 21.1 B'de gösterildiği gibi rezonant bir doğrusal anten boyunca her yarım dalga boyunu tekrarlar. Akım ve voltajın fazı, birbirini izleyen her yarım dalga boyu bölümünde ters çevrilir. (Anten rezonans değilse, açık bir uçta hala bir akım minimum olacaktır, ancak anten üzerindeki voltaj ve akım desenleri burada gösterilenden farklı olacaktır.)

Güç, hem telin RF direncinden (ohmik kayıp direnci) hem de *radyasyon direncinden oluşan antenin direnci ile ısı veya sinyal olarak dağıtılır.* Radyasyon direnci, antenin yaydığı gücü dağıtacak eşdeğer dirençtir, içinde akım maksimumundaki anten akımına eşit bir akım akar. Radyasyon direnci, - enerjiyi sinyal kaynağından yayılan elektromanyetik dalgaya aktaran antende akım oluşturarak yapılan işi temsil eder. Yarım dalga antenin kayıp direnci, radyasyon direnci ile karşılaştırıldığında normal olarak küçüktür ve genellikle mobil HF antenleri gibi elektriksel olarak küçük antenler dışında pratik amaçlar için ihmal edilebilir.

21.1.4 İmpedance

Antendeki belirli bir noktadaki empedans, voltajın o noktadaki akıma oranı ile belirlenir. Örneğin, bir antende belirli bir noktada 100 V ve 1.4 A RF akımı olsaydı ve fazda olsalardı, empedans yaklaşık 71 olurdu. Antenin *besleme noktası empedansı,* besleme hattının bağlı olduğu noktadaki empedansdır. Besleme noktası konumu değişirse, besleme noktası empedansı da değişir.

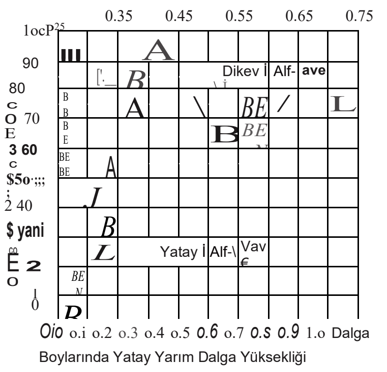
Anten empedansı dirençli veya karmaşık olabilir (yani direnç ve reaktans içerir). Bir *rezonans anteninin empedansı,* empedansın değeri ne olursa olsun, antenin herhangi bir yerinde tamamen dirençlidir. Örneğin, bir rezonant yarım dalga dipolün empedansı antenin merkezinde düşük ve uçlarında yüksek olabilir, ancak büyüklüğü değişse bile her durumda tamamen dirençlidir.

Besleme noktası empedansı, anten ve iletim hattının empedansını eşleştirmek için uygun yöntemin belirlenmesinde önemlidir. Uyumsuz anten ve besleme hattı empedanslarının etkileri bu kitabın İletim Hatları bölümünde ayrıntılı olarak açıklanmıştır. Bazıları yanlışlıkla, küçük de olsa bir uyumsuzluğun ciddi bir mesele olduğuna inanıyor. Bu doğru değil. - Mükemmel bir eşleşmenin önemi, yalnızca besleme hattı kayıplarının önemli bir faktör olduğu VHF ve daha yüksek değerlerde daha belirgin hale gelir. HF'deki küçük uyumsuzluklar nadiren önemlidir .

21.1.5 Zeminin Üstünde İpedans ve Yükseklik

Bir antenin besleme noktası empedansı, yerden yansıyan ve emilen enerjinin etkileri nedeniyle yerden yüksekliğe göre değişir. Örneğin, bir ½ 'A (veya yarım dalga) merkez beslemeli dipol, yerden uzakta yaklaşık 75 Qin boş alan besleme noktası empedansına sahip olacaktır. Ancak **Şekil 21.2,** sadece zeminin üzerindeki belirli elektriksel yüksekliklerde besleme noktası empedansının 75 olacağını göstermektedir.Besleme noktası empedansı, anten yere yakın olduğunda çok düşükten, anten daha uzağa kaldırılırken ± 5 Q arasında değişen, yer üstünde 0.34 'A'da maksimum 100'e kadar değişecektir. 75 9 besleme noktası empedansı, yatay dipol yerden yaklaşık '%, % veya 1 dalga boyu olduğunda pratik bir kurulumda gerçekleştirilebilir. Bu nedenle, birkaç amatör 2/2 dipol, rezonant olsalar bile, 75 © merkez beslemeli besleme noktası empedansı sergiler.

Şekil 21.2 mükemmel zemin ve düşük anten yüksekliklerinde tipik toprak etkilerini karşılaştırır. Yüksekliğin yatay bir yarım dalga antenin radyasyon direnci üzerindeki etkisi



Şekil 21.2 - Dikey ve yatay radyasyon direncini gösteren eğriler-
Tal yarım dalga boyu dipoller yerden çeşitli yüksekliklerde. Yatay bir dipol için eğrinin kırık çizgi kısmı, *ortalama gerçek* toprak üzerindeki direnci, mükemmel iletken zemin için katı çizgiyi gösterir.

Antenin yüksekliği 0.2 'A'dan büyük olduğu sürece sert değil.Bu yüksekliğin altında, mükemmel iletken zemin üzerinde hızla sıfıra düşerken, gerçek kayıplı zemin üzerinde yükseklik ile direnç daha az hızla azalır. Daha düşük yüksekliklerde direnç - yaklaşık 0.15 'A'da azalmayı durdurur ve bundan sonra yükseklik daha da azaldıkça artar. Artan direncin nedeni, yükseklik, besleme noktası empedansında bir artış olarak görülen '4 2'nin altına düştüğünde, antenden daha fazla enerjinin toprak tarafından emilmesidir.

21.1.6 Anten bant genişliği

Bir antenin bant genişliği genellikle - antenin belirli bir performans seviyesi gösterdiği frekans aralığını ifade eder. Bant genişliği, frekans birimlerinde (MHz veya kHz) veya antenin tasarım frekansının bir yüzdesi olarak belirtilebilir.

Anten bant genişliği teriminin popüler amatör kullanımı genellikle *2:1 SWR bant genişliğini ifade eder, örneğin,* "2:1 SWR bant genişliği 3'tür. 5'e 3. 8 MHz "veya" Anten %10 SWR bant genişliğine sahiptir "veya" 20 metrede, anten 200 kHz'lik bir SWR bant genişliğine sahiptir ". *Kazanç bant genişliği (kazancın* belirli bir seviyeden daha büyük olduğu bant genişliği) ve *önden arkaya oran bant genişliği* (frontto-backratio'nun belirli bir seviyeden daha büyük olduğu bant genişliği) gibi diğer belirli bant genişliği terimleri de kullanılır.

Çalışma frekansı düşürüldükçe, eşdeğer bir bant genişliği yüzde olarak kHz veya MHz frekans aralığı açısından daralır. Örneğin, 21 MHz'de %5'lik bir bant genişliği 1.05 MHz'dir (tüm bandı kapsayacak kadar geniş), ancak 3.75 MHz'de sadece 187.5 kHz'dir! Daha düşük frekans bantlarının geniş yüzde bant genişliği nedeniyle 160 metre %10,5 genişliğinde, 80 metre %3,4 genişliğinde) tüm bandı içerecek kadar bant genişliğine sahip bir anten tasarlamak zordur.

SWR bant genişliğinin her zaman doğrudan bant genişliği kazanımı ile ilişkili olmadığını bilmek önemlidir. Besleme hattı kaybının nispeten küçük olması koşuluyla, nispeten **dar 2:1 SWR** bant genişliğine sahip 80 metrelik bir dipol, vericinin düzgün yüklenmesine izin vermek için bir anten tuneri kullanılması şartıyla bandın her bir ucunda hala iyi bir sinyal yayabilir ve besleme hattı kaybı aşırı değildir. Konik tipte bir dipolü simüle etmek için bir dipolün uzak uçlarını havalandırmak gibi geniş bantlama teknikleri, SWR bant genişliğini genişletmeye yardımcı olabilir .

21.1.7 İletken Çapının Etkileri

Bir antenin empedans ve rezonans frekansı, dalga boyuna göre elemanlarını oluşturan iletkenlerin çapına da bağlıdır. Çap olarak



Şekil 21.3 - Bir çarpma faktörü olarak gösterilen serbest uzayda yarım dalga boyu rezonansı için anten çapının uzunluğa etkisi, *K. Dalga boyuna göre* iletken ne kadar kalın olursa, rezonansta antenin fiziksel uzunluğu o kadar kısa olur. Yerdeki antenler için, ek faktörler antenin elektriksel uzunluğunu etkiler.

Bir iletkenin, birim uzunluk başına kapasitesi artar ve birim uzunluk başına indüktansı azalır. Bu, **Şekil 21.3'te gösterildiği gibi, anten elemanının rezonans ettiği frekansı düşürmenin net etkisine sahiptir.** Dalga boyu açısından iletken çapı ne kadar büyükse, *uzunluk-çap oranı (kapak) o kadar küçüktür* ve bu iletkenin belirli bir uzunluğunun elektriksel olarak ½ dalga boyu uzunluğunda olduğu frekans o kadar düşüktür.

KFACTOR

İşık hızı için standart değere dayanarak, f frekansındaki serbest uzayda bir elektromanyetik dalganın A dalga boyu şu şekilde verilir:

$$\lambda\ (\text{ayaklarda}) = \frac{983.571}{f\ (\text{MHz'de})} \qquad (\text{İA})$$

Ve yarım dalga boyu için:

$$\frac{\lambda}{2}\ (\text{ayaklarda}) = \frac{491.786}{f\ (\text{inMHz})} \qquad (\text{IB})$$

2/2 serbest uzay dalga boyunun tam yarısı uzunluğunda bir dipol, esasen tel çapından bağımsız olarak 73.079 + j42.515 © 2 empedansına sahiptir. Dipol, reaktansın sıfıra eşit olduğu rezonansa ulaşmak için kısaltılmalıdır. Bir iletkenin çapı arttıkça, birim uzunluk başına kapasitansı artar ve birim uzunluk başına indüktans azalır. Bu, depolanan elektrik alan enerjisinin manyetik alan enerjisine oranını arttırır, bunun sonucu olarak anten elemanının rezonant olduğu frekansı düşürür. Başka bir deyişle: Belirli bir frekans için, iletkenin çapı ne kadar büyükse , Bu iletkenden yapılmış bir dipolün rezonans olduğu frekans ne kadar düşükse.

Bir dipolün rezonans uzunluğu, serbest uzay yarı dalga boyu ve bir sabitin çarpımı ile verilir,

$$L_{Rezonans}\ (\text{feet}) = K \times \frac{491.786}{f\ (\text{MHz'de})} \quad \text{veya} \qquad (2)$$

$$L_{Rezonans}\ (\text{inç}) = K \times \frac{5901.43}{f\ (\text{MHz cinsinden})}$$

Burada K sıfır ile bir arasında bir sabittir, 0 < *K* < **1**, dipolün "şişmanlığına" veya "kalınlığına" bağlıdır. Dipol kalınlığını ifade etmenin birkaç yolu vardır. Anten üreticileri dipol kalınlığını yarım dalga boyu-çap oranı () cinsinden belirtmeyi tercih ederler ./2)/d çünkü bir inşaatçı genellikle d'yi bilir ve hesaplamak ister. L. Şekil 21.3'teki grafik bu ihtiyacı karşılar ve dipol rezonans uzunluğunun belirli bir fiziksel kalınlık ve frekans için belirlenmesini sağlar. HF'deki çoğu yarım dalga boylu dipol tipik olarak 2500 ila 25.000 aralığında (2/2)/d oranlarına sahiptir ve K değerleri 0.97 ila 0.98 arasındadır .

Aşağıdaki Şekil 21.3 ve Eq 3A'da gösterilen grafik, dipol ve monopol empedansı hesaplamak için teorik ve sayısal yöntemleri değerlendiren ve karşılaştıran Steve Steams, K6OIK tarafından belirlendi. (Steams, Tai ve Long, Elliott ve Schelkunofl için Kaynakça girdilerine bakın). Grafikten daha iyi doğruluk gerekiyorsa, Eq 3A'daki formül kullanılmalıdır. (K faktörü ve ilgili konular hakkında daha kapsamlı bir tartışma *ARRL Anten Kitabı'nın* 24. baskısında sağlanmıştır.)

$$K = 1 - \frac{0.225706}{\ln\left(\frac{\lambda/2}{d}\right) - \ldots} \qquad (3A)$$

Örnek 1: 7 ,2 MHz için yarım dalga boyundaki bir dipol düzeltilmemiş bir uzunluğa sahiptir 491,786 7 ,2 = 68,3 feet. Eğer # 12 AWG telinden (0.081 inç çap) yapılmışsa, (2/2)/d oranına sahiptir :

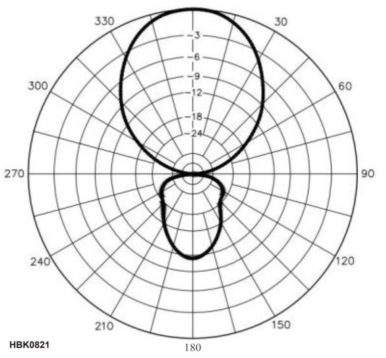
$$\frac{491.786\ (\text{ft})}{7.2} \times \frac{12\ \text{in/ft}}{0.081} = 10{,}119 \text{ içinde}$$

Şekil 21.3 veya Eq 3A'dan, 10.119'luk bir (2/2)/d oranı *K* = 0.974'ü verir. Böylece, Eq 2'ye göre, yarım dalga boylu dipolün rezonans uzunluğu 0.974 x 68.3 = 66 fit 7 inç'tir .

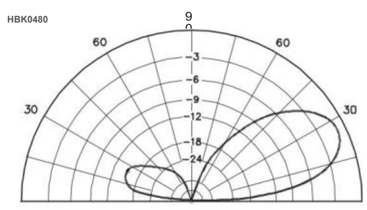
K'nın bir hız faktörü olmadığı anlaşılmalıdır, çünkü dalgalarla veya dalga yolculuğunun hızıyla ilgisi yoktur. Aksine, *K ortaya çıkar,* çünkü eğer bir dipol tam olarak yarım dalga boyu uzunluğundaysa, elektrik ve manyetik alanlardaki depolanan enerjiler tam olarak eşit değildir. Bir dipol eşitlik ve rezonans elde etmek için kısaltılmalıdır.

21.1.8 Radyasyon desenleri

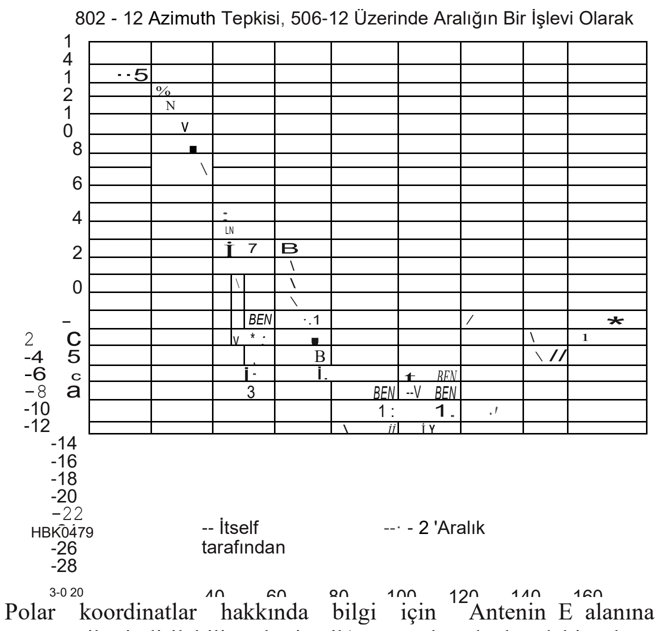
Radyasyon desenleri, bir antenin yönlülüğünün grafik gösterimleridir. **Şekil 21.4 ve 21.5'te iki örnek verilmiştir. Kutupsal** koordinatlarda gösterilir (bkz. **Radyo**



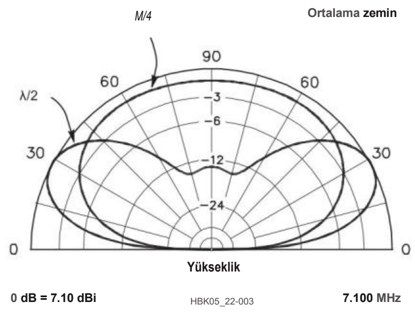
Şekil 21.4 - Boş alanda tipik bir üç elemanlı Yagi ışın anteninin azimuthal deseni. Yagi'nin patlaması 0 ° - 180 ° ekseni boyunca uzanır .



Şekil 21.5 - Mükemmel zeminin %1 üzerine yerleştirilmiş 3 elemanlı Yagi ışın anteninin yükseklik deseni.



Şekil 21.6 - Dikdörtgen - azimuthal desen bir 8 elemanı 2 metreYagi ışın anteni kendisi tarafından ve başka bir özdeş anten ile iki metre yukarıda yığılmış. Bu örnek nasıl olduğunu gösterir Dikdörtgen bir arsa, anten desenlerinin ana lobdan uzakta daha kolay karşılaştırılmasını sağlar.



Şekil 21. 7 - Ortalama zemin üzerinde iki 40 metre dipol için yükseklik desenleri (5 mS/m iletkenliği ve dielektrik sabiti 13) %2'de. (33 ayak) ve ½ A (66 ayak) yükseklikleri. Daha yüksek dipol, yaklaşık 26 °'lik bir yükseklik açısında 7.1 dBi'lik bir tepe kazanımına sahipken, alt dipol yüksek yükseklik açılarında daha fazla tepkiye sahiptir .

Polar koordinatlar hakkında bilgi için matematik indirilebilir ek içerik), açısal ölçek, dB'de kalibre edilen, grafiğin merkezinden dış halkaya kadar olan yönü ve ölçeği gösterir, antenin yayılan sinyalinin göreceli gücünü gösterir (kazanç) her açıda. Her açıda antenin göreceli kazancını (iletme ve alma) gösteren bir çizgi çizilir. Anten, yönü ayrı olarak belirtilen arsanın tam merkezinde bulunur.

Desen, boşluklardan (minimum kazancın gerçekleştiği açılar) ve *loblardan* (maksimum kazancın gerçekleştiği bir açı aralığı) oluşur. Ana *lob,* aksi belirtilmedikçe ve birkaç parselin karşılaştırılmadığı sürece en yüksek genliğe sahip lobdur, ana lobun tepe genliği dış halkaya bir O dB referans noktası olarak yerleştirilir. Ana lobun zirvesi herhangi bir açıda bulunabilir. Diğer tüm loblar, antenin arkası da dahil olmak üzere herhangi bir açıda olabilen yan loblardır.

Şekil 21.4, antenin etrafındaki tüm yatay yönlerde (azimutlar) antenin kazancını gösteren bir azimutal veya azimut desenidir. Bir haritada olduğu gibi, 0 ° en üsttedir ve yatak açısı saat yönünde artar. (Bu, 0 °'nin doğru olduğu ve açının saat yönünün tersine arttığı matematiksel fonksiyonlar için üretilen polar grafiklerden farklıdır .)

Şekil 21.5, antenin kazancını tüm dikey açılarda gösteren bir yükseklik desenidir. Bu durumda, ufuk at0 ° antenin her iki tarafına ve 90 °'de zenit'e (doğrudan tepeye) yerleştirilir. Şekil 21.5'te gösterilen arsa, bir zemin düzlemi (0 °'den 0 °'ye çizilmiş) varsayar, ancak boş alanda, arsa, altta -90 ° olan eksik yarım daireyi içerir. Bununla birlikte, zemin referansı olmadan, "yükseklik" teriminin çok az anlamı vardır .

Ayrıca E-düzlemi ve H-düzlemi radyasyon modelleriyle de karşılaşacaksınız. Bunlar antenin Antenin E alanına veya H alanına paralel düzlemdeki radyasyon deseni. E-düzlemi ve H-düzleminin Dünya yüzeyiyle sabit bir ilişkisi olmadığını hatırlamak önemlidir. Örneğin, yatay bir dipolden gelen E-düzlem deseni bir azimuthal desenidir, ancak aynı dipol dikey olarak yönlendirilirse, E-düzlem deseni bir yükseklik deseni olur.

Anten radyasyon desenleri, **Şekil 21.6'da gösterildiği gibi, dikey eksende dB ve yatay eksende açı ile dikdörtgen koordinatlar üzerinde de çizilebilir. Bu,** özellikle birkaç anten karşılaştırılırken kullanışlıdır. Kutupsal koordinatlardaki çoklu desenlerin okunması zor olabilir, özellikle de çizimin merkezine yakın.

Anten desenlerinin genlik ölçeği neredeyse her zaman dB'dir. Ölçek halkaları çeşitli şekillerde kalibre edilebilir. En yaygın olanı, dış halkanın antenin en güçlü lobunun tepe genliğini O dB olarak temsil etmesidir. Modeldeki diğer tüm noktalar, zirve kazancına göreceli kazancı temsil eder. Antenin bir izotropik (dBi) antene veya dipole (dBd) göre mutlak kazancı, desenin yakınında bir yerde bir etiket olarak basılır. Karşılaştırma için aynı grafikte birkaç anten radyasyon deseni gösterilirse, en büyük kazanç değerine sahip desene genellikle O dB referansının rolü verilir.

Kazanç genlik ölçeği genellikle iki yoldan birine bölünür. Ortak bir bölme, 0, -3, -6, -12, -18 ve -24 dB'de halkalara sahip olmaktır. Bu, kazancın referans veya tepe değerinin yarısına (-3 dB), dörtte birine (-6 dB), on altıda birine (-12 dB) düştüğünü görmeyi kolaylaştırır. Genlik ölçeğinin bir başka popüler bölümü, -2, -4, -6 ve -8 dB seviyelerini göstermek için ara halkalar veya kene işaretleri ile 0, -10, -20, -30 ve --40 dB'dir. Bu temel ölçeklerde bir dizi varyasyonla karşılaşacaksınız.

RADIATION DESEN ÖLÇÜMLERİ

Temel radyasyon paterni ve ölçekleri göz önüne alındığında, azimuthal paternlerini kullanarak antenlerin karşılaştırıldığı birkaç yararlı ölçüm veya metriği tanımlamak kolaylaşır. Kazançtan sonra, yönlü antenler için en yaygın kullanılan metrik, *önden arkaya oran (FİB) veya sadece* "ön toback'dir. Bu, antenin belirtilen "ileri" yönde ve ters veya "geri" yönde kazancı arasındaki dB farkıdır. Şekil 21.4'teki antenin önden arkaya oranı yaklaşık 11 dB'dir. *Ön-yan oranı* da kullanılır ve antenin "ileri" kazancı ile ileri yönde dik açıdaki kazancı arasındaki farktır. Bu, radyasyon deseninin simetrik olduğunu ve paralel düzlemlerde düzenlenmiş elemanlara sahip Yagis ve dörtlü gibi antenler için en çok kullanıldığını varsayar. Şekil 21.4'teki antenin ön-yan oranı 30 dB'den fazladır. Antenin arka-koğuş modeli büyük genlik varyasyonlarına sahip olabileceğinden, bazen ön-torear oranı kullanılır. Önden arkaya, belirli bir açıda, genellikle antenin maksimum kazancının yönünün karşısındaki 180 ° yarım daire olmak üzere, ileri yönden tam olarak 180 °'de tek bir kazanç rakamı yerine, arka-koğuş kazancının ortalamasını kullanır .

Antenin *ışın genişliği,* antenin ana lob kazancının tepe kazancının 3 dB'si içinde olduğu açıdır. Başka bir deyişle, kiriş genişliği, antenin 'sgainis-3 dB olduğu yönler arasındaki açıdır. Şekil 21.4, antenin ana lob ışın genişliği yaklaşık 54 °'dir, çünkü desen -3 dB kazanç ölçeğini yaklaşık 27 °'den tepe yönünün her iki tarafına geçer. Nispeten küçük demet genişliklerine sahip anten desenleri "keskin" veya'dar'olarak adlandırılır.

Her yönde eşit kazanç gösteren azimuthal desenli bir anten denir

Çok yönlü. Bu, her iki yönde de dikey ve yatay olarak eşit kazancı olan izotropik bir antenle aynı değildir.

21.1.9 Yükseklik açısı

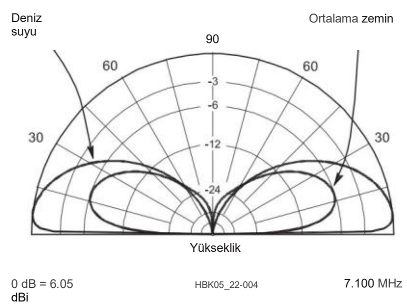
Uzun mesafeli HF iletişimi için, maksimum radyasyonun (dikey) yükseklik açısı veya radyasyon *açısı oldukça* önemlidir. Anteninizi, en güçlü radyasyonun dikey açılarda gerçekleşmesi ve iletişim kurmak istediğiniz mesafelerde en iyi performansın elde edilmesi için dikmek isteyeceksiniz. Genel olarak, yatay olarak polarize edilmiş bir antenin yüksekliği arttıkça, kazancı daha düşük dikey açılarda daha güçlü olacaktır. **Şekil 21.7,** yatay dipol antenlerde işte bu etkiyi göstermektedir. (İletişim için en iyi yükseklik açılarının nasıl belirleneceği hakkında daha fazla bilgi için Yayılma bölümüne ve ARRL Anten Kitabına bakın.)

Düşük radyasyon açıları genellikle uzun mesafeli iletişim için en etkili olduğundan, bu genellikle yatay antenlerin daha yüksek olması gerektiği anlamına gelir - daha yüksek genellikle daha iyidir. (HF bantlarındaki kıtalararası kontaklar için optimum açı genellikle 15 ° veya daha düşüktür.) Deneyimler, 14 MHz'in üzerindeki bantlarda, anten yükseklikleri 40 ila 70 feet arasında tatmin edici sonuçlar alınabileceğini göstermektedir .

Daha yüksek dikey açılar orta ve kısa menzilli iletişim için yararlı olabilir. Örneğin, 20 ° ile 65 ° arasındaki yükseklik açıları, Cleveland ile Boston arasındaki yaklaşık 550 millik yol üzerindeki 40 ve 80 metrelik bantlarda kullanışlıdır. Bu düşük HF frekanslarını kullanırken daha yüksek açılar bile daha kısa yollarda yararlı olabilir. 30 ila 70 feet yüksekliğindeki 75 metrelik bir dipol, birkaç yüz millik menziller için iyi çalışır .

Acil durum iletişimi ve bölgesel ağlar gibi bulunduğunuz yere odaklanan daha kısa menzilli iletişimler için bile, en güçlü - radyasyonunu doğrudan üreten çok düşük bir anten kullanılır. Buna "*Near-Vertical İncidence Skywave" (NVIS)* iletişimi denir. Anten, yer üstünde '% A'dan daha az olmalı ve kullanılan frekans, iyonosferin kritik frekansının altında olmalı, böylece sinyal geniş bir alanda yere doğru tamamen yansıtılmalıdır.

Azimuthal desenleri, anten kazancının hangi yükseklik açısında ölçüldüğünü veya hesaplandığını da belirtmelidir. Bir azimuthal deseni antenin düzleminde (0 °'lik bir yükseklik açısı) olabilirken, zeminin üzerinde bulunan antenler için kazanç, yükseklik açısı ile güçlü bir şekilde değişecektir.



Şekil 21.8 - Ortalama zemine kıyasla deniz suyu üzerinde dikey bir dipol için yükseklik modelleri. Her durumda dipolün merkezi hemen üzerinde ¼ 'A yüksek. Düşük açılı tepki, neredeyse mükemmel bir zemin olan deniz suyuna kıyasla ortalama zemin üzerinde büyük ölçüde bozulur .

21.1.10 İmperfect Zemin

Dünya iletir, ancak mükemmel bir iletken olmaktan uzaktır. Bu, kullandığımız antenlerin radyasyon modelini etkiler. Etki en çok yatay polarize antenler için yüksek dikey açılarda (kısa menzilli iletişim için en önemli ve uzun süreli iletişim için en az önemli olanlar) belirgindir. Dikey antenler için sonuçlar düşük açılarda en büyüktür ve Şekil **21.8'de açıkça görülebileceği gibi oldukça dramatiktir,** - burada ortalama zemin üzerinde bulunan 40 metrelik dikey yarım dalga dipolü için yükseklik paterni tuzlu su üzerinde bulunanla karşılaştırılır. 10 ° yükseklikte, tuzlu su anteni, karadaki muadilinden yaklaşık 7 dB daha fazla kazanca sahiptir .

Bir HF dikey anteni, zengin topraklı bir bölgede yaşayan bir jambon için çok iyi çalışabilir. Bu tip zemin çok iyi iletkenliğe sahiptir - ity. Buna karşılık, toprağın kayalık olduğu veya çöl alanında yaşayan bir jambon, bu kadar zayıf iletken bir zeminde dikey bir HF anteninin performansından memnun olmayabilir. Zemin iletkenliğine bakılmaksızın, karadaki HF dikeyleri için radyal tellerin zemin perdesinin kullanılması iyi sonuçlar için gereklidir.

Antenleri değerlendirirken veya karşılaştırırken, zeminin anten kazancı üzerindeki etkilerini de dahil etmek önemlidir. Zeminin yüksekliğine ve zeminin özelliklerine bağlı olarak, yansımalar görünür anten kazancını 6 dB'ye kadar artırabilir. Antenin gerçek kurulumunun, yansımalarla kazancın iddia edildiği veya ölçüldüğü ortamı çoğaltması muhtemel olmadığından, yansıtıcı yüzeylerden bağımsız olan boş alan kazanç ölçümlerine veya spesifikasyonlarına güvenmek tercih edilir.

21.2 Dipoller ve Yarım Dalga Anteni

Temel bir anten şekli, uzunluğu iletim dalga boyunun yarısı olan bir teldir. İt, daha karmaşık anten formlarının inşa edildiği birimdir ve dipol *anten olarak bilinir.* (Elektrik *terminali anlamına gelen iki ve kutup anlamına gelen di-adı,* Şekil 21.1'de gösterildiği gibi iki ayrı elektriksel polarite bölgesine sahip antenden gelir.) Bir dipol, elektriksel olarak ½ 'A uzun olduğunda rezonanstır, böylece antendeki akım ve voltaj, Şekil 21.1'de gösterildiği gibi tam olarak 90 ° faz dışıdır. (Anten boyunca akım ve voltajın büyüklüğü rezonansta faz dışında 90 ° olmasına rağmen, gerçek RF akımı ve voltajı faz içindedir ve besleme noktası empedansı rezonansta tamamen dirençlidir .)

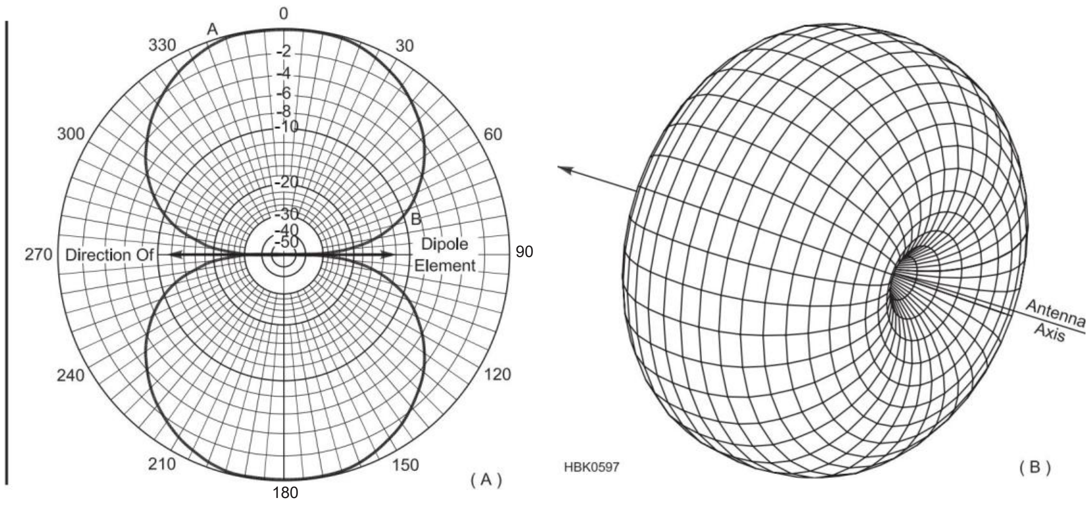
Bir rezonansın gerçek uzunluğu ½ 'Bir anten, o frekansın radyo dalgasının yarı dalga boyuna tam olarak eşit olmayacaktır. Boş alan, ancak Şekil 21.3'te gösterildiği gibi dalga boyu ile ilgili olarak iletkenin kalınlığına bağlıdır. Ek bir kısaltma etkisi nedeniyle son etkisi nedeniyle tel uçlarında kapasitans yoluyla akım akışı nedeniyle uçlarında izolatörler tarafından desteklenen tel antenleri ile oluşur. Zeminle ve yakındaki iletkenlerle olan etkileşim, fiziksel antenin rezonans uzunluğunu da etkiler.

Aşağıdaki formül, 10 MHz'in altındaki dipoller için % ila '4 2 yüksekliklerinde ve ortak tel boyutlarından yapılmış yeterince doğrudur. Ayaklarda yarım dalga anten uzunluğunu hesaplamak için,

Uzunluk (ny. 92 $ > 0.95 _+5 (3B)
g f (MHz) f (MHz)

Örnek: 7150 kHz (7.15 MHz) için yarım dalga anten is468/7.15 = 65.5 feet, or65 Ayak 6 inç. Bu uzunluk, izolatörden geçen tel döngüleri ve besleme hattına bağlanan tellerin uzunluğu dahil olmak üzere uç izolatörden uç izolatöre kadardır. Döngüler ve ekstra bağlantılar antene az miktarda elektrik uzunluğu ekleyecektir, bu nedenle son bir kurulum yapmadan önce anten uzunluğunda küçük ayarlamalar yapmaya hazır olun.

Daha yüksek frekanslarda ve/veya daha yüksek yer üstü antenler için en iyi yaklaşım, 485 ila 490 pay değerini kullanarak ilk dipolü oluşturmaktır. Son izolatörlerde geçici bağlantılar yapın. Anteni durdurun ve SWR veya empedansını ölçün. İstenen ve ölçülen rezonans frekansları arasındaki yüzde farkını hesaplayın. Antenin uzunluğunu aynı miktarda ayarlayın. Örneğin, 14.150 MHz'de yüksek bir dipol için, 490/14.150 = 34.63 fit uzunluğunda bir anten ile başlayın. Eğer antenin



Şekil 21.9 - **Bir dipol anteninin tepkisi 90 ° boyunca yönlendirilmiş anten ile anten düzleminde boş alanda 270 ° eksen (A). - Dipolün tam üç boyutlu deseni (B)'de gösterilir. A'daki desen Üç boyutlu - desenin, antenin eksenine dik olarak alınan bir kesitidir.**

Ölçülen minimum SWR frekansı 14.6 MHz, anten 100 x 14.6 / *14.150* = 3.2 % çok uzun ve bu miktar kadar kısaltılmalı ve antenin her bir ucundan eşit miktarda tel çıkarılmalıdır.

30 MHz'in üzerinde, özellikle çubuk veya borudan yapılmış antenler için aşağıdaki formülleri kullanın. K, Şekil 21.3'ten alınmıştır.

$$\text{Uzunluk (ft)} = \frac{492 \times K}{f\,(\text{MHz})} \qquad (4A)$$

$$\text{Uzunluk (içinde)} = \frac{5904 \times K}{f\,(\text{MHz})} \qquad (4B)$$

Örnek: Anten ½ inç çaplı borudan yapılmışsa, 50.1 MHz'de yarım dalga anteninin uzunluğunu bulun. 50.1 MHz'de, uzayda yarım dalga boyu

$$\frac{492}{50.1} = 9.82 \text{ ft}$$

Yarım dalga boyunun iletken çapına oranı (dalga boyunu inç olarak değiştirerek)

$$\frac{(9.82 \text{ ft} \times 12 \text{ inç ./ft})}{0.5 \text{ in.}} = 235.7$$

Şekil 21.3'ten, bu oran için K = 0.945. Antenin uzunluğu, 3B denkleminden

$$\frac{492 \times 0.945}{50.1} = 9.28 \text{ ft}$$

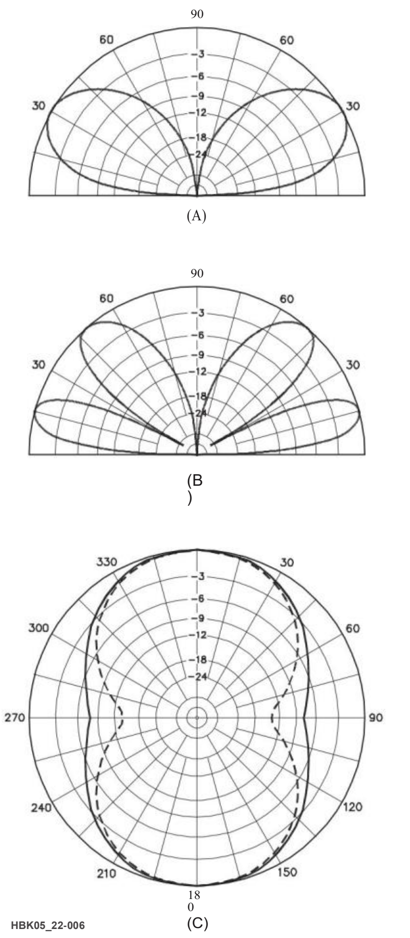
veya 9 feet 3- % inç. Cevap, denklem 4'teki yerine geçerek doğrudan inç cinsinden elde edilir.

$$\frac{5904 \times 0.945}{50.1} = 111.4 \text{ in}$$

Yarım dalga anteninin uzunluğunu hesaplamak için kullanılan formülden bağımsız olarak, antenin bir dalga boyu içindeki toprak ve iletken nesnelerin etkileri genellikle en düşük SWR'yi elde etmek için kurulu uzunluğu ayarlamayı gerekli kılar.

İstenilen frekans. Anten modelleme yazılımının kullanılması, tek bir formülden daha doğru bir başlangıç uzunluğu sağlayabilir.

SWR değeri, antenin empedansı ile besleme hattı arasındaki eşleşmenin kalitesini gösterir. Elde edilebilen en düşük SWR çok yüksekse, - açıklandığı gibi bir empedans önleme ağı kullanılabilir



İletim Hatları bölümünde. (Yüksek SWR, katı hal güç amplifikatörlü modem vericilerinin, çıkış transistörleri için koruyucu bir önlem olarak güç çıkışını azaltmasına neden olabilir.)

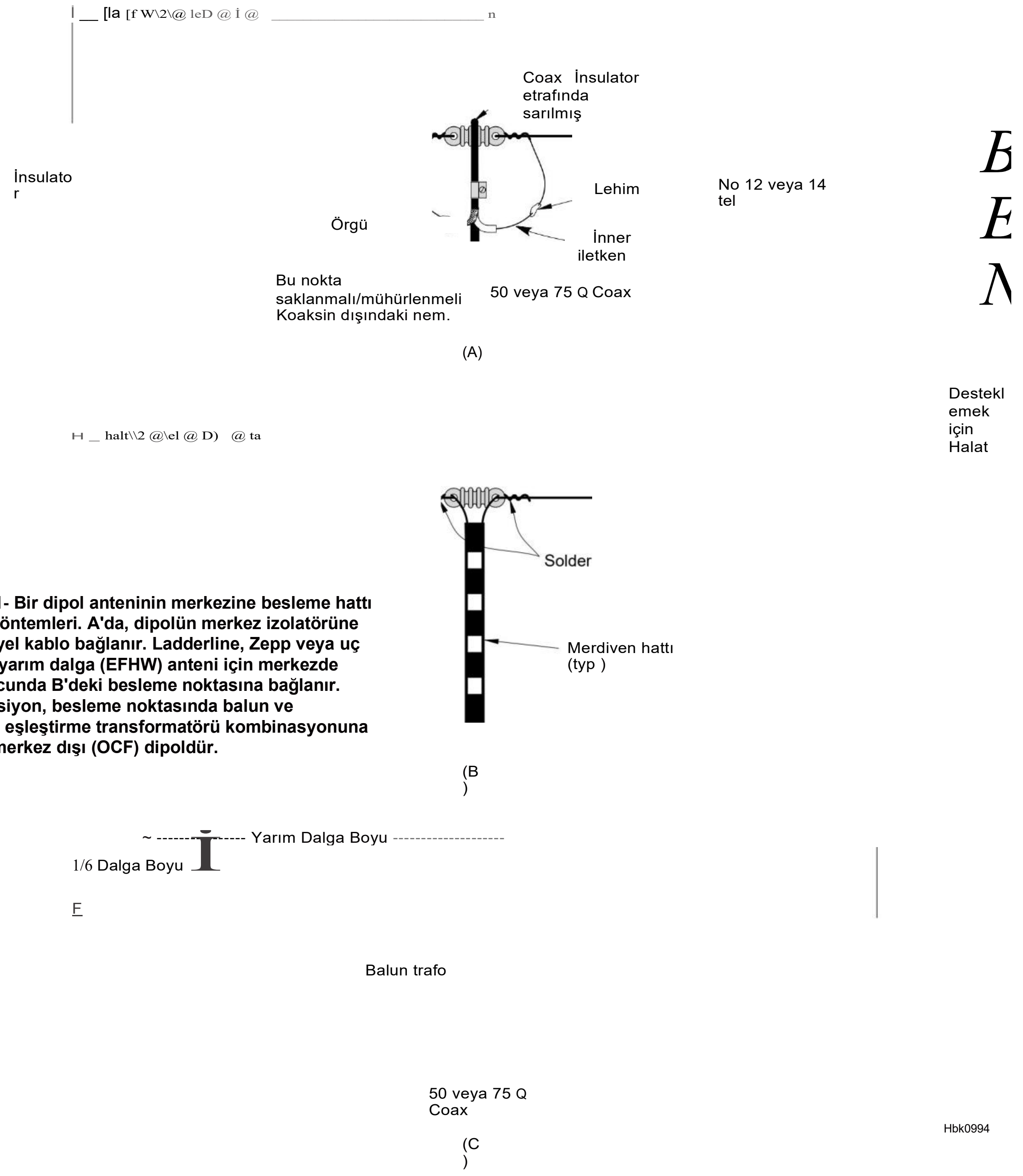
21.2.1 Radyasyon özellikleri

Boş uzayda bir dipol anteninin radyasyon deseni, **Şekil 21.9'da gösterildiği gibi tele dik açılarda en güçlüdür.** Gerçek bir kurulumda, şekil-8 deseni, zemin ve diğer iletken yüzeylerden gelen yansımalar nedeniyle daha az yönlendiricidir. Dipol, A veya daha büyük bir ½ yükseltildiğinde, dipolün uçlarındaki boşluklar daha belirgin hale gelir. Antenin eğimli olması ve besleme hattına bağlanması, deseni biraz bozma eğilimindedir.

Yatay bir anten yere yaklaştırıldığında, yükseklik paterni Şekil 21'de gösterildiği gibi daha yüksek bir yükseklik açısında zirve yapar. 7. **Şekil 21.10,** anten yüksekliği değiştikçe yönlü desene ne olduğunu göstermektedir. Şekil 21.l0C düşük yatay dipol uçlarından önemli radyasyon olduğunu göstermektedir. ½ A yüksekliği (katı çizgi) için, uçlardan gelen radyasyon, geniş yönde olandan sadece 7.6 dB daha düşüktür.

Şekil 21.10 da yüksek bağlıdır shortrange iletişim için gösterir

Şekil 21.10 - A'da, mükemmel iletken bir zeminin üzerine 'A ½ yerleştirilmiş bir dipol antenin yükseklik tepki modeli. At B, aynı antenin deseni 1 'A'ya yükseltildiğinde Hem A hem de B için, iletken kağıttan dik bir açıyla çıkıyor. C, en çok tercih edilen - yükseklik açısında iki yükseklik için dipolün azimut desenlerini, 30 °'lik bir yükseklik açısında ½ 'A yüksekliği için katı çizgi grafiğini ve 15 °'lik bir yükseklik açısında 1' A yüksekliği için kırık çizgi grafiğini gösterir. Kondüktör içinde C, 90 ° - 270 ° ekseni boyunca uzanır .



Şekil 21.11- Bir dipol anteninin merkezine besleme hattı bağlama yöntemleri. A'da, dipolün merkez izolatörüne bir koaksiyel kablo bağlanır. Ladderline, Zepp veya uç beslemeli yarım dalga (EFHW) anteni için merkezde veya bir ucunda B'deki besleme noktasına bağlanır. C'deki versiyon, besleme noktasında balun ve empedans eşleştirme transformatörü kombinasyonuna sahip bir merkez dışı (OCF) dipoldür.

Radyasyonun dikey açıları (NVIS iletişimi), bir dipol çok yüksek olabilir. Bu uygulamalar için, dipol ¼ 'A'nın altına veya altına monte edilmelidir, böylece anten yüksek dikey açılarda ve çok az yatay yönelim ile güçlü bir şekilde yayılır.

21.2.2 Besleme yöntemleri

Bir besleme hattı, genellikle merkezde, bir yalıtkanın antenin iletkenini iki bölüme veya "bacaklara" ayırdığı dipole doğrudan bağlanır. Burası antenin *besleme noktası.* Besleme hattının bir iletkeni Her bacağa bağlanır. **Şekil 21.llA ve** 21.1 lB, iki tür dış besleme çizgisinin nasıl bağlandığını göstermektedir. Çeşitli varyasyonlar var elbette

Rezonans frekansı, **İi** ve tek harmoniklerde yarı dalga dipolün düşük besleme noktası empedansı, koaksiyel kablo ile beslendiğinde düşük bir SWR ile sonuçlanır. Besleme noktası empedansı ve koaksiyel kablo veya "koaksiyel'ile elde edilen SWR, harmoniklerde ve diğer frekanslarda bile yüksek olacaktır.

Merdiven çizgisi ve geniş bant empedans eşleştirme ünitesi ile beslendiğinde, -neredeyse her türlü serbest alanda bir merkezcil anten kullanılabilir. Titreşim, rezonant olmayan frekanslar dahil. (Böyle bir anten sisteminin bir örneği, bu bölümde daha uzak bir proje olarak sunulmaktadır.) Şekil 21.1 lB'de gösterilen bir başka varyasyon, *Zepp (veya son beslenen yarım dalga, EFHW),* Zeppelin hava gemilerinden konuşlandırılmış bir anten olarak orijinal uygulamasından dolayı adlandırılmıştır. Bir "Zepp'in besleme noktası empedansı oldukça yüksektir ve gücü etkili bir şekilde sağlamak için açık telli besleme hattı ve empedans eşleştirme teknikleri gerektirir.

EFHW, yalnızca bir destekle geçici olarak kurulabildiğinden taşınabilir, düşük güç kullanımı için popüler hale geldi

Boğma balun

Şekil 21.12- Koaksiyel kablo ile beslenen bir dipolün besleme noktasında bir boğma veya akım balunu (İletim Hatları bölümüne bakınız) önerilir. Balun, koaksiyel kalkanın dış yüzeyini ayırır (metne bakınız). Balunlar açık telli besleme hattı ile kullanılmaz.

50 veya 75 O
Coax

HBK0834

Ve besleme noktasındaki bir empedansemating transformatörüne kısa bir koaksiyel besleme hattı. EFHW, bu bölümde daha sonra açıklandığı gibi doğrudan vericinin çıkışına bağlandığı rastgele tel antenin varyasyonu olarak da kullanılabilir.

Bir dipol, uzunluğu boyunca herhangi bir yere beslenebilir, ancak antenin empedansı daha önce tartışıldığı gibi değişecektir. Yaygın bir varyasyon, besleme noktasının - merkezden bir miktar dengelendiği ve bir empedans transformatörünün elde edilen orta-yüksek empedansı koaksiyel kabloya eşleştirdiği merkez-dışı (OCF) dipoldür (Şekil 21.11 C). Empedans transformatörü genellikle besleme hattını ayırmak için bir boğucu balun ile eşleştirilir. OCF ayrıca açık kablo hattı ile de beslenebilir. OCF dipolleri bu bölümde daha sonra tartışılacaktır.

21.2.3 Besleme Noktası Balunları

Açık telli iletim hatları ve merkezcil dipol antenler *dengelidir, yani* her iletken veya bölüm toprak zemine aynı empedansa sahiptir. Bu, kalkanın genellikle bir noktada, genellikle vericide bir toprak zemine bağlandığı dengesiz koaksiyel kablodan farklıdır. Dengesiz ekipmana sahip dengeli açık telli iletim hatları kullanmak için - çoğu amatör ekipman dengesiz - anten sisteminin dengeli ve dengesiz parçaları arasında geçiş yapmak için bir balun gereklidir. "Balun", cihazın işlevi olan "balanced-to-unbalanced'ın kısaltmasıdır - gücün bir anten sisteminin dengeli ve dengesiz kısımları arasında her iki yönde de aktarılmasını sağlar. Balunların en yaygın uygulaması dengesiz bir besleme hattını dengeli bir antene bağlamaktır. (Balunlar ve ilgili *unlar* **İletim Hatları** bölümünde tartışılmaktadır.) Dipoller dengeli olduğundan, dipol koaksi ile beslendiğinde besleme noktasında genellikle bir balun kullanılır.

RF Teknikleri bölümünde tartışılan cilt etkisi nedeniyle, koaksiyel kablo kalkanının içi ve dışı RF'de ayrı iletkenler olarak hareket eder. Bir koaksiyel kablonun bu "üçüncü iletkeni" dipolün simetrisini dengesizleştirir Koaksiyel, Şekil 21.1 lA'da gösterildiği gibi doğrudan dipole bağlandığında anten. Sonuç olarak, RF akımı kablo kalkanının dışından kabloya bağlı istasyon ekipmanının muhafazalarına akabilir. Dipol ve besleme hattı kalkanının bu kombinasyonu, amaçlanandan farklı bir rezonans frekansına ve besleme noktası empedansına sahip olabilir.

Koaksiyel kalkanı antenden ayırmak için Şekil **21.12'de gösterildiği gibi bir boğma veya akım balunu önerilir.** Boğucu balun, koaksiyel kalkanın dışında yüksek bir empedans yaratırken, koaksın içindeki akımları etkilenmeden bırakır. Boğucu balun tasarımları için İletim Hatları bölümüne bakın.

Kalkan akımları ayrıca hatta bağlı aletlerin işlevini de bozabilir (vericideki SWR sayaçları ve SWR koruma devreleri gibi). Kalkan akımı ayrıca anten radyasyon düzenini değiştiren ve kablonun yakınındaki nesnelerin anten sistemi performansını etkilemesini sağlayan bazı besleme hattı radyasyonu üretir.

Sonuçlar önemsiz olabilir: Anten deseninin hafif bir eğrilmesi genellikle fark edilmez. Veya önemli olabilirler: Yanlış SWR okumaları vericinin gereksiz yere gücü azaltmasına neden olabilir; Bir TV besleme hattının yakınında yayılan koaks, aşırı yüklenmeden kaynaklanan güçlü yerel parazitlere neden olabilir. Bu nedenle, mümkün olduğunda besleme hattı radyasyonunu ortadan kaldırmak daha iyidir ve dengeli ve dengesiz sistemler arasındaki herhangi bir geçişte bir boğucu balun kullanılmalıdır. Buna rağmen, balun içermeyen dengeli veya dengesiz sistemler genellikle belirgin bir problem olmadan çalışır. Geçici veya acil durum istasyonları ...tan

21.2.4 Bina Dipolleri ve Diğer Tel Antenler

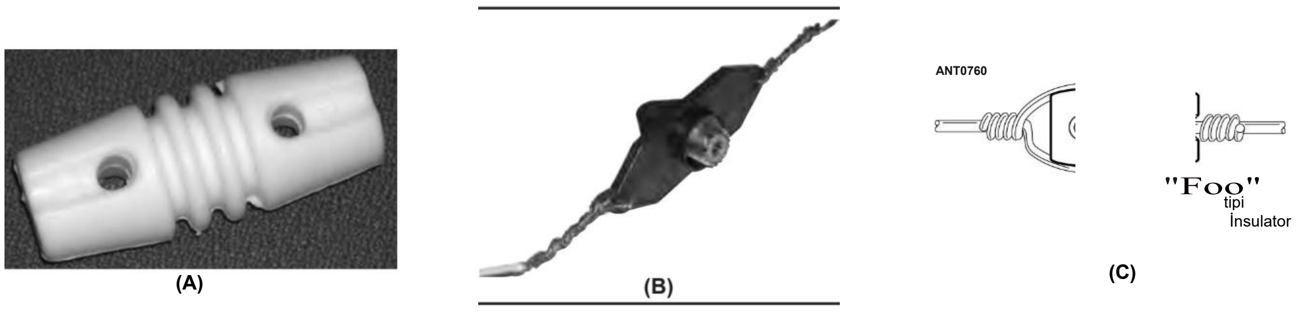
Bu bölümün amacı, tel antenlerin gerçek fiziksel yapısı hakkında bilgi sunmaktır. Dipol, konfigürasyonlarından birinde, muhtemelen en yaygın amatör tel anten olduğundan, aşağıdaki örneklerde kullanılır. Bununla birlikte, burada açıklanan teknikler, tüm tel antenlerin güvenilirliğini ve güvenliğini arttırır.

WIRE

Eldeki proje için doğru tel tipini seçmek, başarılı bir antenin anahtarıdır - iyi çalışan ve bir kış buz fırtınası veya şiddetli bir bahar rüzgar fırtınası boyunca ayakta kalan tür. Hangi tel ölçüsünün kullanılacağı, çözülmesi gereken ilk sorudur; Cevap güç, kullanım kolaylığı, maliyet, kullanılabilirlik ve görünürlüğe bağlıdır. Genel olarak, kendi ağırlıklarını desteklemesi beklenen antenler ve besleme hattının ağırlığı # 12 AW G veya daha büyük telden yapılmalıdır. (Ulusal Elektrik Kodu (NEC), harici antenler için minimum # 10 AWG boyutunu belirtir.) Yatay dipoller, Zepps, bazı uzun teller ve benzerleri bu kategoriye girer. Ters V dipolleri ve delta döngüleri gibi merkezde desteklenen antenler, # 14 AWG teli gibi daha hafif malzemeden yapılabilir .

Kullanılacak tel türü bir sonraki önemli karardır. **Bileşen Verileri ve Referanslar** - bölümündeki tel özellikleri tablosu popüler tel stillerini ve boyutlarını gösterir. Anten servisi için uygun en güçlü tel, *copperweld olarak da bilinen bakır kaplı çeliktir. Bakır* kaplama RF servisi için gereklidir, çünkü çelik nispeten zayıf bir iletkendir. Pratik olarak RF akımının tamamı cilt etkisi nedeniyle bakır kaplama ile sınırlıdır. Bakır kaplı çelik, kalıcı kurulumlar için mükemmeldir, ancak çelik çekirdeğin sertliği nedeniyle çalışmak zor olabilir. Kıvrımlar, aşınma veya tekrarlanan esneme, bakır kaplamayı kırabilir ve iç çelik çekirdeğin paslanmasına neden olabilir. Kaplamanın hasar görmesi, artan direnç ve kayıplara neden olabilir. İç çekirdeğin paslanması sonunda anteni zayıflatacaktır. Anteni düzenli olarak görsel olarak incelemek veya değişiklikler için SWR'yi kontrol etmek sorunları tespit etmenize yardımcı olabilir.

Sert çizilmiş veya yumuşak çizilmiş katı bakır tel, bir başka popüler malzemedir. - Bakır kaplı çelikten daha kolay işlenebilir, katı bakır çok çeşitli boyutlarda mevcuttur. Bununla birlikte, İt genellikle daha pahalıdır, çünkü hepsi bakırdır. Gerginlik altında yumuşak çizilmiş gerilmeler, bu nedenle antenin periyodik budaması bazı durumlarda gerekli olabilir. Enamelcoated *mıknatıs teli* deneysel antenler için uygun bir seçimdir çünkü kolay



Şekil 21.13 - (A) ve (B) ticari merkez izolatörlerinin örneklerini göstermektedir: bir köpek-kemik izolatörü ve bir Budwig HQ-1 izolatörü. (C) Bir suş veya "yumurta" izolatörüne tel takmanın doğru yolu.

yönetin ve kaplama teli hava koşullarından korur. Gerilim altında gerilmesine rağmen, tel son kurulum ve ayarlamadan önce önceden gerilebilir. Yerel bir elektrik motoru yeniden yapılandırıcısı mıknatıs teli için iyi bir kaynak olabilir.

Bağlantı teli, hoparlör teli ve hatta ac lamba kablosu geçici kurulumlar için uygundur. Hemen hemen her bakır tel, kurulumun talepleri için yeterince güçlü olduğu sürece kullanılabilir.

Alüminyum tel antenler için kullanılabilir, ancak aynı çap için bakır veya çelik kadar güçlü değildir ve besleme hatlarına lehimlemek özel teknikler gerektirir. Elektrikli çitler için kullanılan galvanizli ve çelik tel ucuzdur, ancak RF'de bakırdan çok daha zayıf bir iletkendir ve kaçınılmalıdır.

Kabloyu ciddi şekilde zayıflatan Kinking, herhangi bir katı iletkeni kullanırken potansiyel bir sorundur. Herhangi bir tipte (bakır, çelik veya alüminyum) katı telin kaplamasını açarken, teli açmaya veya düzeltmek için bir kıvrım çekmeden çözmeye özen gösterin. Bir kink aslında telde çok keskin bir bükülmedir ve tel, rüzgardaki titreşimden olduğu gibi büküldüğünde böyle bir bükülmede kırılır.

Sağlam tel ayrıca, telin bir kısmının sert bir şekilde kelepçelendiği bağlantı veya bağlantı noktalarında başarısız olma eğilimindedir. Rüzgar ve diğer titreşimlerden tekrarlanan esneme sonunda Metal yorgunluğu ve tel kopuyor. Telli tel, çok fazla titreşim ve esnemeye maruz kalacak antenler için tercih edilir. İf telli tel uygun değildir, telafi etmek için daha ağır bir katı tel göstergesi kullanın.

Çıplak Tel vs İnsulated

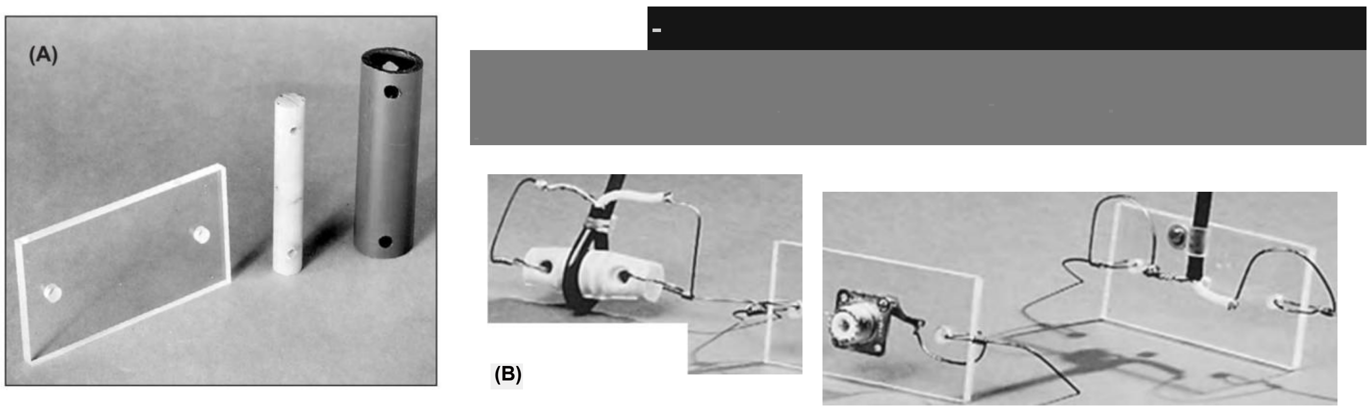
Anten telinin yalıtılmış veya çıplak olması durumunda kayıplar aynıdır (en azından HF bölgesinde). İf yalıtımlı tel kullanılır, istenen frekansta rezonans elde etmek için çıplak tel için hesaplanan uzunluktan %3 ila 5 oranında bir kısaltma gerekir. Buna, plastik yalıtım malzemesinin havaya kıyasla daha yüksek dielektrik sabitinden kaynaklanan artan dağıtılmış kapasitans neden olur. Rezonans için gerçek uzunluk, budama ve ölçüm ile deneysel olarak belirlenmelidir, çünkü yalıtım malzemesinin dielektrik sabiti telden tele değişir. İnsanlarla veya hayvanlarla temas edebilecek teller, şok veya serseri olasılığını azaltmak için yalıtılmalıdır.

İNSULATORS

Tel antenler uçlarda ve genellikle besleme noktasında yalıtılmalıdır. Ticari olarak temin edilebilen izolatörler seramik, cam veya plastikten yapılır. İnsülatörler birçok Amatör Radyo bayilerinden temin edilebilir. Yerel donanım ve çiftlik mağazaları diğer olası kaynaklardır Elektrikli çitler için izolatörler. Seramik veya cam izolatörler genellikle telden daha uzun süre dayanır, bu nedenle güvenli, güvenilir ve kalıcı bir kurulum için şiddetle tavsiye edilir. **Şekil 21.13A, bir** tel veya "yumurta" izolatörüne bir tel takmanın uygun yolunu göstermektedir. Şekil 21.13B ve 21.13C orta izolatörlerin örneklerini göstermektedir. Şekil 21.13B halk arasında "köpek kemiği" izolatörü olarak bilinir ve cam, seramik ve plastikte bulunur. Sırtlar, su veya tozun yalıtkan boyunca iletken bir yol oluşturmasını önlemektir. Şekil 21.13C, dahili bir HQ-1 ve antene takmak için tellere sahip bir Budwig SO-239 yalıtkanı göstermektedir. Kabul edilebilir ev yapımı izolatörler, polikarbonat levha veya çubuk, PVC boru veya sıhhi tesisat armatürleri veya fiberglas çubuk dahil (ancak bunlarla sınırlı olmamak üzere) çeşitli malzemelerden yapılabilir. Geçici veya acil durum antenleri, atılan bir konteynerden veya kuru ahşaptan sert plastik bile kullanabilir. **Rakamlar 21.14A** ve 21.14B bazı ev yapımı izolatörler göstermektedir. Kendi izolatörlerinizi yaparsanız, malzemenin mekanik strese dayanacak kadar sağlam ve uzun süreli dış mekan kullanımına uygun UV'ye dayanıklı olduğundan emin olun.

ATTACHİNG YEM LINES

Çoğu tel anteni besleme noktasında bir yalıtkan gerektirir. Besleme hattını bağlamanın birçok yolu olmasına rağmen, birkaç şey var



Şekil 21.14 - (A) Ev yapımı anten izolatörleri için bazı fikirler. (B) Bazı ev yapımı dipol merkezi izolatörler. Merkezdeki yerleşik bir S0-239 konektörü içerir. Diğerleri besleme hattına doğrudan bağlantı için tasarlanmıştır. İzolatörler için UV'ye dayanıklı plastik kullandığınızdan emin olun.

aklınızda bulunsun. Anteninizi koaksiyel kabloyla beslerseniz, iki seçeneğiniz vardır. Orta izolatöre bir SO-239 konektörü takabilir ve koaksiyelinizin ucunda bir PL-259 kullanabilir veya orta iletkeni örgüden ayırarak bir pigtail bağlantısı oluşturabilir ve besleme hattını doğrudan anten teline bağlayabilirsiniz. Doğrudan antene bağlanmak daha az maliyetli olsa da, konektörlerin kullanımı çeşitli avantajlar sunar. (Besleme hatlarının seçimi ve kurulumu hakkında daha fazla bilgi için İletim Hatları bölümüne bakın.)

Koaksiyel kablo örgüsü, suyu emmek için bir fitil görevi görür. Besleme hattının anten ucunu yeterince kapatmazsanız, su örgüye girecektir. Besleme hattındaki su örgüyü kirletecek, yüksek kayıplara neden olacak ve koaksiyi normal ömrü dolmadan çok önce işe yaramaz hale getirecektir. Anten bağlantısı düzgün bir şekilde su geçirmez değilse, bir yıl kadar bir hizmetten sonra kulübenin içindeki koaksın sonundan su damlaması nadir değildir. PL-259/SO- 239 kombinasyonunun (veya seçtiğiniz başka bir konektörün) kullanılması, su yalıtım - bağlantılarının görevini çok daha kolaylaştırır. PL-259/SO-239 kombinasyonunu kullanmanın bir başka avantajı, besleme hattının değiştirilmesinin gerekli veya arzu edilmesi durumunda çok daha kolay olmasıdır.

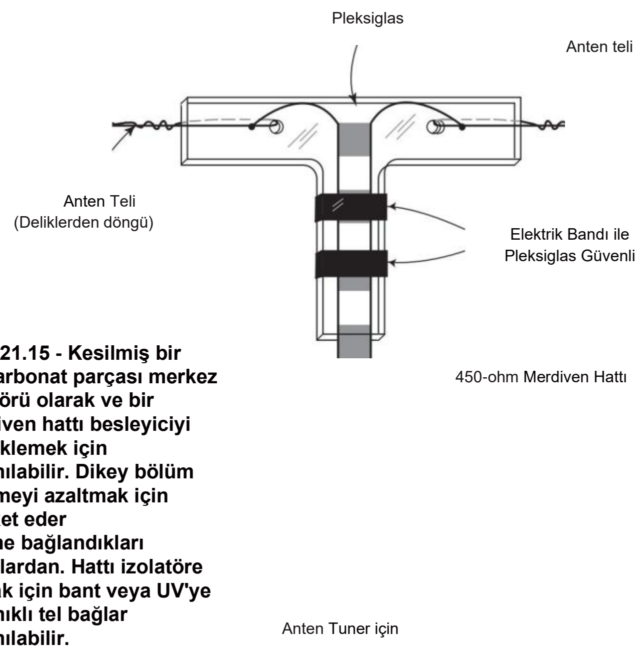
Anteninizi beslemek için koaksiyel kablo, merdiven hattı veya ikiz kurşun kullansanız da, çok fazla göz önünde bulundurulması, bağlantının mekanik gücüdür. Tel antenler ve besleme hatları rüzgarda çok fazla hareket etme eğilimindedir ve besleme hattı güvenli bir şekilde bağlanmadıkça, bağlantı zamanla zayıflayacaktır. Ortaya çıkan arıza, sinir bozucu aralıklı bir elektrik bağlantısından tam bir ayırma çıkış hattına ve antene kadar değişebilir. Şekil 21.14B, besleme hattını antene tutturmanın birkaç farklı yolunu göstermektedir. Merdiven çizgisini destekleyen bir fikir **Şekil 21.15'te gösterilmiştir.**

PUTTNG İTTOGETHER

Doğru malzemelerden yapılmış ve açık bir şekilde monte edilmiş olması durumunda, dipol yıllarca bakım gerektirmeyen hizmet vermelidir. Anteninizi oluştururken, ilk seferinde doğru yaparsanız, uzun süre tekrar yapmak zorunda kalmayacağınızı unutmayın.

Şekil 21.11 anten yapısının ayrıntılarını göstermektedir. Örnekler için bir dipol kullanılmasına rağmen, burada gösterilen teknikler her türlü tel anten için geçerlidir. **Tablo 21.1,** amatör HF bantları için dipol uzunluklarını göstermektedir. Bu uzunluklar, Şekil 21.11'de gösterildiği gibi kabloyu yalıtkana bağlamak için gereken ekstra teli içermez. Kullanmayı düşündüğünüz yalıtkan ile deneme yaparak gereken ekstra tel miktarını belirleyin. Tablo 21.1'deki bacak uzunluklarına bu miktarın iki katı tel ekleyin, Her yalıtkan. (Her dipol için bu tür dört ataşman gereklidir - her bacakta iki tane.)

Çoğu dipol, zeminin ve yakındaki iletken nesnelerin ve yüzeylerin etkileri nedeniyle istenen rezonant frekansa ulaşmak için biraz budama gerektirir. (Açıklama için bu bölümün başına bakın.) Tablo 21.1, klasik 468/f formülüne ve bir başlangıç olması amaçlanan 490/f'ye dayanan uzunlukları içerir uzunluğu. Tüm izolatörler takılı olarak oluşturulan uzunluğu kaydedin. (Oluşturulan uzunluk, telin her bir ucundaki döngülerin uçları arasında ölçülür ve herhangi bir besleme hattı-anten bağlantısının uzunluğunu içerir.) Ardından, dipolü çalışma yüksekliğine yükseltin ve minimum SWR'nin gerçekleştiği frekansı bulun. SWR minimum frekansını anten uzunluğu ile çarpın ve sonucu



Şekil 21.15 - Kesilmiş bir polikarbonat parçası merkez izolatörü olarak ve bir merdiven hattı besleyiciyi desteklemek için kullanılabilir. Dikey bölüm esnemeyi azaltmak için hareket eder Antene bağlandıkları kablolardan. Hattı izolatöre tutmak için bant veya UV'ye dayanıklı tel bağlar kullanılabilir.

Tablo 21.1
Amatör Gruplar için Dipol Boyutları

Tablo A - 468/f'ye dayalı Dipol Uzunlukları

Freq	*----- Overall Uzunluğu ----*			*------- Bacak Uzunluğu ----.--*		
(MHz)	*ft*	*İçinde*	*m*	*ft*	*İçinde*	*m*
1.82	257	2	78.4	128	7	39.2
3.6	130	0	39.7	65	0	19.8
5.378	7	2	43.6	43	7	21.8
7.1	65	10	20.1	32	11	10.05
10.1	46	4	14.13	23	2	7.06
14.1	33	2	10.12	16	7	5.06
18.1	25	10	7.89	12	11	3.94
21.1	22	2	6.76	11	1	3.38
24.9	18	9½	5.73	9	4¾	2.87
28.4	16	6	5.03	8	3	2.51

Tablo B - 490/f'ye dayalı Dipol Uzunlukları

Freq	*----- Overall Uzunluğu ----*			*------- Bacak Uzunluğu ----.--*		
(MHz)	*ft*	*İçinde*	*m*	*ft*	*İçinde*	*m*
1.82	269	3	82.1	134	7	41.1
3.6		136	1	41.5	66	1 20.8
5.37	91	3	27.8	45	7	13.9
7.1	69	0	21.0	34	6	10.5
10.1	48	6	14.8	24	3	7.4
14.1	34	9	10.6	17	5	5.3
18.1	27	1	8.26	13	6½	4.13
21.1	23	2½	7.08	11	7¼	3.54
24.9	19	8	6.00	9	10	3.00
28.4	17	3	5.26	8	7½	2.63

İstenilen f. Sonuç bitmiş uzunluktur; Bu uzunluğa ulaşmak için her iki ucu da eşit olarak kesin ve işiniz bitti. Örneğin, SWR minimumunun 14.1 MHz'de gerçekleşmesini istiyorsanız ve 33.8 fit uzunluğunda inşa edilmiş ilk deneme, 13, 9 MHz'de bir SWR minimumuyla sonuçlanırsa, anten için son uzunluk

33.8 x (13.9/14.1) = 33.3 ft

Anteninizin uzun vadede ne kadar iyi çalışacağını, parçaları ne kadar iyi bir araya getirdiğinizi belirlemek, sadece kullanılan malzemelerin nihai gücünden sonra ikincidir. - Kabloyu izolatörlere nasıl bağladığınız gibi en küçük detaylar bile anten ömrüne önemli ölçüde katkıda bulunur. Tellerin lehimlendiği yerlerde, iyi bir bağlantı yapmak için sadece yeterli ısı kullanın. Propan meşalesi gibi aşırı ısı, teli tavlayabilir ve lehim noktasında zayıflatabilir.

Sonunda bol miktarda tel kullanarak izolatörler ve sıkıca sararak, telin rüzgarda gevşeme olasılığını azaltacaksınız. Teli sardıktan sonra lehimlemeye gerek yoktur. Burada elektrik bağlantısı yok, sadece mekanik.

Benzer şekilde, merkez izolatördeki besleme hattı bağlantısı, izolatöre sabitlendikten sonra anten tellerine yapılmalıdır. Bu şekilde, mekanik mukavemetten ödün vermeden anten ve besleme hattı arasında iyi bir elektrik bağlantısından emin olacaksınız. Anten ve besleme hattı bağlantılarını lehimlemek için iyi bir iş yapın. Ağır bir demir veya lehim tabancası kullanın (200 Wis bu iş için kullanmak için iyi bir boyuttur) ve işe başlamadan önce malzemeleri iyice temizlediğinizden emin olun. Mümkünse, bağlantıları mümkün olan en iyi eklemlerin yapılabileceği bir tezgahta lehimleyin. Kötü lehimlenmiş veya lehimlenmemiş bağlantılar, tel oksitlendikçe ve elektrik bütünlüğü zamanla bozulduğunda baş ağrısı haline gelecektir. Anten performansınızı düşürmenin yanı sıra, kötü yapılmış eklemler, düzeltme nedeniyle TVI'nin bir nedeni olabilir. Bağlantıları UV'ye dayanıklı akrilik bir kaplama ile püskürtün veya su yalıtımı için fırçayla yalıtım kaplaması kullanın.

ATAŞE ANTEN DESTEĞİ

İf kuleleri, direkleri veya binaları mevcuttur, anten destek halatlarını veya kablolarını takmak oldukça basittir. Paslanmaz çelik veya alüminyum karabinalar gibi kasnaklar veya kılavuzlar veya beklenen yük için derecelendirilmiş büyük vidalı gözler kullanılmalıdır. Antenin rüzgarda hareket etmesini sağlamak için karşı ağırlıklar veya yaylar kullanılabilir.

Ağaçlar, anteni havada tutmak için zamana bağlı ve çok yaygın bir çözümdür. Bununla birlikte, destek halatını veya kablosunu bağlarken bazı zorluklar yaşarlar. En önemli husus güvenliktir. Bir ağaç desteği düşünüldüğünde, elektrik hattı olmadığından emin olun Ağacın içindeki veya yakınındaki herhangi bir voltajda. Çizgiler her zaman kolayca görülemez. Bir ağırlık ağacın üzerinden veya içinden itilirse, ağacın çok ötesine uçabilir ve takip hattının bu şekilde elektrik hatlarıyla temas etmesine neden olabilir. Ne olursa olsun, istatistik olma! Tehlikeler için ağacın etrafındaki tüm alanı kontrol edin.

Eğer ağaca tırmanabilir ve destek donanımını takabilirseniz, asıl sorun rüzgar ve fırtınalar sırasında desteklerin ağaçla birlikte hareket etmesine izin vermek için yeterli gerginlik ve esneklik sağlamayı içerir. Bir ağaç tırmanıcısına tırmanmak veya işe almak, bir kasnak ve yarda ağaca güvenli bir şekilde tutturulabildiğinden, desteklenen antenlerle uzun vadede fayda sağlayabilir. (Ağaç montaj antenleri hakkında daha fazla bilgi *ARRL Anten Kitabında bulunabilir.)*

Tırmanma, geçici veya taşınabilir bir istasyon için veya tırmanmaya uygun olmayan ağaçlar için bir seçenek değildir, ağaca bir çizgi çekmek zordur. Hams, "Armstrong yöntemi'nden (bir arboristin ağırlık çantası veya tenis topu atma oyuncağı gibi bir ağırlık atma), çeşitli balıkçılık tekniklerine ve hatta okçuluğa kadar bir dalın üzerinden bir çizgi elde etmek için birçok farklı yöntem geliştirmiştir. Çok popüler iki güncel yöntem sapan ve basınçlı hava "spud gun'dır. Her ikisi de bir ağacın içinden veya üzerinden hafif monofilament balıkçılığına bağlı küçük bir mermi fırlatır. (İpucu - mermiyi parlak bir renge boyayın, böylece fırça veya uzun çimlerde bulmak kolaydır.) Bu çizgi, dalın üzerine bir sicim veya ip uzunluğu ve daha sonra son desteği oluşturan ip veya kabloyu çekmek için kullanılır. (QSTarticle "The W4SSY Spudgun'bu kitabın indirilebilir ek içeriğinde mevcuttur ve birkaç satıcı basınçlı hava veya sapan fırlatıcısının ticari sürümlerini sunar.)

Diğer bir seçenek, daha iyi bir "drone'olarak bilinen bir RPV'nin (uzaktan pilotlu araç) kullanılmasıdır. En hafif çizgi, daha sonra ağacın üzerinden ve bir sonraki çizginin fırlatıcı veya sapanla olduğu gibi bağlandığı yere geri döndürülen drona bağlanır. Dronlar nadiren bir ağaçtan geçirilebilir *ve* çizgi yerleşimini en üstteki dallarla sınırlandırır. Bu, mümkün olan en yüksek destek noktasıyla sonuçlanır, ancak dallar ağaçtaki en küçüktür.

Bir kasnak kullanırsanız, anten ve halatlar rüzgarda hareket ederken halatın kasnak ve gövde arasında kaymasını önleyen bir boyut seçin. Antenin kurulumdan sonra ayakta kalması için, ağaç dallarından ve antene sürtünebilecek veya düşebilecek diğer nesnelerden uzak tutun. Antenin destekleri, ağaçlar gibi rüzgarda hareket ederse, antende normal rüzgarlarda aşırı sıkı çekilmeyecek kadar gevşek kalır. Diğer seçenekler, anten - desteklerinin anteni çekmeden esnemesine izin vermek için kasnaklar ve karşı ağırlıklar kullanmaktır. (Bu ve diğer kurulum konuları ele alınmıştır *ARRL Anten Kitabında.)*

Uzun açıklıklar veya ağır tel antenler için, açıklık boyunca beklenen sarkma miktarını bilmek gerekebilir. **Www gibi çevrimiçi kablo sarkma hesaplayıcıları var. easycalculation.com/analytical/cable-sagerro r.php.** Telin (ve eğer önemliyse halatın) perunit uzunluğunu, kaplanacak açıklığı ve antene bağlı besleme hattının ağırlığını bilmeniz gerekecektir. İstenilen sarkmayı elde etmek veya istenen gerilimi girmek ve elde edilen sarkmayı hesaplamak için destek halatları üzerindeki gerilimi deneyebilirsiniz. Bileşen **Verileri ve Referanslar bölümündeki Bakır Tel Özellikleri ve Anten Tel Gücü tabloları** faydalı olacaktır.

ANTEN DESTEK HALATI

150 veya 200 feet'e kadar genişliklere sahip tel antenleri tutmak için iyi bir ip '4 inç naylon halattır ve UV'ye dayanıklı %2- veya i "-inch Dacron halatı da popülerdir. Herhangi bir yeni ip ile kurulumdan sonra, germe ile oluşturulan boşluğu tekrar tekrar almak gerekecektir. Bu süreç birkaç haftalık bir süre boyunca devam edecek, bu sırada gerilmenin çoğu gerçekleşmiş olacaktır. Bununla birlikte, kurulumdan bir yıl sonra bile, gerilme nedeniyle hala bir miktar gevşeklik ortaya çıkabilir .

İp uçlarının çözülmeyeceğinden emin olun. Çoğu tedarik mağazası uzunluğu sıcak bir bıçakla kesecektir; Bu, uçları mühürlemek için en iyi işi yapacaktır. Uçları bir kibrit veya çakmak ile eriterek evde yapabilirsiniz. Bir alternatif, birkaç kat elektrik bandını veya ısı küçültme borusunu uçların etrafına sıkıca sarmaktır. Onları korumak için tüm iplerin uçlarını bantladığınızdan emin olun.

21.2.5 Bent Dipoller

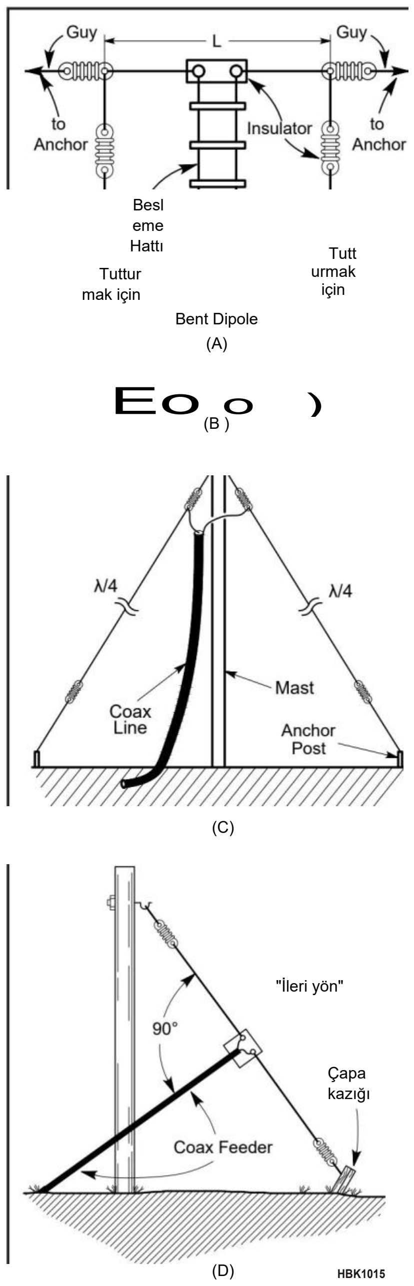
Dipol antenlerin yatay olarak ve düz bir çizgide kurulması gerekmez. Genellikle eğilme, eğilme veya sarkmaya karşı toleranslıdırlar. Bükülmüş dipoller, anten alanının premium olduğu yerlerde kullanılabilir. **Şekil 21.16 birkaç** olasılık göstermektedir; Çok daha fazlası var. Bükülme radyasyon desenini biraz bozar ve empedansı da etkileyebilir, ancak durum onları gerektirdiğinde tavizler kabul edilebilir. Bir anten kendi üzerine geri döndüğünde (Şekil 21.16B'de olduğu gibi) sinyalin bir kısmı iptal edilir; Mümkünse bundan kaçının. Dipolün uçlarının yüksek voltaj noktaları olduğunu unutmayın. Onları iletkenlerden, yanıcı maddelerden ve yanlışlıkla dokunulabilecekleri yerlerden uzak tutun.

21.2.6 İnverted-V Dipole

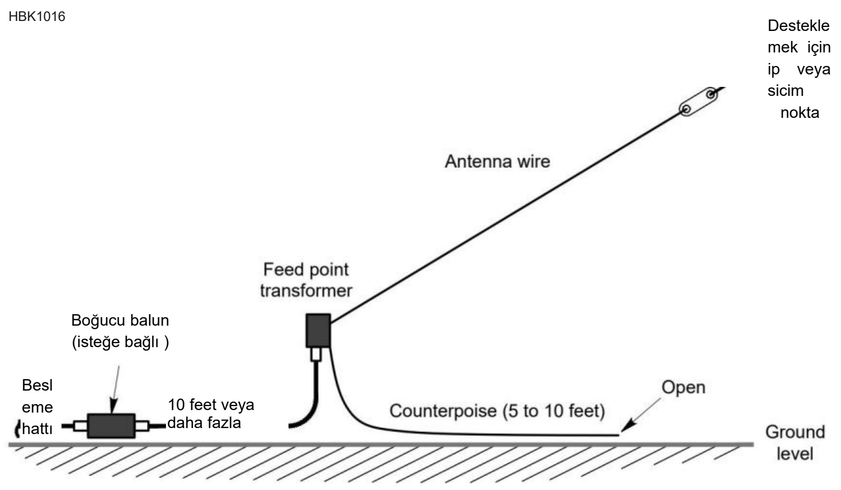
Şekil 2 l. 16C'de gösterilen bir ters V dipol, merkezde ağaç veya direk gibi tek bir destekle desteklenir. *V* bu antenin şeklini açıklarken, bu anten uzun ile karıştırılmamalıdır.

Oldukça yönlendirici olan tel yatay-V antenler.

Ters V'nin radyasyon paterni ve besleme noktası empedansı, bacaklar arasındaki tepe açısına bağlıdır: Tepe açısı azaldıkça, besleme noktası empedansı da azalır ve radyasyon paterni daha az yönlendirici olur. 90 °'nin altındaki tepe açılarında, anten - verimliliği de azalmaya başlar .



Şekil 21.16 - Bir dipol anten için sınırlı alan mevcut olduğunda, uçlar A'da gösterildiği gibi aşağı doğru bükülebilir veya B'de gösterildiği gibi radyatörde geri döndürülebilir. Tersine çevrilmiş Vat C, mevcut destek yapısı yeterince yüksek olmadığında, zeminle paralel olarak bükülmüş uçlarla dikilebilir. D eğimli bir örnektir ½ 'Bir dipol veya *tam sloper .*



Şekil 21.17 - Son beslemeli yarım dalga (EFHW) anteni. Kalıcı kullanım için, her iki ucu da yerden iyi olacak şekilde yatay olarak monte edilebilir. Taşınabilir veya geçici kullanım için, besleme noktasını zemin seviyesine yakın tutmak ve diğer ucunu çok kesitli bir fiberglas direk veya bir ağaç dalı üzerinde bir ip ile desteklemek yaygındır.

Zeminin anten uçlarına yakınlığı, antenin rezonans frekansını düşürür, böylece ters V konfigürasyonunda bir dipol kısaltılması gerekebilir. Anten uçları yere yakın olduğunda zemindeki kayıplar artar. Uçları yerden sekiz fit veya daha yüksekte tutmak, zemin kaybını azaltır ve ayrıca antenle yanlışlıkla teması önler.

Anten akımının yayılan sinyali ürettiğini ve dipol merkezinde akımın maksimum olduğunu unutmayın. Bu nedenle, antenin merkezi alanı yüksek ve yakındaki nesnelerden uzak olduğunda performans en iyisidir.

21.2.7 Eğimli Dipol

Şekil 21.16D'de eğimli bir dipol gösterilmiştir. Bu anten genellikle bir yönü desteklemek için kullanılır (şekildeki *ileri yön*). İletken olmayan bir destek ve zayıf zemin ile, arkadaki sinyaller öndekilerden biraz daha zayıftır. İletken olmayan bir direk ve iyi bir zeminde, yanıt yaklaşık olarak çok yönlüdür.

Bir kule gibi iletken bir destek, parazitik bir eleman olarak hareket edebilir. (Koaksiyel kalkan, antenden 90 °'de yönlendirilmediği veya bir boğma balunu ile ayrılmadığı sürece.) Paraziter etkiler, zemin kalitesine, destek yüksekliğine ve destek üzerindeki diğer iletkenlere (üstteki bir kiriş veya diğer tel antenler gibi) göre değişir. Bu tür değişkenlerle, modelleme antenin nasıl performans göstereceğine dair bir fikir verebilse de, performansı tahmin etmek çok zordur .

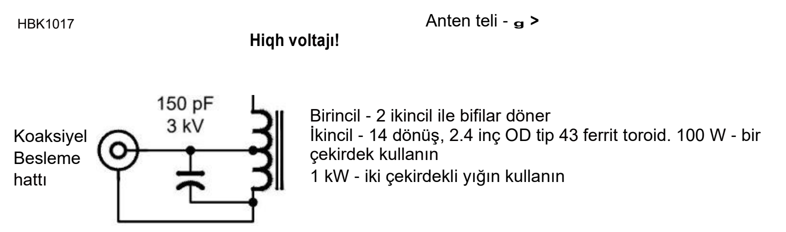
Anten uçları desteğe veya zemine yaklaştıkça kayıplar artar ve uçlar yüksek voltaj noktalarıdır, bu nedenle aynı uyarılar Anten uçlarının yüksekliği, ters V anteni için olduğu gibi geçerlidir. Besleme hattı bağlanmasını ve radyasyonu en aza indirmek için, koaksiyi antenden 90 ° uzağa yönlendirin veya bir boğucu balun kullanın .

21.2.8 Son Fed Yarım Dalgası (EFHW)

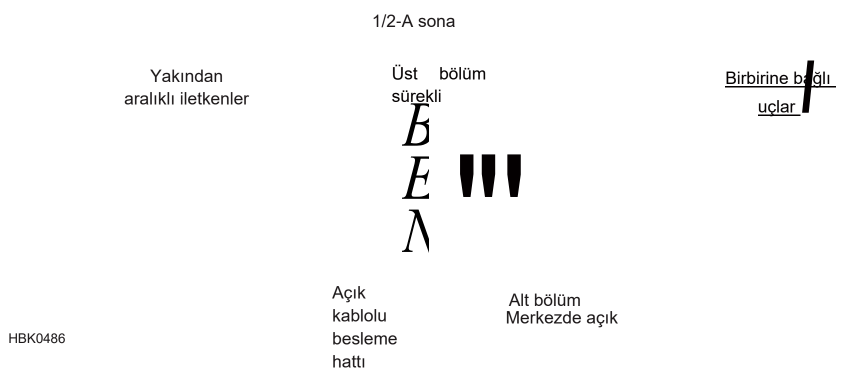
Şekil 21.17, bir ucunda beslenen yarım dalga boylu bir dipol olan EFHW antenini göstermektedir. Açık uç bir ağaç veya direk veya başka bir uygun bağlantı noktası tarafından desteklenir ve besleme noktası yere yakın veya yükseltilmiş olabilir. EFHW, gösterilen eğimli konfigürasyonda taşınabilir ve geçici çalışma için popülerdir. Besleme - noktası yükseltilmiş olarak yatay olarak da monte edilebilir. Antenin her iki ucu da yüksek voltaj noktaları olacaktır ve ağaç dallarından ve yapraklarından uzak tutulmalı ve yanlışlıkla dokunulabilecekleri yerlerden uzak tutulmalıdır.

EFHW, yarım dalga boyu uzunluğunda tam sayı olan herhangi bir bantta kullanılabilir. Ayrıca rezonant olmayan bantlarda kabul edilebilir bir empedans da gösterebilir. Örneğin, 80 metre için bir EFHW, 40, 20, 15 ve 10 metrelerin yanı sıra biraz daha yüksek bir SWR'ye sahip 30, 17 ve 12 metrelerde de kullanılabilir.

Besleme noktasının yüksek empedansı, koaksiyel besleme hattının kullanılabilmesi için daha düşük bir değere dönüştürülmelidir. Şekil **21.18'de gösterildiği gibi 49:1 empedans transformatörü (7:1 dönüş oranı) popüler bir** seçimdir, ancak 9:1 ve 16:1 **oranları** kabul edilebilir şekilde çalışabilir. Besleme **Antenler** bir **21.13** birkaç metre uzağa yerleştirmek de empedansı biraz düşürecektir.



Şekil 21.18 - Ortak bir 49:1 empedans transformatör tasarımı. Transformatör 2 dönüşlü birincil ve 14 dönüşlü ikincil oluşur. Birincil ve ilk iki ikincil dönüş bifildir. 150 pF kapasitör, 20 MHz'in üzerindeki transformatör endüktansını telafi eder. Düşük kayıplı 3 kV seramik kapasitör önerilir.



Şekil 21.19 - Katlanmış dipol, uçları birbirine bağlanmış açık telli iletim hattından inşa edilmiştir. İki iletkenin yakınlığı ve ortaya çıkan kuplaj, kullanılan iletken sayısının karesi ile besleme noktası empedansını tek telli bir dipolün üzerine yükseltmek için bir empedans transformatörü görevi görür.

EFHW, besleme noktası empedansını stabilize etmek için bir karşı poise gerektirir. Koaksiyel besleme hattının dış yüzeyi genellikle karşı poise olarak hizmet eder, bu nedenle bir karşı poise tel olmadan bir besleme noktası choke balun kullanmayın. Besleme hattındaki ortak mod RF akımını azaltmak gerekirse, besleme noktasından 10 feet veya daha fazla bir boğucu balun veya "hat izolatörü" eklenebilir veya besleme noktası yükselirse besleme hattı zemin seviyesine ulaşır. Yere yakın besleme noktası ile ortak konfigürasyonda, besleme hattı kalkanına bağlı birkaç fit tel, besleme noktası empedansını stabilize etmede besleme hattı kalkanını destekleyecektir. Besleme noktası yükseltilmiş olarak kurulduğunda, besleme hattı kalkanı bir karşı güç görevi görür ve ayrı bir tel kullanılmaz. Bir zemin çubuğu gerekli değildir .

EFHW anteni, **gnarc.org/wp-content/uploads/ The-End-Fed-Half-Wave-Antenna.pdf adresindeki KlRF'den Steve Dick'in bir sunumunda** ve AA5TB adresindeki Steve Yates'in web sitesinde daha ayrıntılı olarak om/efha.htm1.

21.2.9 İnductively yüklü dipoller

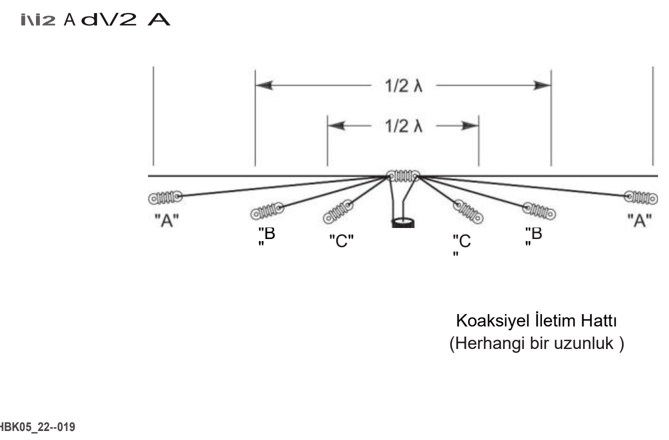
İndüktif yükleme, bir iletkenin elektriksel uzunluğunu artımsız olarak artırır. Fiziksel uzunluğunu. Bu nedenle, antene indüktörler yerleştirerek fiziksel olarak kısa dipol antenler oluşturabiliriz. Bunlara *yüklü dipoller denir ve ARRLAntenna Kitabı* bunların nasıl tasarlanacağı hakkında bilgi içerir. Bazı takaslar söz konusu: İnductively yüklü antenler daha az verimlidir ve tam boyutlu antenlerden daha dar bant genişliklerine sahiptir. Genellikle %50'den fazla kısaltılmamalıdır. David Birnbaum, K2LYV, bu kitabın indirilebilir ek bilgilerinde yer alan bir makalede iki bant üzerinde çalışan yüklü dipollerin tasarlanma sürecini açıklar.

21.2.10 Katlanmış Dipoller

Şekil 21.19, açık telli iletim hattından inşa edilen afollü dipolü göstermektedir. Dipol, - antenin her iki ucunda birbirine bağlanmış iki iletken ile ½ 'A açık tel hattından yapılır. Açık tel uzunluğunun üst iletkeni uçtan uca süreklidir. Bununla birlikte, alt iletken ortada kesilir ve besleme çizgisi bu noktada eklenir. Daha sonra vericiyi bağlamak için açık telli iletim hattı kullanılır.

Katlanmış bir dipol, tek telli bir dipol ile aynı kazanç ve radyasyon modeline sahiptir. Bununla birlikte, anten akımını iletkenler arasında eşit olarak bölen üst ve alt iletkenler arasındaki karşılıklı bağlantı nedeniyle, tek telli bir dipolün besleme noktası empedansı, antendeki iletken sayısının karesi ile çarpılır. Bu durumda, antende iki iletken vardır, bu nedenle besleme noktası empedansı, ^{2}tek telli bir dipolün 2 = 4 katıdır. (Üçlü katlanmış bir dipol dokuz kat daha yüksek besleme noktası empedansına ve benzerlerine sahip olacaktır.)

Katlanmış dipolün yaygın bir kullanımı, yüksek empedanslı besleme hattına daha iyi bir empedans uyumu sunmak için antenin besleme noktası empedansını yükseltmektir. Örneğin, bir dipole çok uzun bir besleme hattı gerekiyorsa, openwire besleme hattı kullanılacaktır. Dipolün besleme noktası empedansını yükselterek, açık tel hattındaki SWR, bir



Şekil 21.20 - Paralel dipoller kullanan çok bantlı anten, hepsi ortak bir 50 veya 75 9 koaksiyel hatta bağlı. % • boyutlar her bantta istenen çalışma frekansı için seçilir - temel, A, B ve C. Aralarındaki etkileşim nedeniyle çeşitli elemanların uzunluğunu - hem daha uzun hem de daha kısa - ayarlamaya hazır olun. Metne bakın.

Açık telli besleme hattı ile beslenen tek telli dipol. Normal 50 Q ile eşleştirme daha sonra vericide yapılabilir.

İkiz katlanmış sonlandırılmış dipol (TFTD) olarak adlandırılan katlanmış dipolün bir varyasyonu, üst iletkene bir direnç ekler. 300 - 600 © 2 değerleri kullanılır. Direncin işlevi, geniş bir frekans aralığında daha yüksek besleme noktası empedanslarını azaltan bir batma yükü olarak hareket etmektir. 80 metrede bir TFTD %2 uzunluğu, 2 ila 30 MHz aralığının tamamını 3: 1 veya daha az SWR ile kapsayacak şekilde oluşturulabilir. Direnç, verici gücünün bir kısmını dağıtır (bazı frekanslarda %50'den fazla!), Ancak SWR'deki iyileştirme, bir empedans eşleştirme ünitesi olmadan bir koaksiyel besleme hattının kullanılmasına izin verir. Artan kolaylık ve kurulum, yayılan sinyaldeki azalmadan daha ağır basar. TFTD antenleri, acil durum iletişimi için popülerdir ve yalnızca tek bir HF anteninin takılabildiği ve aşağıda açıklandığı gibi NVIS aracılığıyla bölgesel kapsama gibi yüksek performansın gerekli olmadığı durumlarda popülerdir .

21.2.11 Paralel (Fan) Dipoller

Şekil **21.20'de gösterildiği gibi paralel dipoller (fan dipolleri olarak da adlandırılır)** basit ve kullanışlı bir cevaptır. Merkez beslemeli dipoller, temel ve tek harmonikler üzerinde düşük besleme noktası empedansına ve diğer frekanslarda yüksek empedanslara sahiptir. Bu, istenen bant için antenin otomatik olarak aktif olduğu basit çok bantlı sistemler oluşturmamızı sağlar. 5 kQ direnç ile paralel olarak bağlanmış bir 50 Q direnç düşünün. İki direnç boyunca bağlanan bir jeneratör 49.5 9'u görecek ve akımın %99'u 50 © dirençten akacaktır. Rezonans ve rezonans olmayan antenler paralel olarak bağlandığında, aynı sonuç ortaya çıkar: Rezonans olmayan anten yüksek bir empedansa sahiptir, bu nedenle içinde çok az akım akar ve toplam besleme noktası empedansı üzerinde çok az etkisi vardır. Böylece, besleme noktasında birkaç dipolü birbirine bağlayabiliriz ve güç doğal olarak rezonant antene akar .

Ancak bazı sınırlar vardır. Yakın mesafedeki kablolar güçlü bir şekilde birleştirilme eğilimindedir. Paralel dipoller, bu bağlantı kısa dipollerin rezonans uzunluğunun birkaç yüzde uzadığı anlamına gelir. Daha kısa antenler daha uzun olanları fazla etkilemez, bu nedenle rezonansı en uzun süreden en kısa süreye ayarlayın. Kuplaj ayrıca daha kısa dipollerin bant genişliğini azaltır, bu nedenle kapsanan tüm bantlarda kabul edilebilir bir SWR elde etmek için bir empedans eşleştirme birimi gerekebilir. Bu etkiler dipollerin uçlarını birbirinden ayırarak azaltılabilir. ("Fan dipol'adı buradan gelir.)

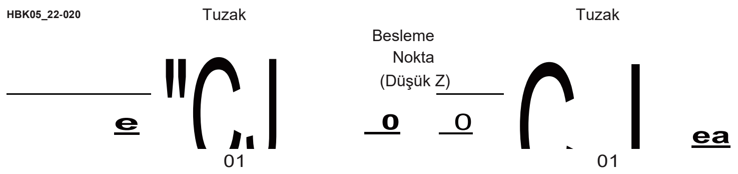
Ayrıca, güç dağıtım mekanizması, paralel dipollerden yalnızca birinin herhangi bir amatör bantta rezonansa yakın olmasını gerektirir. 80 ve 30 metre için ayrı dipoller olmamalıdır

Yüksek frekans bandı, düşük frekans bandının tek bir harmoniğine yakın olduğu için paralel olarak bağlanır ve merkezden beslenen dipoller, tek harmoniklerin yakınında düşük empedansa sahiptir. (40 ve 15 metre bantları benzer bir ilişkiye sahiptir.) Bu, bir harmonik üzerinde çalışan düşük bantlı antenin performansını kabul etmeniz veya bu tek harmonik bantlar için ayrı bir anten kurmanız gerektiği anlamına gelir. Örneğin, 80, 40, 20 ve 10 metre için kesilmiş dört paralel bağlı dipol (tek bir empedans eşleştirme ünitesi ve koaksiyel kablo ile beslenir) 80 ila 10 metre arasındaki tüm HF bantlarında makul şekilde çalışır.

21.2.12 Tuzak Dipolleri

Tuzak dipolleri (aynı zamanda "sıkışmış dipoller'olarak da adlandırılır), karma tek - telli bir dipolden çok bantlı çalışma sağlar. Şekil **21.21,** iki bantlı bir tuzak antenini göstermektedir. Bir tuzak, iki çalışma bandının üstünde bir rezonans frekansına sahip paralel indüktans ve kapasitanstan oluşur. Tuzağın rezonans frekansındaki yüksek empedansı, kabloyu tuzağın ötesinde etkili bir şekilde keser. Böylece, tuzakların rezonans olduğu iki çalışma bandının üstünde, antenin sadece tuzaklar arasındaki kısmı aktiftir.

Rezonans üzerinde, tuzak bir ca- sunar

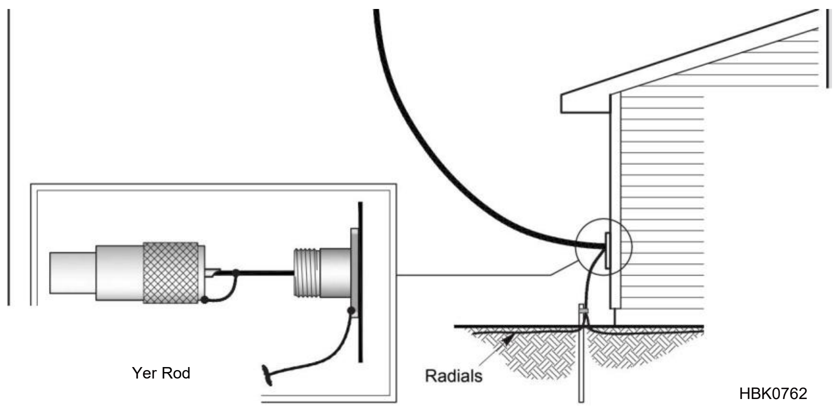


Şekil 21.21 - Bir tuzak dipol anteni örneği. L 1 ve C1, antene monte edilmeden önce bir ızgara daldırma ölçer veya SWR analizörü vasıtasıyla istenen frekansa ayarlanabilir.

Yatay Anteni Dikey Çevir

Düz üst veya ters V dipole en az bir bant daha eklemek için bir seçenek, düz üst **T** dikey antene dönüştürmektir. (T **ve Inverted-L** Antenleri bölümüne bakın.) Bunu yapmak için, besleme hattını zemin seviyesinde ayırın, besleme hattı iletkenlerini birlikte kısaltın ve bunları vericiye tek bir tel olarak bağlayın. Vericiye kalan bağlantı, bir zemin çubuğuna (gösterildiği gibi), karşı poise veya zemin radyan sistemine bağlanmalıdır. (Anten sisteminin güvenlik zemin bağlantısı hala gereklidir.) Bir koaksiyel besleme hattı gösterilir, ancak aynı teknik açık telli besleme hatları için de aynı şekilde çalışır. Her iki besleme hattı türü için bir anten tuneri gereklidir.

Bu teknik genellikle bir dipolün, yatay bölümünün rezonans olduğu frekansların altındaki frekanslarda etkili bir şekilde kullanılmasına izin verir. Örneğin, 40 metrelik bir dipol 160 ve 80 metrelerde bu şekilde kullanılabilir.



Şekil 21.A1 - Bir dipol, besleme hattı bağlantılarını yeniden yapılandırarak ve anteni zemine karşı uyararak düz bir T dikey anten olarak beslenebilir.

pacitive reaktans. Rezonansın altında, tuzak endüktif. İki çalışma bandının altında, tuzağın endüktif reaktansı, tuzağın ötesinde tel ile kısaltılmış veya yüklü bir dipol oluşturmak için bir yükleme bobini görevi görür.

Tuzaklar, coax'ın sarmal bölümlerinden (ek bilgideki W8NX makaleye bakınız) veya ayrık indüktörlerden ve kapasitörlerden yapılabilir. (Tuzaklar ticari olarak da mevcuttur.) Yüksek akım ve voltaj için derecelendirilmiş kondansatörler (şekildeki Cl) seçin. Mika verici kapasitörler iyidir. Seramik "kapı tokmağı" verici kapasitörler çalışacaktır, ancak sıcaklıkla kapasitans değişikliklerini en aza indirmek için NP0 sıcaklık katsayısı parçalarını kullandığınızdan emin olun. Kaybı azaltmak için indüktörler için büyük tel kullanın. Rezonans frekansında 100 9'un üzerindeki herhangi bir reaktans (X ve Xe) çalışacaktır, ancak bant genişliği reaktans ile artar (birkaç bin ohm'a kadar). Kurulumdan önce tuzak rezonansını kontrol edin. Bu, bir ızgara daldırma ölçer ve bir alıcı ile veya bir SWR analizörü veya empedans köprüsü ile yapılabilir.

Bir tuzak anteni oluşturmak için, daha yüksek çalışma bandı için bir dipol oluşturun ve önceden ayarlanmış tuzakları uçlarına bağlayın. İt, her bant için gerekli olan ek teli hesaplamak için oldukça karmaşıktır, bu nedenle, işlemin alt bandında '% -wave rezonansı elde etmek için yeterli tel ekleyin, gerektiğinde budama yapın. Her tuzaktaki indüktans, rezonans için gereken fiziksel uzunluğu azalttığından, bitmiş anten alt banttaki basit bir % dipolden daha kısa olacaktır.

21.2.13 NVIS Dipolleri

Bölgesel iletişim için yüksek yükseklik açılarında yayılan çok düşük dipol antenlerin kullanımı acil iletişim ("emcomm") sistemlerinde popüler hale gelmiştir. Bu, iyonosferin kritik frekansının altındaki frekanslarda (3 ila 10 MHz) çalışır - dikey olarak hareket eden bir sinyalin yansıtılacağı en yüksek frekans. (Yayılma bölümüne bakın.) NVIS iletişimi için en yaygın bant 75 metredir, çünkü kritik frekans neredeyse her zaman 4 MHz'in üzerindedir. 60 metre popülaritesi artıyor ve 40 metre gün boyunca NVIS iletişimi için genellikle yararlıdır

NVIS antenleri için özel bir anten yapım tekniği gerekmez - sadece %2 dipol inşa edin ve 0,10 yüksekliğe kurun - 0.25 'A. Bu aralığın üstünde ve altında iyi sonuçlar elde edilebilir, ancak 0.05' A'nın altındaki yüksekliklerde toprak kayıpları önemli hale gelebilir ve artan yüksekliklerde anten deseninde yüksek bir null gelişir ve NVIS etkinliğini önemli ölçüde azaltır. Konuyla ilgili yeni bir makale için Witvliet için Referanslar girişine bakın.

Bu düşük yüksekliklerde, dipolün rezonans frekansı, zeminin etkileri nedeniyle azalacaktır. İstenilen rezonans frekansını elde etmek için anteni kısaltın, ancak besleme noktası empedansı düşecektir.

21.2.14 Merkez Dışı Fed (OCF) Dipolleri

Her zamanki uygulama, besleme noktası empedansının düşük olduğu ve koaksiyel kablolara uygun bir eşleşme yaptığı merkezde 2/2 dipol beslemektir. Dipol, uzunluğu boyunca herhangi bir yerden bir besleme noktasından enerji kabul eder, ancak kaynağın merkez noktadan uzakta sunulan daha yüksek empedansa uyduğunu varsayar.

Merkez dışı beslenen dipol, besleme noktasını, empedansın genellikle 150-300 © civarında, birden fazla bantta benzer olduğu dipol boyunca bir yere yerleştirmekten yararlanır. Bir empedans transformatörü gibi uygun bir empedans eşleştirme cihazı daha sonra besleme noktası empedansını 50 ©'ye yakın bir şeye düşürmek için kullanılır. Antenin besleme noktası empedansının yerden yüksekliğe göre değiştiğini ve SWR'nin de değişeceğini unutmayın.

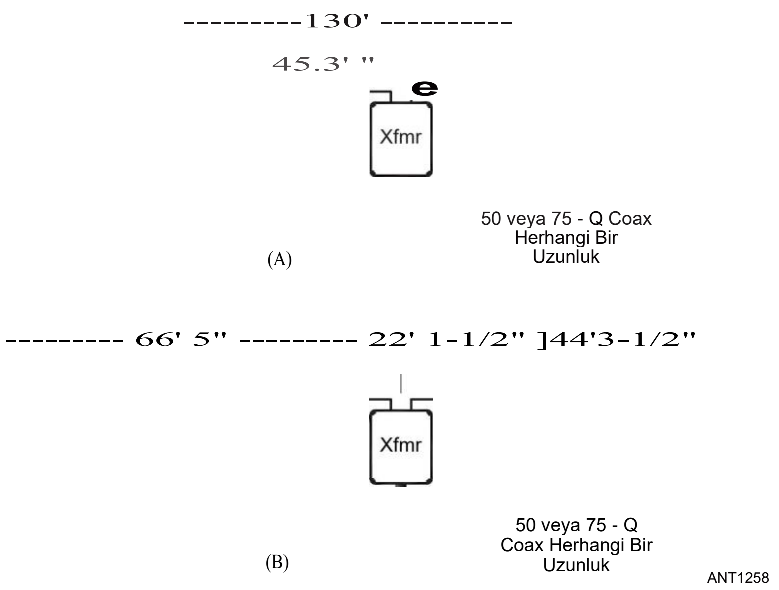
Şekil 21.22, iki merkez dışı beslemeli veya *OCF dipolünü göstermektedir*. Görünüşte benzer olduğu için, bu anten genellikle yanlışlıkla "Windom" veya bazen "koaksiyel beslemeli Windom'olarak adlandırılır. İki anten aynı değildir, çünkü Windom bir toprak zemine karşı sürülürken, OCF dipolü bir Düzenli dipol - sadece merkezinde değil. Bir OCF'nin aşırı durumu, besleme noktasının antenin sonuna kadar hareket ettirildiği son beslemeli Zepp'tir.

Bir ucundan uzunluğunun %'si beslenen OCF dipolü, temel ve hatta harmoniklerinde kullanılabilir. 3,5, 7 ve 14 MHz'de serbest alan anten empedansı 150 ila 200 © arasındadır. 6. harmonik, 21 MHz'de, anten üç dalga boyu uzunluğundadır ve maksimum akım yerine maksimum voltajda beslenir. Bu frekanstaki besleme noktası empedansı yüksektir, birkaç bin ohm, bu nedenle anten bu bantta kullanım için uygun değildir. NT4B, KlBQT, KlLİ ve KE4PT tarafından çeşitli HF bantları için OCF dipol tasarımları bu bölüm için indirilebilir ek malzeme dahildir.

İMPEDANCE TRAFO VE BALUN REQUIREMENTS

Tüm OCF dipol antenleri besleme noktasında bir empedans transformatörü gerektirir. 4:1 veya 6:1 oranı genellikle iyi sonuçlar verir. Besleme noktası empedansını etkileyebilecek anten ve besleme hattı arasındaki bağlantıyı azaltmak için besleme hattındaki bir boğma balunu da gereklidir. Yerden yüksekliği de besleme noktası empedansını etkiler - kullanılacak bantlarda kabul edilebilir bir eşleşme elde etmek için dipol uzunluğunu ayarlamaya hazır olun.

OCF dipolü radyatörün merkezinde beslenmediğinden, besleme hattı radyatöre göre simetrik olarak yerleştirilmez.



Şekil 21.22 - Çeşitli bantlarda kullanım için merkez dışı beslenen (OCF) dipoller. Uzunluk A genellikle en düşük çalışma frekansında 2/2'dir. Uzunluk B genellikle yaklaşık olarak A'nın ½. Empedans transformatörü tipik olarak 4:1 veya 6:1 tasarımıdır. İstenirse, empedans transformatöründeki bir besleme hattı tıkanması, besleme hattı izolasyonu sağlayacaktır. Besleme noktası empedansı ve SWR, antenin yerden yüksekliğinden etkilenecektir.

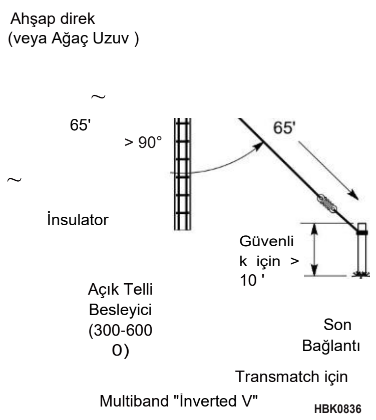
Antenin ışıma alanı. Sonuç olarak, ortak mod akımı besleme hattında, genellikle koaksiyel kabloda akacaktır. Ne kadar akım aktığı, koaksiyel kalkanın dış yüzeyinin empedansına bağlıdır; bu, tum'da, kablonun yönüne, ne kadar uzun olduğuna, yerden yüksekliğe ve benzerlerine bağlıdır. (Ortak mod akımının bir kısmı, OCF ayakları tarafından sunulan biraz eşit olmayan empedanslardan kaynaklanır, ancak kalkan akımının çoğu, besleme hattının anten alanındaki asimetrik konumundan kaynaklanır.)

Ortak mod akımının besleme hattında nasıl akmasına neden olduğuna bakılmaksızın, genellikle istenmeyen olarak görülür ve koaks kalkanının dış yüzeyinin empedansını arttırmak için bir akım veya boğucu balun kullanılır. Besleme hattından gelen radyasyon, kurulumunuzda bir sorun olmayabilir ve hatta boşlukları doldurarak antenin radyasyon düzenini iyileştirebilir. Bu durumda boğucu balun gerekmez. (Besleme hattı tıkanmaları **İletim Hatları bölümünde**

Proje: Multiband Merkezi-Fed Dipole

Merdiven hattı ile beslenen 80 metrelik bir dipol çok yönlü bir antendir. Geniş kapsamlı bir eşleştirme ağı eklerseniz, tüm HF spektrumunda ve hatta 6 metrede iyi çalışan düşük maliyetli bir anten sistemine sahip olursunuz. Sayısız jambon, bunlardan birini tek anten istasyonlarında ve Saha Günü operasyonlarında kullandı .

Şekil 21.23 böyle bir anten için tipik bir kurulum gösterir. Ters V konfigürasyonu - gösterilir ve toplam anten uzunluğu, antenin tamamı yatay ise kullanılan 135 feet'ten 130 feet'e düşürülür. Her iki konfigürasyon da iyi çalışacaktır. Bu ve verici arasında bir balun ile dengeli bir empedans eşleştirme ünitesi kullanabilirsiniz. Birçok



Şekil 21.23 - Çok bantlı HF işlemi için açık telli hat ile beslenen ters V için ayrıntılar. En iyi performans için iki bacak arasındaki dahil edilen açı 90 °'den büyük olmalıdır .

Amatörler, dengesiz empedans eşleştirme birimlerini, tunerin çıkışında veya girişinde bir balun ile kullanmada başarılıdır. Deney yapmaktan korkmayın!

Bu yapılandırma diğerleriyle popüler Anten için uzunluklar:

- 105 feet - 80 ila 10 metre
- 88 feet - 80 ila 10 metre
- Bir sonraki alt bant, empedans eşleştirme ünitesinin yeterli aralığa sahip olması durumunda da kaplanabilir, ancak ayar oldukça keskin olacaktır. Altı metre kapsama alanı mümkündür, ancak istasyon düzenine, uzunluk çıkış hattına ve empedans eşleşen birim yeteneklerine bağlıdır. Yine, deney yapmaktan korkmayın!

En iyi sonuçlar için anteni olabildiğince yükseğe yerleştirin ve anten ve merdiven - hattını metal ve diğer iletken nesnelerden uzak tutun. Bazı bantlardaki önemli SWR değerine rağmen, açık telli besleme hattı, **İletim Hatları** bölümünde açıklandığı gibi sistem kayıplarını düşük tutar.

ARRL personeli, tipik zeminden 50 feet yükseklikte 135 metrelik bir dipolü analiz etti ve bunu 50 feet'te merkezi ve 10 feet'te uçları olan ters bir V ile karşılaştırdı. Sonuçlar, 80 metre bandında, hangi yapılandırmayı seçtiğinizin çok fazla fark yaratmayacağını gösteriyor. Ters V, yere yakınlığı nedeniyle ek kayıplar sergiler. (Radyasyon modelleri indirilebilir ek bilgilerde mevcuttur.)

Yatay olarak veya ters-V olarak kurulan 135 ayak merkez beslemeli dipol, 3.5 ila 30 MHz (ve empedans eşleşen ünite yeterli aralığa sahipse 1.8 MHz'de) iyi çalışan basit bir antendir. Verici ucundaki besleme hattı empedansı, empedans eşleştirme ünitesi için aralık dışında olabilir. Böyle bir durumda, bu frekansta besleme hattının % dalga boyunu ekleyin. Bu, empedansı, empedans eşleştirme biriminin işleyebileceği bir değere değiştirebilir.

Proje: 40 ila 15 Metre Çift Bantlı Dipol

Daha önce de belirtildiği gibi, dipoller - temel rezonanslarının garip katlarında harmonik rezonanslara sahiptir. 21 MHz, 7 MHz'in üçüncü harmoniği olduğundan, 7 MHz dipolleri, 21 MHz'de popüler jambon bandında harmonik olarak rezonanslıdır. Bu çekicidir, çünkü 40 metrelik bir dipol takmanıza, koaksiyel olarak beslemenize ve hem 40 hem de 15 metrede bir anten tuneri olmadan kullanmanıza izin verir.

Ama bir yakalama var: Üçüncü harmonik rezonans aslında temel rezonans frekansının üç katından daha yüksek. Bunun nedeni, antenin orta kısmında yalıtkanların olmadığı bir son etki olmamasıdır.

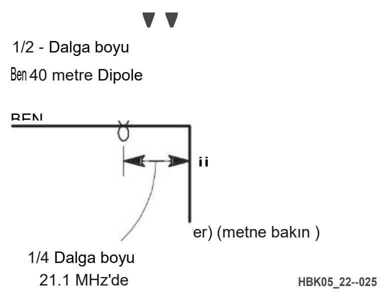
Bunun için kolay bir düzeltme, **Şekil 21.24'te gösterildiği gibi,** antene yaklaşık ¼ 'A dalga boyunda (21.2 MHz'de) kapasitif yükleme eklemektir .

Dipolün her iki yarısındaki besleme noktasından uzakta. *Kapasitans şapkaları olarak bilinen* basit yükleme telleri, 40 metrede rezonansı önemli ölçüde etkilemeden antenin rezonans frekansını 15 metrede düşürür. Bu şema ayrıca 80 ve 30 metrelerde ve 75 ve 10 metrelerde kullanılabilen bir dipol oluşturmak için de kullanılabilir. (İndirilebilir ek içeriğe 7 5 ve 10 metrelik dipol için bir proje dahildir.)

Ölçüm, kesme ve istenilen 40 metre frekansta rezonansa dipol ayarlamak. Ardından, iki adet 2 ayak uzunluğunda sert tel parçasını (# 12 veya # 14 AWG ev teli gibi) kesin ve iki döngü oluşturmak için her birinin uçlarını lehimleyin. Şekil-8'leri oluşturmak için ilmekleri ortada bükün ve geçtikleri telleri soyun ve lehimleyin. Bu kapasitans şapkalarını dipol üzerinde anten telini sıyırarak (gerekirse) ve şapkaları dipole lehimleyerek besleme noktasından çıkışın yaklaşık üçte biri (yerleştirme kritik değildir) her telde. Anteni 15 metre üzerinde rezonansa sokmak için, SWR 15 metre bandının istenen segmentinde kabul edilebilir olana kadar döngü şekillerini ayarlamak için bir anten analizörü kullanın. Tersine, istenen SWR elde edilene kadar şapkaları anten boyunca ileri geri hareket ettirebilir ve daha sonra şapkaları antene lehimleyebilirsiniz .

Proje: W4RNL Döndürülebilir Dipol İnverted-U Anten

Bu basit döndürülebilir dipol, ARRL Field Day sırasında kullanılmak üzere L.B. Cebik, W4RNL (SK) tarafından tasarlanmış ve üretilmiştir. Bu ve diğer taşınabilir işlemler için üç anten özelliği arıyoruz: basitlik, küçük boyut ve hafiflik. Bugün, bir dizi hafif katlanabilir direk mevcuttur. Uygun şekilde tasarlandığında, bazıları 5 ila 10 pound aralığında antenleri destekleyecektir. Çoğu - 10 metre borulu dipoller için uygundur ve kullanıcının anteni elle döndürmesine izin verir. Antenin menzilini 20 ila 10 metreyi kapsayacak şekilde genişletin ve bu 20 ila 30 ayak direklerini daha da iyi kullanmak için koyun. Ters U



Şekil 21.24 - Metinde açıklandığı gibi yapılan ve yerleştirilen Figure-8-shaped kapasitans şapkaları, 40 metrelik bir dipolün 15 metre bandında herhangi bir yerde rezonansa girmesini sağlayabilir.

bu ihtiyacı karşılar. **Şekil 21.25** anten için temel kiti gösterir. Tüm yapım detayları ve anten performansı hakkında daha fazla bilgi, indirilebilir ek içerikle birlikte mevcuttur.

Bir dipolün en yüksek akımı, besleme noktasından dış uçlara olan mesafenin ilk yarısında gerçekleşir. Bu nedenle, dış uç bölümleri bükülürse çok az performans kaybedilir. W 4RNL ters U, 10 metrelik boru şeklindeki dipol ile başlar. Bu bantları örtmek için 12, 15, 17 veya 20 metre için tel uzantıları eklersiniz.

Sadece 10 metre dönebilen bir dipol kurmak için yeterli alana ihtiyacınız var. Uzantılar aşağı sarkıyor**. Şekil 21.26,** antenin tüm bantlardaki göreceli oranlarını göstermektedir.

10-20 metre. 20 metrelik uzantılar, 10 metrelik dipolün yarısının uzunluğudur.

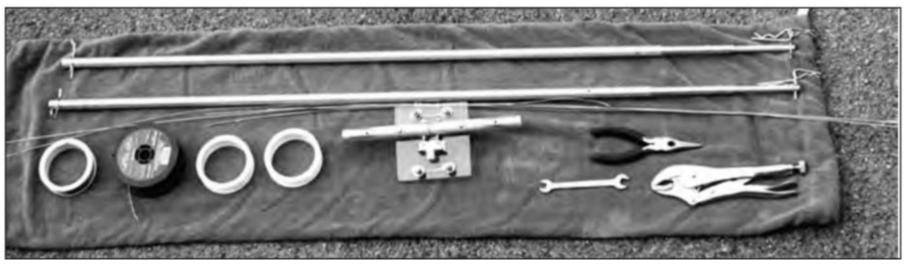
Çok fazla sinyal gücü, toplam eleman uzunluğunun yarısına kadar aşağıya doğru sarkarak kaybolmaz. Çift yönlü kazançta kaybedilen şey, azalmış yan boşluklarda ortaya çıkar. 10 metre ile 15 metre versiyonları arasında kazançta tespit edilemeyen bir düşüş var. 20 metrelik versiyon, ½ dB'nin biraz üzerinde bir kazanç düşüşü ve anten uçlarından bir sinyal artışı gösterir.

Ters çevrilmiş U'nun besleme noktası empedansı, neredeyse tüm ekipmanlar için, yerden 20 feet yükseklikte bile kabul edilebilir sınırlar içinde kalır. Ayrıca, SWR eğrileri çok geniştir, bu nedenle kesin boyutları bulmak kritik değildir.

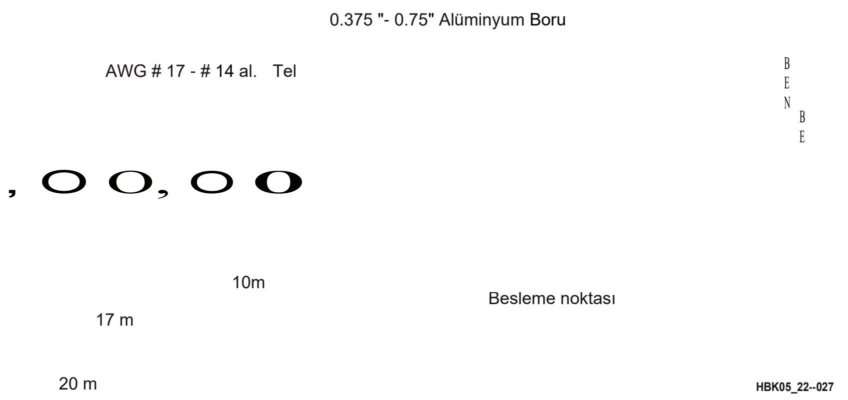
Özel alan koşulları için bile.

Bant değiştirmek basit bir konudur. Kullandığınız bant için uzantıları kaldırın ve yeni bant için uçları yükleyin. Bir SWR kontrolü ve muhtemelen son uzunlukların bir kez daha ayarlanması sizi tekrar yayına sokacaktır.

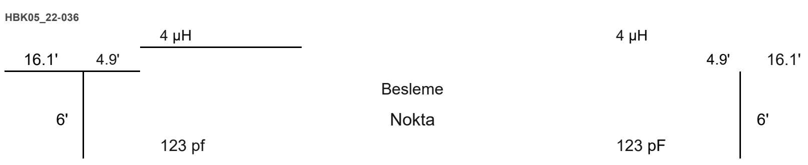
Sarkık uçlara sahip bir dipol ile güvenlik çok önemlidir. Herhangi bir güç seviyesinde, bir dipolün uçları yüksek RF voltajlarına ve wemustkeepthemoutofcontactwithithithhoman vücut parçalarına sahiptir. 20 metre boyunca tel uçları anten kullanılırken herhangi bir kişinin dokunabileceğinden daha yüksek olmadıkça anteni kullanmayın. QRP güç seviyelerinde bile, tel uçlarındaki RF voltajı tehlikeli olabilir. Anten merkezinde 20 feet olduğunda, uçlar yerden en az 10 feet yukarıda olmalıdır.



Şekil 21.25 - Yarı iç içe geçmiş formda tüm ters U anten parçaları koleksiyonu, taşıma çantasıyla. Antenle birlikte saklanan aletler, direkten plakaya montaj için U cıvatalarını sıkmak için bir anahtar ve uç tellerin borudan çıkarılmasına yardımcı olacak bir çift pense içerir.



Şekil 21.26 - 20 ile ters U alan dipolünün genel taslağı 10 metre. Dikey uç uzatma tellerinin, tüm bantlar için sabit olan ana 10 metre dipolün her iki ucuna da uygulandığını unutmayın.



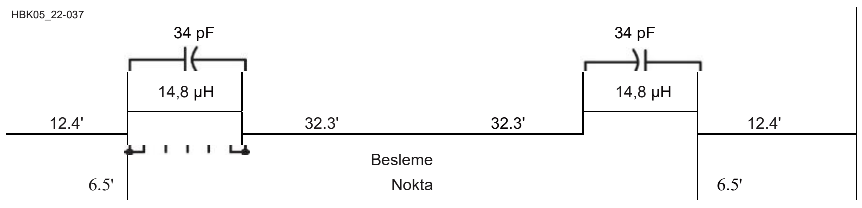
Şekil 21.27 - 80, 40, 20, 15 ve 10 metre için WV8NX bir çok bantlı dipol. Koaksiyel kablo tuzakları için gösterilen değerler (123 pF ve 4 µH) 7.15 MHz'de paralel rezonans içindir. Her tuzağın düşük empedanslı çıkışı bu anten için kullanılır.

Proje: İki W8NX Multiband, Coax-Trap Dipolleri

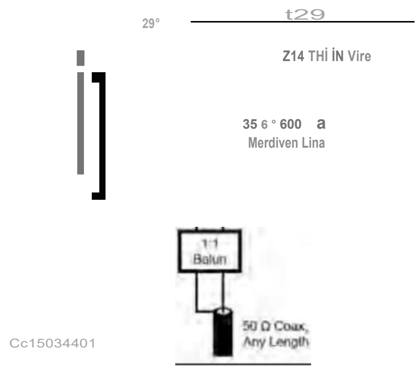
Burada iki farklı anten tanımlanmıştır. Birincisi geleneksel 80, 40, 20, 15 ve 10 metre bantlarını, ikincisi ise 80, 40, 17 ve 12 metreyi kapsar. (Bu anten projelerini açıklayan makalenin tamamı, bu kitabın indirilebilir ek - bilgi paketinin bir parçası olarak mevcuttur.) Her biri, farklı çalışma modları için bağlı olan aynı tip W8NX tuzağını ve kapsama alanını geliştirmek için bir çift kısa kapasitif saplama kullanır. En W8NX koaksiyel kablo tuzaklarının iki farklı modu vardır: yüksek ve düşük empedans modu. İç iletken sargıları ve tuzakların kalkan sargıları her iki mod için seri olarak bağlanır. Bununla birlikte, düşük veya yüksek empedans noktası tuzağın çıkış terminali olarak kullanılabilir. Düşük etkili tuzak işlemi için, sadece tuzak sargılarının merkez iletken dönüşleri kullanılır. Yüksek empedanslı çalışma için, tüm dönüşler bir tuzak için geleneksel şekilde kullanılır. Her antendeki kısa saplamalar stratejik olarak boyutlandırılmıştır ve antenin rezonans frekanslarını ayarlamada daha fazla esneklik sağlamak için yerleştirilmiştir.

80, 40, 20, 15 VE 10 M DIPOLE

Şekil 21.27 80, 40, 20, 15 ve 10 metrelik antenlerin konfigürasyonunu göstermektedir. Yayılan elemanlar # 14 AWG telli bakır telden yapılmıştır. Eleman uzunlukları, ayaklardaki tel açıklığı uzunluklarıdır. Bu uzunluklar, balun, tuzaklar ve izolatörlerdeki pigtail uzunluklarını içermez. 32,3 metre uzunluğundaki iç 40 metre segmentleri, giriş balunun eyeletinden tuzak bobini formundaki gerilim giderici deliğe kadar ölçülür. 4.9 ayak segment uzunluğu, tuzaktaki gerilim tahliye deliğinden 6 ayak saplamasına kadar ölçülür. 16.1 ayak dış segment açıklığı saplamadan uç izolatörün eyeletine kadar ölçülür .



Şekil 21.28 - 80, 40, 17 ve 12 metre için W8NX bir çok bantlı dipol. Bu anten için, **her tuzakta yüksek empedanslı çıkış kullanılır. Tuzakların rezonans frekansı 7.15 MHz'dir.**



Şekil 21.29 - Temel yapılandırma Tribe ve dipol, 35.5 fit 600 ©2 openwire - besleme hattı ile beslenen 58 metrelik bir çiftten oluşur. Balun girişinde SWR 17 metrede yaklaşık 1.5: 1 ve 12 metrede 2.4: 1 ve 30 metredir .

80, 40, 17 VE 12 METRE DIPOLE Şekil 21.28, 80, 40, 17 ve 12 metrelik antenlerin konfigürasyonunu göstermektedir. Kapasitif koçanların tuzaklardan hemen sonra dıştan takılı olduğuna ve 6,5 fit uzunluğunda, diğer antende kullanılanlardan ½ fit daha uzun olduğuna dikkat edin. Tuzaklar diğer antenlerinkilerle aynıdır, ancak yüksek empedanslı paralel rezonans çıkış modu için bağlanır. Bu antenle sadece dört bant kaplandığı için, tüm bantlarda istenen frekansa hassas ayar yapmak daha kolaydır.

Proje: 30, 17 ve 12 Metre için Triband Dipole

(Bu anten orijinal olarak Zack Lau'nun "30, 17 ve 12 Metre İçin Bir Triband Dipol" makalesinde, QEX'in Mar/Apr 2015 sayısında Wl VT tarafından açıklanmıştır. WlVT tarafından 10, 20 ve 40 metre için benzer bir tasarım "A Compact Multi band Dipole" *QST'nin Mart 2016 sayısından. Her iki* makale de indirilebilir ek içeriğe sahip PDF dosyaları olarak mevcuttur.)

Şekil 21.29'daki triband dipol, hız faktörü 0.91 olan 600 92 merdiven çizgisinin 35.5 ayak eşleştirme bölümüyle beslenen # 14 THHN katı ev telinden yapılmış 58 ayak çiftidir. İt, tasarım bantlarının üçünde de bir dipol üzerinde mütevazı bir kazanca sahiptir ve balun girişindeki SWR, 17 metrede yaklaşık 1.5: 1 ve 12 metre ve 30 metrede 2.4: 1'dir. SWR'nin bu değerlerinin tümü, birçok alıcı-vericide yerleşik otomatik ayarlayıcı veya harici bir empedans ile 1:1 ile kolayca eşleştirilir eşleşen birim.

Anten önemli ölçüde farklı bir yüksekliğe monte edilecekse, her üç bantta rezonans elde etmek için çift ve açık telli besleme hattının uzunluğunun ayarlanması gerekebilir. 50 © 2 kablo besleme hattının uzunluğu kritik değildir .

14 THHN ev telinin iki yalıtım katmanı vardır: 15 milim PVC ve 4 milim naylon. Naylon tipik olarak bir yıldan daha kısa bir sürede dökülürken, anten *EZNEC'te* 19 millik bir yalıtım kalınlığı ve 3.5'lik bir dielektrik sabiti kullanılarak modellenmiştir. Yalıtım kalınlığını 15 mile değiştirmek rezonans noktalarını önemli ölçüde değiştirmez .

Açık tel hattının biraz düşük hız faktörü, çiftle aynı yalıtımlı tel kullanılarak inşa edildiğini varsayar. 600 92 açık kablo hattını oluşturmak için 3 inçlik bir aralık önerilir. - Openwire hattını inşa etmek için diğer tel tipleri kullanılırsa, hava yalıtımlı açık tel hattının empedansı için doğru bir yaklaşım:

$$Zo = 276 \log 1o\ (2S\ /) \qquad (5)$$

Burada, iletkenler ile d arasındaki merkezden merkeze uzaklık, S ile aynı birimlerdeki iletkenlerin çapıdır.
(Açık kablo hattı için Zo, İletim Hatları bölümünün "Temel Bilgiler" bölümünde ayrıntılı olarak tartışılmaktadır.)

Açık tel besleme hattı ile koaks arasında 1:1 akım veya boğma balunu gereklidir Koaksiyel kalkanın dışının yayılan bir anten elemanı haline gelmesini ve besleme noktası empedansını etkilemesini önlemek için. (İletim **Hatları** bölümündeki "Balunlar ve İletim Hattı Transformatörleri" bölümüne bakın.) Authorrecommends 11 turnsofRG-58A/U bir FT-140-43 çekirdeğinde 10 ila 30 MHz arasında iyi çalışıyor. Steve Hunt, G3TXQ, anten 30, 17 veya 12 metreden daha yüksek bantlarda kullanılacaksa gerekli olabilecek daha yüksek bir boğulma empedansı sağlayan yığılmış bir RG-58 toroidleri üzerinde 11 tur pairofFT-240-52 kullanarak mükemmel bir balun tasarımı yayınladı.

42 feet yüksekliğinde, 17 metrede anten, tıpkı bir dipol gibi, tellere maksimum 8.9 dBi genişlikte kazanç sağlayan temiz, çift yönlü bir desene sahiptir. (Tüm anten desenleri tam makalede yer almaktadır.) 30 metrede, anten ayrıca 6.9 dBi tellere geniş bir alana sahiptir. 12 metrede anten, dört ana lobun 8.2 dBi kazanımına sahip, 50 ° genişliğinde bir azimuthal radyasyon modeline sahiptir. Geniş loblar ana loblardan 3.5 dB daha zayıftır .

Bilgisayarla Anten Modelleme

Modern bilgisayar programları *çok* daha kolay hale getirdi
Anten performansını değerlendirmek için bir jambon. Yükseklik arazileri
135 ayak için uzun merkez beslenen dipol kullanılarak üretildi
"Sayısal Elektromanyetik Kod'un kısaltması olan NEC olarak bilinen sofistike bir bilgisayar programı. *NEC,* en basit dipolden son derece karmaşık anten tasarımlarına kadar hemen hemen her anten tipini modelleyebilen genel amaçlı bir anten modelleme programıdır. *NEC'in çeşitli ana bilgisayar versiyonları,* ABD hükümeti araştırmacıları tarafından birkaç on yıldır sürekli olarak geliştirilmektedir.

Ancak genel amaçlı bir program olduğu için, *NEC*
Uzun boom, çok elemanlı Yagis gibi bazı antenleri modellerken çok yavaş olun. Yagis üzerinde NEC'den çok daha hızlı çalışan başka, özel programlar *var. İndeed*, *NEC (düzgün* uygulanırsa!) doğru olmak için bir itibar geliştirdi, ama kesinlikle öğrenmek ve kullanmak zor. Bir dizi ticari yazılım geliştiricisi bu zorluğa yükseldi ve *QST'de reklamı yapılan EZNEC ve 4nec2 gibi daha kullanıcı dostu sürümler yarattı.*

NEC bir Moment Yöntemi algoritması kullanır. Bu algoritmanın arkasındaki matematik çoğu jambon için oldukça zorludur, ancak temel ilke basittir. Bir anten parçalanır
Bir dizi düz çizgi *tel parçası*. Ortaya çıkan alanlar
Her segmentteki ve segmentler arasındaki karşılıklı etkileşimden gelen akım, azimut ve yükseklik düzlemi desenleri oluşturmak için uzak alanda vektör toplanır.

NEC tipi bir modelleme programı kullanmanın en zor kısmı antenin geometrisini ayarlamaktır - kendinizi üç boyutlu koordinatlarda düşünmeye şartlandırmalısınız. Bir telin her uç noktası üç sayı ile temsil edilir:
x, y ve z koordinatları. Bir örnek işleri çözmeye yardımcı olmalı. Bkz **Şekil 21.A2,** *135 ayak* merkezi beslenen dipol için bir model gösteren, # 14 tel yapılmış düz zemin üzerinde 50 feet yerleştirilir. Bu anten tek, düz bir tel olarak modellenmiştir .

Kolaylık sağlamak için, zemin koordinat sisteminin kökeninde, (0, 0, 0) ayaklarda, doğrudan dipolün merkezinin altında bulunur. Dipol, y eksenine paralel ve yukarıda çalışır. Kökenin üstünde, 50 feet yükseklikte, dipolün besleme noktasıdır. Dipolün kanat örtüsü sola doğru gider (yani, *negatif y* yönünde) toplam uzunluğun yarısı veya -67,5 fit. Sağa doğru, + 67.5 feet gider. Dipolün x boyutu sıfırdır. Dipolün uçları böylece koordinatları iki nokta ile temsil edilir: (0, -67.5, 50) ve (0, 67.5, 50) feet. Antenin kalınlığı telin çapı, # 14 göstergesidir .

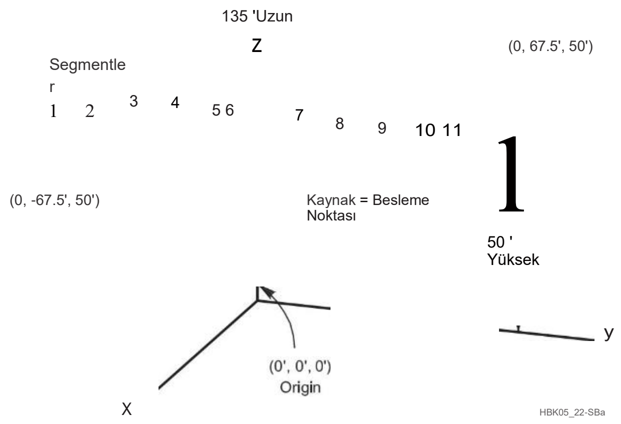
Programı çalıştırmak için, dipolün method-ofmoments analizi için bölündüğü segment sayısını belirtmelisiniz. Segment sayısını ayarlama kılavuzu, yarım dalga boyu başına en az 10 segment kullanmaktır.
Şekil 21.A2, dipolümüz 80 metre operasyon için 11 bölüme ayrılmıştır. 10 gibi çift bir sayıdan ziyade tek olan 11 segmentin kullanımı, dipolün besleme noktasını (NEC dilindeki kaynak) antenin merkezine ve altı numaralı segmentin merkezine yerleştirir.

135 fit uzunluğundaki dipolümüzü tüm HF amatör bantlarında kullanmayı planladığımızdan, kullanılan segmentlerin sayısı frekansa göre değişmelidir. Daha fazla segment kullanmanın cezası
NEC gibi bir program, programın kabaca yavaşlamasıdır. Segmentlerin karesi olarak - sayıyı ikiye katlayın ve hız dördüncüye düşer. Bununla birlikte, çok az segment kullanmak, özellikle besleme noktası empedansının hesaplanmasında yanlışlıklar ortaya çıkaracaktır. *NEC ticari sürümleri* otomatik olarak bu tür nillygritty ayrıntıları işlemek .

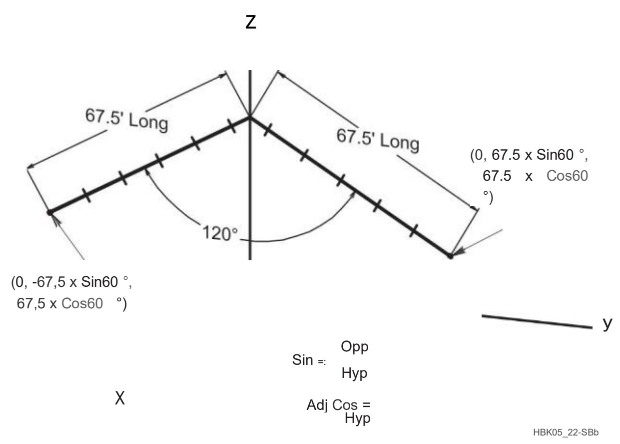
Biraz daha karmaşıklaşalım ve ters V olarak yapılandırılmış 135 ayak dipolünü belirtelim. Burada, **Şekil 21.A3'te gösterildiği gibi,** *iki* kablo belirtmelisiniz. İki tel birleşiyor
üst, (0, 0, 50) feet. Şimdi kaynağın spesifikasyonu daha karmaşık hale geliyor. En kolay yol, iki telin kavşağındaki her bir uç parçada bir tane olmak üzere iki kaynak belirtmektir. Eğer *NEC'in yerel versiyonunu kullanıyorsanız,* 120 ° dahil açısı ile sarkık dipolümüzün son noktalarını nasıl belirleyeceğinizi bulmak için lise trigonometri kitabınıza geri dönmeniz gerekebilir. Şekil 21.A3, gerekli trigonometrik denklemlerle birlikte ayrıntıları göstermektedir .

Yani, anten modellemesinin tamamen kesilmiş bir prosedür olmadığını görüyorsunuz. Ticari programlar, *NEC'in daha hantal kısımlarını gizlemek için ellerinden geleni yapıyor,* ancak yine de bilimle karıştırılmış bazı sanat eserleri var. Ve her zaman olduğu gibi, yapılması gereken ödünler var - örneğin hız karşısında segmentler .

Ancak, bunları tam olarak nasıl kullanacağınızı anladığınızda, bilgisayar modelleri harika araçlardır. Kasvetli bir kış günü uzaktayken, ekranda antenler tasarlarken size yardımcı olabilirler - yaşamı riske atmak ve buzla kaplı bir kuleye tırmanmak zorunda kalmadan. Ve nispeten kısa bir süre içinde bir bilgisayar modeli, belirli bir parametre için bir anteni optimize etmeye çalışırken yüzlerce, hatta binlerce simülasyon çalıştırabilir. Bu, binlerce kesme ve deneme ölçümüyle bir anteni en iyi şekilde ayarlamaya çalışmaktan daha iyi değil mi, hepsi de bir tırmanma koşumuyla kulenizden tehlikeli bir şekilde asılırken?! - *R. Dean Straw, N6BV*



Şekil 21.A2 - **135 ayak merkez beslemeli dipol modeli.**



Şekil 21.A3 - **Ters V olarak yapılandırılmış 135 ayak dipol modeli.**

21.3 Dikey (Yer Düzlemi) Antenler

En popüler amatör HF antenlerinden biri *dikey.* İt genellikle radyal tellerin bir zemin düzlemi üzerinde dikey olarak dikilmiş tek bir yayılan elemanı ifade eder. Tipik bir - dikey elektrik 4 7 uzunluğundadır ve tel veya borudan yapılmıştır. Dikey anten, toprak düzlemi olarak daha doğru adlandırılır, çünkü iletken yüzey (toprak düzlemi), - besleme noktasına geri dönüş akımları için bir yol oluşturur ve etkili bir şekilde %7 antenin "eksik yarısını" oluşturur. Bu tür anten için başka bir isim monopol *(*bazen unipol*).*

Zemin düzlemi, VHF/UHF mobil antenindeki bir araç gövdesi gibi katı, iletken bir yüzey olabilir. HF'de bu pratik değildir ve yer *radyalleri sistemleri* kullanılır; Anten tabanından radyal olarak yere döşenen teller. Besleme hattının bir iletkeni antenin dikey yayılan elemanına bağlanır ve kalan iletken zemin düzlemine bağlanır. Radyal teller, geri dönüş akımlarına kayıplı topraktan akmak yerine düşük dirençli bir yol veren bir zemin perdesi oluşturur.

Tek dikey antenler çok yönlü radyatörlerdir. Bu, duruma bağlı olarak yararlı veya zararlı olabilir. İletim sırasında, çoğu yatay antenin aksine, herhangi bir yönde null yoktur. Bununla birlikte, alımdaki QRM, bir dizide birden fazla dikey kullanılmadıkça, ilgilenilmeyen yönlerden çıkarılamaz.

Zemin düzlemi antenlerinin dikey olarak monte edilmesi gerekmez. Bir zemin düzlemi anteni, zemin düzlemi yayılan elemana dik olduğu sürece herhangi bir yönde çalışabilir. İstasyonlar arasındaki çapraz kutuplaşmayı en aza indirmek gibi diğer hususlar, belirli bir montaj yönü gerektirebilir. Ek olarak, HF antenlerinin boyutu nedeniyle, bunları dikey olarak monte etmek genellikle en pratik çözümdür.

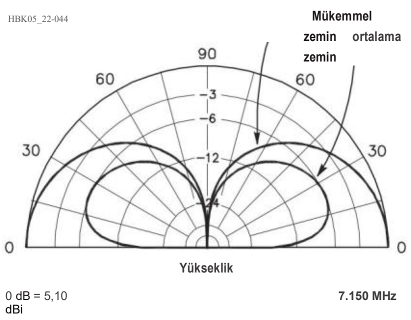
Dikey bir anten Dünya'nın yüzeyine monte edilebilir, *bu durumda bu bir yere yerleştirilmiş dikeydir. Zemin* düzlemi daha sonra zemin yüzeyinde inşa edilir. Dikey bir anten ve ilgili zemin düzlemi de zeminin üzerine monte edilebilir. Bu genellikle zemin kayıplarını azaltır, ancak gerekli sayıda - radyalin kurulması daha zordur. *Yerden bağımsız* dikeyler genellikle zeminin üzerine monte edilir, çünkü operasyonları bir zemin düzlemine dayanmaz.

21.3.1 Yer sistemleri

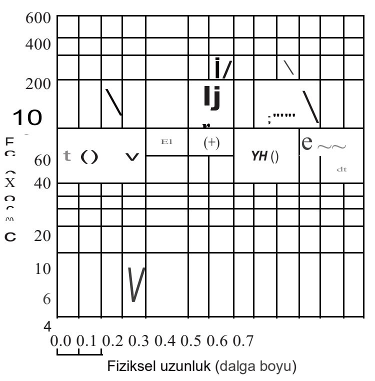
Yatay antenlerle karşılaştırıldığında, dikeyler ayrıca iki ana kayıp türünden daha fazla acı çekerler - yakın alandaki akımlar için yer dönüşü kayıpları *ve uzak alan yer kayıpları.* Yakın alandaki yer kayıpları, birçok yer radyalini kullanılarak en aza indirilebilir. Bu, "Dikey Antenler için Optimum Yer Sistemleri" kenar çubuğunda kaplıdır.

Uzak alan kayıpları, antenin etrafındaki toprağın iletkenliğine ve dielektrik sabitine bağlıdır ve antenin tabanından 100 dalga boyuna kadar uzanır. Birinin toprağın karakterini değiştirmek için yapabileceği çok az şey var - tuzlu suyla çevrili küçük bir adaya taşınmak dışında! Uzak alan kayıpları, düşük açılı radyasyonu büyük ölçüde etkiler ve pratik dikey antenlerin radyasyon modellerinin, klasik metinlerde sıklıkla görülen mükemmel zemin üzerindeki teorik modellerin çok altında kalmasına neden olur.

Şekil 21.30 iki farklı 40 metre çeyrek için yükseklik desen tepkisini gösterir



Şekil 21.30 - Farklı zemin üzerinde iki çeyrek dalga dikey anten için yükseklik modelleri. Bir dikey mükemmel zemin üzerine yerleştirilir ve diğeri ortalama zemin üzerine yerleştirilir. Düşük yükseklik açılarında farfield yanıtı Yerin kalitesinden büyük ölçüde etkilenir - dikey antenden 100 'A kadar uzakta.



Şekil 21.31 - Dikey antenlerin elektriksel yüksekliklerinin bir fonksiyonu olarak radyasyon direnci (katı eğri) ve reaktansı (noktalı eğri).

Dalga dikeyleri. Teorik olarak sonsuz büyüklükte, sonsuz iletken bir zemin üzerine yerleştirilir. İkincisi, ortalama toprak üzerinde geniş bir radyal sistem üzerine yerleştirilir, 5 mS/m iletkenliğe ve 13 dielektrik sabitine sahiptir. Bu tür toprak, ABD'nin orta Atlantik eyaletlerinin pastoral bölgelerinde bulunan ağır kilin tipik bir örneğidir. 10 ° yükseklik açısında, gerçek anten kayıpları teorik antene kıyasla neredeyse 6 dB'dir; 20 °'de fark yaklaşık *3 dB'dir.* Daha fazla ayrıntı için zeminin etkileriyle ilgili ARRL Anten Kitabı bölümüne bakın .

Gerçek zemin üzerindeki gerçek dikeyler düşük açılı radyasyon elde etmek için sihirli bir yöntem olmasa da, performansa karşı maliyet ve kurulum kolaylığı birçok anten üreticisine ilham veren teşviklerdir. Düşük - frekanslı amatör bantlarda kullanım için - özellikle 160 ve 80 metre - tam boyutlu bir dikey dikmek her zaman pratik değildir. 1.8 MHz'de, tam boyutlu bir çeyrek dalga dikeyinin yüksekliği 130 metredir. Bu gibi durumlarda, daha kısa bir yayılan elemanı kabul etmek ve bir tür yükleme kullanmak genellikle gereklidir.

Şekil 21.31 radyasyon direnci ve reaktans karşı dalga boyu dikey fiziksel yüksekliği için eğriler sağlar. Araziler mükemmel iletken zemine dayanmasına rağmen, zemin perdesi yapmak için birçok radyalin yerleştirildiği tesisler için genel eğilimleri gösterirler. Radyatör kısaldıkça, radyasyon direnci azalır - 6 Ω, 0.1 2 için tipiktir. yüksek anten. Radyasyon direnci ne kadar düşük olursa, anten verimliliği o kadar çok zemin iletkenliğine ve zemin ekranının etkinliğine bağlıdır. Ayrıca, uzunluk Şekil 21.31'deki ölçeğin soluna doğru azaldıkça bant genişliği belirgin şekilde azalır. Radyasyon direnci çok düşük olduğunda uygun eşleştirme ağları geliştirmek zor olabilir.

Genellikle çok sayıda daha kısa radyal, - birkaç daha uzun olanlardan daha iyi bir zemin sistemi ile sonuçlanır. Örneğin, dört 47 radyal yerine sekiz 4 2 radyal tercih edilir. Optimum radyal uzunluklar kenar çubuğunda tanımlanmıştır.

Radyallerin iletken boyutu özellikle önemli değildir. # 4'ten # 20 AWG'ye kadar olan tel göstergeler amatörler tarafından başarıyla kullanılmıştır. Bakır tel tercih edilir, ancak toprakta asit (veya alkali) düşük olduğunda, alüminyum tel kullanılabilir. Teller çıplak veya yalıtılmış olabilir ve dünya yüzeyine döşenebilir veya yerin birkaç inç altına gömülebilir. İnsulated teller, toprak kimyasallarından daha az korozyon ve çözünme nedeniyle daha uzun ömürlü olacaktır .

Özellik boyutları eşit aralıklı radyal - tellerin klasik bir kurulumuna izin vermediğinde, alan izin verdikçe yere yerleştirilebilirler. Antenden sadece bir veya iki pusula yönünde kaçabilirler. Mülkünüze sığacak şekilde bükülmüş olabilirler. Donanım bezi ve tavuk teli de oldukça etkilidir, ancak hızlı paslanmayı önlemek için galvanizleme yüksek kalitede olmalıdır.

Tek bir zemin çubuğu veya bunların bir araya getirilmiş grubu, nadiren rastgele uzunluktaki radyal tellerin toplanması kadar etkilidir. (Yıldırımdan korunmak için dikey tabandaki bir yer çubuğu kullanılmalıdır.)

Tüm radyal teller dikey antenin tabanında birbirine bağlanmalıdır. Elektrik bağı düşük dirençli olmalıdır. Teller birleşme noktasında birbirine lehimlendiğinde en iyi sonuçlar elde edilecektir. Topraklanmış bir dikey kullanıldığında, toprak telleri tahrik elemanının tabanına güvenli bir şekilde yapıştırılmalıdır.

Dikey antenler ve radyalleri yerden yükseltildiğinde yer dönüşü kayıpları daha düşüktür, bu da çatılarında yer düzlemi antenleri kullananlar tarafından iyi bilinen bir noktadır. 160 veya 80 metrede bile, etkili dikey anten sistemleri, yerden 10 ila 20 feet yüksekliğe kadar dört'/7 uzun radyallerle yapılabilir.

21.3.2 Tam Boyutlu Dikey Antenler

Tam boyutlu bir ¼ 'A dikey anten kurmak pratik olduğunda, **Şekil 21.32'de gösterilen formlar** dikkate değerdir. A'daki örnek, iyi bilinen *dikey zemin düzlemidir. Zemin* sistemi dört yer üstü radyal telden oluşur. Tahrik elemanının uzunluğu ve ¼ 'A radials standart denklemden türetilmiştir

L (ft) = 234/f (MHz) (6)

Dört eşit uzaklıkta radyal teller yaklaşık 30 ° (Şekil 21.32A) sarkık ile, besleme noktası empedansı kabaca 50 9'dur. Radyatörler radyatöre dik açıdayken (Şekil 21.32B) empedans 36 0'a yaklaşır .

Yer dönüş kayıplarını en aza indirmenin yanı sıra, yere monte edilmiş bir tipe göre bu tür dikey antenlerde bir diğer önemli avantaj, sistemin yakındaki iletken nesnelerin (güç hatları, ağaçlar, binalar vb.) Sarkık radyaller kullanıldığında, anteni destekleyen direk için eleman telleri olarak da hizmet edebilirler. Koaksiyel kalkan örgüsü radyallere ve merkez iletken tahrik elemanına bağlanır.

Şekil 21.32C'de gösterilen Marconi dikey anteni, yere monte edilmiş bir dikey tarafından alınan klasik formdur. İt topraklanabilir

Baz *ve şant beslenen,* ya da gösterildiği gibi, yerden izole edilebilir ve *seri beslenen.* Her zaman olduğu gibi, bu dikey anten verimli performans için etkili bir zemin sistemine bağlıdır. Antenin altında mükemmel bir zemin olsaydı, besleme empedansı 3602'ye yakın olurdu. Pratik bir durumda, kusurlu zemin nedeniyle, empedansın 50 © civarında olması daha olasıdır.

Dikey antenler de 4 2'den uzun olabilir; %7., %7 ve %2 dikey

Hepsi iyi sonuçlarla kullanılabilir, ancak hiçbiri tabanda 50 © besleme noktası empedansı sunmaz. Rezonant olmayan uzunluklar, rezonant olmayan yatay antenlerle aynı nedenlerle popüler hale gelmiştir; Düşük kayıplı besleme hattı ve geniş aralıklı empedans eşleştirme ünitesi ile beslendiğinde, anten birden fazla bantta kullanılabilir. **İletim Hatları** bölümünde açıklanan çeşitli eşleştirme ağları kullanılabilir. Radyasyon deseni nedeniyle %7'nin üzerindeki anten uzunlukları önerilmez

Dikey Antenler için Optimum Zemin Sistemleri

Eski zamanlayıcılar ve yeni gelenler tarafından sıkça sorulan bir soru şudur: "Peki, dikey antenim için gerçekten kaç tane yer radyaline ihtiyacım var?" Çoğu jambon, "birkaçı iyiyse, daha fazlası daha iyi olmalı" veya'çok sayıda kısa radyan birkaç uzun olandan daha iyidir'gibi radyallerle ilgili eski bekleme hikayelerini duymuştur.

K4ERO John Stanley, Aralık 1976'da *QST'de "Dikey Antenler için Optimum Yer Sistemleri'adlı makalesinde bu konuda profesyonel literatürde yaptığı bir çalışmayı etkili bir şekilde özetledi. Yaklaşımı,* verileri Tablo 21'de bir tür "maliyet-fayda" tarzında sunmaktı. John biraz alaycı bir şekilde yeni bir liyakat figürü yarattı - çeşitli radyal konfigürasyonlar için gereken toplam tel miktarı. Bu, toplam radyal telin dalga boyları açısından ifade edilir.

Tablo 21.A
Optimum yer sistemi konfigürasyonları

Yapılandırma tanımı	*A*	*B*	C	*D*	*E*	*F*
Radyan sayısı	16	24	36	60	90	120
Her radyalin dalga boylarında	0.1	0.125	0.15	0.2	0.25	0.4
Radyallerin derece cinsinden aralığı	22.5	15	10	6	4	3
Radyal telin toplam uzunluğu Yüklü, dalga boylarında	1.6	3	5.4	12	22.5	48
Düşük açılarda dB güç kaybı Çeyrek dalga yayılan element	3	2	1.5		0.5	o
İle ohmlarda besleme noktası Çeyrek dalga yayılan element	52	46	43	40	37	35

Not: Yapılandırma tanımları yalnızca metin başvurusu için belirtilir.
* Referans. Bu konfigürasyonun kaybı, mükemmel iletken bir zemine kıyasla önemsizdir .

Bu tablodan neredeyse atlayan sonuçlar:

• Sadece 16 radyal (A Durumu) yükleyebiliyorsanız, çok uzun olmaları gerekmez - 0.1 fe yeterlidir. Toplamda 1.6 2 radyal tel kullanacaksınız, bu da 3.5 MHz'de yaklaşık 450 feet.

• Eğer 120 radyal (Durum F) bırakma lüksüne sahipseniz, 0.4 *2* uzunluğunda olmalı ve 16 radyal durumda yaklaşık 3 dB kazanacaksınız. Ayrıca toplam telin 48 2'sini kullanacaksınız - 80 metre için bu yaklaşık 13.500 feet!

• Eğer 120 radyal koyamazsanız, ancak 0.15 *2 olan 36 radyal kurabilirsiniz.* Uzun (Durum C), en uygun Durum F'ye kıyasla sadece 1.5 dB kaybedersiniz. Ayrıca 5.4 fe toplam tel veya 3.5 MHz'de 1.500 feet kullanacaksınız.

• 1:1'lik bir 50 Q SWR mutlaka iyi bir şey değildir - A Durumunda en kötü durum zemin sistemi en düşük SWR'ye sahiptir.

Tablo 21.A, "Ortalama" kalitede toprak için durumu temsil eder ve yere döşenmiş veya toprağa birkaç inç gömülmüş radyal teller için geçerlidir. Bu tür zemine monte edilmiş radyallerin, bu zemine yakınlıkları nedeniyle detune edildiğini ve bu nedenle "boş alanda" olmaları gereken klasik çeyrek dalga boyu olmaları gerekmediğini unutmayın.

John makalesinde ayrıca, aşağıdaki amatör bantlardaki atmosferik gürültü nedeniyle, yer radyal kayıplarının yalnızca iletimde önemli olacağını belirtti.
30 MHz, tıpkı gerçek sinyallerin olacağı gibi, yer kayıpları tarafından zayıflatılır. Bu, alımda nihai sinyal-gürültü oranını sınırlar.

Yani, orada takaslar var - iletilen sinyaldeki kayıp, daha fazla radyal kablo kurmak için gereken maliyete (ve çabaya) kıyasla. Sen seç.

Birden fazla loba ayrılmaya başlar, ufukta 1 'A'da bir boşluk oluşur.

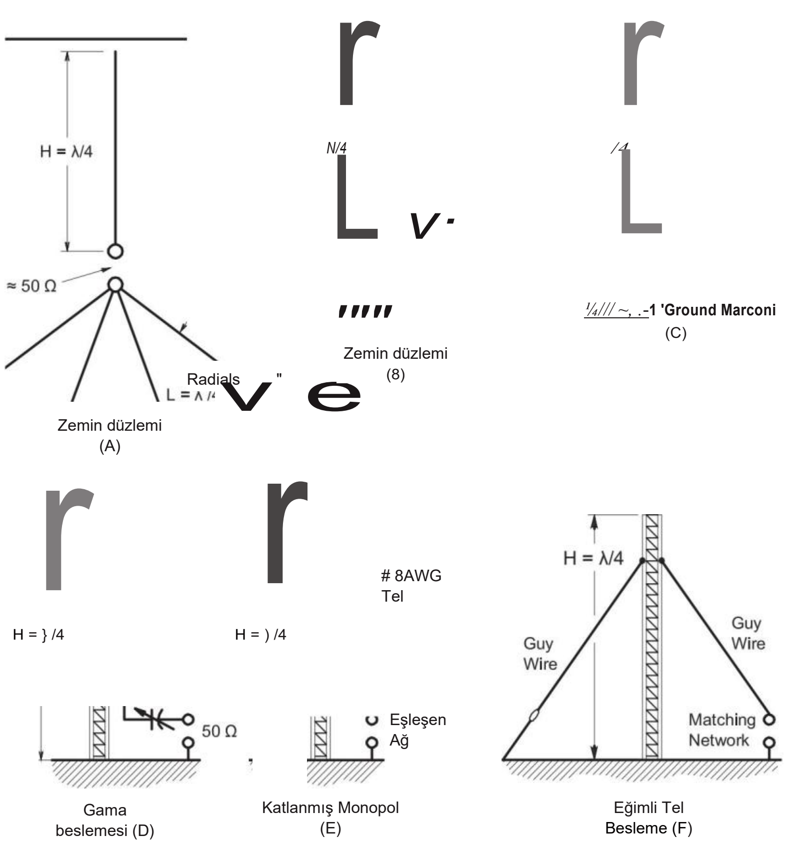
Topraklanmış 4 2 dikey için bir gama eşleştirme besleme sistemi Şekil 21.32D'de sunulmuştur. (Gama eşleşmesi **ayrıca İletim Hatları** bölümünde de tartışılmaktadır.) Uygulanabilir gama-kol ve kapasitör boyutlarına ulaşmak için bazı kurallar çubuk uzunluğunu 0.04 ila 0.05 'A yapmak, Çapı, tahrik elemanının ve gama kolu ile tahrik elemanı arasındaki merkezden merkeze boşluğun kabaca 0,007 'A ½ ½. C 1'in 50 © eşleştirilmiş koşuldaki kapasitesi, dalga boyu metre başına yaklaşık 7 pF olacaktır. Cl mutlak değeri dikey rezonans olup olmadığına ve radyasyon direncinin kesin değerine bağlı olacaktır. En iyi sonuç için, radyatörü rezonans uzunluğundan yaklaşık %3 daha kısa yapın .

Amatör anten kuleleri, bir HF-band ışın anteni genellikle kuleye monte edilmiş olsa da, şant beslemeli dikeyler olarak kullanılmak üzere ödünç verilir. Bir gama beslemesi kullanılıyorsa, genel sistem istenen çalışma frekansında rezonansa yakın olmalıdır. HFband ışını, kulenin üst yüklemesine biraz katkıda bulunacaktır. Böyle bir sistemin doğal rezonansı, katlanmış bir monopol (Şekil 21.32E) oluşturmak için kulenin tepesinden bir # 12 veya # 14 AWG teli düşürülerek (kule tepesine bağlanarak) kontrol edilebilir. Damla telinin alt ucu ile toprak sistemi arasına dört veya beş tum bağlantı yerleştirilebilir. Daha sonra bağlantıya bir dip ölçer veya rezonans frekansını belirlemek için bağlantıya bağlanmış bir anten analizörü yerleştirilir. Şant besleme kuleleri, *ARRL Anten Kitabında ve* ON4UN'un *Düşük Bant DXing'inde kapsamlı bir şekilde tartışılmaktadır* .

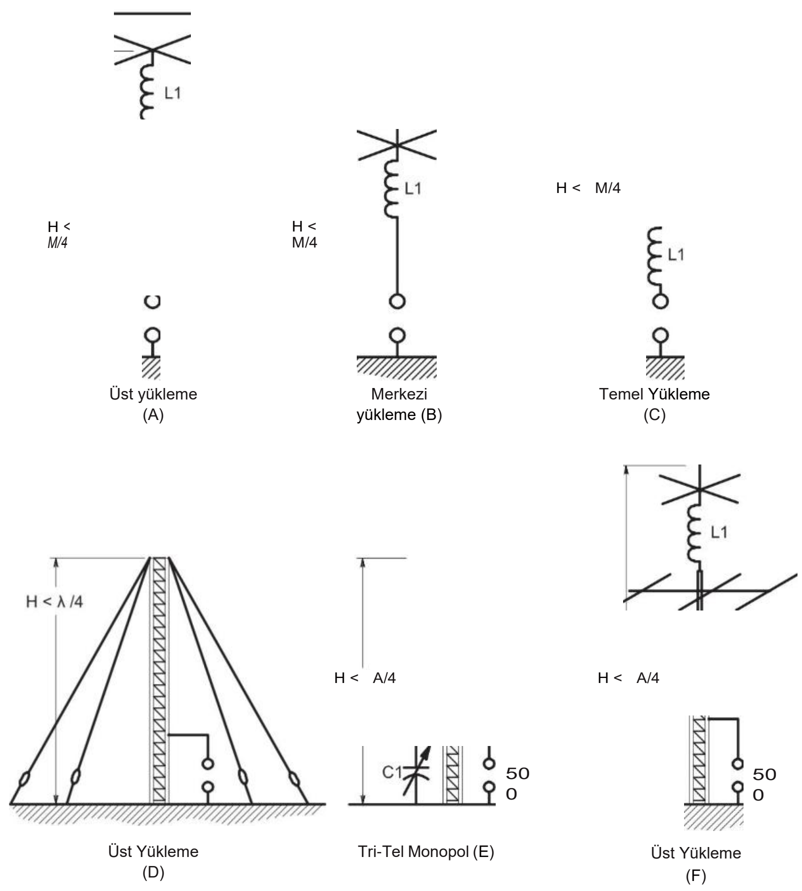
Kule, adam telleri ile donatılmışsa, -dikeylerin istenmeyen yüklenmesini önlemek için gerinim izolatörleri ile parçalanmalıdır. Kule ve ışın antenlerinin sağlayamadığı durumlarda ¼ 'Bir rezonans, üst adam tellerinin bölümleri üst yükleme kapasitansı olarak kullanılabilir. Uygun boyutları belirlerken adam-tel uzunluklarını (dip-metre tekniğini kullanarak) deneyin. Modelleme, tasarımın bu bölümünde çok zaman kazandırabilir.

Şekil 2 1 .32E'de katlanmış bir monopol tasvir edilmiştir. Bu sistem, artan besleme noktası empedansı avantajına sahiptir. Ayrıca, birden fazla bantta çalışmaya izin vermek için damla telinin tabanı ile zemin sistemi arasında bir empedans eşleştirme ünitesi bağlanabilir. Örneğin, kule 80 metrelerde rezonansa sahipse, 160 ve 40 metrelerde gösterildiği gibi, tam boyutlu bir anten görevi görecek 160 elektriksel olarak yeterince uzun olmasa bile, makul sonuçlarla kullanılabilir. Düşme telinin kuleden belirli bir mesafede olması gerekmez, ancak 12 ila 30 inç arasındaki boşlukları deneyebilirsiniz.

Şekil 21.3 2F'de gösterilen yöntem



Şekil 21.32 - Çeşitli dikey anten türleri.



Şekil 21.33 - Yüksekliği dörtte bir dalga boyundan az olan dikey antenler.

Genellikle *eğimli tel besleme olarak adlandırılır.* Adam telleri ve kule çeyrek dalga rezonansı sağlamak için birleşir. Eşleşen bir ağ, bir adam tel ve topraklamanın alt ucu arasına yerleştirilir ve 1:1 SWR için ayarlanır. **İt, empedans** eşleştirme ünitesinin 50 Q'ya bir maç yapabildiğini varsayarak, kule üzerindeki adam tellerinin hangi seviyede bağlandığı önemli değildir.

21.3.3 Fiziksel olarak kısa dikeyler

Kısa dikey radyatörler bir grup **Şekil 21.33 sunulmaktadır. İllustrations** A ve B üst ve orta yükleme içindir. Her örnekte bir kapasitans şapkası gösterilir. Şapka, antenin radyasyon direncini artırmak ve bant genişliğini artırmak için pratik olduğu kadar büyük olmalıdır. Yükleme bobinindeki tel, sarım kolaylığı ve bobin formu boyutuyla tutarlı en büyük gösterge için seçilir. Daha büyük tel çapları sistemdeki dirençli (İR) kayıpları azaltacaktır. Bobin formundaki malzeme orta veya yüksek dielektrik sabitine sahip olmalıdır. Fenolik veya fiberglas boru tamamen yeterlidir.

Taban yüklü bir dikey, Şekil 21.33'ün C'sinde gösterilir. Birincil sınırlama, dikeydeki yüksek akım kısmının tahrik elemanı yerine bobinde bulunmasıdır. Merkezi yükleme ile, antenin bobinin altındaki kısmı yüksek akım taşır ve üst yüklü versiyonda tüm dikey eleman yüksek akım taşır. Antenin yüksek akım kısmı radyasyonun çoğundan sorumlu olduğundan, baz yükleme üç yöntemin en az etkili olanıdır. Gösterilen bobin yüklü antenlerin radyasyon direnci genellikle 16 Q'dan azdır.

Kısa bir dikeyi üst yüklemek için adam tellerini kullanmanın bir yöntemi Şekil 21.33D'de gösterilmiştir. Bu sistem gama beslemesiyle iyi çalışır. Yükleme telleri, genel sistem için bir elektrik çeyrek dalga boyu sağlamak üzere kesilir. Bu yükleme yöntemi, A'dan C'ye kadar gösterilen sistemlerden daha yüksek bir radyasyon direnci ve daha büyük bant genişliği ile sonuçlanacaktır. İf bir HF veya VHF dizisi kulenin tepesindedir, sadece üst yüklemeye katkıda bulunacaktır.

Şekil 21.33E'de üç telli bir monopol gösterilmiştir. İki # 8 AWG damla kablosu kulenin tepesine bağlanır ve zemin seviyesine getirilir. Teller kuleden herhangi bir uygun mesafeye yerleştirilebilir - normalde yanlardan 12 ila 30 inç. Cl en iyi SWR için ayarlanır. Bu tip dikey oldukça dar bir bant genişliğine sahiptir, ancak **C 1 motorla çalıştırılabildiğinden** ve çalışma konumundan kontrol edilebildiğinden, frekans değişiklikleri kolayca gerçekleştirilebilir. Bu teknik, kule bir elektrik çeyrek dalga boyu yüksekliğinden

için uygun olmayacaktır .

Üst yükleme için farklı bir yöntem gösterilir

Şekil 21,3 3 F. Barry Boothe, W9UCW, QST 1974 Aralık ayında bu yöntemi açıkladı. *Elektrik* çeyrek dalga boyu dikey oluşturmak için kulenin tepesinde bir uzatma kullanılır. Ll, anten rezonansı sağlamak için yeterli endüktansa sahip bir yükleme bobinidir. Bu tip anten, 160 metrede çalışmaya izin verir.

Proje: Üst Yüklü LowBand Anten

W9SR Dick Stroud tarafından burada açıklanan kısa, üst yüklü dikey anten, sınırlı alana sahip veya taşınabilir operatörler olan jambonların ilgisini çekiyor. 40, 80 ve 160 metrelerde kullanılmıştır. Anten, dikey - radyatör için tek bir 10 ayak TV direk bölümü, kapasitans şapkası, yükleme bobini ve kısa üst direk kullanır. Toplam yükseklik, **Şekil 21.34'te görüldüğü gibi 15 metreden azdır.** Kapasitans şapkası ve yükleme bobini tertibatı, bobin endüktansında değişiklikler olan daha uzun dikey radyatörlerle kullanılabilir. Tam boyutları ve yapı ayrıntılarını gösteren bir çizim, indirilebilir ek içerikle kullanılabilir.

KAPASITANS HAT

Kapasitans şapkası, bobinin üzerindeki üst direğe bağlanan bir göbek ve alüminyum çubuktan yapılmış altı elemandan oluşur. Hub montajının işlenmesi, delinmesi ve dokunulması, tesisleriniz yoksa hemen hemen her makine atölyesi tarafından yapılabilir. Boyunca paslanmaz çelik donanım kullandığınızdan emin olun. (Orijinal hub'ı inşa ettiği için Fred Gantzer, W0AWD'a teşekkürler.)

Göbek, **Şekil 21.35'te gösterildiği gibi iki adet ½ inç kalınlığında alüminyumdan yapılmıştır.** İki parça, %*1* inç üst direk üzerinde kayan göbeği oluşturmak için birbirine cıvatalanır. Üç 10-32 vida ile yerinde tutulur. Kapasitans şapkasının altı elemanı inç alüminyum çubuktan yapılmıştır ,



Şekil 21.34 - W9SR'nin kısa dikey Üst yükleme ve 160, 80 veya 40 metre için kompakt bir anten yapmak için 10 ayak TV direği ile bir kapasitans şapka kullanır.

Her biri 4,5 metre uzunluğunda. Bunlar 6-32 vidayla yerinde tutulur.

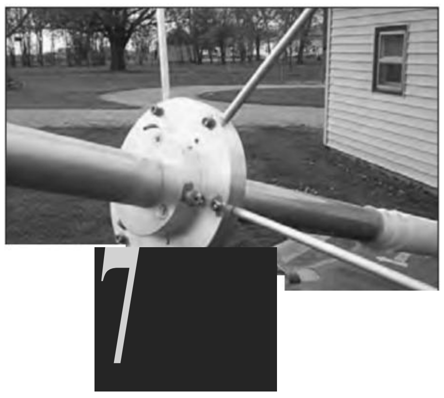
LOADNG COIL

Bobin formu fiberglas borudan yapılır. 6 inç uzunluğunda 1.25 inç OD fiberglas boru, 10 inç uzunluğunda 1 inç OD boru üzerinde ortalanmıştır. Tüpler sıkıca teleskoplanır ve daha küçük tüpün düzgün oturması için hafifçe zımparalanması gerekebilir.

Yükleme bobini 1.25 inç OD fiberglas tüpe sarılır. Bobin optimize edildikten sonra, hava koşullarına karşı koruma için bir miktar büzülme ile kaplanır. İndirilebilir ek içerikteki çizimdeki bobin sargı bilgileri, 10 ayak direği ile kullanım içindir.

Bobin tertibatının alt kısmı doğrudan TV direğinin konik üst bölümüne sığar ve bobin tertibatının maruz kalan üst fiberglas kısmı 2,5 fit uzunluğunda, 1.125 inç OD, alüminyum üst direğe sığar. Paslanmaz 8-32 vidalar parçaları bir araya getirir ve ayrıca yükleme bobini telleri için bir bağlantı noktası sağlar. Boyalı bir çelik direk kullanırsanız, boyayı bağlantı noktasından çıkardığınızdan emin olun ve ayarlama tamamlandıktan sonra hava durumunu mühürleyin.

Kapasitans şapka göbeği üst direk üzerinde kayar ve üç ile yerinde tutulur



(A)



(B)

Şekil 21.35 - Tamamlanan kapasitans şapka düzeneği A'da gösterilir ve B, yükleme bobini ve kapasitans şapkası ile üst direk düzeneğinin bir görünümünü gösterir.

Tablo 21.2
Şant İnductor Sarma Detayları

Frekans (MHz)	*Dönüşler*
1.8	10 dönüş # 16, *aralıklı %* inç
3.5	8.75 dönüş # 16, *aralıklı %* inç
7	7.5 dönüş # 16, *aralıklı %* inç

Not: Tüm indüktörler hava yarası, 1.75 inç İD'dir. Gösterilen boyutlar 10 ayak direği ile kullanım içindir.

Vidalar. Göbek, bobinin yaklaşık 6 inç üzerindedir, ancak antenin rezonansını hafifçe değiştirmek için konum hareket ettirilebilir.

Tamamlanan kapasitans şapkası ve yükleme bobini montajı Şekil 21.35'te gösterilmiştir. Glyptal (dış cila veya Loctite da çalışır) bir dab, ayarlamalar yapıldıktan ve anten kuruluma hazır olduğunda vidaları yerinde kilitler.

Koaksiyel besleme hattı TV direğinin altına bağlanır. Yine, bağlantı için bir 8-32 vida kullanın ve metalden herhangi bir boyayı temizleyin. Anteni 50 92 iletim hattına eşleştirmek için, tabanda küçük bir paralel (şant) indüktans gereklidir. İndüktör # 16 AWG tel ile hava sarılır (**bkz. Tablo 21.2).**

MOUNTİNG ANTEN

Bir cam içecek şişesi, taban izolatörü olarak iyi hizmet eder, şişenin boynu TV direğine sıkıca oturur. Taban izolatörünü desteklemek için, şişenin tabanını yaklaşık 14 inç uzunluğunda 2 x 6 kartın merkezinde kabul edecek kadar büyük bir delik açın. Şişenin kaymasını önlemek için alt kısmına ¼ inç kontrplak bir parça çivileyin. Temel destek panosunun hareket etmesini önlemek için, birkaç delik açın ve kazıklarla yere sabitleyin .

Anten üst ağırdır ve gizlenmesi gerekir. Basit bir yalıtımlı eleman halkası 2 inç PVC kuplajından yapılabilir ve yükleme bobininin hemen altındaki direğe yerleştirilebilir. PVC direğe üç adet 4-20 cıvata ile kilitlenmiştir. 1 inç uzunluğundadır ve PVC'nin içinde ve dışında somunlar vardır. Adam hatları için üç adet 4 inç delik açılır, % inç absorbant olmayan halat uzunluklarından yapılır.

OPERATYON

10 ayak direği ile havada sonuçlar, düşük güçte bile çok iyi olmuştur. İlk testler için zemin sistemi, Hoosier toprağına dövülmüş 8 metrelik bir yer çubuğundan başka bir şey değildi. Bu kurulumla ve yaklaşık 90 W kullanarak, bir hafta boyunca birçok DX teması yapıldı ve ülke çapında temaslar bol oldu.

Ancak deney yapmak için çok yer var. Performans, genişletilmiş bir radyal sistem veya yükseltilmiş ve yalıtılmış radyaller kullanılarak geliştirilebilir. (Radyal sistemi ile ortalama zemin üzerinde çok daha iyi performans bekliyoruz) İki, hatta üç, direk Bölümler ek elemanlar ve uygun yükleme bobini indüktansı ile kullanılabilir. Birden fazla direk kullanıyorsanız, eklemlerde iyi bir elektrik bağlantısı yaptığınızdan emin olun. Üst montaj şimdi 160 metrede iletmek için 60 metrelik bir kutbu üst yüklemek için kalıcı olarak kullanılmaktadır.

21.3.4 Kulelerde Kablolar ve Kontrol Kabloları

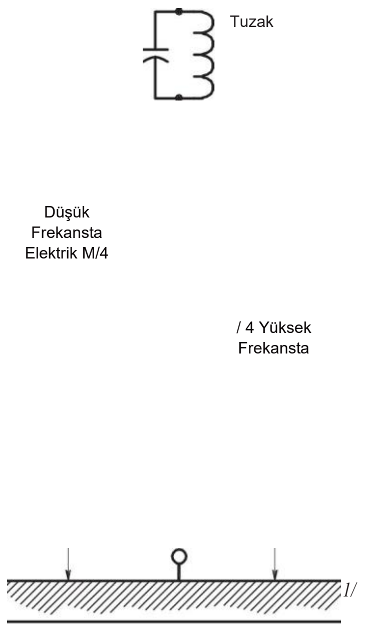
Şekil 21.32 ve 21.33C-E'de gösterilen tipteki çoğu dikey anten, genellikle üstte HF veya VHF ışın antenleri bulunan kulelerden oluşur. Rotatör kontrol telleri ve kulenin tepesindeki koaksiyel besleyiciler anten performansını olumsuz etkilemeyecektir. Aslında, kompozit antenin bir parçası haline gelirler. İstenmeyen RF akımlarının telleri kulübeye takip etmesini önlemek için, onları kule ayaklarına yakın bir şekilde giydirin ve zemin seviyesine getirin. (Kulenin içindeki kabloları çalıştırmak daha da iyi çalışır.) Bu, RF'deki kabloları ayırır. Teller daha sonra dünya yüzeyi boyunca (veya yeraltına gömülmüş) çalışma konumuna yönlendirilmelidir. Bu yapıldığında, maksimum yasal güç kullanıldığında bile, döndürücü kontrol uçlarında bypass kapasitörleri veya RF boğucuları kullanmak

21.3.5 Çok bantlı tuzak dikeyleri

Şekil 21.36'nın iki bantlı tuzak dikey anteni, bir tuzak dipolü veya tuzak Yagi ile aynı şekilde çalışır. Dikkate değer fark, dikenin bir dipolün yarısı olmasıdır. Radyal sistem (yer içi veya yer üstü) anten için bir zemin düzlemi olarak işlev görür ve dipolün eksik yarısı için bir eşdeğer sağlar. Bir kez daha, zemin sistemi ne kadar etkili olursa, anten performansı o kadar iyi olacaktır.

Tuzak dikeyleri genellikle 4 7 radyatör olarak çalışacak şekilde tasarlanmıştır. Antenin tuzağın altındaki kısmı, önerilen daha yüksek çalışma frekansında bir ¼ 'A. radyatör olarak ayarlanır. Yani, 20/15 metrelik bir tuzak dikey, besleme noktasından tuzağın altına kadar 15 metrede rezonant bir çeyrek dalga boyu olacaktır. Tuzak ve antenin tuzağın üzerindeki kısmı (artı tuzağın altındaki 15 metrelik bölüm) 20 metrelik çalışma sırasında tam anteni oluşturur. Ancak tuzak devrede olduğu için, dikey antenin toplam fiziksel uzunluğu, tek bantlı, tam boyutlu 20 metre dikeyinkinden biraz daha az olacaktır.

"Yerden bağımsız'çok bantlı dikey antenler de tuzaklara sahiptir, ancak elektriksel olarak 4 2'den daha uzun olacak şekilde tasarlanmıştır. Ortak bir elektriksel uzunluk, örneğin %2'dir. Bu antenlerdeki "tuzaklar" genellikle yukarıda tarif edildiği gibi paralel LC devreleri değildir. - Tekniklerin açgözlülüğü, hem paralel LC - tuzakları hem de antenin elektriksel uzunluğunu farklı frekanslarda değiştirmek için kullanılan saplamalara benzer kısa rezonant yapılarla kullanılır.



Şekil 21.36 - İki bantlı bir tuzak dikey anten. Tuzak rezonansa alınmalı kendi başına paralel bir rezonans devresi olarak Daha yüksek frekans bandı için çalışma aralığının merkezi. İndüktörün veya kondansatörün reaktansı 100 ila 300 arasında değişir. Düşük frekansta, tuzak toplam antene elektriksel uzunluk ekleyerek bir yükleme indüktörü olarak hareket edecektir.

TUZAKLAR

Tuzak, adından da anlaşılacağı gibi çalışır: paralel rezonans devresinin yüksek empedansı, 15 metre enerjisini "yakalar've - onu antenin tuzağın altındaki kısmına sınırlar. (Rezonant LC devreleri hakkında daha fazla bilgi için Elektrik Temelleri bölümüne bakın.) 20 metrelik çalışma sırasında RF enerjisinin tüm antene ulaşmasını sağlar. Bu örnekteki tuzak, 21 MHz'e paralel rezonans devresi olarak ayarlanmıştır. Bu frekansta, dikenin üst bölümünü alt bölümden elektriksel olarak ayırır, çünkü 21 MHz'de yüksek bir empedans sunar, 2 l MHz akımı engeller. Genel olarak, tuzak indüktörü ve kapasitörü 100 ila 300 © 2 reaktansına sahiptir. Bu aralıkta kritik değildir .

Tuzak antenden ayrı olarak inşa edilir ve ayarlanır. İt, çalıştırılacak bandın kısmının merkezinde rezonansa alınmalıdır. Böylece, 15 metre bandının en sevdiği kısmı 21 arasındaysa. 0 ve 21.1 MHz, tuzak 21.05 MHz olarak ayarlanmalıdır.

Rezonans, bir dip ölçer kullanarak ve kalibre edilmiş bir alıcıda sinyali algılayarak kontrol edilir. SWR analizörü de kullanılabilir. Tuzak ayarlandıktan sonra kurulabilir

Antende ve daha fazla ayar gerekli olmayacaktır. Bununla birlikte, sistem monte edildikten sonra yanıltılması kolaydır: Antendeki tuzak rezonansını kontrol etme girişimleri, tuzağın frekansta çok daha düşük hareket ettiğini gösterecektir (20/15 metre dikeyde yaklaşık 5 MHz daha düşük). Bunun nedeni, tuzağın artık genel antenin bir parçası olması ve sonuçta ortaya çıkan rezonansın toplam antenin olmasıdır. Tuzağın rezonans frekansını antenin geri kalanından ayrı olarak ölçün.

Multiband işlemi oldukça pratiktir

Uygun sayıda tuzak ve boru bölümü kullanılarak. İnşaat ve ayarlama prosedürü, kapsanan bant sayısına bakılmaksızın aynıdır. En yüksek frekans tuzağı her zaman antenin besleme ucuna en yakındır ve en düşük frekans tuzağı her zaman besleme noktasından en uzak olanıdır. Çalışma frekansı giderek azaldıkça, daha fazla tuzak ve daha fazla boru bölümü antenin işlevsel bir parçası haline gelir.

Tuzaklar önlemek için hava koşullarına dayanıklı olmalıdır

nem onları caydırmaktan. Polistiren Q Dope veya yalıtım verniği gibi yüksek dielektrik bileşiğin çeşitli kaplamaları etkilidir (indirilebilir ek içeriğe dahil olan Dick Sander, K5QY tarafından hava koşullarına dayanıklı makaleye bakınız). Alternatif olarak, tamamlandıktan sonra bobine koruyucu bir ısı küçültme borusu kılıfı uygulanabilir. Tuzak için bobin formu yüksek yalıtım kalitesinde olmalı ve rüzgar dönemlerinde stresi sürdürecek kadar sağlam olmalıdır.

21.4 T ve Inverted-L Antenler

T ve ters L, dikey antendeki varyasyonlardır. **Şekil 21.37 bir** düztop T dikey gösterir. T, temel olarak, anteni elektriksel olarak uzatmak için kapasitif yükleme görevi gören düz üst T bölümü ile kısaltılmış 42 dikey. En iyi sonuçlar için Boyut H mümkün olduğunca büyük olmalıdır (4 2'ye kadar). Yatay bölüm L, rezonans sağlayan bir uzunluğa ayarlanır. Maksimum radyasyon, yatay üst yükleme teline rağmen dikey olarak polarize edilir, çünkü her yatay yarıdaki akım, iptal eden faz dışı radyasyon oluşturur.

T anteninin bir varyasyonu **Şekil 21.38'de gösterilmiştir.** Bu anten genellikle *ters-Arazi olarak adlandırılır,* temelde ortada %2 dikey bükülür, böylece üst bölüm yere paralel olarak uzanır. T antenine benzer şekilde, dikey bölüm mümkün olduğunca uzun olmalıdır. L daha sonra toplam % A elektrik sağlamak için eklenir.

Yatay bölüm bir miktar akım taşıdığından, bazı yataylamipolarizedradiationighangles olacaktır. Bu genellikle yerel ve bölgesel kapsama alanı sağladığı için arzu edilir olarak kabul edilir. Yatay bölümün tamamen yatay olması gerekmez - telin yataydan sığ bir açıyla eğilmesi anten performansını büyük ölçüde etkilemez. Bu, ters-L'nin inşa edilmesini sağlar

Tek bir dikey destekle.

Bir kuleye bağlı bir yan kol veya bir hat uzunluğu, Tor ters-L anteninin dikey bölümünü desteklemek için kullanılabilir. (Antenlerin dikey bölümünü kuleden pratik olduğu kadar uzak tutun. Kule yüksekliği ve üst yüklemenin belirli kombinasyonları, antenlerle ciddi şekilde etkileşime giren bir rezonans oluşturabilir - örneğin 70 metrelik bir kule ve 5 elemanlı bir Yagi.)

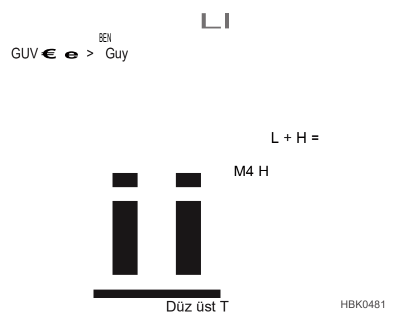
Hem T hem de ters L antenleri zemin düzlemli antenlerdir ve etkili olması için iyi bir zemin sistemi gerektirir. Eğer T veya ters-Lare çok iyi bir zemin sistemi ile kullanılırsa, besleme noktası empedansı 3 5 ila 40 £2'ye yaklaşacak ve böylece SWR 1.4: 1'e yaklaşacaktır. Ters çevrilmiş L veya Tcan, Şekil 21.38'de gösterildiği gibi rezonans için gerekenden daha uzun olacak şekilde inşa edilebilir. Bu, besleme noktası direncini, ekstra uzunluk nedeniyle 50 n artı bir miktar endüktif reaktansa yükselir. Besleme noktasında bir seri kapasitör

Daha sonra reaktansı iptal eder ve koaksiyel kablo ile doğrudan bağlantı için uygun bir 50 empedans bırakır. **Tablo 21.3,** bazı dikey ve yatay yükseklik kombinasyonları için kapasitans değerleri sağlar. Empedans eşleşmesinin ayarlanmasına izin vermek için bir verici değişken kapasitör önerilir.

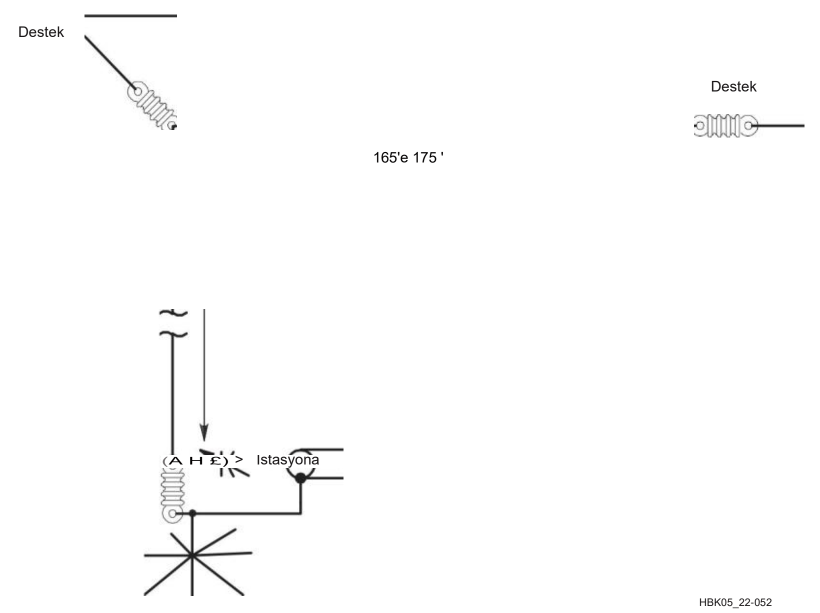
Tablo 21.3
1.82 MHz'de 50-9 Besleme Noktası İmpedance için Inverted-L Boyutları

Dikey Yükseklik (m)	*Yatay Uzunluğu (m)*	*İnductive Reaktans (0)*	*Kapasitans gerekli (pF)*
10	59.9	1238	71
20	39.7	517	169
30	21	235	372

Gerçek zemin üzerinden EZNEC 5.0 tarafından modellenen sonuçlar. Endüktif reaktansı iptal etmek için seri değer olarak belirtilen kapasitans.



Şekil 21.37 - T anteni temel olarak kısaltılmıştır ¼ 'Anteni **elektriksel olarak uzatmak için kapasitif yükleme görevi gören düz üst T bölümüne sahip bir dikey.**



Şekil 21.38 - 1.8 MHz bandı için tasarlanmış ters L anten. Toplam tel uzunluğu 165 ila 175 feet arasındadır. Değişken kapasitör 500 ila 800 pF maksimum kapasitansa sahiptir.

21.5 Eğimler ve Dikey Dipoller

21.5.1 Yarım Sloper Anteni

Birçok jambon, *yarı sloper* antenlerle mükemmel sonuçlar elde ederken, diğerleri böyle bir şansa sahip değildi. ARRL Teknik Danışmanı John S. Belrose (VE2CV) tarafından yapılan araştırmalar, bilgisayar modellemesi ve anten aralığı testleri yoluyla duruma bazı bilgiler getirdi. Aşağıdaki bilgiler VE2CV'nin Şubat 1991 *QST, sayfa* 39 ve 40'taki Teknik Yazışmalarından alınmıştır. Temel olarak, half-sloper, kule düzleminin üstündeki yapıyı (topraklanmış Yagi anteni gibi) bir zemin düzlemi olarak kullanan ve kule bir reflektör görevi gören üst beslemeli bir dikey antendir. **Şekil 21.39'a bakınız.**

Yarım eğimli alanlar için, giriş empedansı, eğimli telin rezonans uzunluğu ve anten deseninin tümü kule yüksekliğine, (sloper ve kule arasındaki) açıya, Yagi tipine ve Yagi yönelimine bağlıdır. VE2CV'nin çalışmalarından çıkarılan çeşitli yapılandırmalar şunlardır:

160 metrede - 55 ° sloper tepe açısı ile 95 metrelik bir kulenin üstünde 40 metrelik bir kiriş. Radyasyon paterni Yagi tipine göre çok az değişir. Desen, 25 ° kalkış açısında yaklaşık 8 dB ön-arka oranına sahip hafif kardiyoiddir (bkz. Şekil 21.39B ve C). İnput empedansı yaklaşık 50 n'dir .

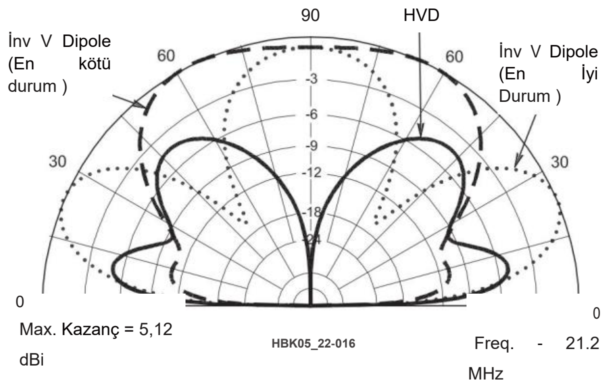
80 metrede - üstte 20 metrelik bir kiriş 55 ° sloper tepe açısı ile 50 metrelik bir kulenin. Radyasyon paterni ve giriş - empedansı 160 metre yarımsıcınınkine benzer .

40 metrede - 55 ° sloper tepe açısı ile 50 metrelik bir kulenin üstünde 20 metrelik bir kiriş. Radyasyon paterni ve empedansı güçlü bir şekilde Yagi'nin azimut yönelimine bağlıdır. İmpedance, Yagi yönüne bağlı olarak 76 ila 127 92 arasında değişir .

Makul bir besleme noktası empedansı ve kabul edilebilir radyasyon paterni üretecek birçok konfigürasyon vardır. Deney genellikle belirli bir kurulum için çalışan bir tasarım bulmak için gereklidir.

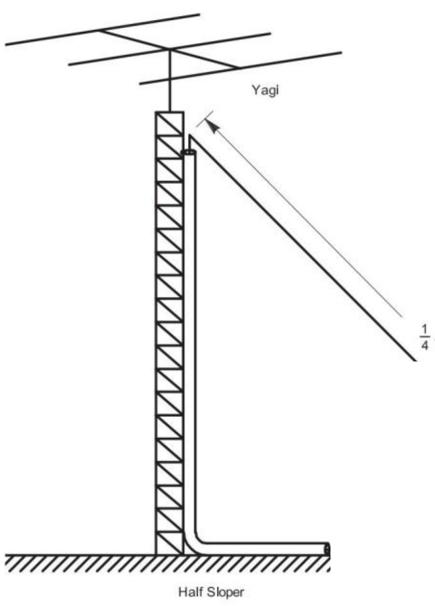
21.5.2 Yarım dalga dikey dipol

Şekil-8 desenine sahip yatay muadilinin aksine, dikey bir dipolün azimuthal deseni çok yönlüdür. Şekil 21.7 ve 21.8'e tekrar bakın ve yatay ve dikey dipol yükseklik modelleri arasındaki karşılaştırmayı not edin. Bu iki rakam, yatay bir dipolün performansının büyük ölçüde yerden yüksekliğine bağlı olduğunu göstermektedir. Buna karşılık*, yarı dalga dikey dipol (HVD)* performansı, zemin iletkenliğine ve dielektrik sabitine oldukça bağlıdır.

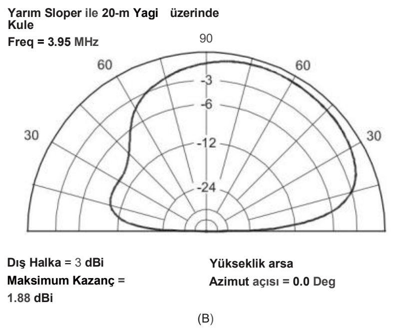


Şekil 21.40 - HVD için yükseklik modelleri (düz çizgi) ve Ters V karşılaştırma anteni en iyi durumda (noktalı çizgi) ve en kötü durumda (kesikli çizgi).

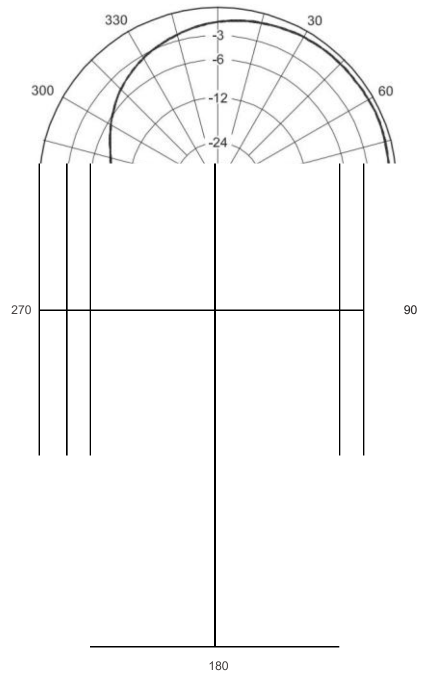
Şekil 21.39 - Yarım sloper anteni (A). B, yarım sloper düzlemindeki dikey radyasyon desenidir, sloper sağa doğru. C, yarım sloper'ın azimuthal desenidir (90 ° azimut eğimli telin yönüdür). Her iki model de metinde açıklanan 160 ve 80 metrelik antenler için geçerlidir .



(A)



(B)



(C)

K8CH tarafından yapılan deneyler, bir HVD'nin yatay dipol veya ters V antenleri ile benzer yükseklikte rekabet edebileceğini göstermektedir. HVD sadece bir ana destek gerektirir (besleme hattı yönlendirmesinde aşağıdaki uyarıya bakınız), bu da taşınabilir veya geçici çalışma için iyi bir seçimdir.

Şekil 21.40 dikey dipol ve bir desen tepe ve bir null referans dipol için yükseklik desenleri gösterir. HVD modelindeki büyük lob, antenin yerden 14 metre yüksekte olmasından kaynaklanır. Bu lob daha düşük yüksekliklerde küçülecektir. Her iki antenin desenleri de anten yüksekliğine bağlıdır .

HVD'yi inşa etmenin bir zorluğu, besleme hattı ayrıştırmasıdır. Ortada bulunan besleme hattı, bir boğucu balun kullanılsa bile, aşırı kalkan akımının antenin desenini bozmasını önlemek için antenden dik açılarla uzağa yönlendirilmelidir. Bu mekanik olarak zor olabilir.

Proje: Yarım Dalga
Dikey Dipol (HVD)

K8CH yaşındaki Chuck Hutchinson, ARRL kitabı Hams için *Basit ve Eğlenceli Antenler için inşa ettiği 15 metrelik dikey bir dipol (HVD) anlatıyor.* Tabanı 14 feet olan bu antenin performansı, kıtalararası QSO'lar yaparken 30 feet'te yatay bir dipol ile karşılaştırılır.

15 METRE HVD 'NİN YAPIMI

15 metre HVD, 0,058 duvar kalınlığında 0,875 inç alüminyum tüpün dört adet 6 ayak uzunluğundan oluşur. Ek olarak, ekler için iki 1 ayak uzunluğu 0.75 inç boru ve izolatörler için iki 1 ayak uzunluğu 0.75 inç fiberglas çubuk vardır. Boyutlar için bkz. Tablo 21.4.

0.875 inç boru 6 ayak uzunluğunda 1 ayak keserek başlayın. Daha sonra, İ-foot uzunluğundaki 0.75 inçlik tüplerden birinin altı inçini tüpünüzün makine kesim ucuna yerleştirin ve sac metal vidalar veya pop perçinler kullanarak tüpleri birbirine sabitleyin. Şimdi, 0.875 inçlik bir tüpün 6 ayak uzunluğundaki bir ucunu 0.75 inçlik tüpün çıkıntılı ucunun üzerine kaydırın ve bunları birbirine tutturun. Bu işlemi tekrarlayın

Tablo 21.4
HVD Boyutları
0.875 inç alüminyum boru kullanarak uzunluk

MHz	*Ayaklar*	*İnches*
18.11	33	11
21.2	22	0
24.94	18	9
28.4	16	5

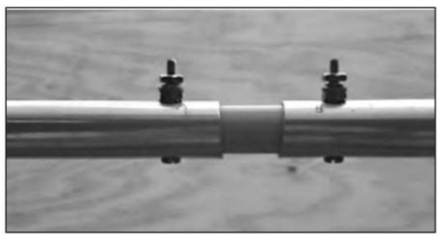
Dipol bacakların uzunluğunu belirlemek için bu uzunluklar ikiye bölünmelidir

Kalan 0.875 inç boru ile. Şimdi iki 11 metre uzunluğunda bölümleri olmalıdır.

El yapımı kesimler mükemmel kare olmadığından, bu eleman uçlarını antenin merkezine koyun. 1 ayak uzunluğu of0.75 inç fiberglas çubuk uçları üzerinde bu kesim uçları kayma. Bu çubuk merkez yalıtkan olarak görev yapar. Merkezde yaklaşık 1 inç boşluk bırakın. **Şekil 21.41'de gösterildiği gibi # 8 donanım için matkap alüminyum ve fiberglas .**

Şimdi, 0.75 inç fiberglas çubuğun kalan 1 ayak uzunluğunun yarısını dipolün bir ucuna kaydırın. (Bu uç alt uç veya taban olacaktır.) # 8 donanım ile delin ve sabitleyin. **Şekil 21.42'ye bakınız .**

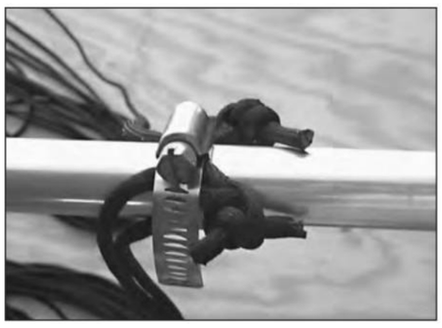
Son adım, adam tellerini dikeyinize sabitlemektir. Bunu nasıl K8CH **Şekil 21.43'te görebilirsiniz. Bir** pilot delik açarak başlayın ve daha sonra merkezden yaklaşık bir ayak yukarıda antene bir sac vida sürün. The



Şekil 21.41 - 15 metre HVD'nin merkez izolatörü, 1 ayak uzunluğunda 0.75 inç fiberglas çubuktur. İnsulator ve elemanları # 8 donanımını kabul etmek için delinmiştir .



Şekil 21.42 - HVD taban izolatörü, 0.75 inç fiberglas çubuğun 1 ayak uzunluğudur.



Şekil 21.43 - Çocuklar, HVD'ye paslanmaz çelik solucan vidalı hortum kelepçesi ile tutturulmuş Dacron hattından yapılmıştır. Kendinden dokunan bir sac vida - (fotoğrafta görünmez) kelepçenin antenden aşağı kaymasını önler.

Bu vidanın amacı kelepçenin ve adamların antenden aşağı kaymasını önlemektir.

Çocuklar % % inç Dacron çizgisinin sürekli uzunluklarıdır. (Dacron ikili bir amaca hizmet eder: anteni dikey olarak destekler ve bir yalıtkan görevi görür.) Güvenli düğümleri adam uçlarına bağlayın ve bu düğümlü uçları antene paslanmaz çelik solucan vidalı hortum kelepçesiyle sabitleyin. Kelepçeleri aşırı sıkmamaya dikkat edin. Kelepçenin kaymasını istemiyorsunuz (düğümler ve tabaka vidası yardımcı olacak), ancak özellikle adam hatlarınızı kesmek istemiyorsunuz. Anteniniz kuruluma hazır.

İNSTALLATION

İçselleştirme iki şey gerektirir. İlk olarak, taban yalıtkanı oturmak veya monte etmek için bir yer. İkincisi, destek görevlileri için çapalara ihtiyacınız var.

K8CH, HVD tabanını güvenli bir şekilde yerinde tutmak için bir soket yapmak için 2 x 6 kereste parçası kullandı. ¾ inçlik kürekle ¾ inç derinliğinde bir delik açtı. Tabanın uçlarındaki 2 x 2 kereste parçalarından oluşan birkaç parça, garaj çatısının zirvesindeki sırtı güzelce saran bir eyer oluşturur. Bunu **Şekil 21.44'te görebilirsiniz. Boyutlar** kritik değildir. Hava koşullarından korumak için üssünüzü boyayın.

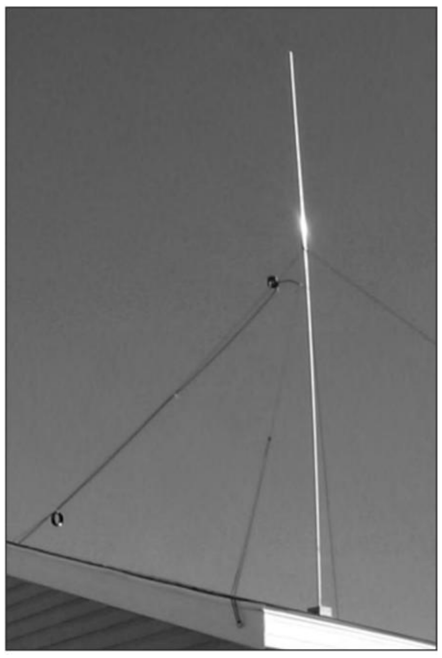
BALUN

Bu antenin, RF'nin koaksın kalkanında akmaması sağlamak için ortak modlu bir boğucu baluna ihtiyacı vardır. (Boğma balunlarıyla ilgili daha fazla bilgi için İletim Hatları bölümüne bakın.) Yatay bir dipolün aksine, bir HVD inşa ederken ve kurarken ortak mod tıkanıklığını atlamayı bir seçenek olarak düşünmeyin.

Bir balun için RG-213 besleme hattının 8 ayağını 7 dönüşe sarabilirsiniz. Dönüşleri elektrik bandıyla sabitleyin, böylece her bir tum bir sonraki tum ile paralel olarak uzanır ve bir solenoid bobin oluşturur. Besleme hattını ve balun'u UV'ye dayanıklı kablo bağlarıyla adam hatlarından birine sabitleyin.



Şekil 21.44 - K8CH başta, HVD baz izolatörü bu eyer şeklindeki ahşap armatüre oturur. Bu fotoğraf fikstür boyanmadan önce çekildi - hava koşullarına karşı korunmak için gerekli bir adım.



Şekil 21.45 - K8CH'de kurulu HVD. Emniyet için kullanılan bir göz vidası Ön planda adamlardan biri görünüyor. Besleme sisteminde kullanılan iki boğucu balunu da görebilirsiniz (metne bakın).

Besleme hattı antenden uzaklaştığından, besleme hattından ortak mod akımlarını ortadan kaldırmak için elinizden gelen her şeyi yapmak istersiniz. Bu nedenle, ilkinden yaklaşık 11.5 metre uzakta başka bir balun yapın. Bu balun da oluşur RG-213 besleme hattının 8 ayağı 7 dönüşe sarılır. Takılı antenin fotoğrafı için Şekil 21.45'e bakın.

Proje: Kompakt Dikey Dipol (CVD)

20 metre için bir HVD yaklaşık 33 metre boyunda olacak ve 30 metre için yaklaşık 46 metre boyunda olacak. 20 metrelik versiyon bile mekanik bir zorluk olduğunu kanıtlayabilir. Chuck Hutchinson, K8CH tarafından tasarlanan kompakt dikey dipol (CVD), anteni kısaltmak için kapasitans yüklemesini kullanır. Önceki projede açıklanan 15 metre HVD ile başlayan Chuck, rezonansı 30 metreye düşürmek için kapasitans yükleme telleri ekledi. Daha sonra, rezonansı 20 metre bandına taşımak için telleri kısalttı. Bu proje bu iki CVD'yi açıklar.

PERFORMANS ISSUES

Kısaltılmış antenler genellikle kısalmanın neden olduğu düşük performansa maruz kalır. Uzunluğu ½ 'A'dan az olan bir dipol, bir uzlaşma antenidir. Mesele uzlaşmada ne kadar kayıp olduğu. Bu durumda iki birincil ilgi alanı vardır: Radyasyon verimliliği ve SWR bant genişliği.

Radyasyon verimliliği

Dipol uçlarında kapasitans yüklemesi, anteni kısaltmanın en etkili yöntemidir. - Antenin yüksek akım merkezindeki akım dağılımı neredeyse değişmeden kalır. Radyasyon doğrudan akımla ilişkili olduğundan, bu en çok istenen yükleme şeklidir. Bilgisayar modellemesi, 30 metrelik bir CVD'den gelen radyasyonun, her ikisi de yerden 8 metre yükseklikte olan tam boyutlu 30 metrelik bir HVD'den sadece 0.66 dB daha az olduğunu göstermektedir. Maksimum radyasyon açısı CVD için biraz yukarı kayar. CVD'nin HVD'nin yaklaşık 46 fit uzunluğuna kıyasla 22 fit uzunluğunda olduğunu düşündüğünüzde kötü bir uzlaşma değil.

SWR ve SWR Bant Genişliği

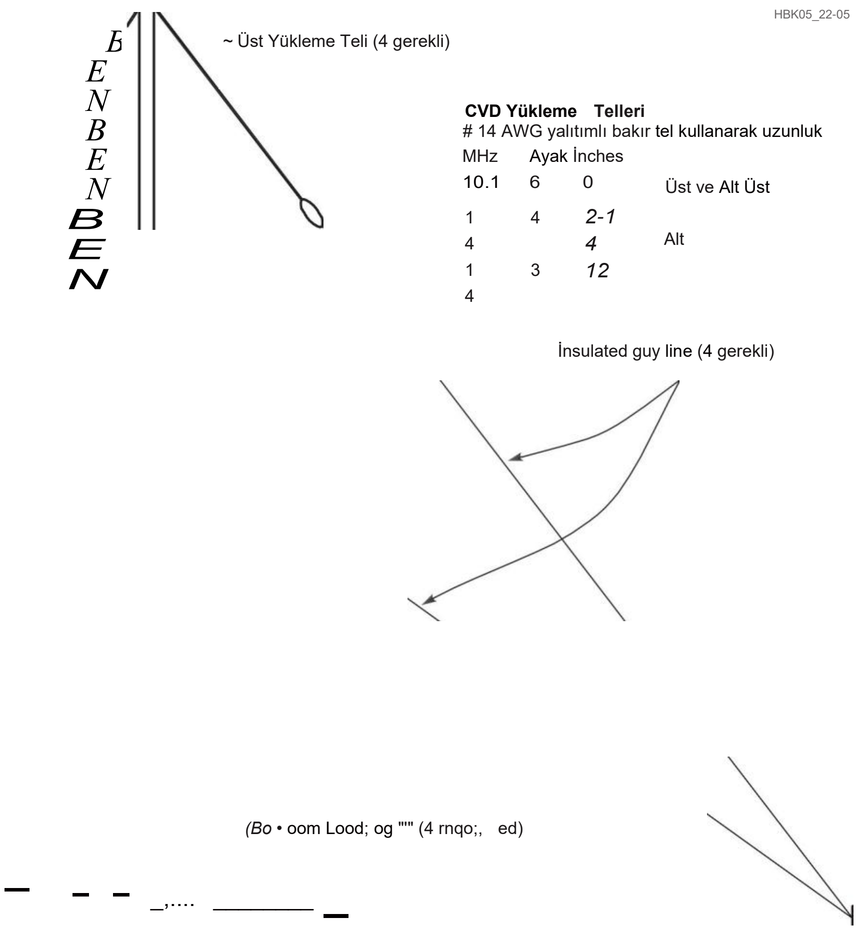
Kısaltılmış antenler genellikle tam boyutlu versiyonlardan daha düşük radyasyon direncine ve daha az SWR bant genişliğine sahiptir. Radyasyon direncindeki değişim miktarı, yükleme miktarı ve türü (kısaltma) ile ilgilidir, Daha kısa antenlerle daha alçak olmak. Bu, kısaltılmış dikey dipol durumunda bir fayda olabilir. Şekil 21.2'de dikey dipollerin oldukça yüksek radyasyon direncine sahip olduğunu görebilirsiniz. Dipolün alt ucu ½ 'A yerüstünde, radyasyon direnci kabaca 80 9'dur. Bu durumda, daha kısa bir anten 50 ©2 koaksiyel ile beslendiğinde daha iyi bir SWR'ye sahip olabilir .

SWR bant genişliği genel olarak dikey dipoller için geniş olma eğilimindedir. 7 MHz veya daha yüksek için uygun şekilde tasarlanmış bir CVD, tüm bant boyunca iyi SWR (1.5: 1 veya daha iyi) vermelidir!

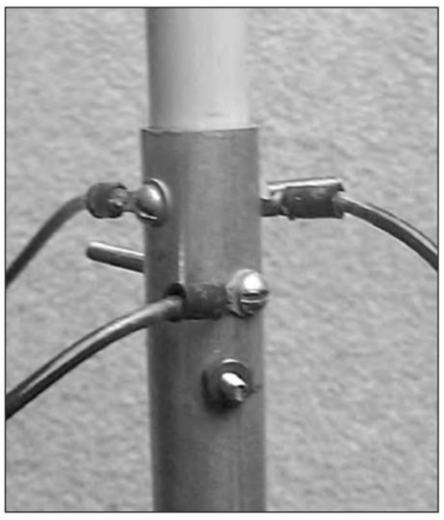
Gördüğünüz gibi, teoride CVD kompakt bir pakette mükemmel performans sağlar. Deneyim teoriyi doğruluyor.

CONSTRUCTION

K8CH 15 metre HVD'yi 20 veya 30 metreye dönüştürmek için, üstte dört yükleme teli ve HVD'nin altında dört tane daha eklemeniz gerekir. Uzunluklar tabloda **Şekil 21.46'da verilmiştir.** Üst teller sarkık a



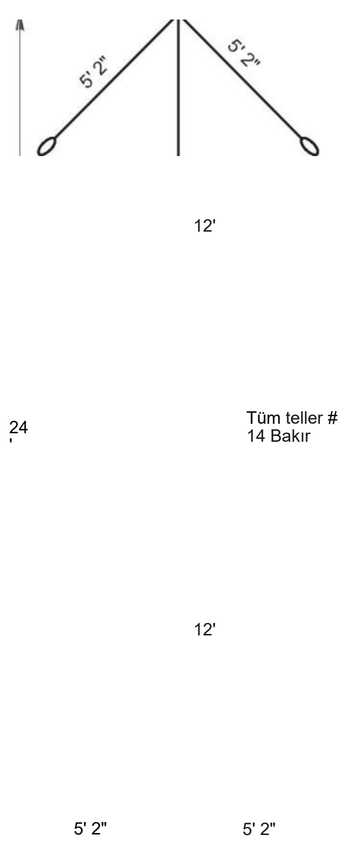
Şekil 21.46 - CVD dikey bir dipol ve yükleme tellerinden oluşur. Bu çizimde dört yükleme telinden sadece bir set ve sadece bir adam çizgisi gösterilmiştir. Ayrıntılar için metne bakın.



Şekil 21.47 - CVD yükleme kabloları # 8 donanım kullanılarak eklenebilir. Bağlantıları kolaylaştırmak için tel uçlarındaki kıvrım ve lehim terminalleri .

45 ° açı ve alt teller yatay olarak çalışır. Anten dört adam hattı tarafından desteklenmektedir. Kabloları # 8 donanım ile dikey kısma bağlayabilirsiniz. Bağlantıları -kolaylaştırmak için tel uçlarındaki kıvrım ve lehim terminalleri. Teknik Şekil **21.47'de gösterilmiştir .**

Üst yükleme telleri yalıtımlı hat ile uzatılabilir ve ek koruma için kullanılabilir. Alt teller yalıtımlı hat ile uzatılır ve eleman hatlarına tutturulur, böylece



Şekil 21.48 - Tüm telli 30 metre CVD, dikey bir dipol ve yükleme tellerinden oluşur. İt tamamen # 14 AWG tel ile yapılabilir. Basitlik için destek hatları ihmal edilmiştir. Ayrıntılar için metne bakın .

Alt teller yatay çalışıyor.

İlgili bant boyunca en iyi SWR için alt telleri budayın. K8CH CVD'nin tabanı 14 feet'tir. Bu anten, 30 metrede 1.2: 1'den az ve 20 metre bandının tamamında 1.3: 1'den az bir SWR'ye sahiptir.

EXPERİENCE

30 metre CVD, yere monte edilmiş çeyrek dalga dikey ve 30 feet'te yatay bir dipol ile karşılaştırıldı. Testlerde, CVD her zaman üstün antendi.

Daha sonra, CVD yükleme telleri 20 metrede çalışmak üzere kısaltıldı. Sonuçlar yine çok ümit vericiydi.

Proje: All-Wire
30 Metre CVD

Yerden 32 feet yükseklikte bir CVD'nin üst ucunu destekleyecek bir ağacınız veya başka bir desteğiniz varsa, 30 metre CVD'nin tamamen telli bir versiyonunu düşünmek isteyebilirsiniz. Dikey 24 feet uzunluğundadır ve bant boyunca 1.1: 1'den daha az bir SWR'ye sahip olacaktır. Üstteki ve alttaki dört yükleme telinin her biri 5 fit, 2 inç uzunluğundadır.

Yapılandırma **Şekil 21.48'de gösterilmiştir.** Herhangi bir dikey dipolde olduğu gibi, besleme hattı ile anten arasında bir balun kullanmanız gerekir.

Alternatif olarak, üstte ve altta iki yükleme kablosu kullanabilirsiniz. Bu durumda yükleme tellerinin her biri 8 feet, 7.5 inç uzunluğundadır.

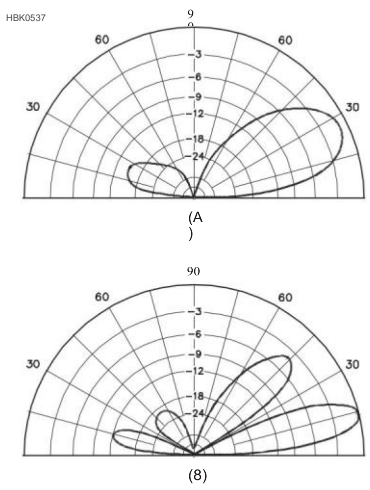
21.6 Yagi antenleri

Bu bölümde daha önce açıklanan çoğu anten, bir dipole veya biraz daha fazlasına kıyasla birlik kazancına sahiptir. Kazanç ve yönlülük elde etmek amacıyla bir Yagi-Uda *ışın* anteni kullanmak uygundur. Birincisi genellikle Yagi *olarak adlandırılır.* Yönlendirici antenlerin başka biçimleri de vardır, ancak Yagi amatörler tarafından kullanılan en popüler olanıdır. (Aşamalı diziler ve diğer yönerge antenleri türleri hakkında daha fazla bilgi için, *ARRL Anten Kitabı'na bakın .)*

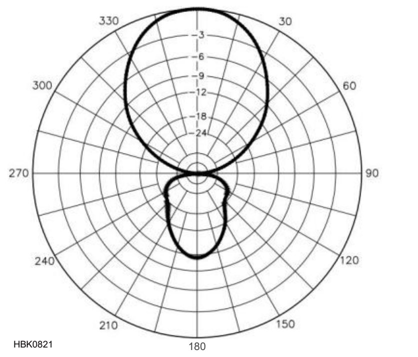
Çoğu operatör bu antenleri yatay polarizasyon için dikmeyi tercih eder, ancak elemanları sadece 90 ° döndürerek dikey olarak polarize antenler olarak kullanılabilirler. İn etkisi, ışın anteni dikey polarizasyon için kendi tarafında döndürülür. Kullanılan elemanların sayısı, istenen kazanıma ve destekleyici yapının sınırlarına bağlı olacaktır. HF'de, birçok amatör bir ışın anteninde sadece iki element ile tatmin edici sonuçlar elde ederken, diğerleri mono olarak adlandırılan tek bir amatör bantta çalışan dört eş e tir .

Bant ışını. VHF ve üzerinde, birçok elemanlı Yagis, özellikle tekrarlayıcılar olmadan simpleks iletişim için yaygındır. Tekrarlayıcı bağlantıları gibi sabit noktadan noktaya iletişimler için, üç veya dört elemanlı Yagiler daha yaygındır.

Kullanılan elemanların sayısına bakılmaksızın, dipol antenler için daha önce tartışılan yerden yükseklik hususları, radyasyon açısına göre geçerli kalır. Bu, Şekil **21.49'da A ve B'de gösterilmiştir;** burada, ortalama bir zeminin bir buçuk ve bir dalga boyundaki bir 3 element Yagi için ışınlama özelliklerinin karşılaştırılması verilmiştir. Daha yüksek antenin (Şekil 21.49B) DX çalışması için (kabaca 15 °) Şekil 21.49A'deki (yaklaşık 30 °) alt antenin lobundan daha uygun bir ana loba sahip olduğu görülebilir. B'deki model, bazı yararlı yüksek açılı radyasyonun da var olduğunu göstermektedir ve yüksek lob, yayılma koşulları ihtiyacı belirlediğinde kısa mesafe kontakları için uygundur .



Şekil 21.49 - Yagi'nin yerleştirdiği 3 elemanın yükseklik düzlemi tepkisi ½ 'A, A'da mükemmel bir zeminin üzerinde ve aynı anten, B'de yerden 1 2 yukarıda yer almaktadır.



Şekil **21.50 -** Boş uzayda tipik bir üç elemanlı Yagi'nin azimuthal modeli. Yagi'nin patlaması 0 ° - 180 ° ekseni boyunca uzanır.

Aynı anten için azimut deseni **Şekil 21.50'de verilmiştir. (Bu bir** serbest boşluk desenidir, bu nedenle desen antenin düzleminde alınır. Yansıtıcı bir yüzey üzerinde alınan azimut desenlerinin, desenin ölçüldüğü veya hesaplandığı yükseklik açısını da belirtmesi gerektiğini unutmayın.) Gücün çoğu 0 ° azimutta ana lobda yoğunlaşmıştır. 180 °'de doğrudan ana lobun arkasındaki lob genellikle *arka lob* veya *arka lob olarak adlandırılır*. Bu antenin önden arkaya oranı (FİB) sadece 12 dB'den azdır - desibel cinsinden, 0 °'deki ana lob ile 180 °'deki arkaya doğru lob arasındaki en yüksek güç farkı. İt seyrektirFarklı eleman aralığı ve ayarlama ile iki 3 element Yagis aynı lob desenleri verecektir. Modeller ayrıca çalışma sıklığı ile değişir. Şekil 21.50'nin deseni sadece açıklayıcı amaçlar için gösterilmiştir .

21.6.1 Parazit uyarma

Bir Yagi anteninin yalnızca bir elemanı (tahrik *elemanı)* besleme hattına bağlanır. Ek elemanlar tahrik elemanına bağlanır çünkü çok yakındırlar. (Bir Yagi antenindeki eleman-eleman aralığı genellikle ½ *o ila % dalga boyu arasındadır.*) Bu *karşılıklı bağlanma, tahrik edilen elemanın* yayılan alanından tahrik edilmeyen elemanlarda akımların indüklenmesine neden olur. Bu elementlere *parazitik elementler denir ve* Yagi anteni bu nedenle *parazitik bir dizidir. (Birden* fazla elemanın vericiden güç aldığı bir antene *tahrik dizisi denir.)* Parazitik elementlerde indüklenen akımlar, sanki akım bir besleme hattından gelen gücün sonucuymuş gibi yayılan alanlara da neden olur. Buna *yeniden radyasyon denir* ve akım indükleyici alandan 180 ° faz kaymasına sahiptir. Tahrik edilen eleman tarafından yayılan alanın, parazitik elemanlardan gelen alanların ve elemanların fiziksel boşluklarının kombinasyonu,

Yayılan enerjiyi istenen yöne odaklamak ve diğer yönlerde reddetmek için uygun faz ilişkisine sahip alanlar.

Parazitik element, tahrik elemanından kendisine işaret eden bir çizgi boyunca radyasyonu güçlendirdiğinde bir yönetmen ve karşı durumda bir reflektör olarak adlandırılır. Parazitik elemanın bir yönetmen veya reflektör olup olmadığı, genellikle uzunluğunu değiştirerek ayarlanan parazitik eleman ayarına bağlıdır. Elemanların monte edildiği yapıya antenin bomu denir.

21.6.2 Yagi Kazancı, Önden Arkaya Oranı ve SWR

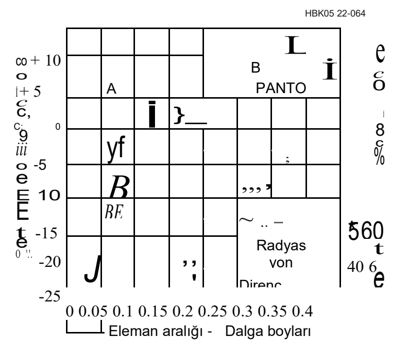
Parazitik elemanlara sahip bir Yagi anteninin kazancı, elemanların aralığı ve ayarına göre değişir. Eleman ayarı, eleman teleskopik boru ile yapılmışsa, uzunluk, çap ve konik programın (uzunluk ve çap adımları) bir fonksiyonudur. Herhangi bir sayıda eleman ve aralarındaki boşluk için, maksimum kazançla sonuçlanacak bir ayarlama koşulu vardır. Bununla birlikte, maksimum ön-arka oranı nadiren, eğer varsa, maksimum ileri kazanç sağlayan aynı koşulda gerçekleşir. Parazitik bir dizideki tahrik elemanının empedansı ve dolayısıyla SWR de ayarlama ve aralığa göre değişir.

Çalışma frekansı değiştikçe tüm bu parametrelerin değiştiğini hatırlamak önemlidir. Örneğin, 20 metre bandının hem CW hem de telefon bölümlerini bir Yagi anteni ile çalıştırırsanız, muhtemelen bandın çoğunda tutarlı performansa sahip bir anten isteyeceksiniz. Bu tür tasarımlar, grup genelinde iyi FİB ve SWR performansı elde etmek için tipik olarak küçük bir kazançtan fedakarlık etmelidir.

Kazanç ve *FİB* performansı genellikle - eleman sayısı ile gelişir. Üçten fazla elemana sahip İn Yagi antenleri (tahrik elemanı ve bir yönetmen ve reflektör), birden fazla reflektörden çok az ek fayda elde edildiğinden, ek elemanlar yönetmen olarak eklenir. Daha geniş aralıklar ayrıca, performansın düşmeye başladığı bir dizi faktöre bağlı olarak kazancı ve FİB'yi belirli bir noktaya kadar artırır. Eleman aralığını optimize etmek karmaşık bir sorundur ve tek bir aralık tüm tasarım gereksinimlerini karşılamaz. Daha düşük HF bantları için, antenin boyutu gerçekten *en uygun tasarımlar için hızla pratik hale gelir* ve uzlaşma gereklidir.

21.6.3 İki Elemanlı Kirişler

İki elemanlı bir ışın yararlıdır - özellikle - uzay veya diğer hususların üç elemanlı veya daha büyük bir ışının kullanılmasını engellediği durumlarda. Genel uygulama, - parazitik elementi bir reflektör olarak ayarlamak ve onu



Şekil 21.51 - İki **elemanlı bir Yagi için bir tahrik ve bir parazitik elemana sahip olan eleman aralığı vs kazancı. Referans noktası, 0 dB, sadece yarım dalga antenin alan gücüdür.**

0.15 A tahrik elemanından, bazı başarılı antenler 0 ile inşa edilmiş olmasına rağmen. 1-2 aralık ve yönetmen ayarı.

İki elemanlı bir anten için eleman aralığına karşı kazanç, parazitik elemanın rezonans olduğu özel durum için Şekil 21.51'de verilmiştir. İt, maksimum kazanç ayarlama koşullarında beklenen performansın göstergesidir. Bir Yagi veya dörtlü tahrik elemanının ayarını değiştirmek, kazancı *veya FIR'yi maddi olarak etkilemez.* Böylece, sadece tek parazitik elemanın aralığı ve ayarlanması, 2 element Yagi'nin performansı üzerinde herhangi bir etkiye sahiptir.

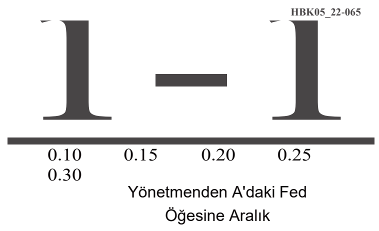
Şekil 21.51, en büyük kazanım, 0.14 A'dan küçük aralıklarda A yönünde (parazit elemanın bir yönetmen olarak hareket ettiği) ve daha büyük aralıklarda B yönündedir (parazitik elemanın bir reflektör olduğu). Önden arkaya oran, antenin bomu boyunca A ve B eğrileri arasındaki desibel farkıdır. Şekil ayrıca tahrik elemanının radyasyon direncindeki değişimi de göstermektedir.

Bu eğriler, kendinden rezonanslı bir parazitik elementin özel durumu içindir, ancak iki elementli bir Yagi'nin nasıl çalıştığını temsil eder. Çoğu aralıkta, bir reflektör olarak kazanç, parazitik elemanın hafifçe uzatılmasıyla arttırılabilir; yönetmen olarak kazanç kısaltılarak arttırılabilir. Bu aynı zamanda ön-arka oranı artırır.

Çoğu iki elemanlı Yagi tasarımı, kabul edilebilir bir SWR ile birlikte yaklaşık 10 dB'lik bir uzlaşma F/R elde eder ve yüzde bant genişliği yaklaşık %4'ten az olan bir frekans bandında kazanç sağlar.

21.6.4 Üç Elemanlı Kirişler

Üçlü davanın (direktör, tahrik elemanı ve reflektör) teorik bir araştırması, yaklaşık 9.7 dBi (7.6 dBd) maksimum kazanç olduğunu göstermiştir. Bazı deneysel araştırmalar göstermiştir ki;



Şekil 21.52 - Üç elemanlı Yagi ile yönetmen aralığı arasındaki genel kazanç ilişkisi, reflektör %0.2'de sabitlenmiştir. Bu anten maksimum ileri kazanç için ayarlanmıştır.

Maksimum kazanç için tahrik elemanı ve reflektör arasındaki boşluk 0.15 ila 0.25 2.. 0,2 2 ile. Reflektör aralığı, **Şekil 21.52,** yönetmen aralığı ile kazanç varyasyonunun özellikle kritik olmadığını göstermektedir. Ayrıca, dizinin toplam uzunluğu (döndürülebilir bir anten durumunda bom uzunluğu), elde edilebilecek maksimum kazançta kayda değer bir fark olmaksızın 0,35 ila 0,45 'A arasında herhangi bir yerde olabilir.

Maksimum kazanç istenirse, her iki elemanın geniş aralığı faydalıdır, çünkü ayar veya eleman uzunluğunun ayarlanması daha az kritiktir ve tahrik edilen elemanın giriş direnci genellikle yakın olandan daha yüksektir.

aralıklar. Daha yüksek bir giriş direnci, antenin verimliliğini artırır ve daha fazla bant genişliği sağlar. Bununla birlikte, toplam anten uzunluğu, reflektöre göre, 14 MHz sırasındaki frekanslarda 0,3 'A'dan fazla bir yapı, inşaat - açısından zorluk getirir. Bu nedenle 0.25 ila 0.3 'A uzunlukları, maksimum kazanç açısından optimumdan daha az olmasına rağmen, bu bant için sıklıkla kullanılır.

Genel olarak, Yagi anten kazancı, reflektör uzunluğu optimum değerin altına karşılık gelen bir düşüş için olduğundan daha optimum değerin ötesine yükseltildiğinde hızlı bir şekilde düşer. Bir yönetmen için tam tersi geçerlidir. İTE

Tablo 21.5
Alüminyum Boruların Standart

12 ft Uzunluklarda 6061-T6 (61S-T6) Yuvarlak Alüminyum Tüp

OD	***Duvar kalınlığı***		*İD*	***Yaklaşık Ağırlık (lb)***	
(içinde)	*(içinde)*	*stubs ga*	*(içinde)*	*ft başına*	*uzunluk başına*
%6	0.035	Hayır. 20	0.117	0.019	0.228
	0.049	Hayır. 18	0.089	0.025	0.330
¼	0.035	Hayır. 20	0.180	0.027	0.324
	0.049	Hayır. 18	0.152	0.036	0.432
	0.058	Hayır. 17	0.134	0.041	0.492
%¢	0.035	Hayır. 20	0.242	0.036	0.432
	0.049	Hayır. 18	0.214	0.047	0.564
	0.058	Hayır. 17	0.196	0.055	0.660
%	0.035	Hayır. 20	0.305	0.043	0.516
	0.049	Hayır. 18	0.277	0.060	0.720
	0.058	Hayır. 17	0.259	0.068	0.816
	0.065	Hayır. 16	0.245	0.074	0.888
%¢	0.035	Hayır. 20	0.367	0.051	0.612
	0.049	Hayır. 18	0.339	0.070	0.840
	0.065	Hayır. 16	0.307	0.089	1.068
½	0.028	No. 22	0.444	0.049	0.588
	0.035	Hayır. 20	0.430	0.059	0.708
	0.049	Hayır. 18	0.402	0.082	0.948
	0.058	Hayır. 17	0.384	0.095	1.040
	0.065	Hayır. 16	0.370	0.107	1.284
%	0.028	No. 22	0.569	0.061	0.732
	0.035	Hayır. 20	0.555	0.075	0.900
	0.049	Hayır. 18	0.527	0.106	1.272
	0.058	Hayır. 17	0.509	0.121	1.452
	0.065	Hayır. 16	0.495	0.137	1.644
¾	0.035	Hayır. 20	0.680	0.091	1.092
	0.049	Hayır. 18	0.652	0.125	1.500
	0.058	Hayır. 17	0.634	0.148	1.776
	0.065	Hayır. 16	0.620	0.160	1.920
	0.083	No. 14	0.584	0.204	2.448
%	0.035	Hayır. 20	0.805	0.108	1.308
	0.049	Hayır. 18	0.777	0.151	1.810
	0.058	Hayır. 17	0.759	0.175	2.100
	0.065	Hayır. 16	0.745	0.199	2.399
	0.035	Hayır. 20	0.930	0.123	1.467
	0.049	Hayır. 18	0.902	0.170	2.040
	0.058	Hayır. 17	0.884	0.202	2.424
	0.065	Hayır. 16	0.870	0.220	2.640
	0.083	No. 14	0.834	0.281	3.372
1%	0.035	Hayır. 20	1.055	0.139	1.668
	0.058	Hayır. 17	1.009	0.228	2.736

OD	***Duvar kalınlığı***		*İD*	***Yaklaşık Ağırlık (lb)***	
(içinde	*(içinde)*	*stubs ga*	*(içinde)*	*ftper uzunluğu başına*	
1%	0.035	Hayır. 20	1.180	0.155	1.860
	0.049	Hayır. 18	1.152	0.210	2.520
	0.058	Hayır. 17	1.134	0.256	3.072
	0.065	Hayır. 16	1.120	0.284	3.408
	0.083	No. 14	1.084	0.357	4.284
1%	0.035	Hayır. 20	1.305	0.173	2.076
	0.058	Hayır. 17	1.259	0.282	3.384
1%	0.035	Hayır. 20	1.430	0.180	2.160
	0.049	Hayır. 18	1.402	0.260	3.120
	0.058	Hayır. 17	1.384	0.309	3.708
	0.065	Hayır. 16	1.370	0.344	4.128
	0.083	No. 14	1.334	0.434	5.208
	*0.125	4"	1.250	0.630	7.416
	*0.250	¼"	1.000	1.150	14.823
1%	0.035	Hayır. 20	1.555	0.206	2.472
	0.058	Hayır. 17	1.509	0.336	4.032
1¾	0.058	Hayır. 17	1.634	0.363	4.356
	0.083	No. 14	1.584	0.510	6.120
1%	0.508	Hayır. 17	1.759	0.389	4.668
2	0.049	Hayır. 18	1.902	0.350	4.200
	0.065	Hayır. 16	1.870	0.450	5.400
	0.083	No. 14	1.834	0.590	7.080
	*0.125	4"	1.750	0.870	9.960
	*0.250	¼"	1.500	1.620	19.920
2¼	0.049	Hayır. 18	2.152	0.398	4.776
	0.065	Hayır. 16	2.120	0.520	6.240
	0.083	No. 14	2.084	0.660	7.920
2½	0.065	Hayır. 16	2.370	0.587	7.044
	0.083	No. 14	2.334	0.740	8.880
	*0.125	4"	2.250	1.100	12.720
	*0.250	¼"	2.000	2.080	25.440
3	0.065	Hayır. 16	2.870	0.710	8.520
	*0.125	4"	2.700	1.330	15.600
	*0.250	¼"	2.500	2.540	31.200

* Bu boyutlar ekstrüde edilir; Diğer tüm boyutlar tüpler çizilir. Gösterilen İşte stoklanmış standart alüminyum boru boyutları Amerika Birleşik Devletleri'ndeki çoğu alüminyum tedarikçisi Ve Kanada. Don Daso, K4ZA, farklı alüminyum açıklar Bu kitapların indirilebilir ek makalesinde alaşım türleri "Atölye Günlükleri: Alaşım tanımlamaları".

Bu nedenle, gerekirse, bir reflektör için uzun tarafta ve bir yönetmen için kısa tarafta hata yapmanız önerilir. Bu aynı zamanda anten performansını, çalıştırıldığı tam frekansa daha az bağımlı hale getirme eğilimindedir. Tasarım frekansının üzerindeki bir artış, her iki parazitik elemanın uzunluğunu arttırmakla aynı etkiye sahipken, frekanstaki bir azalma, her iki elemanın kısaltılmasıyla aynı etkiye sahiptir. Yönetmeni biraz kısa ve reflektörü biraz uzun yaparak, kazancın hızlı bir düşüş göstermeye başladığı üst ve alt frekanslar arasında daha büyük bir yayılma olacaktır.

21.6.5 Yagi Antenlerinin İnşası

Çoğu kiriş ve dikey, alüminyum boru bölümlerinden yapılır. Uzlaşma kirişleri, iletken bant veya alüminyum folyo ile sarılmış elektrik kanalı (çelik) veya bambu direkler gibi daha az pahalı malzemelerden üretilmiştir. Çelik boru ağırdır, zayıf bir iletkendir ve paslanmaya maruz kalır. Benzer şekilde, iletkenliği olan bambuOna - bağlı malzeme, hava koşullarında hızla bozulabilir. Alternatif malzemelerin dezavantajları göz önüne alındığında, alüminyum boru (veya VHF ve UHF Yagis için çubuk) anten yapımı için en iyi seçimdir.

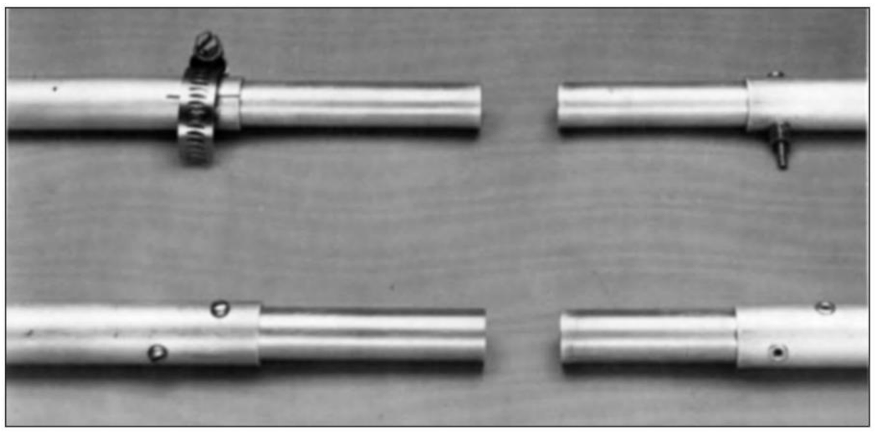
Referans için, **Tablo 21.5,** birçok metropol alanında bulunan standart alüminyum boru boyutlarını detaylandırmaktadır. Yerel ve çevrimiçi metal distribütörleri, genellikle popüler alüminyum boru boyutlarını stoklar. Birkaç QSTadvertisers, özellikle anten yapımı için geniş bir boru hattı stoklar ve gönderilebilir uzunluklara kadar kesilir. Boru genellikle 12 ayak uzunluğunda gelir, ancak 20 ayak uzunluğu bazı boyutlarda mevcuttur. Alüminyum satıcınız muhtemelen bom-to-mast ve boom-to-element bağlantıları için gereken çeşitli kalınlıklarda alüminyum plaka satacaktır.

Alüminyum sertliğine göre derecelendirilmiştir. Anten yapımında kullanılan en yaygın malzeme 606 l-T6 sınıfıdır. Bu malzeme nispeten güçlüdür ve iyi işlenebilirliğe sahiptir. Ek olarak, bir *set almadan bükülecek,* parçaların rüzgarda sürekli esnediği anten uygulamalarında bir avantaj. Daha yumuşak kaliteler (5051, 3003 vb.) çok daha kolay bükülürken, daha sert kaliteler (7075 vb.) daha kırılgandır.

Boru seçerken duvar kalınlığı birincil endişe kaynağıdır. Bu, tüpün eleman bölümlerinin birleştiği yere tam olarak oturması için çok önemlidir. Özensiz bağlantılar mekanik olarak dengesiz bir anten yapacaktır. Sihirli duvar kalınlığı 0.058 inç. Örneğin (Tablo 21.5'ten), 0.058 inç duvarlı 1 inç dış çaplı (OD) boru, 0.884 inç'lik bir iç çapa (İD) sahiptir. Bir sonraki küçük boru boyutu, % inç, 0.875 inç OD'ye sahiptir. O. 009 inç fark, rahat bir uyum için doğru miktarda boşluk sağlar.

Şekil 21.53 anten elemanı bölümlerini bir araya getirmek için çeşitli yöntemler göstermektedir. Sol üstte gösterilen yuva ve hortum kelepçesi yöntemi, muhtemelen ayarlamaların gerekli olduğu eklemler için en iyisidir. Genel olarak, elemanın her iki tarafındaki ayarlanabilir bir bağlantı anteni ayarlamak için yeterlidir - genellikle bir elemanın her ucundaki uçlar ayarlanabilir hale getirilir. Paslanmaz çelik hortum kelepçeleri (dikkat - bazı "paslanmaz çelik" modellerde paslanmaz vida yoktur ve paslanır) en uzun anten ömrü için önerilir .

Kalan fotoğraflar, ayarlanabilir olmayan eklemler için olası sabitleme yöntemlerini göstermektedir. Sağ üst tarafta, makine vidaları ve somunları elemanları yerinde tutar. Sol alt kısımda, sac metal vidalar kullanılır. Sağ alttaki perçinler boruyu sabitliyor. Anten kalıcı olarak monte edilecekse, perçinler en iyi seçimdir. Bir kez yerine, onlar kalıcıdır. Uygun! y yüklü, onlar nadir! y



Şekil 21.53 - Teleskopik boru bölümlerini kiriş elemanları oluşturmak için bağlamanın bazı yöntemleri. Her yöntemin tartışması için metne bakın.

Titreşim veya rüzgardan bağımsız olarak ücretsiz çalışın. Alüminyum mandreli alüminyum perçinler kullanılır, asla paslanmazlar. Ayrıca, alüminyum olmak, - farklı metaller arasındaki etkileşimden korozyon tehlikesi yoktur. Anten sökülecek ve periyodik olarak hareket ettirilecekse, makine veya sac metal vidalar çalışacaktır. İf makine vidaları kullanılır, ancak somunların titreşmemesi için önlemler alın. Kilit yıkayıcıların, kilit somunlarının ve silikon küvet sızdırmazlık maddesi veya diş kilidi - gibi esnek yapıştırıcıların kullanılması donanımı yerinde tutacaktır. Field Day gibi taşınabilir veya geçici kullanım için, perçinler elektrik bandı ile yerinde tutulabilir ve işlem bittiğinde çıkarılabilir.

Eleman eklemlerinde iletken bir gres kullanılması uzun ömür için gereklidir. Tedavi edilmeden bırakıldığında, alüminyum yüzeyler havalarda oksitlenecek ve zayıf bir bağlantıya neden olacaktır. Bu iletken gres için bazı ticari isimler Penetrox, OxGard ve Noalox'dur. Birçok elektrik tedarik evleri ve donanım mağazaları bu ürünleri taşır .

DRIVEN ELEMANI

ARRL, *tesisatçılara,* tüm elemanların doğrudan bom üzerine monte edildiği ve topraklandığı yapıyı memnun etmelerini önerir. Bu, tüm diziyi daha iyi yıldırım koruması sağlayan de ground potansiyeline sokar. Besleme hattını diziyle eşleştirmek için bir gamma veya T-match bölümü kullanılabilir.

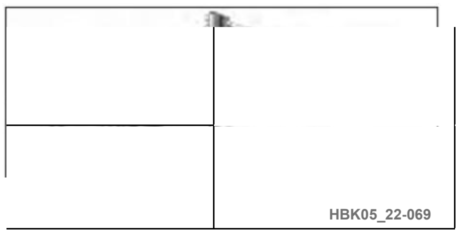
Alternatif bir yöntem, tahrik elemanını bomdan yalıtmaktır, ancak merkez noktası elektriksel olarak nötr olan ve doğrudan bom'a bağlanabilen ve tahrik edilen eleman için zemini geri kazandıran bir saç tokası veya beta eşleşmesi kullanmaktır.

Tahrik elemanının besleme noktası empedansının 50 O'ya yakın olduğu doğrudan besleme tasarımları, empedans eşleştirme yapısı gerektirmez. Saç tokası uyumlu tasarımlar gibi, tahrik elemanı da - bazı ek mekanik karmaşıklık gerektiren bomdan yalıtılmalıdır.

Tasarımdan bağımsız olarak, besleme hattı kalkanının dış yüzeyinin antenle doğrudan veya yayılan sinyali alarak etkileşime girmesini önlemek için bir akım veya boğucu balun kullanılmalıdır (İletim Hatları bölümüne bakın). Bu tür bir etkileşim, antenin radyasyon paternini, özellikle de yan ve arka tarafa sinyal reddini tehlikeye atarak bozabilir.

BOOM MATERIAL

Tüm sisteme stabilite sağlamak için dönebilen bir Yagi veya quad için bom boyutu seçilmelidir. Bom için en iyi çap birkaç faktöre bağlıdır, ancak çoğunlukla eleman ağırlığı, eleman sayısı ve toplam uzunluk. İki inç çaplı bomlar, azaltmak için ek destek verilmedikçe 24 metreden daha uzun yapılmamalıdır.

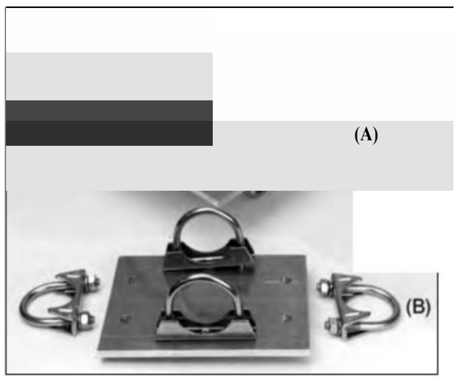


Şekil 21.54 - Uzun bir bom her ikisine de dikey ve yatay destek. Çapraz... Bomun üzerine monte edilen çubuk Tutmaya yardımcı olacak bir çift kafes Anten yerinde.

Tablo 21.6
1 0 Metre Optimize Yagi Tasarımları

	Aralık Arasında Elementler (içinde)	*Seg 1 Uzunluk (içinde)*	*Seg2 Uzunluk (içinde)*	*Seg 3 Uzunluk (içinde)*	*Orta bant Kazanç FIR*
310-08					
Refl	0	24	18	66.750	7.2 dBi
DE	36	24	18	57.625	22.9 dB
Dir 1	54	24	18	53.125	
410-14					
Refl	0	24	18	64.875	8.4 dBi
DE	36	24	18	58.625	30.9 dB
Dir 1	36	24	18	57.000	
Dir 2	90	24	18	47.750	
510-24					
Refl	0	24	18	65.625	10.3 dBi
DE	36	24	18	58.000	25.9 dB
Dir 1	36	24	18	57.125	
Dir 2	99	24	18	55.000	
Dir 3	111	24	18	50.750	

Not: Tüm antenler için, tüp çapları şunlardır: Seg 1 = 0.750 inç, Seg 2 = 0.625 inç , Seg 3 = 0.500 inç .



Şekil 21.55 - A'daki bom-eleman plakası, yuvarlak boruyu düz plakaya sabitlemek için susturucu-kelepçe tipi U cıvataları ve eyerleri kullanır. B'deki bom-to-mast plakası, bom-to-element plakasına benzer. Temel fark, kullanılan malzemelerin boyutudur.

Tablo 21.7
12 Metre Optimize Yagi Tasarımları

	Aralık Arasında Elementler (içinde)	*Seg 1 Uzunluk (içinde)*	*Seg2 Uzunluk (içinde)*	*Seg 3 Uzunluk (içinde)*	*Orta bant Kazanç FIR*
312-10					
Refl	0	36	18	69.000	7.5 dBi
DE	40	36	18	59.125	24.8 dB
Dir 1	74	36	18	54.000	
412-15					
Refl	0	36	18	66.875	8,5 dBi
DE	46	36	18	60.625	27.8 dB
Dir 1	46	36	18	58.625	
Dir 2	82	36	18	50.875	
512-20					
Refl	0	36	18	69.750	9.5 dBi
DE	46	36	18	61.750	24.9 dB
Dir 1	46	36	18	60.500	
Dir 2	48	36	18	55.500	
Dir 3	94	36	18	54.625	

Not: Tüm antenler için, tüp çapları şunlardır: Seg 1 = 0.750 inç, Seg 2 = 0.625 inç , Seg 3 = 0.500 inç.

Hem dikey hem de yatay bükme kuvvetleri. Uzun bir 2 inç bom için uygun takviye, **Şekil 21.54'te gösterildiği gibi bir makas veya bir makas ve yanal destekten oluşabilir.**

24 feet'lik bir bom uzunluğu, 3 inç çapın çok değerli olmaya başladığı nokta ile ilgilidir. Bu boyut, genel mekanik stabilitede önemli miktarda iyileşme ve eleman donanımı için artan sıkma yüzey alanı sağlar. İkincisi, elemanların bom etrafında dönmesini önlemek için son derece önemlidir.Ağır buzlanma yaygındır. Bir elemanın büyük bir cıvata ile boma sabitlenmesi bu konuda yardımcı olur. Bununla birlikte, daha küçük çaplı bomlarda, elemanlar bazen gevşek çalışır ve hem eleman hem de bomdaki sabitleme deliklerini uzatma eğilimindedir. Bir süre sonra elemanlar konumlarını hafifçe değiştirir (bazen günden güne) ve elektrik performansına zarar vermese de sisteme düzensiz bir görünüm verir.

Duvar kalınlığı 0.065 inç olan 3 inç çaplı bir bom, yaklaşık beş elemanlı, 20 metreye kadar olan antenler için çok tatmin edicidir.

Bir 40 ayak boom üzerinde aralıklı dizi. 24 metreden uzun herhangi bir bom için bir makas önerilir. Büyük bom malzemesi için olası bir kaynak, çiftlik tedarik evlerinde satılan sulama borularıdır.

PUTTNG İTTOGETHER

Bom ve elemanları bir araya getirdikten sonra, bir sonraki adım elemanları bom'a güvenli bir şekilde sabitlemek ve daha sonra **Şekil 21.55'te gösterildiği gibi montaj plakalarını kullanarak bom'u direk veya destek yapısına sabitlemektir.** Malzemenin her iki tarafında bol miktarda bıraktığınızdan emin olun

Elemandan bom montaj plakalarındaki u-cıvata delikleri. Seçilen U-cıvataları boru için rahat bir uyum olmalıdır. Mümkünse, -eyerlerle birlikte gelen susturucu-kelepçe U cıvatalarını satın alın.

Şekil 21.55B'de gösterilen bom-to-mast plakası, 21.55A'daki bom-to-element plakasına benzer. Kullanılan plakanın boyutu ve U-cıvata sayısı antenin boyutuna bağlı olacaktır. Genel olarak, 20 metreye kadar olan bantlar için antenler, direk ve bom için her biri sadece iki U-cıvata gerektirir. 15 ve 20 metre (35 ayak ve üstü) ve çoğu 40 metre için daha uzun antenler

Tablo 21.8
15 Metre Optimize Yagi

	Aralık Arasında Elementle (içinde)	*Seg 1 Uzunluk (içinde)*	*Seg 2 Uzunluk (içinde)*	*Seg 3 Uzunluk (içinde)*	*Seg 4 Uzunluk (içinde)*	*Orta bant Kazanç FIR*
315-12						
Refl	0	30	36	18	61.375	7.6 dBi
DE	48	30	36	18	49.625	25.5 dB
Dir 1	92	30	36	18	43.500	
415-18						
Refl	0	30	36	18	59.750	8.3 dBi
DE	56	30	36	18	50.875	31.2 dB
Dir 1	56	30	36	18	48.000	
Dir2	98	30	36	18	36.625	
515-24						
Refl	0	30	36	18	62.000	9.4 dBi
DE	48	30	36	18	52.375	25.8 dB
Dir 1	48	30	36	18	47.875	
Dir2	52	30	36	18	47.000	
Dir 3	134	30	36	18	41.000	

Not: Tüm antenler için, tüp çapları (inç cinsinden) şunlardır: Seg 1 = 0.875 , Seg 2 = 0.750, Seg 3 = 0.625, Seg 4 = 0.500.

Tablo 21.9
17 Metre Optimize Yagi Tasarımları

	Aralık Arasında Elementler (içinde)	*Seg 1 Uzunluk (içinde)*	*Seg 2 Uzunluk (içinde)*	*Seg 3 Uzunluk (içinde)*	*Seg 4 Uzunluk (içinde)*	*Seg 5 Uzunluk (içinde)*	*Orta bant Kazanç FIR*
317-14							
Refl	0	24	24	36	24	60.125	8.1 dBi
DE	65	24	24	36	24	52.625	24.3 dB
Dir 1	97	24	24	36	24	48.500	
417-20							
Refl	0	24	24	36	24	61.500	8,5 dBi
DE	48	24	24	36	24	54.250	27.7 dB
Dir 1	48	24	24	36	24	52.625	
Dir2	138	24	24	36	24	40.500	

Not: Tüm antenler için, tüp çapları (inç) şunlardır: Seg 1 = 1.000, Seg 2 = 0.875, Seg 3 = 0.750, Seg 4 = 0.625, Seg 5 = 0.500.

Tablo 21.10
20 Metre Optimize Yagi Tasarımları

	Aralık Arasında Elementler (içinde.)	*Seg 1 Uzunluk (içinde.)*	*Seg 2 Uzunluk (içinde.)*	*Seg 3 Uzunluk (içinde.)*	*Seg 4 Uzunluk (içinde.)*	*Seg 5 Uzunluk (içinde.)*	*Seg 6 Uzunluk (içinde.)*	*Orta bant Kazanç FIR*
320-16								
Refl	0	48	24	20	42	20	69.625	7.3 dBi
DE	80	48	24	20	42	20	51.250	23.4 dB
Dir 1	106	48	24	20	42	20	42.625	
420-26								
Refl	0	48	24	20	42	20	65.625	8.6 dBi
DE	72	48	24	20	42	20	53.375	23.4 dB
Dir 1	60	48	24	20	42	20	51.750	
Dir2	174	48	24	20	42	20	38.625	

Not: Tüm antenler için, tüp çapları (inç) şunlardır: Seg 1 = 1.000, Seg 2 = 0.875, Seg 3 = 0.750, Seg 4 = 0.625, Seg 5 = 0.500. Seg 6 =

Uzun bomların ve elemanların antenler - rüzgarda hareket ederken uyguladığı tork nedeniyle kirişlerin her biri bom ve direk için dört U-cıvata olmalıdır. U cıvatalarını sıkarken, boruyu ezmemeye dikkat edin. Duvar çökmeye başladığında, bağlantı - zayıflamaya başlar. Birçok alüminyum tedarikçisi, bu uygulama için doğru olan 4 inç veya % inç kalın plakaları satmaktadır. Genellikle parçaları istek üzerine doğru boyutta keserler. Borularda olduğu gibi, nispeten sert 606 l-T6 sınıfı, montaj plakaları için iyi bir seçimdir.

Anten kaliteli donanım ile bir araya getirilmelidir. Paslanmaz çelik veya galvanizli donanım uzun ömür için en iyisidir ve birkaç Amatör Radyo satıcısından temin edilebilir. Paslanmaz çelik donanım, somun ve cıvatalar üzerindeki dişlerin ele geçirilmesine neden olabilen galling adı verilen yüzey kusurları geliştirebilir. ¼ inç ve daha büyük donanımlarda, bir antiseize - bileşiğin kullanılması önerilir. Anti-seize bileşik, otomobil parçaları mağazalarından temin edilebilir veya az miktarda gres veya anti-oksidasyon bileşiği, ipliklerin yağlanmasına yardımcı olabilir.

Pas, kısa bir süre sonra kaplamalı çelik donanıma saldıracak ve fındıkların çıkarılması imkansız olmasa da zorlaşacaktır. Kaplama donanım kullanırsanız, iyi bir çinko-kromat astarı ve bir veya iki kaplama ile boyayın.

Kaliteli donanım başlangıçta daha pahalıdır, ancak ilk kez doğru yaparsanız, anteni birkaç yıl sonra indirmeniz ve donanımı değiştirmeniz gerekmez. Ayrıca, bir kurulumu onarırken veya değiştirirken, ...lı ...u

Proje: Bilgisayar AilesiOptimize edilmiş HF Yagis

Yagi tasarımcıları artık tasarımlarını frekans bantlarında kazanç, FIR ve SWR parametreleri için optimize etmek için güçlü kişisel bilgisayarlardan ve yazılımlardan yararlanabiliyor. N6BV yaşındaki Dean Straw, HF grupları için bir Yagis ailesi tasarladı. Bunlar, sırasıyla 10, 12, 15, 17 ve 20 metrelik amatör gruplar için Tablo 21.6 ila 21.10'da bulunabilir.

12 ila 20 metre arasında, her tasarım 20 dB F/R'den daha iyi ve tüm amatör frekans bandında 2:1'den az bir SWR için optimize edilmiştir. 10 metre bandı için tasarımlar, bandın alt 800 kHz'i için 28.0 ila 28.8 MHz arasında optimize edildi. Her Yagi elemanı, 0,058 inç kalınlığında duvarlara sahip teleskopik 6061-T6 alüminyum borulardan yapılmıştır. Bu tip element, Şekil 21.53'te gösterilen teknikler kullanılarak kolayca teleskoplanabilir. Her bir elemanı ½ inçlik bir hassasiyetle ölçmek, Yagi kuledeyken ince ayar veya ince ayar yapmaya gerek kalmadan, hesaplamalarla oldukça tutarlı bir performans sağlar.

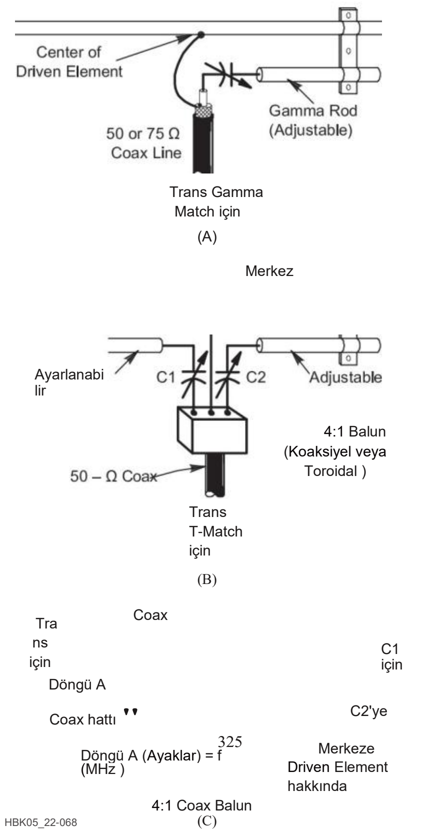
Gösterilen boyutlar

Belirli teleskopik alüminyum elemanlar, ancak tüm frekans bandı boyunca performansta bozulma olasılığı olmasına rağmen, ARRL Anten Kitabındaki inceltme ve ölçeklendirme hakkındaki bilgiler kullanılarak elemanlar farklı boyutlara ölçeklendirilebilir.

Her eleman, Şekil 21.55'te gösterildiği gibi, eyerli galvanizli U-cıvatalar vasıtasıyla ağır dikdörtgen alüminyum boomto-element plakası ile bomun üzerine monte edilmiştir. Bu eleman montaj yöntemi sağlam ve kararlıdır ve eleman bomdan uzağa monte edildiğinden, bom varlığı nedeniyle detuning elemanı miktarı minimumdur. Her tabloda verilen eleman boyutları zaten montaj plakası nedeniyle detuning herhangi bir eleman dikkate almak. Tüm 10 metre Yagis için eleman montaj plakası 0.250 inç kalınlığında düz alüminyum plaka, 4 inç genişliğinde 4 inç uzunluğundadır. 12 ve 15 metre Yagis için, 0.375 inç kalınlığında düz alüminyum plaka, 5 inç genişliğinde 6 inç uzunluğunda ve 17 ve 20 metre Yagis için bir O. 3 5 inç kalınlığında düz alüminyum plaka, 6 inç genişliğinde 8 inç uzunluğunda kullanılır. Plakanın dikdörtgen olduğu yerde, uzun boyut elemanla uyumludur.

Her tasarım tablosu, bomun bir tarafına monte edilmiş her bir elemanın yarısı için boyutları gösterir. Her elemanın diğer yarısı aynıdır, bomun diğer tarafına monte edilir. Elemanın orta kısmının içinde bir boru kılıfı kullanın, böylece eleman montaj U-cıvataları tarafından ezilmez. Her teleskopik bölüm, bir sonraki boru boyutuna 3 inç yerleştirilir. Örneğin, 10 metre için 310-08 tasarımında (8 ayak bomunda 3 eleman), ½ inç OD borudan yapılmış reflektör ucu, % inç OD borusundan 66.75 inç dışarı çıkar. Her 10 metrelik eleman için, her bir % inç OD boru parçasının toplam uzunluğu, ¾ inç parçaya yerleştirilmeden önce 21 inçtir. ¾ inç OD borusu, bomun her iki tarafında 24 inç uzunluğunda olduğundan, her bir elemanın merkez kısmı aslında 48 inç kesilmemiş ¾ inç OD borusudur.

Tüm bu antenler için bom, 0.065 inç duvar kalınlığı ile en az 2 inç OD boru ile inşa edilmelidir. Her bir bomun her bir ucunda üç inç ekstra uzunluk bulunduğundan, reflektör aslında bomun bir ucundan üç inç uzağa yerleştirilir. 310-08 tasarımı için, tahrik elemanı reflektörün 36 inç önüne yerleştirilir ve



Şekil 21.56 - **Gama ve T eşleştirme sistemlerinin parlaklıkları. A'da gama çubuğu, en düşük SWR elde edilene kadar kapasitör ile birlikte ayarlanır. AT match B'de gösterilir. İki gamamach çubuğu ile aynıdır. T eşleşmesi ile kullanılmak üzere 4:1 koaksiyel balun transformatörü C'de gösterilir .**

Rektör, tahrik elemanının 54 inç önüne yerleştirilir. Anten, Şekil 21.55'te gösterilen bom-mastmounting plakasıyla direğe tutturulur.

Her anten, **Şekil 21.56'da gösterildiği gibi, bir gama veya T eşleştirme ağı için uygun bir tahrik elemanı uzunluğu ile tasarlanmıştır.** Değişken gama veya T kapasitörler, hava koşullarına dayanıklılık için küçük plastik muhafazalara yerleştirilebilir; Yakın plaka aralığına sahip alıcı tipi değişken kapasitörler birkaç yüz watt'a kadar güçlerde kullanılabilir. Gerekli maksimum kapasitans genellikle 14 MHz'de 140 pF ve orantılı olarak daha azdır.

daha yüksek frekanslar .

Tahrik elemanının uzunluğu, özellikle - farklı bir eşleştirme ağı kullanılıyorsa, en iyi eşleşme için hafif bir yeniden ayarlama gerektirebilir. *Parazitik elemanların uzunluklarını veya teleskopik boru programını değiştirmeyin* - en iyi performans için optimize edilmişlerdir ve tahrik elemanının ayarlanmasından etkilenmeyeceklerdir.

TUNİ AYARLARI

Gama eşleşmesini ayarlamak için, gama kapasitörünü en iyi SWR için ayarlayın, ardından gama çubuğunu tahrik elemanına bağlayan kısa kayışın veya çubuğun konumunu ayarlayın. Tatmin edici bir SWR'ye ulaşılana kadar bu alternatif ayarlama dizisini tekrarlayın.

T-eşleşmesini ayarlamak için, kısa kayışların konumu ve Cl ve C2, en iyi SWR için dönüşümlü olarak ayarlanır. Antenin dengesini korumak için, kayışların ve kondansatör ayarlarının konumu her iki taraf için aynı olmalı ve birlikte ayarlanmalıdır. Bir koaksiyel 4:1 balun transformatörü Şekil 2 l .56C'de gösterilmiştir. Gösterilen koaks modelinin yerine bir toroidal balun kullanılabilir. Toroidal versiyon, koaksiyelden daha geniş bir frekans aralığına sahiptir. T eşleşmesi 200 © 2 için ayarlanır ve balun bu dengeli değeri 50 © 2'ye dengesiz olarak düşürür. Veya T eşleşmesi 300 9 için ayarlanabilir ve balun bunu 75'e düşürmek için kullanılır. ©2 dengesiz .

Gamma ve T eşleştirme çubuklarının boyutları, kullanılan boru boyutuna ve kirişin parazitik elemanlarının aralığına bağlı olacaktır. Kapasitörler C 1 ve C2, 14 MHz ışınları için 140 pF olabilir. 21 ve 28 MHz'de biraz daha az kapasitans gerekecektir.

Ön eşleştirme ayarlamaları yerde yapılabilir. Işın dikey olarak hizalanmalıdır, böylece reflektör elemanı yere en yakın ve yerden birkaç metre uzaktadır, ışın yukarı doğru işaret eder. Eşleştirme sistemi daha sonra en iyi SWR için ayarlanır. Anten çalışma yüksekliğine yükseltildiğinde, eşleşen ağın yalnızca hafif bir rötuşu gerekebilir.

Koaksiyel besleme hattı kalkanını antenden izole etmek için bir boğucu balun (İletim Hatları bölümüne bakınız) kullanılmalıdır. Besleme hattını, besleme - noktası ile destekleyici direk arasındaki antenin bomuna sabitleyin.

21. 7 Dörtlü ve Döngü Antenleri

En etkili DX antenlerinden biri *dörtlüdür. İt,* her biri bir bambu veya fiberglas çapraz kol tertibatıyla desteklenen iki veya daha fazla tel döngüsünden oluşur. Döngüler taraf başına 4 7'dir (genel olarak bir tam dalga boyu). Bir döngü sürülür ve diğeri parazitik bir eleman olarak hizmet eder - genellikle bir reflektör. Kuadın tasarımı Yagi'ninkine benzer, ancak elemanlar dipoller yerine döngüler. İki elemanlı bir dörtlü, iki elemanlı bir Yagi'ye kıyasla daha fazla mekanik karmaşıklık ve üç elemanlı bir Yagi ile neredeyse aynı performans pahasına bir bant boyunca daha iyi FIR, kazanç ve SWR elde edebilir.

Kuadın bir varyasyonu *delta döngüsü olarak adlandırılır.* Her iki antenin elektriksel özellikleri aynıdır. Her iki anten de **Şekil 21.57'de gösterilmiştir.** Temel olarak fiziksel özelliklerinde farklılık gösterirler, biri tesisatçının zevk yapısındayken, diğeri yalıtım destek üyelerini kullanır. Ek kazançve yönlülük istenirse, her iki antene bir veya daha fazla yönetici eklenebilir, ancak çoğu operatör iki elemanlı düzenlemeyi kullanır.

İki veya daha fazla bant için dörtlü veya deltaları birbirine bağlamak mümkündür, ancak bu yapılırsa 1 .57 inFigure2 verilen formüller kullanılarak hesaplanan uzunluklar, ikinci antenin yakınlık etkisini telafi etmek için hafifçe değiştirilebilir. Aşağıdaki projede gösterildiği gibi bir ayar kondansatörünün kullanılması, antenin kablo uzunluklarının hantal ayarlanması olmadan en yüksek performans için ayarlanmasını sağlar.

Birden fazla dizi kullanılıyorsa, her anten, bir alan mukavemet ölçerde gözlemlendiği gibi maksimum ileri kazanç veya en iyi ön-arka oran için ayrı ayrı ayarlanmalıdır. - Dörtlü üzerindeki reflektör saplaması bu duruma göre ayarlanmalıdır. Antenin rezonansı, en düşük SWR'nin gerçekleştiği frekansı kontrol ederek bulunabilir. Uzatarak veya kısaltarak, tahrik elemanı uzunluğu, bandın en çok kullanılan bölümünde rezonans için ayarlanabilir.

Tahrik elemanının besleme noktasında, empedansı koaksiyel kabloya uydurmak için bir gama eşleşmesi kullanılabilir. Döngünün besleme noktası empedansı 50 © 2 koaksiyel kablodan daha yüksek olduğundan, *senkron bir iletim hattı transformatörü* veya *-seksiyon (İletim* **Hatları** bölümüne bakınız), ilmek ve koaksiyel kabloya ara bir empedans ile kullanılabilir .

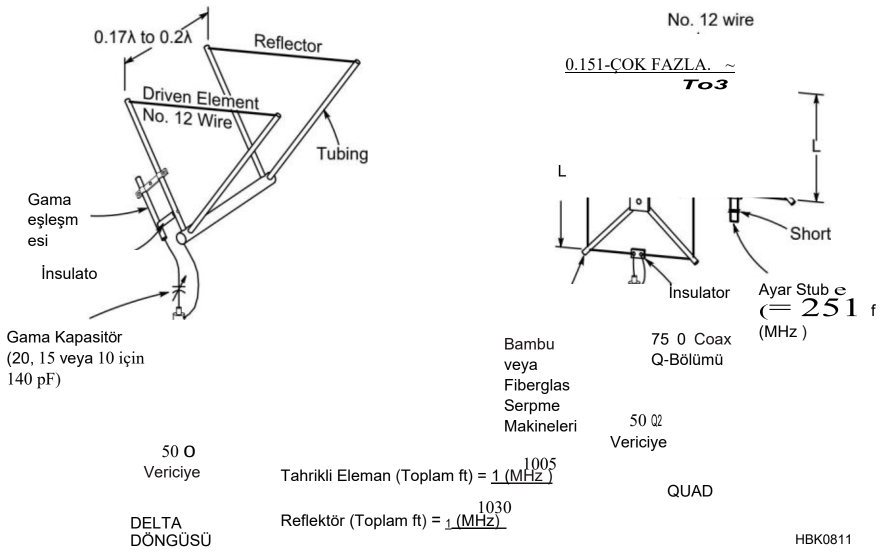
Proje: Beş Bantlı, İki Elemanlı HF Quad

Bu projede 20 ila 10 metreyi kapsayan iki çok bantlı dörtlü tasarım anlatılmaktadır. Bunlardan biri **William** A. Stein, KC6T, sıfırdan ve diğeri Al Doig, W6NBH tarafından değiştirilmiş ticari triband ve dörtlü donanım kullanılarak inşa edildi. Yapım ve ayarlama prensipleri her iki model için de aynıdır ve performans sonuçları da esasen aynıdır. Bu tasarımın ana avantajlarından biri, beş bandın her biri için (nispeten) bağımsız performans ayarlamalarının kolaylığıdır. Bu dörtlüler William A. Stein, KC6T tarafından *Nisan* 1992'de QST'de tanımlanmıştır. Her iki model de 8 fit uzunluğunda, 2 inç çapında boomlar ve geleneksel X şeklindeki yayıcılar (her dört döngünün iki tarafı yere paralel) kullanır.

Her tahrik elemanı ayrı ayrı beslenir, ancak kulübeye beş ayrı besleme hattı çalıştırmak hantal olur. Her eleman için besleme hattını seçmek için bomdaki uzak bir koaksiyel anahtar kullanılır. Elemanın besleme noktası empedansını 50 n'ye eşleştirmek için bir gama eşleşmesi veya çeyrek dalga senkron iletim hattı transformatörü kullanılır.

Bu tasarımlar, döngü boyutları ve aralığı için Şekil 21.57'deki formülleri kullanarak monoband dörtlü olarak da basitleştirilebilir. Bir dörtlü inşa etme teknikleriyle tanışmak için ilk önce bir monoband dörtlüsünün denendiği dörtlülere aşina olmayan anten üreticisine tavsiye edilir. Dörtlü inşa etme ve kurma konusunda rahat olduktan sonra, çok bantlı bir tasarımla başarı elde etmek çok daha kolaydır.

Komple inşaat detayları ve daha fazlası Bu tasarımların performansı hakkında bilgi indirilebilir ek içerik ile mevcuttur.



Şekil 21.57 - Bir dörtlü veya bir delta döngü anteni inşa etmede bilgi. Antenler elektriksel olarak benzerdir, ancak delta döngüsü tesisatçının zevk yapısını kullanır. 75 9 koaksiyel veya Q kesitinin 2/4 uzunluğu, dörtlünün yaklaşık 100 n besleme noktası empedansından 50 n besleme hattına kadar senkronize bir iletim hattı transformatörü görevi görür.

21.7.1 Döngü Antenleri

Bu bölümde açıklanan döngü antenleri, çevresi en az bir dalga boyu olan sürekli döngülerdir ve üçgenler, elmaslar, kareler veya daireler gibi yaklaşık olarak eşit olan kenarlarla açık şekiller halinde oluşturulmuştur. Alma amacıyla kullanılan daha küçük döngüler *ARRL Anten Kitabında tartışılmaktadır.* 2 veya **3:1'den büyük yan uzunluklara sahip döngüler,** bu bölümün kapsamı dışında özel özelliklere sahip olmaya başlar.

Bir 1 2 döngüsü, uçları birbirine bağlanmış ve yukarıda açıklandığı gibi açık bir şekle ayrılmış iki %2 dipol olarak düşünülebilir. Bir dipolün besleme noktası kısa devre ile değiştirilir, böylece antende yalnızca bir besleme noktası bulunur. Bu nedenle, döngü etrafındaki akım ve voltaj dağılımı Şekil 21.1'in bir uzantısıdır. Üç tipik döngü şekli ve bunların üzerindeki geçerli dağılımlar **Şekil 21.58'de gösterilmiştir.** Akım akışının % A noktalarında besleme noktasının her iki tarafına doğru tersine döndüğünü unutmayın. Bu, besleme noktasının karşısındaki akım yönünün besleme noktasındakiyle aynı olduğu anlamına gelir.

Bir 1 2 döngüsünün maksimum radyasyon gücü, döngünün düzlemine diktir ve döngü düzleminde minimumdur. İf the

Döngü yatay, anten en iyi düz yukarı ve düz aşağı ve zayıf yayar! y yanlara. Maksimum radyasyon yönünde bir 1 A döngüsünün kazancı yaklaşık 1 dBd'dir.

Eğer Şekil 21.58'de gösterilen üç döngünün düzlemi dikeydir, radyasyon yatay olarak polarizedir, çünkü akımın dikey bileşenleri tarafından yayılan alanlar simetrik ve karşıttır, bu yüzden iptal ederler, sadece birbirlerini döngü düzlemine dik olarak güçlendiren yatay polarize alanları bırakırlar. Antenin besleme noktası dikey bir tarafa taşınırsa veya anten 90 ° döndürülürse, iptal edilecek yatay olarak polarize edilmiş alanlardır, dikey olarak polarize bir alan bırakır, yine de döngünün düzlemine maksimum diktir. Döngüyü başka bir yerde beslemek, döngüyü bir ara değerle döndürmek veya döngüyü asimetrik bir şekilde oluşturmak, dikey ve yatay arasında bir yerde polarizasyona neden olur, ancak maksimum radyasyon yine de döngünün düzlemine dik olarak gerçekleşir .

Düz telli antenlerin aksine, 1 A döngüsünün çevresinin elektriksel uzunluğu gerçek uzunluktan daha kısadır. Çıplak # 18 AWG telden yapılmış ve 14 MHz frekansında çalışan bir döngü için, uzunluk-çap oranı çok büyük olacak şekilde, döngü serbest alanda rezonansa yakın olacaktır :

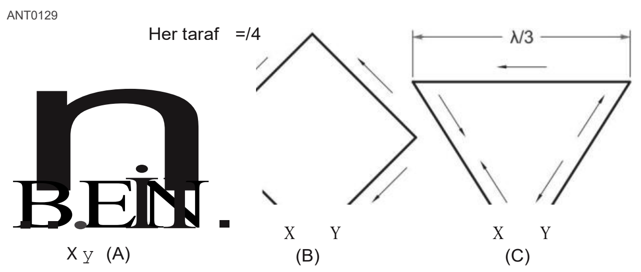
Uzunluk (ayak) = 1032/f (MHz) (7)

Rezonans 12'nin radyasyon direnci. Döngü bu koşullar altında yaklaşık 120 9'dur. Döngü boyutları bir ½ A dipolünkinden daha büyük olduğundan, radyasyon verimliliği yüksektir ve antenin SWR bant genişliği dipolünkinden önemli ölçüde daha büyüktür .

Döngü anteni, çevredeki dalga boylarının ayrılmaz bir sayısı olduğu tüm frekanslarda rezonanstır; Fi, 2f, 3f, vb. Bu, 80 metre 1 A döngüsünün 40, 30, 20, 15, 12 ve 10 metrelerde nispeten düşük bir besleme noktası empedansına sahip olacağı anlamına gelir. Döngünün her iki tarafı elektriksel olarak uzadıkça, döngünün radyasyon modeli, döngünün düzlemine ve döngünün düzlemine daha yakın olan loblara dik olarak boşluklar geliştirmeye başlar. Bir dalga boyu uzunluğundan daha uzun bacaklara sahip yatay bir elmas şeklindeki döngü, *eşkenar dörtgen bir antendir* ve antenin uzun ekseni boyunca önemli bir kazanç sağlayabilir. (Elmas şeklindeki eşkenar dörtgen, ARRL ve diğer birçok radyo kuruluşunun sembolünün kökenidir.)

Proje: Düşük Bantlı Dörtlü ve Delta Döngüleri

(Aşağıdaki materyal *ON4UN'un Low-Band DXing, Fifth Edition'ın 10. bölümünden özetlenmiştir.)* Bunlar için

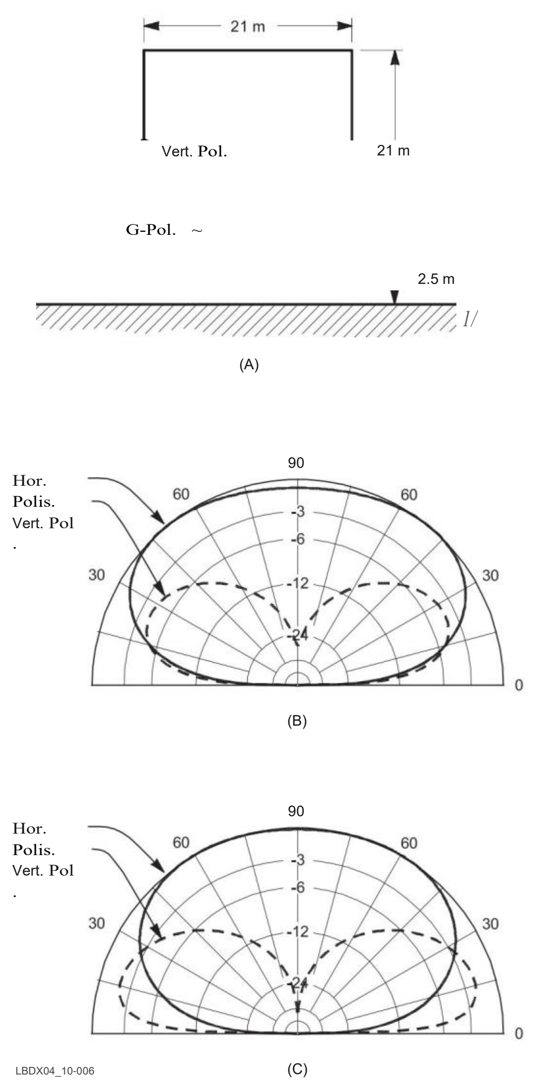


Şekil 21.58 - **A ve B'de, döngülerin kenarları vardır ¼ A uzun** ve C'de **kenarları %7'dir. 1 'A** toplam iletken uzunluğu için uzun **Polarizasyon, döngünün yönüne ve besleme noktasının (X-Y terminalleri) döngünün çevresi etrafındaki konumuna bağlıdır.**

Tasarımlar 3.75 MHz'lik bir çalışma frekansı varsayar. Bu bölümdeki döngülerin boyutları 160, 60, 40 veya 30 metre bantlarındaki frekanslara ölçeklendirilebilir. Döngülerin performansı, zemin üzerindeki yükseklik ve zemin iletkenliği ile değişecektir.

KARE DÖNGÜ

Şekil 21.59, hem yatay hem de dikey polarizasyon için aynı dB ölçeğinde çok zayıf zemin ve çok iyi zemin üzerinde dörtlü bir döngü için dikey düzlem radyasyon modellerini göstermektedir. Döngünün polarizasyonu



Şekil 21.59 - **Yatay ve dikey polarize kare dörtlü için üst üste bindirilmiş desenler döngüler (A'da gösterilen)
Çok zayıf zemin (B) ve çok iyi zemin (C) üzerinde. İn dikey - polarizasyon modu zemin kalitesi
Tüm dikey polarize antenlerde olduğu gibi anten performansı üzerinde büyük bir etkiye sahiptir.**

Şekildeki gibi besleme noktasının konumuna bağlıdır.

Dikey polarize dörtlü döngü, '42 aralıklı iki kısaltılmış üst yüklü dikey dipol olarak düşünülebilir. Kuadın yatay elemanlarından gelen geniş radyasyonu çok düşüktür, çünkü yatay bacaklardaki akımlar yaklaşık olarak eşittir, ancak bacağın her yarısında zıt yönlerdedir. Geniş yöndeki radyasyon açısı, dikey üyelerden herhangi biri ile aynı olacaktır.

Elde edilen radyasyon açısı, tüm dikey polarize antenlerde olduğu gibi, antenden birkaç dalga boyuna kadar zeminin kalitesine bağlı olacaktır. Zeminin kalitesi, diğer dikey antenler için olduğu kadar önemlidir, yani yere yakın dikey olarak polarize edilmiş ilmeklerin zayıf toprak üzerinde iyi çalışmayacağı anlamına gelir. 80 metrede tipik bir durumda, dikey olarak polarize edilmiş bir dörtlü döngü, ortalama zemin üzerinde çalıştırıldığında mükemmel bir düşük açılı sinyal (yaklaşık 21 °'de lob tepe noktası) yayar. Daha zayıf zemin üzerinde, tepe yükseklik açısı 30 °'ye daha yakın olacaktır. Yatay yönlülük oldukça zayıftır ve herhangi bir yükseklik açısında yaklaşık 3.3 dB yan reddetmeye eşittir .

Yatay polarize dört döngülü bir anten, -döngünün yüksekliğine bağlı olarak tepe yükseklik açısı olan iki istiflenmiş kısa dipol olarak düşünülebilir. Düşük yatay polarize dörtlü (0. 3 'A'da), enerjisinin çoğunu doğrudan ornear zenith açısında (düz yukarı) yayar. Düşük dalga açılarında (20 ° ila 45 °) yatay polarize döngü, dikey polarize dikdörtgen döngüden daha fazla önden yana oranı (5 ila 10 dB) gösterir .

Yatay polarize dörtlü döngüde, tepe radyasyonunun açısı anten yüksekliğine çok bağlıdır, ancak zeminin kalitesine çok fazla bağlı değildir. Çok düşük yüksekliklerde, tepe radyasyonunun açısı 50 ° ile 60 ° arasında değişir (ancak 90 °'ye kadar oldukça sabittir). Bu NVIS ve bölgesel iletişim için çok iyi ama DX için çok iyi değil. Kazanç söz konusu olduğunda, çok iyi ve çok zayıf zemin arasında 2.5-dB bir kazanç farkı vardır, bu da dikey olarak polarize edilmiş döngü ile bulunan farkın sadece yarısıdır .

Yatay ve dikey polarize döngülerin kazanımlarını karşılaştıran Şekil 21.59, çok düşük anten yüksekliklerinde kazanımın yatay polarize döngü için yaklaşık 3 dB daha iyi olduğunu göstermektedir. Ancak bu kazanç yüksek dalga açısında (50 ° ila 90 °) bulunurken, dikey olarak polarize edilmiş döngü çok düşük yüksekliklerde 17 ° ila 25 ° arasında yayılır.

Alt bacak için 3 ila 6 metre arasındaki yüksekliklerde, yatay polarize döngü için besleme noktası direnci ortalama zemin üzerinde yaklaşık 100 ila 120 9'dur. Dikey - polarizasyon için, besleme noktası direnci 200 ila 170 9 arasında değişir.

Dörtlü döngü besleme noktası, dörtlüyü dikey veya yatay telin ortasında beslediğinizde simetrik olmalıdır. Besleme noktasında, ortak modlu bir boğucu balun kullanın (İletim **Hatları bölümüne bakın),** çünkü koaksiyel besleme hattının dışına akan akım radyasyon desenini bozabilir.

DELTA DÖNGÜSÜ

Şekil 21.60, iki farklı tipte zemin (aynı dB ölçeği) üzerinde dikey ve yatay olarak polarize edilmiş küçük açı eşkenar üçgen delta döngüleri için konfigürasyonun yanı sıra üst üste bindirilmiş yükseklik modellerini de göstermektedir. Model 3.75 MHz frekans için üretildi. Taban, yerden 2.5 metre yükseklikte, bu da tepeyi 26.8 metreye koyuyor. İyi zemin üzerinde, dikey polarize delta döngüsü 22 ° tepe radyasyon açısında yaklaşık 3 dB ön-yan oranı gösterir. Ortalama zemin ile kazanç 1.3 dBi'dir.

Çok zayıf zemin üzerinde, yatay polarize delta döngüsü, 35 °'nin üzerindeki tüm dalga açıları için dikey polarize döngüden daha iyidir. 35 ° altında dikey polarize döngü devralır, ama oldukça marjinal. Dikey ve yatay polarize döngülerin maksimum kazancı sadece 2 dB ile farklılık gösterir, ancak büyük fark, yatay polarize döngü için kazancın neredeyse 90 °'de gerçekleşirken, dikey polarize döngü için 25 °'de gerçekleşmesidir. Dikey polarize anten ayrıca iyi yüksek açılı reddetme (lokal -sinyallerin reddi) verirken, yatay polarize döngü olmaz.

Çok iyi zemin üzerinde, düşük açılarda performans büyük ölçüde her iki polarizasyon için geliştirilmiştir. Dikey polarize döngü, yatay polarize olduğundan 30 °'nin altındaki herhangi bir yükseklik açısında hala daha iyidir. 10 ° radyasyon açısında fark 10 dB kadar yüksektir. Bu, dikey olarak polarize edilmiş deltayı, DX çalışması için çok daha iyi bir zemin üzerinde yapar .

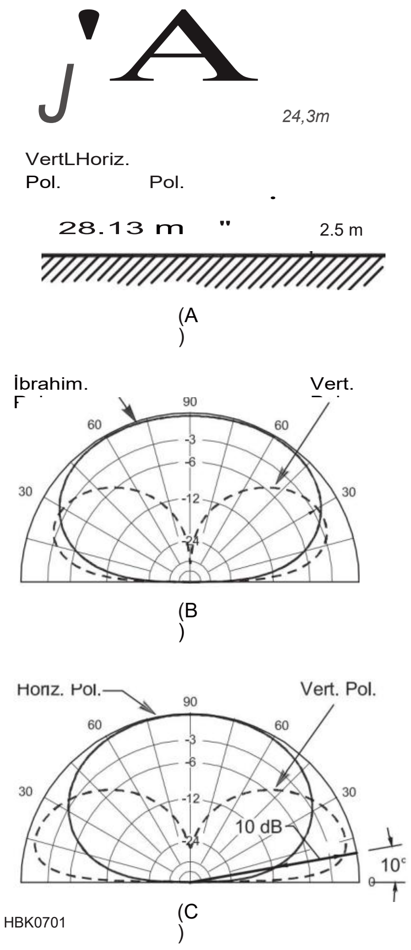
Pratik delta döngülerinin çoğu, tam geometriye ve diğer antenlere bağlanmaya bağlı olarak 50 ila 100 Q arasında bir besleme noktası empedansı gösterir. Anten doğrudan 50 veya 70 Q koaksiyel kablo ile veya besleme noktası empedansı 100 ©'ye yakınsa 70 92 çeyrek dalga transformatörü ile beslenebilir. Besleme noktasında, ortak modlu bir boğucu balun kullanın (İletim **Hatları bölümüne bakın),** çünkü koaksiyel besleme hattının dışına akan akım radyasyon desenini bozabilir.

ALT KÖŞEDEN BESLENEN DELTA DÖNGÜSÜ

Şekil 21.61, iki alt köşeden birinde beslenen delta döngüsünün düzenini göstermektedir. Anten, önceki bölümde açıklanan döngüden biraz daha düşük bir tepe ve daha uzun bir taban ile önceki bölümden biraz sıkıştırılmıştır. "Yanlış" olduğu için

Besleme noktasının yeri, temel telden gelen radyasyonun iptali eksiktir, bu da önemli bir yatay polarize radyasyon bileşenine neden olur. Toplam alan 25 ° ila 90 ° arasında çok düzgün bir kazanç kapsamına (1 dB içinde) sahiptir. Bu, düşük açılarda DX çalışırken yüksek açılı sinyallerin reddedilmesi için bir dezavantaj olabilir .

Besleme noktası konumu nedeniyle, -endfire radyasyon (döngü doğrultusunda radyasyon) 29 ° tepe radyasyon açısında yaklaşık 12 dB bir yan boş ile asimetrik hale gelmiştir. Döngü aslında maksimum sinyalini yaklaşık 18 ° genişlikte yayar. Bu besleme noktası konfigürasyonu, döngünün modelini büyük ölçüde etkiler, bu nedenle alt köşe beslemesini dikkatli kullanın .



Şekil 21.60 - Yatay ve dikey polarize delta dörtlü döngüler için üst üste desenler (A'da gösterilen) çok zayıf zemin (B) ve çok iyi zemin (C). Daha iyi zemin üzerinde, dikey polarize döngü düşük radyasyon açılarında çok daha iyi performans gösterirken, hem iyi hem de zayıf zemin üzerinde dikey polarize döngü, yüksek açılı yerel sinyallere karşı iyi bir ayrımcılık sağlar.

Proje: 30 ve 40 Metre için İki Bantlı Döngü

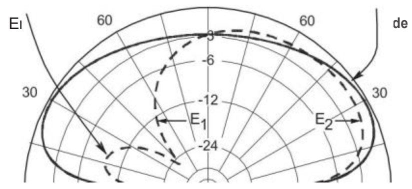
Aşağıdaki anten tasarımı, Mayıs 1989 sayısında James Brenner, NT4B tarafından QSTHints ve Kinks girişinden alınmıştır. **Şekil 21.62'de gösterilen versiyon bir** delta döngüsünün tepe noktasında beslenir, ancak kare veya dörtlü döngü şekline uyarlanabilir.

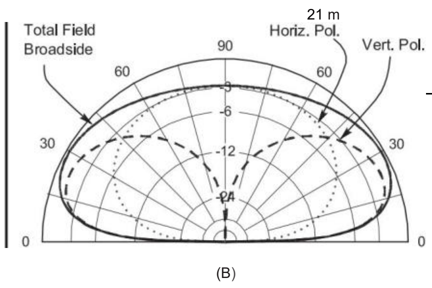
Orijinal tasarım, Bill Orr'un All About Cubical Quad Antennas kitabındaki "The Mini X-Q Loop" (Mini X-Q Döngüsü) adlı eserinden türetilmiştir, W6SAI (şu anda baskı dışıdır) 1 ½ A çevresi, besleme noktasının karşısında açık devre ile. Bu antenin **1** A döngüsü üzerinde yaklaşık 1 dB ek kazancı vardır. 30 ve 40 metre aynı **1:1 ½ A** oranına yakın olduğundan, bir döngü 40 metrede 1 A ile 30 metrede 1 ½ A arasında bir anahtarla dönüştürülebilir.

Şekil 21.62'de gösterildiği gibi delta döngüsünün alt bacağının ortasına büyük, seramik bir SPST bıçak anahtarı yerleştirilmiştir. Anahtar açıkken, döngü 10.5 MHz'de 1 ½ A döngüsü yapar, bu nedenle anteni uzatmak ve rezonans frekansını 10.1 MHz'e düşürmek için anahtarın her iki tarafındaki döngüye 18 inç teller eklenmiştir. Düğmenin kapatılması telleri kısaltır ve döngü 40 metre boyunca düzenli 1 sürekli döngü haline gelir.

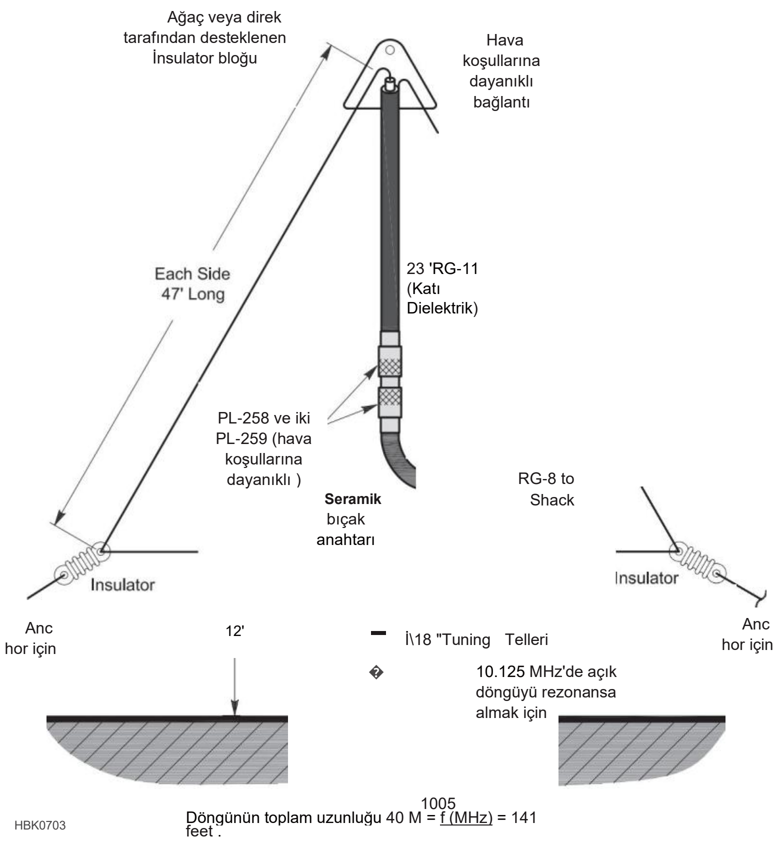
30 metrede iletirken anahtarda oldukça yüksek voltaj bulunduğunu unutmayın. Bir röle kullanılırsa, ark oluşumunu önlemek için temas aralığının yeterli olduğundan emin olun veya genel aralığı artırmak için ek temas çiftleri kullanın.

Anten, yaklaşık 5 fit uzunluğundaki 7 RG-11 Q 23 koaksiyelinin çeyrek dalga transformatöründen (İletim Hatları bölümüne bakınız) beslenir. Yazara göre, 40 metre için yapılandırıldığında, döngü 15 metrede 2:1'den daha az tatmin edici bir SWR'ye sahiptir. Ek olarak, 30 metre konfigürasyonu bir anten tuneri kullanılarak 80 metrede başarıyla kullanılabilir.

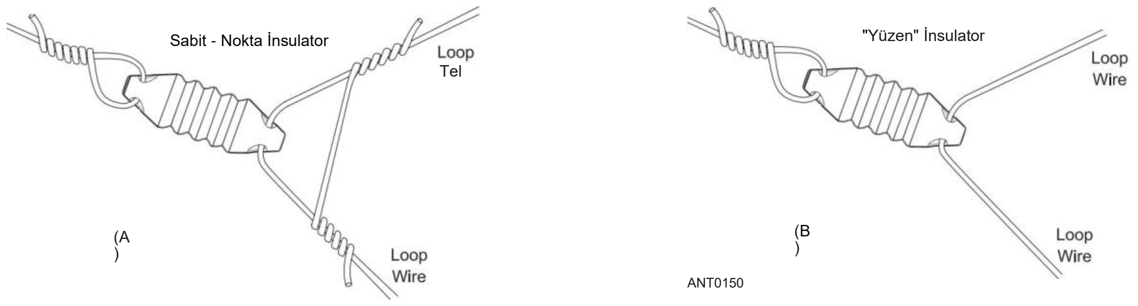




Şekil 21.61 - Delta döngüsü için konfigürasyon ve radyasyon desenleri ne zaman Alt köşelerden birinde 3.75 MHz frekansında beslenir. Yatay telden gelen radyasyonun tam olarak iptal edilmesi, güçlü bir yüksek açılı yatay polarize bileşen üretir. Anten ayrıca dikey radyasyon açısı ile güçlü bir şekilde değişen yatay yönlülük gösterir.



Şekil 21.62 - NT4B'nin 30 ve 40 metrelik halkası, 75 92 koakstan yapılmış bir çeyrek dalga 40 metre eşleştirme transformatörü ile beslenir. Kullanılan 18 inç tuning tellerine dikkat edin
Antenin 30 metre rezonansını 10.5'ten 10.1 MHz'e düşürmek için. 30 metre rezonans frekansını ayarlamak için bu tellerin uzunluğunu ayarlayın.



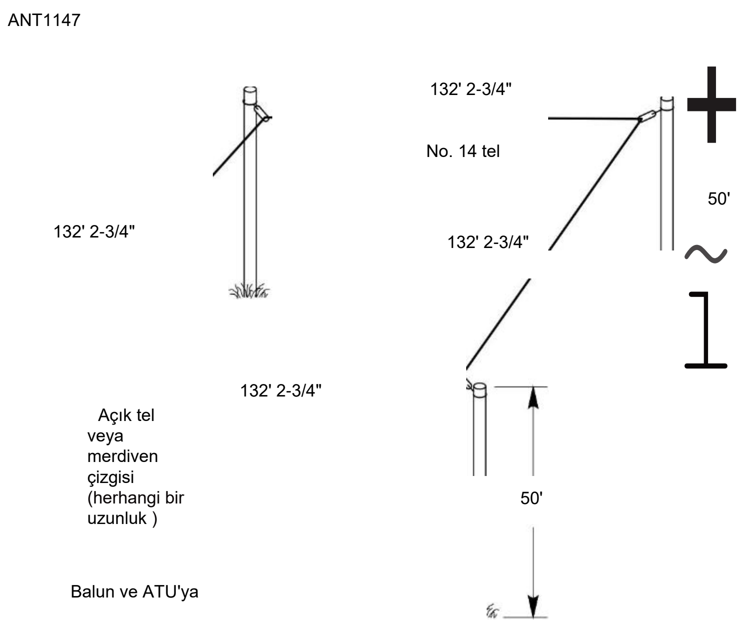
Şekil 21.63 - İzolatörleri döngü köşelerine monte etmenin iki yöntemi.

Proje: Çok bantlı Yatay Döngü Anteni

Çok bantlı, rezonanssız dipol ile birlikte, birçok amatör HF üzerinde yatay bir döngü anteni kullanarak büyük bir başarı ile çalışır. Gerekli olan tek şey, antenin gelenleri yerden 20 veya daha fazla feet yukarıda tutabilen en az üç destektir (ve bu bile tartışılabilir) ve en düşük çalışma frekansında çevresi bir dalga boyu veya daha fazla olan bir tel döngüsü için yeterli alan. (Daha küçük döngüler bir empedans eşleştirme birimi ile kullanılabilir.)

Denklem 7'yi kullanarak toplam tel uzunluğunu hesaplayarak başlayın. Yalıtkanın yükseltileceği yüksekliğin en az iki katı olan her bir destek ve ip uzunluğu için bir yalıtkana ihtiyacınız olacaktır. Anteni, comer izolatörlerinden birinde veya tel boyunca herhangi bir yerde ayrı bir yalıtkan ile besleyebilirsiniz. Comer izolatörlerinin örnekleri **Şekil 21.63'te gösterilmiştir.** Yüzer izolatörlerin kullanılması, anten bükülürken telin hareket etmesini sağlar. İzolatörlerden biri sabit tipte olmalıdır veya anten, ortak bir destek ipini paylaşan bir çift izolatöre bağlı döngü telleri ile bir köşeden beslenebilir. Bu anten besleme noktasını yerinde tutar.

Döngü sadece rezonans olduğu bantta kullanılacaksa, SWR düşük olacağından, besleme hattı olarak koaksiyel kablo kullanılabilir. Besleme noktasında bir boğucu balun tavsiye edilir. Formül bandı kullanımı, açık telli besleme hattı, kulübede bir empedamatlama ünitesi ile kullanılmalıdır. Besleme noktasında açık kablo hattının nasıl bağlanabileceğine ilişkin bir örnek için Şekil 21.15'e bakın.



Şekil 21.64 - 1.9 MHz için tasarlanmış bir yatay tam dalga döngüsü örneği. Anten, herhangi bir uzunlukta açık tel veya merdiven hattı ile beslenebilir. Döngü tüm HF bantlarında kullanılabilir..

Açık kablo hattının istasyon ucundaki empedans, dengeli bir ATU veya balun ve normal ATU'lu koaksiyel kablo için 50 92 ile eşleştirilebilir. Empedans büyük ölçüde değişecektir, bu nedenle geniş frekans aralığında bir eşleşme sağlamak için sabit oranlı bir balun (1:1, 4:1, 9:1 vb.) Beklemeyin. Balun'un işlevi, açık tel hattını dengesiz ekipmanlara veya besleme hatlarına bağlamaktır.

Temel frekansında, antenin maksimum radyasyonu düz olacak ve ara sıra DX teması ile yüksek yükseklik açılarında bölgesel iletişim için en kullanışlı hale gelecektir. Daha yüksek frekanslarda, döngü uzun mesafelerde daha iyi sinyal gücü için daha düşük açılarda daha güçlü yayılır. Örnek bir tasarım **Şekil 21.64'te gösterilmiştir.**

21.8 HF Mobil Antenler

HF mobil operasyon, 1930'lardan beri Amatör Radyo'nun bir parçası olmuştur. Mobil işletim, anten tasarımındaki ilerlemeler ve mükemmel mobil radyolarla çok popüler hale geldi. Bu bölümdeki materyal, web sitesi (K0BG) HF mobil istasyonları ve işletimi hakkında birçok yararlı sayfaya sahip olan Alan Applegate, www.kObg.com tarafından katkıda bulunmuş ve güncellenmiştir.

Yüksek frekanslı (HF) mobil antenler, basit kamçılardan ayrıntılı, bilgisayarlı kontrollü behemotlara kadar akla gelebilecek her boyutta ve şekilde gelir. Türü ve yapısı ne olursa olsun, bir HF mobil anteninin birkaç önemli özelliği olmalıdır.

• Sağlamlık: Minimum salınım ile otoyol hızlarında dik durmak için kalıcı olarak monte edilmelidir (aracın güvenlik ekipmanını değiştirmeden).

• Mekanik olarak stabil: Ani duruşlar veya keskin dönüşler, başkalarını tehlikeye atarak sallanmasına neden olmaz.

• Esnek monte: Düşük hızlarda dalların ve engellerin etrafında bükülmeye izin verir. • Hava koşullarına dayanıklı: Rüzgar, yağmur, kar ve buzun etkilerine dayanır.

• Ayarlanabilir: İf çok bantlı çalışma istenir, aracı durdurmadan farklı HF bantlarına ayarlanabilir.

• Gerektiğinde kolayca çıkarılabilir.

• Mümkün olduğunca verimli olun.

Mevcut tüm anten seçeneklerinden, *kamçı* anteni - tabanına monte edilmiş kendinden destekli bir çubuk veya tel - tüm bu özellikleri bir şekilde veya başka bir şekilde sağlayan zaman testini geçmiştir. Aşağıdaki bölümler, farklı kamçı türlerini, araca nasıl bağlandıklarını ve etkileşime girdiklerini ve vericiye nasıl bağlandıklarını tartışmaktadır.

21.8.1 Basit kırbaçlar

En basit anten çeyrek dalga kamçısıdır, ancak gerekli uzunluk nedeniyle sadece üst HF bantlarında pratiktir. Örneğin, 10 metre çeyrek dalga boyu anteni yaklaşık 8 metre uzunluğundadır. Bir yükleme bobini gerektirmez, bu nedenle verimliliği yaklaşık %80'dir. Verimliliğin %100 olmamasının nedeni, kırbaçtaki dirençli kayıplar, montaj donanımındaki başıboş kapasitans kayıpları ve daha sonra ele alacağımız zemin kayıplarıdır. Sonuç, antenin tabanındaki besleme noktası empedansının 50 9'a çok yakın olmasıdır.

Frekans olarak daha düşük hareket ettikçe, fiziksel uzunluk eşdeğer bir elektriksel uzunluk için artmalıdır, ancak bir sınır vardır. Çoğu yerde, antenin ucundaki maksimum yüksekliğin 13.5 feet (4.l metre)'den az olması gerekir. Bu genellikle bir araca ortalama kurulum için kırbaç uzunluğunu 10.5 fit (3.2 metre) ile sınırlar. 10 veya 12 metrede bu uzunluğun altında bir rezonans anteni oluşturmak sorun değil. 15 metre ve altında Frekans bantları, 10.5 feet bir rezonant kırbaç anteni için yeterince uzun değildir ve ek elektrik önlemleri gereklidir.

WHIP RADIATION RESISTANCE Anten tarafından yayılan güç, radyasyon direnci çarpı anten akımının karesine eşittir. Elektriksel olarak küçük bir antenin radyasyon direnci, R, şu şekilde verilir:

s, "{}]

nerede

h = radyatör yüksekliği metre cinsinden

'A = metre cinsinden dalga boyu = 300/fin MHz

Bu elektriksel olarak küçük antenlerin radyasyon direnci yüksekliğin bir fonksiyonu olduğundan, anten fiziksel veya elektriksel olarak uzatılmalıdır. İncreasing radyasyon Direnç, daha sonra gösterildiği gibi verimliliği artırır.

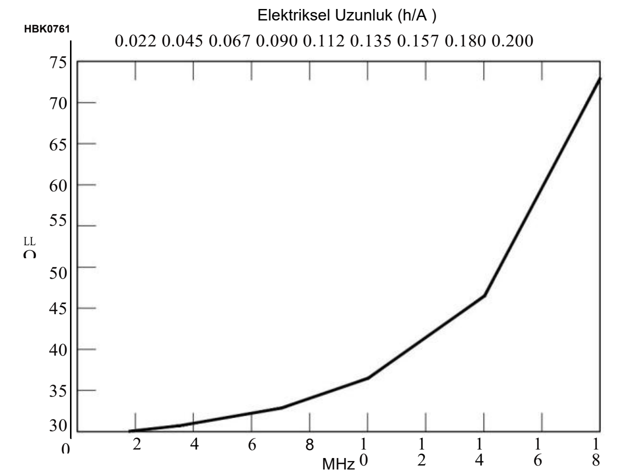
Antenin verimliliği, n, radyasyon direncine eşittir, R, gerçek antenler için antende yer kayıpları ve kayıpları içeren besleme noktası empedansının dirençli bileseni olan Rn've bölünür:

R n = Ex100 % (9)
Rn

Elektriksel olarak kısa bir anten düşük radyasyon direncine sahip olduğundan, anten sistemindeki antenin etkinliğini büyük ölçüde azaltabilecek kayıpları en aza indirmeye dikkat edilmelidir.

WHIP KAPASITESİ

Bir anteni 42'nin altına düşürdüğümüzde, radyasyon direnci azalır ve kapasitans **Tablo 21.11'de gösterildiği gibi düşer. Şekil 21.65** kapasitans olmadığını gösterir



Şekil 21.65 - 3.2 metre dikey kırbaç için frekans ve kapasitans arasındaki ilişki.

Tablo 21.11
8 ayak Mobil Kırbaç Özellikleri

f (MHz)	Yükleme L µH	R, (Q = O	R, (Q = O	R, O	Besleme O	Eşleştirme L µH
Temel Yükleme						
1.8	345	77	13	0.1	23	3
3.8	77	37	6.1	0.35	16	1.2
7.2	20	18	3	1.35	15	0.6
10.1	9.5	12	2	2.8	12	0.4
14.2	4.5	7.7	1.3	5.7	12	0.28
18.1	3.0	5.0	1.0	10.0	14	0.28
21.25	1.25	3.4	0.5	14.8	16	0.28
24.9	0.9	2.6		20.0	22	0.25
29.0					36	0.23
Merkezi Yükleme						
1.8	700	158	23	0.2	34	3.7
3.8	150	72	12	0.8	22	1.4
7.2	40	36	6	3.0	19	0.7
10.1	20	22	4.2	5.8	18	0.5
14.2	8.6	15	2.5	11.0	19	0.35
18.1	4.4	9.2	1.5	19.0	22	0.31
21.25	2.5	6.6	1.1	27.0	29	0.29

R = yükleme bobini direnci; R = radyasyon direnci
* Yükleme bobini Q = 300 varsayılarak ve tahmini toprak kaybı direnci dahil .

0.075'ten daha az h/2 için frekansa çok duyarlıdır.

Elektriksel olarak küçük bir antenin pF cinsinden kapasitansı yaklaşık olarak şöyle verilir:

$$C = \frac{55{,}78 \times h}{[(den!) \times (den2)]} \quad (10)$$

nerede

(denl) = (İn (h/r) - 1)

(den2) = [1 - (f x H/75)]

İn = doğal logaritma

r = metre cinsinden iletken yarıçapı f = MHz cinsinden frekans

Radyasyon direnci doğrusal olmayan bir şekilde yükselir ve kapasitans, h/2 oranındaki artışla çarpıcı bir şekilde düşer. Şekil 21.65, diğer yükseklikler için anten kapasitansını tahmin etmek için kullanılabilir ve kapasitansın h/için frekansa çok duyarlı olmadığını gösterir. Bu durumda 8 MHz'de meydana gelen 0.075'ten az.

21.8.2 Bobin yüklü kırbaçlar

Elektriksel olarak kısa bir kırbaç antenini rezonansa getirmek için, bir yükleme bobini şeklinde endüktans eklemeliyiz. Bobin birçok şekil alabilir ve yayılan elemanın uzunluğu boyunca hemen hemen her yere yerleştirilebilir. İt, eşit fakat zıt bir endüktif reaktans getirerek kapasitif reaktansı iptal eder. Bazı bobinler direğin tabanına (taban yüklü bir anten) monte edilir ve bazıları merkeze (merkez yüklü) veya üste (üst yüklü) monte edilir.

Bobin daha yüksek hareket ettikçe, radyasyon direnci artar (iyi bir şey), ancak bobindeki dirençli kayıplar gibi gerekli bobin reaktansı da artar. Bu nedenle, en uygun bobin yerini seçmek için ilgili parametrelerin tam olarak anlaşılmasını gerektiren bir dengeleme eylemi haline gelir.

Tablo 21.11, hem taban yüklü hem de -merkez yüklü konfigürasyonlarda 8 metrelik (2.4 metre) bir mobil kırbacın özelliklerini listeler. Tablo, anteni farklı bantlarda rezonansa getirmek için gerekli yükleme bobini endüktansını gösterir. Eşleşen bobin indüktansı, empedansı 50 n'ye getirmek için besleme noktasına yerleştirilir.

Merkez yüklemenin hem gerekli endüktansı hem de bobinin direnç kayıplarını yaklaşık iki katına çıkardığını unutmayın. Radyasyon direnci de artar, ancak yalnızca antenin yükleme bobininin üzerindeki kısmında. Toprak kayıpları hesaplamalara dahil edilirse, bobinin optimal konumu değişir, ancak tipik olarak antenin merkezine yakındır.

Montaj donanımından ve kırbaçın araca yakınlığından kaynaklanan toplam başıboş kapasitans miktarının, nereye bağlı olarak çok daha yüksek olabileceğini belirtmek önemlidir.

Tablo 21.12
HF Mobil Anten Karşılaştırması

Anten tipi	*Uzunluk*	*Frekans Kapsama alanı*	*Verimlilik*	*Montaj Zorluk*	*Eşleştirm Gerekli*
Basit Whip	< 11 ft	15 m & up	Mükemmel	Kolay	Hayır
Taban Yüklü	9 ila 10.6 ft	160 - 6 m	İyilik için adil	Ortalama	Evet
Merkezden Yüklenen	9to10.5ft <	160 - 6 m	İyiden mükemmele	Ortalama	Evet
Üstten Yüklenen	9 ft	160 - 6 m	Adil	Ortalama	Hayır
Sürekli Yükleme	< 7 feet	80- 6 m	Fakir adil	Kolay	Hayır
Uzaktan Ayarlı Küçük	< 7 feet	80- 6 m	Fakir adil	Kolay	Hayır
Uzaktan Ayarlı Büyük	9 ila 10,5 ft	80- 6 m	Mükemmel	Zor	Evet
		160 - 6 m			

ve antenin nasıl monte edildiğini. Başıboş kapasitans ne kadar yüksek olursa, anten o kadar az verimli olur .

Tablo 21.12, farklı HF mobil anten türlerini boş bir kırbaç anteni ile karşılaştırır. Basit kırbaç tam boyutlu % dalga boyu olarak kabul edilir. Montajın etkileri dahil değildir.

LOADNG COIL Q

Anten sistemi Q, bobinin Q'su ile sınırlıdır. Thebandwidthbetween2:1 SWRpoints of the system = 0.36 xf/Q. 80 metrede, 10.5 ayak kırbacının bant genişliği = 0.36 x 3.5/200 = 6.3 kHz. İfwe, bobinin Q'sunu iki katına çıkarabilir, verimlilik iki katına çıkar ve bant genişliği yarıya iner. Sohbet de doğrudur. Verimlilik açısından, mümkün olan en yüksek Q kullanılmalıdır !

Yükleme bobini Q, bobin kayıplarının zemin kayıplarını aşabileceği düşük HF bantlarında özellikle önemlidir. İlgili faktörler tel boyutu, tel aralığı, uzunluk-todiameter oranı ve bobinin yapımında kullanılan malzemeleri içerir. Tüm faktörler birbiriyle etkileşime girerek bobin tasarımını bir uzlaşma haline getirir - özellikle rüzgar yüklemesi ve ağırlık önemli hususlar haline geldiğinde.

Genel olarak - bobin ne kadar büyükse, Q o kadar yüksektir. Bobinin alanı içinde ne kadar fazla kütle varsa (örneğin metal uç kapakları) Q o kadar düşüktür. Kısa, yağ bobinleri uzun, sıska olanlardan daha iyidir. Bununla birlikte, bobinin en yüksek Q için uzunluk-çap oranı (LID), indüktans arttıkça artar. Üst HF bantlarında 1:1'den, indüktansın büyük olduğu alt bantlarda 4:1'e kadar değişir. 1000 ©'nin üzerinde büyük reaktans değerlerine sahip bobinler için pratik mekanik hususlar (örneğin 160 metre bobinler), arttırmak için uzunluk-çap oranını gerektirir, bu da Q'yu düşürür. Tablo **21.13, Q'yu** en üst düzeye çıkaran yükleme bobini boyutlarını önerir.

Bir diğer önemli faktör de yüksek Q'dan kaynaklanıyor.Anten terminallerinde 7.43 Q2'ye 100 Won 80 metre teslim ettiğimizi varsayalım. Akım 3.67 A'dır ve bobinin 1375 9 reaktansı boyunca akar ve bobin boyunca 1375 x 3.67 = 5046 VgMs (7137 V "a1) yükselir! Bu önemli bir voltajdır ve bobin ıslak veya kirli ise arklanmaya neden olabilir .

Tablo 21.13
Önerilen yükleme bobini boyutları

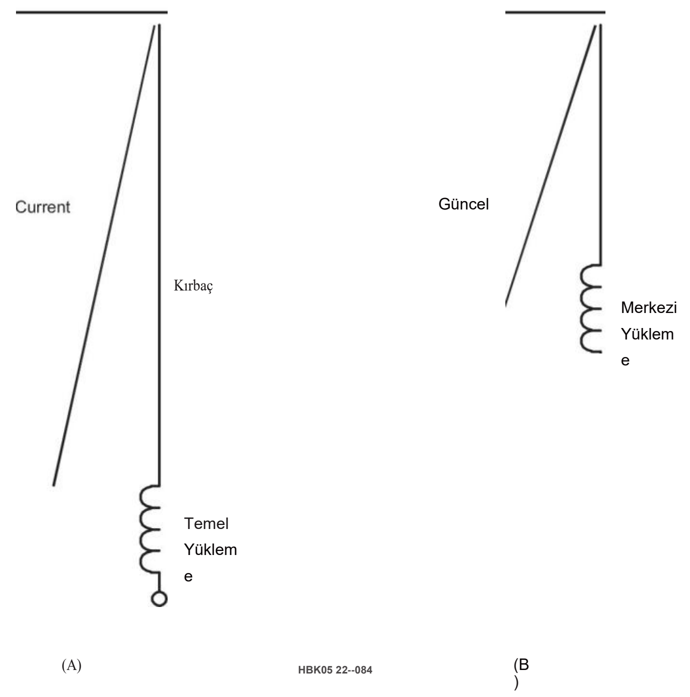
Req'd L (µH)	*Dönü*	*Tel* **Boyut**	*Dia. (İnches)*	*Uzunluk (İnches)*
700	190	22	3	10
345	135	18	3	10
150	100	16	2½	10
77	75	14	2½	10
77	29	12	5	4¼
40	28	16	2½	2
40	34	12	2½	4¼
20	17	16	2½	4¼
20	22	12	2½	2¾
8.6	16	14	2	2
8.6	15	12	2½	3
4.5	10	14	2	1%
4.5	12	12	2½	4
2.5	8	12	2	2
2.5	8	6	2%	4½
1.25	6	12	1¾	2
1.25	6	6	2%	4½

Anten kapasitansı sadece 30.6 pF ile, anten tabanında önemli başıboş kapasitans varlığı, akımları antenden uzaklaştırır. RG-58 koaksiyel yaklaşık 21 pF/ayak sunar. 1,5 metrelik bir ofRG-58, örnek antenimizin radyasyon verimliliğini yarıya indirir. 3.5 MHz'de kırbaç gibi durumlar için, eşleşen ağ antende doğru olmalıdır!

21.8.3 Temel vs Merkez vs Sürekli Yükleme

Bir HF mobil anteni seçerken veya inşa ederken akılda tutulması gereken birkaç önemli husus vardır. Anten uzadıkça, daha az yükleme indüktansı gerekir ve bobin Q daha yüksek olabilir ve verimliliği artırabilir. Ayrıca, daha uzun antenler için, verimliliği optimize etmek için montaj yerinin daha iyi olması gerekir. Montaj ve verimliliği daha sonra ele alacağız. (Dikey antenlerin yüklenmesi hakkında daha fazla bilgi için bu bölümde daha önce Fiziksel Olarak Kısa Dikeyler bölümüne bakın.)

Yükleme bobininin tabana yerleştirilmesi, **Şekil 21.66A'de gösterilen geçerli dağılımla sonuçlanır.** Bobini merkeze taşırsak, mevcut eğri Şekil 21.66B'dekine benzer. İki uç arasındaki en uygun konumun yeri bağlıdır



Şekil 21.66 - Baz yüklü bir anten üzerindeki bağıl akım dağılımı A'da ve B'de merkez yüklü bir anten için gösterilmiştir.





Şekil 21.67 - Sürekli dolu kamçı antenleri kısa ve hafiftir. Temel sek- tion oluşur Telli bir fiberglas tüp yarası yükleme indüktörünü oluşturmak için. At Taban bölümünün üst kısmı çelik kırbaç uzunluğu veya stinger, anteni rezonansa getirmek için ayarlanabilir. [Joel Hallas, W1ZR, fotoğraf]

Zemin kayıpları ve yükleme bobin Q ve toplam uzunluğu daha az derecede. Örneğin, zemin kayıpları sıfır olsaydı, en iyi pozisyon altta olurdu. Zemin kayıpları arttıkça, optimal konum merkeze yaklaşır. Eğer zemin kayıpları yeterince yüksekse, en uygun konum antenin uzunluğunun üçte biri kadardır, ancak verimlilik çok düşüktür.

Merkez yükleme, Şekil 21.66B'te gösterildiği gibi kırbacın alt yarısındaki akımı arttırır. Bobinin üzerindeki bölüm için kapasitans, baz yüklü antende olduğu gibi hesaplanabilir. Bu, yükleme endüktansının hesaplanmasına izin verir. Merkez yüklü anten genellikle herhangi bir temel eşleştirme olmadan çalıştırılır, bu durumda dirençli bileşenin mevcut derecelendirmeyi hesaplamak ve indüktör için tel boyutunu seçmek amacıyla 50 n olduğu varsayılabilir. Üst bölümün küçültülmüş boyutu, çok daha büyük bir yükleme indüktörü gerektiren azaltılmış kapasitans ile sonuçlanır.

Merkez yükleme için gereken yüksek endüktans değeri nedeniyle, yüksek Q bobinleri çok büyüktür. Büyük rüzgar direnci, otoyol hızında çalışma için çok sağlam bir montaj gerektirir. Bir üreticiBu tip bir bobin, yağmurda veya sert havalarda kullanılmasını önermez. Bu büyük bobinlerin daha yüksek Q'su daha düşük bir besleme noktası empedansı ile sonuçlanır, bu da 50 n'ye uyacak şekilde bir tıkalı indüktör veya şant kondansatörü şeklinde bir baz eşleştirme elemanının kullanılmasını gerektirir. (Bu bölümün Mobil HF Anteni bölümüne bakın. Eşleştirme.) Başka bir üretici bobini merkezin üzerine yerleştirir ve ayarlama için küçük bir uzatılabilir kamçı veya değnek kullanır.

Şekil 21.67'de gösterilen "Hamsticks" ticari adıyla bilinen antenler gerçekten sürekli olarak yüklenmez. İnstead, bir fiberglas tüpün etrafına gevşek bir şekilde sarılmış küçük çaplı emaye tel, antenin taban bölümünü oluşturur. Yaklaşık olarak antenin yarısına kadar, tel topaklı elemanlı bir yükleme bobini oluşturmak için yakın sarılır ve kamçıyı tamamlamak için üst kısma metal bir kamçı veya stinger eklenir. Bir ısı küçültme manşonu antenin yara bölümünü kaplar. Stinger'ın uzunluğu, anteni istenen çalışma frekansına ayarlamak için ayarlanabilir.

Son yıllarda, bu hafif antenler çok popüler hale geldi. Giriş empedansları, düşük Q tabanı ve yükleme bobini bölümleri nedeniyle kısmen 50 9'a yakındır. Böylece üst kırbaç veya stinger uzunluğu ayarlandıktan sonra eşleştirme gerektirmezler. Hafif (yaklaşık bir pound), kısa (tipik olarak 6 ila 8 feet) ve bu nedenle montajı kolaydır. Geçici kullanım için, kolay montaj yüksek verimlilikten daha önemli olabilir. Bu tip anten en çok 20 metre ve daha yüksek frekans bantlarında etkilidir.

Bu antenlerin yara taban bölümü, doğrusal bir ışıma elemanından ziyade bir iletim hattı veya dağıtılmış eleman gibi hareket eden çok zayıf bir radyatördür. Uzun ve ince bobin düşük Q'ya sahiptir, ayrıca anten kaybını arttırır. Yakın yara bölümü topaklı bir element gibi davranır ve yayılmaz.

21.8.4 Üst Yüklü Kırbaçlar

Verimliliğin çıkarları, elektrik uzunluğu önemlidir, çünkü radyasyon direnci elektrik uzunluğunun karesi olarak artar. Bir mobil - antende daha yüksek radyasyon direnci daha yüksek verimlilik sağlar. Diğer her şey eşit olduğunda, 12 metrelik bir anten, 6 fit uzunluğunda olandan 4 kat daha fazla radyasyon direncine sahip olacaktır. Yukarıda belirtildiği gibi, maksimum fiziksel yükseklik 13.5 metreden (4.1 metre) daha az olmalıdır. Bu bölümün Fiziksel Olarak Kısa Antenler bölümünde tartışıldığı gibi, bir

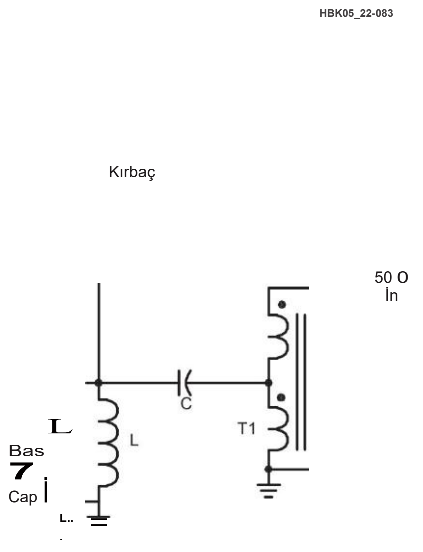
Temel Yükleme Sistemi Tasarlama

Bu tasarım prosedürü Jack Kuecken, KE2QJ tarafından sağlanmıştır. Başlamak için, bu bölümün başında gösterildiği gibi kapasitans, kapasitif reaktans ve radyasyon direncini tahmin edin. Ardından, anteni rezonansa sokmak için gereken yükleme bobininin beklenen kayıp direncini hesaplayın. Genellikle eklenmesi gereken bobin kaybının yaklaşık yarısına karşılık gelen ek direnç vardır. Pratik bir konu olarak, bu tür uygulamalar için 200'den fazla bir bobin Q elde etmek genellikle mümkün değildir.

Radyasyon direnci artı 1.5 kat bobin kaybı ve anten için istenen güç derecesi kullanılarak, tel boyutu seçilebilir. Yüksek verimli bobinler için, 1000 A/inç akım yoğunluğu? İyi bir uzlaşmadır. Örneğin 3.67 A için, kabaca # 14 AWG'ye karşılık gelen bir tel 0.068 inç çapa ihtiyacımız var. Daha yüksek akım yoğunlukları erimiş bir bobine yol açabilir .

Bobini, tel çapının iki katına ve bobin çapının yaklaşık olarak bobin uzunluğuna eşit bir zift ile tasarlayın. Bu oranlar hava çekirdek bobinlerinde en yüksek Q'ya yol açar.

Şekil 21.A4 devresi esasen tüm pratik HF antenleri ile eşleşecek
Bir arabada veya kamyonda. Devre aslında anteni 12.5 n ile eşleştirir ve transformatör 50 ©'ye kadar artırır. Gerçek kayıplar her ikisinin de gerekli değerlerini değiştirir



Şekil 21.A4 - Tabanla eşleşen mobil kırbaç anteni

şant indüktör ve seri kondansatör. 0.55 -j1375 9 anten empedansı ve 2 pF taban kapasitansı ile 3.5 MHz frekansında **Tablo 21.B.'de gösterilen değerler ortaya çıkar.** İnductor ve kondansatör değerleri bobin Q'ya karşı oldukça hassastır.

Tablo 21.B
Devre için L ve C değerleri
Şekil 21.A4 3.5 MHz

Bobin Q	L *(μH)*	*C (pF)*	Sistem *Verimliliği (%)*
30	44	11.	8.3
0	29.1	9	3.72
20	4	35	1.4
0	22.2	58.	
10		1	
0			

Ayrıca, indüktör değerleri anteni rezonansa sokmak için gereken 62.5 μH'nin oldukça altındadır.

Bu devre, ayar elemanlarının hepsinin tabanında olması avantajına sahiptir. Anten. Kırbaç radyatörünün kendisi minimum kütle ve rüzgar direncine sahiptir. Ek olarak, teçhizat radyatörde bir zemin olduğu gerçeğiyle korunur, böylece herhangi bir kazara deşarj veya elektrik-cal teması kablodan uzak tutulur ve teçhizat. Değişken ayar elemanları antenin diğer frekanslara ayarlanmasını sağlar.

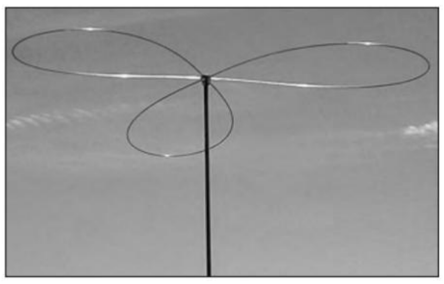
Anteni bağlayın, **L ve** C. Anteni rezonansa almak için gerekenden daha az indüktör ile başlayın. Kapasitörü minimum SWR değerine ayarlayın. Endüktansı azaltın ve minimum SWR için ayarlayın. L ve C değerleri doğru olduğunda, SWR 1:1 olacaktır.

Elektrik uzunluğunu arttırmanın yolu, fiziksel **uzunluğu değil**, üst yüklemedir. Bir mobil HF anteni, bir *kapasitans şapkası* veya "kapak şapkası" kullanılarak üst yüklenir.

Adından da anlaşılacağı gibi, kapak **şapkaları** antenin üstünde, herhangi bir yükleme bobininin üstünde kapasitans ekler. Bu, ideal koşullar altında radyasyon direncini dört kata kadar artırır, ancak artan ağırlık, rüzgar yüklemesi ve karmaşıklık pahasına. Tüm antenler, özellikle küçük tornavida tipleri, büyük bir şapka şapkasını destekleyecek kadar sağlam değildir. Olanlar için veya anten çekilebilir veya sertleştirilebilirse, şapka şapkaları daha fazla verimlilik ve bant genişliği sunar.

Şapka şapkasının gerçek yerleşimi de önemlidir. **Yükleme** bobinine çok yakın monte edilirse, verimlilik hiç şapka şapkası olmamasından daha düşüktür. Böylece, en iyi montaj yeri antenin en üst kısmındadır.

Şapka şapkasının fiziksel tasarımı pratik kaygılarla sınırlıdır. En büyükleri yaklaşık 3 feet çapındadır ve antenin ek olarak desteklenmesini veya korunmasını gerektirir. Çoğu, dış kenarı olmayan düz radyal tellerden yapılmıştır. **Şekil 21.68'de gösterilen döngü tasarımı** düz tellerden daha verimlidir, ancak hatalı uzuvlara daha fazla takılma eğilimindedir.



Şekil 21.68 - Bir mobil kırbaç anteninin üstüne eklenen tipik bir kapasitans şapkası veya "şapka şapkası". Anten bir Akrep'tir (scorpionantennas.com).

Kapasitans şapkaları ve mobil antenlerin üst yüklemesi hakkında daha fazla bilgi için Griffith'in QEX makalesine ve Clement'in QST makalesine bakın.

21.8.5 Uzaktan Kumandalı HF Mobil Antenler

Uzaktan kumandalı (motorlu) HF mobil antenler genellikle *tornavida antenleri olarak adlandırılır.* Don Johnson, W6AAQ (SK), birçok kişi tarafından Tornavida anteninin babası. Tasarımı ilk motorlu anten değildi, ama kesinlikle popülerleştirdi. Şu anda 50'den fazla ticari versiyonu mevcuttur.

Tornavidalar denir, çünkü ilk örnekler - antenin rezonans frekansını ayarlamak için soyulmuş şarj edilebilir bir elektrikli tornavida tertibatı kullanmıştır. Motor, bobinin dibine bağlı bir somunun içine ve dışına dişli bir çubuk döndürür. Bu in tum, bobini alt direk bölümüne girip çıkarır. Direğin üstündeki kontaklar bobinin dışına kaydırılır, böylece rezonans noktası ayarlanır. Bobin musluğunun yerini takip etmek için konum sensörleri kullanılabilir. Günümüzde, onları tornavida olarak adlandırmak biraz yanlış bir isimdir, çünkü elektrikli tornavida motorları çok daha güvenilir dişli motorlarla değiştirilmiştir.

Gerçek tornavidaların yaptığı gibi uzunluğu değiştirmeyen birkaç uzaktan kumandalı HF mobil anteni vardır. Hem taban hem de merkez yüklü modeller mevcuttur (bkz **Şekil 21.69).** Daha verimli olup olmadıkları, bobini ayarlamak için kullanılan yöntemden ziyade, önceki bölümde tartışılan faktörlere bağlıdır.



Şekil 21.69 - Tornavida tarzı uzaktan kumandalı kırbaç anteni. Taban direğindeki küçük bir motor, metal taban bölümünün üstündeki kontakları geçen bir bobini hareket ettirir. Üst kırbaç bölümü eklenmiştir Bobinin tepesine. Bobin direğin dışına çıktıkça, daha fazla endüktans, temel bölüm ile üst bölüm arasında seri olarak bağlanır. Tornavida antenleri Çok bantlı kapsama alanı sundukları için popülerdir. [Joel Hallas, W1ZR, fotoğraf]

Bir Merkez Yüklü Mobil Kırbaçın Radyasyon Verimliliğinin Belirlenmesi

Radyasyon verimliliğini, zemin dalgası alan kuvveti **E (µV/m'ye** referans verilen dB) ölçerek ölçebiliriz. Ortalama radyo amatörleri için, bir alan gücü ölçer, jambon kulübe teçhizatının bir parçası değildir. Gerçek kayıpların bir ölçüsüne sahip olmamız koşuluyla, mevcut anten modelleme yazılımını (NEC'nin mevcut birçok sürümünden biri) kullanarak performansı tahmin edebiliriz.

Bilmediğimiz bazı kayıp parametreleri var. Merkez yükleme bobini (R) için Q faktörünü bilmiyoruz ve toprak kaynaklı kayıp direncini (R, ") bilmiyoruz. Aslında radyasyon direncini (R,) kesin olarak bilmiyoruz, çünkü anten zeminde kendi görüntüsünü görüyor. *NEC* bize sadece çeşitli dirençlerin toplamını verir .

$$R_{as} = R_r + R_C + R_g + R_L$$

Re, yukarıda tartışılmayan tek parametre, iletken kayıp direncidir.

Radyasyon verimliliğini hesaplayacaksak, R'yi bilmemiz gerekir, çünkü radyasyon verimliliği şu şekilde verilir:

$$1 = \frac{R,}{R \ "}$$

Peki ne yapacağız? R'yi "SWR analizörünü kullanarak, antenin tabanındaki reaktansı sıfıra eşit olacak şekilde ayarlayarak ölçebiliriz. Daha sonra Q faktörünü değiştirerek temel empedansı (dirençli bileşen) tahmin etmek için NEC'yi kullanabiliriz.
İndüktörün böylece R, "öngörülen R'ye eşittir", ölçülür. Daha sonra 1 kW'lık bir verici gücü için 100 m'de zemin alan kuvvetini (dBµV/m) tahmin edebiliriz. Daha sonra bu tahmin edilen alan gücünü, elektriksel olarak küçük kayıpsız dikey anten için (1 kW verici gücü için 100 m'de 129.54 dBµV/m - **1** km'de yaygın olarak belirtilen 300 mVm değerine karşılık gelir) referans alıyoruz. Bu bize mobil kırbacımızın radyasyon verimliliği hakkında oldukça iyi bir tahmin verir. - *Jack Belrose, VE2CV*

RF CHOKES

Tüm uzaktan kumandalı antenlerin motorları ve konum sensörleri, araç gövde potansiyelinin üzerinde çalışır. Kablolarda bulunan RF miktarı, özellikle antenin nereye ve nasıl monte edildiği ve genel (elektrik) uzunluğu gibi çeşitli faktörlere bağlıdır. Bu nedenle, kablolara bağlanan RF akımı, araca girmeden önce bir RF boğucu ile en aza indirilmelidir. Yetersiz bir boğulma, düzensiz kontrolör çalışmasına ve alıcı-verici işlemi ile olası girişime neden olabilir.

Boğucu, devrenin empedansından daha büyük en az iki büyüklük derecesinde bir empedansa sahip olmalıdır. Başka bir deyişle, en az 5 kn ve belki de bazı durumlarda iki veya üç kez (inatçı antenler ve zayıf montaj şemaları örneklerdir). Mix 31 ferrit bölünmüş boncuk bu uygulama için idealdir, ancak 5 kn elde etmek için sekiz dönüş alır Boğma empedansı. Tel boyutuna ve yalıtımına bağlı olarak, ½ veya ¾ inç İD çekirdeklerini kullanmanız gerekir. Ek ferrit boncuklar çoğu Amatör Radyo satıcısından temin edilebilir. (Bu tür RF tıkanıklığı hakkında daha fazla bilgi **RF Teknikleri** bölümünde bulunabilir .)

Şekil 21,70'de gösterilen boğma, # l8 AWG telinin 13 dönüşünden oluşur, ¾ inçlik bir İS, karışım 31 bölünmüş boncuk üzerine sarılır. İt, 10 MHz'de yaklaşık 10 kQ'luk bir empedansa sahiptir. Boğucuları sararken, telleri üst üste getirmemeye veya bükmemeye çalışın, çünkü bu etkinliği azaltır .



Şekil 21.70 - Tornavida anten kontrolü ve güç uçları için RF boğma.

21.8.6 Yer kayıpları

Yüksek frekanslı mobil yer kaybı verileri ilk olarak *QST'nin 1953 sayısında,* Jack Belrose, VE3BLW (şimdi VE2CV) tarafından yazılan bir makalede ortaya çıktı. Makalede Belrose, antenin tabanında akan akımın, radyatörün (anten) altındaki zeminde indüklenen akımlarla antenin tabanına geri döndürülmesi gerektiğini söyledi. Bu akımlar, araç gövdesi tarafından ve araç gövdesinin yere kapasitansı yoluyla toplanmalıdır. Araç gövdesinin maksimum boyutu çoğu HF bandında çeyrek dalga boyundan önemli ölçüde daha az olduğundan, bu akımların sadece bir kısmı araç çerçevesinin kendisi tarafından toplanacak ve geri kalanı içinden akan zemin akımları tarafından toplanacaktır. Arabanın yere olan kapasitesi. Zemin kayıpsız olmadığından, oldukça büyük bir kayıp direnci (R ") bulunur .

Bu makaleden, HF mobil uygulamaları için kabul edilen yer kaybı rakamı 12 Q (80 metre için) ve 2 Q (10 metre için) arasında değişmektedir. Bununla birlikte, bu rakamlar montaj yeri ve yönteminden başıboş kapasitans içermez. Başıboş kapasitans zemin kayıpları ile aynı etkiye sahiptir: azaltılmış verimlilik. Sonuç olarak, gerçek dünyada, zemin kayıpları kabul edilen değerlerin iki katı olabilir, aksi takdirde verimli bir anteni sıradanlığa düşürür.

21.8.7 Anten Montajı KALICI VEYA GEÇİCI

Herhangi bir mobil anteni bir araca kalıcı olarak takmanın birçok nedeni vardır. Antenleri monte etmek için sac metalde delik açma kararı sıcak bir şekilde tartışılmaktadır. Nohole yatakları tatmin edici bir şekilde kullanılabilirken, herhangi bir anteni kurmadan önce sorunun her tarafına bakmak en iyisidir.

Anten montajı için bir delik açmakla ilgili ortak bir endişe, kiralanan bir araçla ilgilidir. Kiralamalar, uygun şekilde monte edilmiş anten montaj deliklerini mutlaka engellemez. Kira sözleşmelerinin öncelikli olarak - ilgilendiği şey, bir kaza veya kötü muamele gibi vücut hasarıdır. Örneğin düzgün monte edilmiş NMO montajları genellikle kabul edilebilir. Aracı kiralamadan önce sormak her zaman ihtiyatlıdır.

Delinmiş delikler ve su geçirmez yataklar ayrıca koaksiyel besleme hattındaki ortak mod akımını en aza indirmeye yardımcı olur. Bu, RFİ'yi yerleşik bilgisayarlara ve - elektrikli cihazlara veya cihazlardan azaltmaya yardımcı olur. Deliğin kendisinin yanı sıra, kalıcı bir montaj da finişe verilen zararı en aza indirir.

İşte akılda tutulması gereken önemli bir uyarı:

Bir aracın tavanı bir anteni monte etmek için çok iyi bir yer olsa da, giderek daha fazla yeni araç yan perde hava yastıkları ile donatılmıştır. Tipik olarak, arka koltuk alanı da dahil olmak üzere, tavan döşemesinin kenarları boyunca monte edilirler. Bu cihazlara yapılan kablolama, çatı direklerinin herhangi birinden (veya daha fazlasından) yönlendirilir. Bu kadar donanımlı araçlara anten takarken ekstra özen gösterilmelidir. Çatıya monte edilmiş bir anten takma konusunda en az endişeniz varsa, bayinizden veya nitelikli bir yükleyiciden profesyonel yardım isteyin.

Mobil anten montaj donanımı, gamı sıradandan abartılı hale getirir. Doğru donanımı seçmek, ihtiyaca ve kişisel tercihlere dayanır. HF mobil antenlerini modem araçlara monte etmek için kısa bir tartışmada ele alınacak çok fazla değişken var. Yapılmaması gerekenleri açıklamak ve bu yönergeleri kendi kişisel koşullarınıza uyarlamak daha kolaydır: anten montajı:

- Kalıcı olarak monte edilir;
- Anteni destekleyecek kadar güçlü olun;
- Altında mümkün olduğunca çok metal alan var;
- Şasi veya gövdeye iyi topraklanmış olması;
- Kapılara, sandıklara veya erişim panellerine müdahale etmeyin ve
- Araçta minimum hasar ile çıkarılabilir.

Zemin ve başıboş kapasitans kayıplarını en aza indirerek performansı en üst düzeye çıkarmanın yanı sıra, HF antenleri ile kalıcı bir montaj kullanmanın güvenlik nedenleri de vardır. Geçici bir montaj kullanmanız gerekiyorsa, üstleri için çoklu mıknatıs montajlarını kullanın dayanma gücü. Tek mıknatıslı bir montaj ile otoyol hızında hareket eden bir araca bağlı herhangi bir mobil HF anteni, en iyi ihtimalle zayıf bir durumdur.

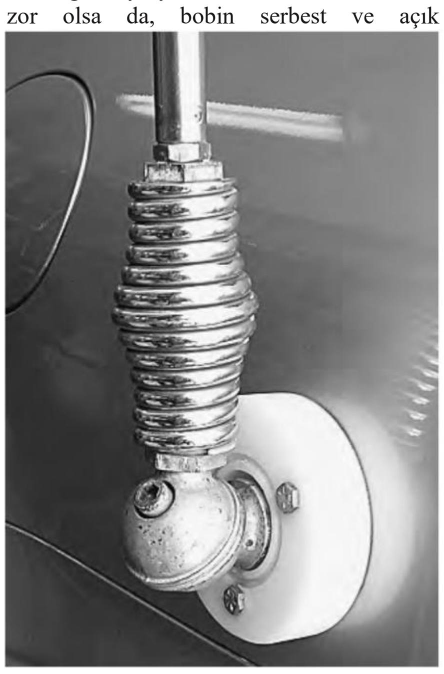
DAĞIN TÜRÜ

Montaj tipi çeşitli koşullar tarafından belirlenir. Bunlar, ornotun delik açıp açmayacağına, antenin boyutuna, ağırlığına ve uzunluğuna karar vermeyi içerir. HF mobil operasyonunu düzenli olarak çalıştırmak istiyorsanız, kalıcı bir montaj ile daha iyi durumdasınız. Eğer değilseniz, bir gövde dudağı, açı braketi veya plaka montajı ve hafif, sürekli yüklü bir anten ihtiyaçlarınızı karşılayabilir.

Yer düzlemi kayıpları, bir mobil antenin verimliliğini doğrudan etkiler. Bu açıdan bakıldığında, araç üzerinde yükseğe konumlandırılmış yataklar, bir römork aksamı, tampon veya anteni araç gövdesinin yayılan elemana yakın olacağı yere yerleştiren diğer yerlere tercih edilir.

Hareketli bir dikey antenin zemin düzlemi, koaksiyel kalkanın bağlandığı yerde başlar. Besleme hattı kalkanı, bir mag-mount'ta olduğu gibi araç gövdesine kapasitif olarak çiftleştiğinde veya aracın kütlesi besleme noktasının çok altında olduğunda (römork - aksamlarına bağlı uzun uzatma bölümleri), zemin kayıpları önemli ölçüde artar. Bir zemin kayışını araç gövdesine en yakın bağlantı noktasına çalıştırmak, zemin kayıplarını ortadan kaldırmaz. Toprak bağlantısının anten sisteminin bir parçası olduğunu ve önemli olan tüm sistemin verimliliği olduğunu unutmayın.

Bir HF antenini, direğin en azından bir kısmı gövdeye yakın olmadan monte etmek zor olsa da, bobin serbest ve açık



Şekil 21.71 - Basit bir bilyalı montaj sağlam ancak araç gövdesinde delik açılmasını gerektirir.

ya da ayarlama sorunları ve azaltılmış verimlilik ortaya çıkacaktır. Bazı durumlarda, örneğin minibüsler ve SUV'lar, aşırı bobin-vücut etkileşimini önlemek için ön montaj gerekli olabilir.

Gövde dudağı ve benzeri klips montajlarının bir dezavantajı, kapaklar ve kapılar açık ve kapalı olduğu için onlara uygulanan strestir. Çoğu durumda, vidalarla iç yüzeylere bağlanan açılı braketler daha iyi bir seçimdir.

Bazen, tek çözüm, bu bölümde daha sonra gösterilen gibi özel bir brakettir. Burada da şartlar şartları belirler. **Şekil 21.71'de gösterilen top montajı gibi kalıcı olarak monte edilmiş anten takozlarının çıkarılmasının** her zaman bir miktar vücut hasarı bırakacağını, ancak geçici olanların da olduğunu unutmayın. Sadece şiddet söz ›zünde.

21.8.8 Mobil HF Anten Eşleştirme

Modem katı hal alıcı vericileri 50 © 2 empedansa yakın yükler için tasarlanmıştır. Antenin tasarımına bağlı olarak (öncelikle bobin konumuna ve Q'ya bağlı olarak), toplam uzunluk ve mevcut zemin kayıpları, giriş empedansı genellikle 250'ye yakındır, ancak 18 92'den 50'den fazla değişebilir. Bir aracın herhangi bir HF mobil anteni için yetersiz bir zemin düzlemi olduğunu unutmayın. Tipik zemin kaybı 20 02 (160 metre) ila 20 (10 metre) arasında değişir. Başıboş kapasitans kayıpları daha görünür zemin kayıpları artırabilir .

İki önemli gerçeği hatırlamak önemlidir. İlk olarak, bobin hareket ettikçeAntenin merkezi tepeye doğru, bobinin dirençli - kayıpları hakim olmaya başlar ve giriş empedansı 50 © 2'ye yaklaşır. İkincisi, kısa inatçı antenler daha uzun olanlardan daha fazla endüktans gerektirir, bu da bobindeki dirençli kayıpları arttırır (düşük Q). Her iki durumda da eşleştirme gerekmese de, verimlilik düşer ve aslında alt bantlarda %1'in altına düşebilir. Duruma bakmanın bir başka yolu, eşleştirme gerektirmeyen bir antenin düşük verimlilik anlamına gelmesidir.

Toprak kaybı, bobin konumu, bobin Q, mast boyutu, kamçı boyutu ve diğer birkaç faktör, tipik bir kaliteli anten ve montaj için ortalama yaklaşık 25 n olan besleme noktası empedansını belirler. Bu, 2:1'lik bir girdi SWR'sini temsil eder, bu nedenle alıcı-verici için bir tür empedans eşleşmesi gereklidir. Empedans dönüşümünü gerçekleştirmenin üç yolu vardır: kapasitif, transmissionline - transformatör ve **Şekil 21.72'de gösterildiği gibi endüktif eşleştirme.** Her birinin kendine özgü özellikleri ve dezavantajları vardır.

İletim hattı transformatörleri, bu durumda Şekil 21.72A'deki bir unun, anten için bir zemin sağlar. Birkaç ohm kadar düşük yükleri eşleştirmek için dokunabilir veya değiştirilebilir. Geniş bant doğası, onları HF mobil anten eşleştirme için ideal kılar. Uzaktan kumandalı HF mobil

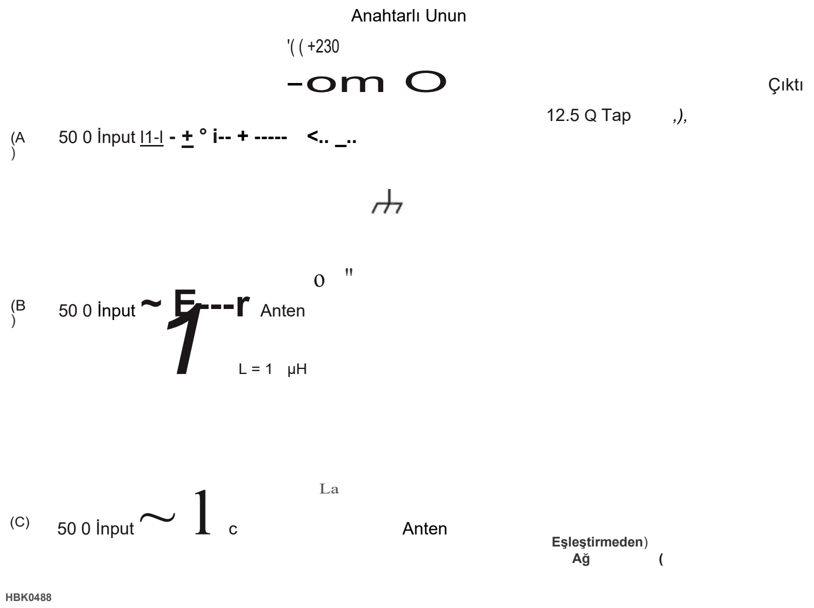
Anten giriş empedansı geniş bir aralıkta değişir, iletim hattı transformatörleri en iyi monoband antenlerini eşleştirmek için kullanılır.

Şekil 21.72B'deki İnductive eşleştirme, - antenden (C ") biraz kapasitans ödünç alır - anten, çalışma frekansından biraz daha yüksek bir frekansa ayarlanır ve giriş empedansını kapasitif hale getirir. Bu, giriş empedansını 50 Ω iletim hattı empedansına dönüştüren yüksek geçişli bir L-ağı oluşturur. İt, uzaktan kumandalı antenlerle kullanım için idealdir, çünkü reaktansı frekansla artar. Doğru indüktansı seçerek, empedans dönüşümünün - 160 ila 10 metre arasında düşük bir SWR ile sonuçlanacağı bir uzlaşmaya ulaşılabilir. Yaklaşık değer 1 µH'dir, ancak 0,7 ila 1,5 µH arasında değişebilir .

Şant bobininin ayarlanması, bir anten analizörü kullanılarak iletilmeden yapılabilir ve yaklaşık 10 dakika sürer. (Bir şant bobini uygun şekilde ayarlamak için tam talimatlar **www.kObg.com/coil.html.'da bulunabilir)** Daha fazla ayar gerekli olmadığından, şant bobini eşleştirme uzaktan kumandalı HF mobil antenler için idealdir.

Şekil 21.72C'deki kapasitif eşleştirme, antenden (L ") biraz endüktans ödünç alır - anten, çalışma frekansından biraz daha düşük bir frekansa ayarlanır ve giriş empedansını endüktif hale getirir. Bu, giriş empedansını 50 Ω iletim hattı empedansına dönüştüren düşük geçişli bir L-ağı oluşturur. Oldukça iyi çalışıyor olsa da, iki dezavantajı vardır. İlk olarak, kapasitif eşleştirme anten için bir zemin sunar, bu da alımda statik seviyeleri artırma eğilimindedir. İkincisi, kapasitans frekans ile değişir, bu nedenle değişen bantlar da - kapasitansta bir değişiklik gerektirir. Bu, uzaktan kumandalı bir antenle sıkıntı yaratabilir .

Statik soruna ek olarak de topraklama konusunda önemli bir noktaya değinilmelidir. Anten elemanı düşük asılı bir yüksek gerilim teli ile temas ederse veya yıldırım düşerse, topraklama sizin ve alıcı-vericiniz için ek bir koruma seviyesi sunar.



Şekil 21.72 - İyi yapılandırılmış ve monte edilmiş bir HF mobil anteni, besleme hattına bir miktar eşleştirme gerektiren 25 civarında ortalama bir giriş empedansına sahip olacaktır. Unun iletim hattı transformatörü (A), 50 ile 12.5 arasındaki ara empedans değerlerini eşleştirmek için eklenen musluklarla 4:1 konfigürasyonudur. Yüksek geçişli L-ağı (B), antenin kapasitif reaktansının bir kısmını ağın bir parçası olarak kullanır ve düşük geçişli L-ağı (C), antenin endüktif reaktansının bir kısmını ağın bir parçası olarak kullanır. Hem (A) hem de (B), önemli bir güvenlik sorunu olan de ground'da bir antenle sonuçlanır .



Şekil 21.73 - Bir tornavida bir IC-7000 ile çalışmak için yapılan tenna denetleyicisi Alıcı-verici.

21.8.9 Uzaktan Ayarlı Anten Denetleyicileri

Üç temel uzaktan kumanda türü vardır: manuel, konum algılama ve SWR algılama. Manuel kontrolörler, akımın polaritesini motora değiştiren bir DPDT merkez kapatma anahtarından oluşur. Bazı ticari modeller, radyonun ayarlama için düşük güçlü bir taşıyıcı iletmesine neden olan radyo ile bir arayüz içerir. SWR'yi okumak kullanıcıya bırakılır. Bazı manuel kontrolörler, operatörün anteni doğru konumlandırmasına yardımcı olmak için bir konum okuması içerir.

Konum algılama kontrolörleri, motor çıkış miline bağlı bir mıknatıs içerir. Mıknatıs bir kamış anahtarını açar ve kapatır. Kurulum sırasında, anten aralığının bir ucuna veya diğerine ayarlanır. Daha sonra rezonans noktaları bulunur (bunu kendiniz yapmanız gerekir) ve birden fazla bellek konumunda saklanır. Güç denetleyiciye uygulandığı sürece, basit bir düğme basması anteni belirli bir ön ayar noktasına taşıyacaktır. Bazı denetleyiciler, radyodaki bir bağlantı noktasından bant veya frekans verilerini kullanır ve anteni bu bilgilere dayanarak en yakın ön ayara sıfırlar.

SWR algılama denetleyicileri ya radyodan ya da yerleşik bir SWR köprüsünden veri okur. Marka ve modele bağlı olarak, radyonun tuner düğmesine (veya denetleyicideki bir düğmeye) basılması, radyonun azaltılmış bir güç ayarında iletilmesine neden olur. Denetleyici daha sonra antenin ayar motoruna güç verir. Önceden ayarlanmış SWR eşiğine ulaşıldığında, kontrolör şanzımanı durdurur ve motoru kapatır. Şekil **21.73,** belirli bir alıcı-verici ile çalışmak için yapılan bir kontrolör örneğini göstermektedir.

Otomatik kontrolörler manuel olanlardan çok daha az rahatsız edicidir. Çoğu, bir tornavida anteninin bobinini direğe (en yüksek frekans konumu, en düşük toplam uzunluk) çökerten bir park işlevi sunar. Aracınızı garaja alırsanız, bu hoş bir özelliktir.

21.8.10 Verimlilik

Uzunluk önemlidir! Diğer her şey eşit olduğunda, 9 metrelik bir anten, 6 metrelik bir antenden iki kat daha verimli olacaktır, çünkü radyasyon direnci doğrudan fiziksel uzunluğun karesiyle ilgilidir. Ayrıca, daha uzun antenler rezonansa daha az reaktans gerektirir, bu nedenle bobin Q daha yüksektir ve dirençli kayıplar daha düşüktür.

Montaj metodolojisi önemlidir! Önemli olan antenin altındaki kütle, yanında değil. Montaj ne kadar yüksek olursa, anten ile aracın yüzeyi arasında daha az kapasitif bağlantı olacak ve daha düşük toprak kayıpları olacaktır.

Proje: Uzaktan Ayarlı Antenler için Montajlar

Uzaktan ayarlı antenler çok popüler hale geldi, ancak hepsinin ortak bir yanı var: monte edilmesi zor. Hem bir koaksiyel besleme hattı hem de bir güç bağlantısı oluştururlar ve hiç kimse onlar için evrensel bir montaj yapmaz. Kısa, inatçı olanların monte edilmesi küçük bir kırbaç anteninden daha zor değildir, ancak "tam boyutlu" olanlar (8 feet ve daha uzun) özel dikkat gerektirir.

Bu antenler ağırdır (18 pound'a kadar), bu nedenle montaj ortamı ekstra güçlü ve iyi sabitlenmiş olmalıdır. Sonuç olarak, birçok jambon, düşük montaj konumu verimliliği - düşürse de, bir tampon veya römork aksam montajını tercih eder .

Bazıları için, antenin mümkün olduğunca yüksek monte edilmesini gerektiren verimlilik çok önemlidir. Düşük veya yüksek montaj yapmak genellikle özel imalat gerektirir. Ekteki fotoğraflar, Amatör Radyo yaratıcılığını en iyi şekilde gösteren iki farklı stratejiyi göstermektedir.

Şekil 21.74 ve **21.75, Fokko** Vos, PA3VOS mobil kurulumunu göstermektedir. Hi-Q ağır hizmet tipi hızlı bağlantı kesme dışında, komple montaj Fokko tarafından özel olarak tasarlanmıştır. Montaj, tum içinde mevcut cıvatalar kullanılarak alt takıma cıvatalanan bir çerçeve uzantısına cıvatalanır. Arka kapağın anten çıkarılmadan açılabileceğini unutmayın. Römork aksamı kullanılmış olsaydı, durum böyle olmazdı.

Şekil 21.76, Hal Wilson, F350'a ait bir Ford KE5DKM tabanlı motorlu ev üzerine kurulumu göstermektedir. Hal braketi tasarladı ve zor işi yerel bir makine atölyesine yaptırdı. İt ¼ inç, yüksek mukavemetli yapılır Alüminyum ve dikişler kaynaklıdır. Bir barut kaplama, imalatın üstünü kapatır.

Kurulum sırasında burada gösterilen braket, sağ taraftaki başlık dikişine sığar. Dağdan çıkan parça, dağı daha da güçlendirmek için kullanılacaktı. Ancak, tüm cıvatalar kurulduktan sonra, ek destek gereksiz hale geldi.



Şekil 21.74 - PA3VOS anten montajı büyük bir tornavida antenini kolayca destekler ve anteni çıkarmadan kapağın açılıp kapanmasına izin vermek için ofset edilir.



Şekil 21. 75 - PA3VOS bineğinin yakın çekimi.



Şekil 21.76 - KE5DKM braketi bir motorlu evin kaputunun altına monte edilir.

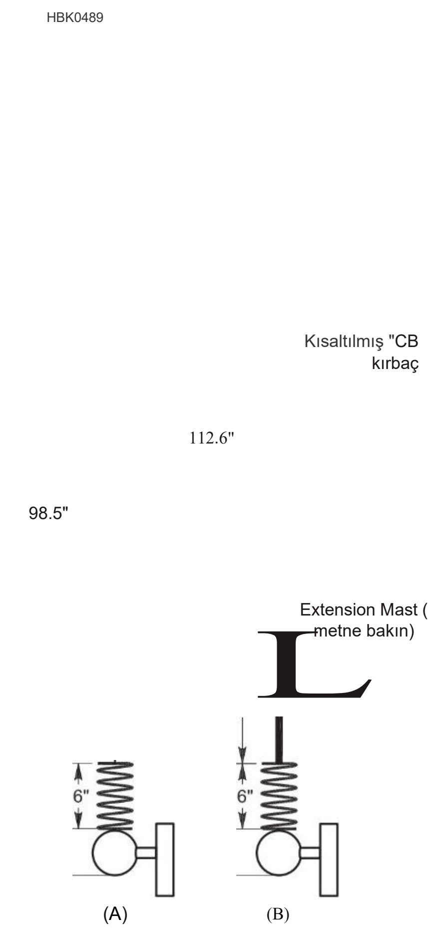
Proje: CB Kırbaç Anteni Retuning

En verimli HF mobil anteni, tam boyutlu çeyrek dalga boylu bir kırbaçtır. Her grupta bir tane olsa güzel olmaz mıydı? Ne yazık ki, yapamayız, ancak toplam uzunluk 10 metreden az olacağından, 10 ve 12 metrelerde kolayca kullanabiliriz. Eğer standart uzunlukta 102 inçlik bir kırbaç ve taban yayı ile başlarsak, sadece 10 metre için biraz kısaltmamız ve 12 metre için biraz uzatmamız gerekir. İşte nasıl yapılacağı.

Ayaklardaki bir ¼ 'A anteninin uzunluğunu hesaplamak için formül 234/f'dir, burada f frekans (MHz)'dir. Formül tel antenler için olduğundan ve kırbaç çapı daha büyük olduğundan, ortaya çıkan uzunluk biraz uzun olacaktır. Bu iyi bir şeydir, çünkü biraz uzunluğu kaldırmak biraz eklemekten daha kolaydır. Bu, ayarlamayı kolaylaştırır.

Formülü kullanarak, 10 metre (28.5 MHz) için gereken uzunluğun 98.5 inç olduğunu keşfettik. Bu nedenle, 3,5 inç çıkarmamız ve toplam 9,5 inç çıkarılması için taban yayının uzunluğunu (yaklaşık 6 inç) hesaba katmamız gerekir. Bu, en iyi kırbaç ucunun karşıt taraflarına bir çentik yerleştirerek ve ikiye ayırarak gerçekleştirilir. Bunu yaparken gözlerinizi koruyun, çünkü parçalar ve kıymıklar kırık uçlardan uçabilir. Eğer bir fiberglas kırbaç değiştiriliyorsa, kalan taban bölümünün üstündeki iç teli klipsleyin. Plastik kapağı atılan üst bölümden çıkarın ve antenin yeni üst kısmına yerleştirin.

Kullanılan montaja bağlı olarak, gerçek - rezonans frekansı 28.5 MHz'den düşük olacaktır, çünkü montajlar etkili uzunluk ekler.



Şekil 21.77 - CB kamçıları 10 metre (A) ve 12 metre (B) mobil çalışma için kolayca geri alınır.

Standart bir CB anten topu montajı kolayca bir kırbacı destekleyecektir. Bitmiş anten **Şekil 21'de gösterilmiştir.** 77 **A.**

Anten araca monte edildikten sonra, bir - seferde toplam % inç uzunluğunu kesmek, sonunda istediğiniz frekansta düşük bir SWR üretecektir.

12 METRE OPERATYON İÇİN UZATMA

Bir CB kamçısını 12 metre uzatmak biraz daha fazla çalışma gerektirir. Neyse ki, size yakın bir CB radyo veya kamyon durağı varsa kolay bir çözüm var. Wilson ve diğer satıcılar CB pazarı için tasarlanmış kısa direkler satmaktadır. Standart bir kırbacı kabul etmek için gerekli % x 24 ipliklere sahipler ve bir femaleto-dişi kuplörü ile birlikte geliyorlar. 10 inçlik model bizim kullanımımız için ideal ve fiyatı 10 doların altında.

Formülümüzü 234/f kullanarak, toplam uzunluğun 24.93 MHz için 112.6 inç olması gerekir. Yay için 6 inç ekleme, 10 inç Uzatma direği için ve kırbaç için 102 inç, bize 118 inç verir. Yani kamçıdan 5.4 inç çıkarmamız gerekiyor. Ardından anteni rezonansa sokmak için yukarıdaki gibi bir seferde % inç kesin. Bitmiş anten Şekil 21.77B'de gösterilmiştir.

FİINISHİNG UP

Düşünülmesi gereken iki şey daha var. Metal bir kırbaç değiştirildiyse, antenin ucundaki korona topunu değiştirmeniz gerekir. İt korona deşarjından statik azaltmaya yardımcı olur. Bir set vida ile tutulur ve ayar üzerinde çok az etkisi vardır. Çoğu CB mağazası onları satıyor.

Bir diğer husus ise toprak kaybıdır.

Teorik olarak, bir '47 *dikeyinin* giriş empedansı 36 9 olacaktır. Bir mobil kurulumda, montaj donanımında toprak kayıpları ve başıboş kapasitans kayıpları var. Sonuç olarak, gerçek dünya giriş empedansı 42 n'ye çok yakın olmalı, oldukça düşük bir SWR ve iyi verimlilik sağlamalıdır.

21.9 VHF/UHF Mobil Antenler

Basit 4 7., %2 ve %2 yer düzlemli kamçılar en yaygın VHF/UHF mobil - antenleridir. Daha yüksek kazançlı eşdoğrusal antenler mevcuttur. Bununla birlikte, yüksek kazanç ve onunla birlikte gelen düşük radyasyon açısı her zaman arzu edilen bir özellik değildir.

Daha yüksek radyasyon açılarının tercih edildiği kentsel alanlarda tekrarlayıcılar kullanırken, genellikle bir birlik-kazanç anteni ile daha iyi durumda olursunuz - bir 4 7 kırbaç. Her şey, mobil istasyonun HAAT'ına göre kullanılan tekrarlayıcının HAAT'ına (ortalama arazinin üzerindeki yükseklik) bağlıdır. Dağlık alanlarda, tekrarlayıcılar mobil istasyondan çok daha yüksek olduğu için bir birlik kazanç anteni ile her zaman daha iyi durumdasınız.

Simpleks çalışıyorsanız ve bir banliyö veya kırsal alanda yaşıyorsanız, yüksek kazançlı bir antenin hafif bir kenarı olabilir. Ancak, antenin nereye ve nasıl monte edildiği kazançtan daha önemlidir. Bir ¼ 'Çatının ortasına monte edilmiş bir zemin düzlemi tipik olarak bagaj kapağına monte edilmiş bir kazanç anteni gerçekleştirecektir.

Sağlamlık, mobil antenlerin maruz kaldığı istenmeyen kötüye kullanım göz önüne alındığında da önemli bir özelliktir. Basit çeyrek dalga zemin düzlemi burada avantaja sahiptir, çünkü yaylı bir parça telden çok fazla değildir. Yüksek kazançlı antenlerin bazılarına yakından bakarsanız, genellikle küçük ayar vidaları ile bir arada tutulan çok küçük aşamalı bobinlere sahip olduklarını fark edeceksiniz. Bir lowhanging uzuv ile yeterince sert bir vurun ve anten nerede kırılacak implequarter-wavewhipwillonly virai. Biraz düzelince tekrar yayına

21.9.1 VHF/UHF Mobil Anten Montajları

Şüphesiz, şimdiye kadar tasarlanan en iyi VHF/UHF mobil montaj NMO'dur (Yeni Motorola) **Şekil 21.78'de gösterilmiştir.** Araç sac metaline düzgün bir şekilde monte edildiğinde, anten araba yıkama için çıkarıldığında bile montaj sızmaz. SO-239 ve dişli veya ek bağlantı parçaları genellikle anten takılıyken bile sızıntı yapar.

Cam monteli antenler, özellikle daha düşük VHF frekanslarında (2 metre) oldukça kayıplıdır. Birçok yeni araç, camdan kapasitif kaplamaya müdahale eden metalik, parlama önleyici (pasivated) kaplamalı pencere camı kullanır. Bu antenler ayrıca mekanik kötüye kullanımı cama aktarır ve antenin monte edildiği camı kırma riski taşır.

MOUNTING LOCATION

Yukarıda belirtildiği gibi, tavanın merkezi bir VHF/UHF anteni için ideal bir montaj yeridir. Bununla birlikte, birçok mobil operatör, aracın değerini düşüreceğinden korkarak uygun montaj deliklerini delme konusunda isteksizdir. İnstead, koaksiyel kablonun araca nerede ve nasıl yönlendirileceği de dahil olmak üzere kendi negatifleri olan bir mag-mount'a güveniyorlar. Metalik yol kalıntılarını, öncelikle fren balatası tozunu, marring ve altındaki boyalı yüzeyi çizme eğilimindedirler, genellikle bir NMO montajı için delikten daha fazla hasara neden olurlar. Sadece bu nedenlerden dolayı, mag-mounts sadece acil durum iletişimi gibi geçici kurulumlar için kullanılmalıdır. Geçici çalışma sırasında mıknatısın altında bir Tyvek pedi kullanılarak boya çizikleri önlenebilir. Tyvek, zarflar için kullanılan sert bir malzemedir ve diğer benzer malzemeler de çalışacaktır.

Çatı montajının birkaç uyarısı vardır. Modem araç çatıları, bir kaza nedeniyle aracın devrilmesi durumunda yolcuları korumak için güçlendirme desteklerine sahiptir. Bu desteklerden geçmeyin!

Çatıyı destekleyen çeşitli yan sütunlar, aydınlatma için kablolama, yan hava yastıkları ve koaksiyelin yönlendirilmesini zorlaştırabilecek diğer aksesuarlar içerir. Çatı montajı konusunda hiç suskun değilseniz, bir bayi veya profesyonel montajcıya bakın .

Alternatif olarak, bir gövde dudak montajı tasarıya uyabilir. Ancak onların da bazı dezavantajları. Gövde her açıldığında veya kapandığında stresli olurlar ve zamanla gevşek çalışmaya eğilimlidirler. Bu nedenle, bagaj kapağına iyi bir elektrik zemini sağlamak için düzenli bakım gereklidir. Her durumda, boyayı çıplak metale zımparalamayın, çünkü bu, tumda paslanmayı teşvik eden çinko astarı giderir. İyi bir zemin sağlamak için gövde menteşeleri arasında bağ kurmak da önemlidir.

Açılı braketler de iyi çalışır. Davlumbaz dikişlerine, gövde kapaklarına ve arka kapaklara sığacak kadar incedirler. Hava contalarının altında veya etrafında koaksiyel yönlendirme, son ikisinde bir sorun olabilir.

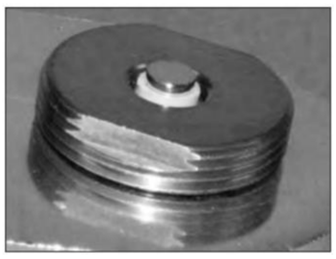
AYARLI SWR

Bir VHF/UHF anteninin SWR'sinin ayarlanması önemli bir kurulum prosedürüdür, ancak SWR aniden büyük bir değişiklik yapmadıkça endişelenecek bir işlem değildir. HF bantlarının aksine, çoğu VHF anteni, yeniden ayarlamaya gerek kalmadan tüm bant segmentini kapsayacaktır. Yani, SWR ilgili bantların FM bölümünde düşük olacaktır. Dikey polarize antenin yatay polarizasyonun norm olduğu bantların zayıf sinyal kısmında kullanılması amaçlanmadığından, bir in-line SWR metre genellikle gerekli değildir.

21.9.2 VHF/UHF SSB ve CW için Mobil Antenler

6 metre, 2 metre ve 70 cm'de SSB ve CW'yi Çalıştırmak bazı heyecan verici





Şekil 21.78 - NMO (Yeni Motorola) montajı, VHF ve UHF mobil antenleri için yaygın olarak kullanılmaktadır. İt magmount, trunk ve lip mount ve through body montaj stillerinde mevcuttur.



Şekil 21. 79 - Halo, 6 metre ila 70 cm arasında popüler bir yatay polarize mobil antendir. Bu sürüm Jerry Clement, VE6AB tarafından yapılmıştır ve inşaat makalesi çevrimiçi olarak mevcuttur (metne bakınız).

Tüm lisans sınıfları için umutları. VHF bantlarındaki FM iletişimi genellikle saha hattı olarak kabul edilirken, **Radyo Dalgalarının Yayılması** bölümünde tartışıldığı gibi, saha hattının ötesine yayılma yaygındır.

Modem mobil SSB/CW alıcı vericileri genellikle 6 metrede ve en az 70 cm 50WPEPon2metersand 100 WPEP çıkışı verir. İyi bant koşullarında, yatay polarize antenler kullanarak, *görüş hattı* mesafelerinin ötesinde, herhangi bir gökyüzü dalgası veya troposferik dağılım olmadan bile 200 mil aşabilir!

Bununla birlikte, bir yakalama var. FM iletişimi dikey polarize antenler kullanır. Dikey polarizasyon SSB ve CW için kullanılabilir, ancak yayılma yoluna bağlı olarak, dikey polarize bir sinyal gücü Mobil anten, çapraz polarizasyon nedeniyle yatay polarize bir antene kıyasla 20 dB'ye kadar bir dezavantaja sahip olabilir.

Neyse ki, yatay polarize antenler, VHF ve UHF bantlarında yönetilebilir boyuttadır, ancak dikey olarak polarize kamçılar kadar basit değildirler. Dipoller ve küçük kirişler normal mobil ortama dayanmak için çok fazla rüzgar direnci sunar. Her zamanki çözüm bir döngü antenidir.

Şekil 21.79, Jerry Clement, VE6AB tarafından yapılan hale adı verilen yatay polarize 6 metrelik bir halkayı göstermektedir. (Komple inşaat planları QST Şubat 2017 sayısında "DXing için 6 Metre halo Anten" makalesinde mevcuttur. Bu kitabın indirilebilir ek materyalinde mevcuttur.) M'den ticari olarak temin edilenler gibi kare versiyonlar? Anten **Sistemleri (www.m2inc.com)** *squalos olarak adlandırılır. Her ikisi de* kabaca çok yönlü bir modele sahiptir. "Big Wheel" tasarımı başka bir seçenektir ve *QST'nin W4RNL sayısından L.B. Cebik, theMarch2008 ve Bob Cerreto, WAlFXT'nin "A New Spin on the Big Wheel" makalesi* de indirilebilir ek içeriğe dahildir. 2 metre ve 70 cm için eşdeğer antenler yaygındır. Döngü antenlerini bir araca monte etmek, bir HF antenini monte etmekten daha az hantal olabilir, çünkü bir zemin düzlemi gerektirmezler. Basit bir aksama monte edilmiş direk, vücut delikleri gerekmeden yeterli olacaktır!

21.10VHF/UHF Antenler

Bir anten sisteminin geliştirilmesi, VHF meraklılarına açık en verimli hareketlerden biridir. İt, iletim aralığını artırabilir, alımı iyileştirebilir, girişim sorunlarını azaltabilir - ve diğer pratik faydaları sağlayabilir. İşin kendisi hiçbir şekilde işin en az çekici kısmı değildir. Yüksek kazançlı antenlerde bile, deney VHF ve UHF'de büyük ölçüde basitleştirilmiştir, çünkü bir dizi uygulanabilir bir boyuttur ve antenlerin doğası ve ayarlanması hakkında çok şey öğrenilebilir. Test ekipmanlarına büyük yatırımlar gerekmez .

Antenlerimizi satın alsak veya inşa etsek de, yakında tüm amaçlar için en iyi tasarımın olmadığını görüyoruz. İhtiyaçlarımıza en uygun anteni seçmek, bir üreticinin - kataloğundaki kazanç rakamlarını ve fiyatlarını taramaktan çok daha fazlasını içerir. İlk adım, anten sistemi için bir bütün olarak öncelikler belirlemek olmalıdır. Hedefler genel bir şekilde sıralandıktan sonra, polarizasyon, iletim hattının uzunluğu ve tipi, eşleştirme yöntemleri ve mekanik tasarım gibi belirli tasarım özellikleriyle ilgili kararlarla karşı karşıyayız.

21.10.1 Kazanç

Daha önce tartışıldığı gibi, yayılan enerjiyi yoğunlaştırmak için bir anten modelini şekillendirmek veya başkalarının pahasına bazı yönlerde sinyal almak, kazanç elde etmenin tek olası yoludur. Radyasyon modelleri çeşitli şekillerde kontrol edilebilir. Birincisi, fazda beslenen iki veya daha fazla tahrik elemanı kullanmaktır. Bu tür diziler, tek bir elemana kıyasla frekans yanıtını belirgin bir şekilde keskinleştirmeden kazanç sağlar. Element başına daha fazla kazanç, ancak frekans kapsamındaki bazı fedakarlıklarla, parazitik elemanların bir Yagi dizisine yerleştirilmesiyle elde edilir.

21.10.2 Radyasyon paterni

Anten radyasyonu çok yönlü, iki yönlü, pratik olarak tek yönlü veya bu koşullar arasında herhangi bir şey yapılabilir. Bir VHF net operatörü çok yönlü bir sistemi neredeyse bir zorunluluk olarak bulabilir, ancak aksi takdirde kötü bir seçim olabilir. Gürültü toplama ve diğer parazit problemleri çok yönlü antenlerle daha büyük olma eğilimindedir. Maksimum kazanç ve düşük radyasyon açısı genellikle zayıf sinyal DX adayının başlıca ilgi alanlarıdır. Yanlardan ve arkadan mümkün olan en düşük toplama ve radyasyon ile temiz bir desen, gürültü seviyesinin yüksek olduğu yüksek aktivite alanlarında veya EME (Dünya-Ay-Dünya) gibi zorlu modlar için önemli olabilir.

21.10.3 Yükseklik kazancı

Genel olarak, bir VHF anteni ne kadar yüksek kurulursa, sonuçlar o kadar iyi olur. Anteni yükseltmek, yakındaki engeller üzerindeki görüşünü temizlerse, kapsama alanında çarpıcı iyileştirmeler yapabilir. Sebep dahilinde, daha yüksek yükseklik neredeyse her zaman maliyetine değer, ancak yükseklik kazancı artan iletim hattı kaybına karşı dengelenmelidir. Hat kayıpları VHF ve üzerinde önemli olabilir ve sıklıkta artar. Mevcut en iyi çizgi, çalışma dalga boyu açısından uzunsa, çok iyi olmayabilir. Herhangi bir anten planlamasında hat kayıplarını düşünün.

21.10.4 Fiziksel boyut

432 MHz için verilen bir anten tasarımı, 1 'A boom üzerindeki 5 elemanlı bir Yagi, 144 MHz için olanla aynı kazanca sahip olacak, ancak sadece üçte biri büyüklüğünde olacak. Böylece, İletişim etkinliğinin eşit olması için, 432 MHz dizisi, en azından 144 MHz'e fiziksel boyutta eşit olmalı ve kabaca üç kat daha fazla eleman gerektirmelidir. Frekansta daha yükseğe çıkmakla ilgili tüm ekstra zorluklarla, UHF bantları için bir anten oluşturmada büyük tarafta olmak daha iyidir.

21.10.5 Polarizasyon

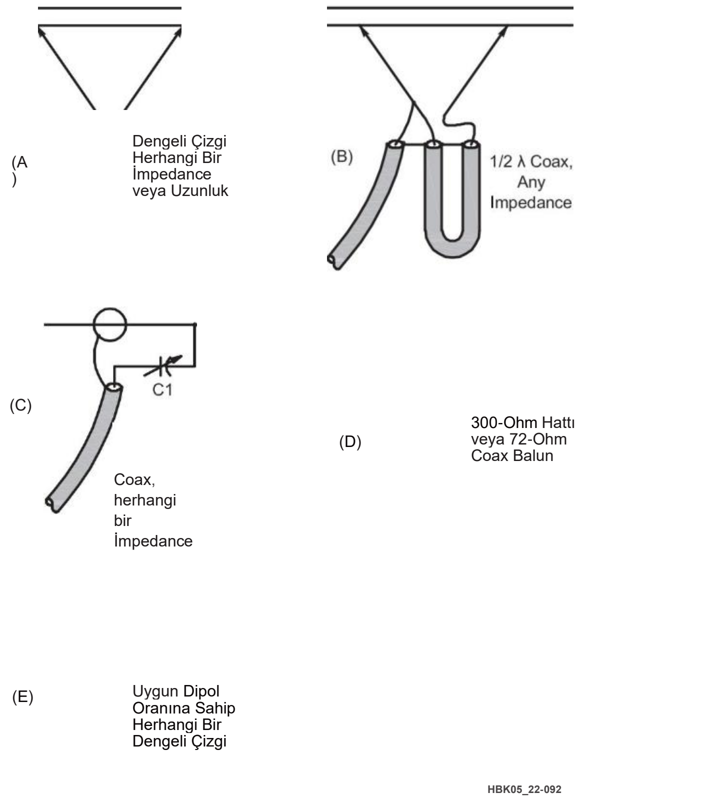
Anten elemanlarının dikey veya yatay olarak konumlandırılması, erken VHF operasyonundan bu yana bir soru olmuştur. Başlangıçta, VHF iletişimi çoğunlukla dikey olarak polarize edildi, ancak yönlü diziler yaygın olarak kullanıldığında yatay lehine kazandı. Farklı polarizasyonlarla sinyal gücü ve menzil testleri, tek tip bir polarizasyon politikası oluşturmak için çok az kanıt göstermektedir. Uzun yollarda, her iki durumda da tutarlı bir avantaj yoktur. Daha kısa yollar, bazı arazi türlerinde yatay olan daha yüksek sinyal seviyeleri üretme eğilimindedir. İnsan yapımı gürültü, özellikle ateşleme paraziti, yatay polarizasyon ile daha düşük olma eğilimindedir. Bununla birlikte, dikey olarak polarize edilmiş antenler, çok yönlü sistemlerde ve mobil çalışmalarda kullanmak için belirgin bir şekilde daha basittir, bu da FM'de ve dijital iletişimde mobil ve tekrarlayıcı çalışması için dikey polarizasyon üzerinde bir standardizasyon ile sonuçlanır. Yatay polarizasyon, zayıf sinyal VHF ve UHF işlemi için standarttır. (Dairesel polarizasyon aşağıda açıklandığı gibi uydu çalışmaları için tercih edilir.) Çapraz polarizasyon ile 20 dB veya daha fazla sinyal gücünde bir kayıp beklenebilir, bu nedenle iletişim kurmayı beklediğiniz istasyonlarla aynı polarizasyona sahip antenleri kullanmak önemlidir.

21.10.6 Dairesel Polarizasyon

Polarizasyon *yatay* veya *dikey olarak tanımlanır, ancak Dünya* yüzeyinin referansı kaybolduğunda bu terimlerin hiçbir anlamı yoktur. Birçok yayılma faktörü polarizasyon değişimine neden olabilir - örneğin yansıma veya kırılma ve manyetik alanlardan geçiş (Faraday rotasyonu). VHF dalgalarının polarizasyonu genellikle rastgeledir, bu nedenle herhangi bir polarizasyonu kabul edebilen bir anten kullanışlıdır. Sarmal antenlerle veya faz dışında 90 ° beslenen çapraz elemanlarla üretilen dairesel polarizasyon, herhangi bir doğrusal polarizasyona cevap verecektir .

Dairesel polarize dalga, uzayda yolunu açar ve sola veya sağa polarize olabilir. Bu polarizasyon duyuları birbirini dışlar, ancak herhangi bir düzleme (yatay veya dikey) polarizasyona yanıt verir. Sağ kutuplaşma ile üretilen bir dalga, aydan yansıtıldığında, EME devrelerinin kurulmasında akılda tutulması gereken bir gerçek olan sol kutuplaşma ile geri gelir. Doğrudan yollarda iletişim kuran istasyonlar aynı polarizasyon duygusuna sahip olmalıdır.

Her iki duyu da değiştirilebilir bir aşamalı koşum yardımıyla çapraz dipollerle üretilebilir. Sarmal dizilerle, her iki duyu da zıt yönlerde sarılmış iki anten ile sağlanır.



Şekil 21.80 - VHF antenlerinde yaygın olarak kullanılan eşleştirme yöntemleri. Delta maçında, A ve B, çizgi en iyi empedans maçı noktalarında dipole dokunmak için havalandırılır. Gama eşleşmesi, C, koaksın direkt bağlantısı içindir. C1 koldaki indüktansı ayarlar. Düzgün iletken boyutundaki D katlanmış dipol, anten empedansını dört kat artırır. Katlanmış dipolün kırılmamış kısmında daha büyük bir iletken kullanarak,
E, empedans dönüşümünün daha yüksek emirlerini verir.

21.10.7 İletim hatları

Düşük mikrodalga bantları aracılığıyla VHF'deki iletim hattının en yaygın tipi dengesiz koaksiyel kablodur. RG-58 veya RG-59 gibi küçük koaksiyeller, koşunun birkaç metreden fazla olması durumunda VHF çalışmasında asla kullanılmamalıdır. Yarım inçlik hatlar (RG-8 veya RG-11) 50 MHz'de oldukça iyi çalışır ve 50 fit veya daha az koşular 144 MHz'de kabul edilebilir. Katı yalıtım yerine köpüklü hatlar yaklaşık %30 daha az kayba sahiptir. Düşük kayıplı kablo herkes için gereklidir, ancak en kısa 222 MHz üzerinde çalışır ve dalga *kılavuzu* mikrodalga frekanslarında kullanılır. (Dalga kılavuzları tartışması için İletim Hatları bölümüne bakın .)

Büyük iç iletkenlere ve köpük yalıtımına sahip sağlam alüminyum ceketli sert hat koaksiyel kablo, maliyete değer. Hardline bazen yerel Kablo TV operatörlerinden son *çalışma olarak ücretsiz olarak bile elde edilebilir* - bir rulonun sonundaki parçalar. En yaygın CATV çeşidi ½ inç OD 75 © 2 hardline'dir. Hardline, bükülebileceği için yarı sert olarak kabul edilir, ancak sadece kink önlemek için büyük bir yarıçap ile ve tekrarlanan bükülmeden kaçınılmalıdır .

Sert hat için su geçirmez ticari konektörler oldukça pahalıdır, ancak girişimci amatörler *evde demlenmiş düşük maliyetli* konektörlere sahiptir. Eğer düzgün su geçirmezlerse , Konektörler ve sabit hat neredeyse süresiz olarak sürebilir. Konektörlerle ilgili ayrıntılar ve sabit hatla çalışma teknikleri için ARRL Anten Kitabı'na bakın.

Düzgün inşa edilmiş açık kablo hattı, VHF ve hatta UHF kurulumlarında çok düşük kayıpla çalışabilir. Teflon serpme makineleriyle ¾ inç veya daha az aralıklarla yerleştirilmiş ve esasen antenden istasyona doğru uzanan # l2 AWG telinden yapılmış bir hat, maliyetin bir kısmında en pahalı sert hattan başka bir şeyden daha iyi olabilir. 432 MHz'de 100 feet'te 2 dB'nin altındaki hat kaybı kolayca elde edilir. Bu, dengeli hattın içine ve dışına eşleştirmek için yüksek kaliteli balunların kullanıldığını ve kulenin tepesinden antene doğru dönen bölüm için kısa süreli düşük kayıplı koaksiyel olduğunu varsayar. Böyle bir açık telli hat, 144 MHz'de 1 dB'nin altında bir hat kaybına sahip olabilir.

Hava koşullarının iletim hatları üzerindeki etkileri göz ardı edilmemelidir. İyi inşa edilmiş bir açık tel hattı neredeyse her hava koşulunda iyi çalışır ve iyi durur. TV tipi twinlead, şiddetli yağmur, ıslak kar veya buzlanma koşullarında neredeyse işe yaramaz. En iyi koaksiyel ve hardline dereceleri hava koşullarına dayanıklıdır. Yeraltında çalıştırılabilir, yalıtımsız metal kulelere bağlanabilir veya Performans üzerinde olumsuz bir etkisi olmayan hemen hemen her uygun pozisyon. Ancak, bargain coax dikkat. Kayıp verici gücü, gücü artırarak bir dereceye kadar yapılabilir, ancak iletim hattında kaybolduktan sonra alıcıda zayıf bir sinyal asla geri kazanılamaz.

21.10.8 İmpedance Eşleştirme

Empedans eşleştirmesinde teori ve pratikİletim **Hatları** bölümünde ayrıntılı olarak incelenmiştir ve teoride en azından 50 MHz'in üzerindeki frekanslar için aynıdır. Uygulama benzer olabilir, ancak fiziksel boyut yöntem seçiminde önemli bir değiştirici faktör olabilir.

DELTA MAÇ

Muhtemelen ilk empedans maçı, açık bir hattın uçları dışarı atıldığında ve **Şekil 21.80A'de olduğu gibi en verimli güç aktarımı noktalarında yarım dalga antene dokunduğunda yapıldı.** Hem kenar uzunluğu hem de elemanın merkezinin her iki tarafındaki bağlantı noktaları, çizgideki minimum yansıyan güç için ayarlanmalıdır, ancak empedansların bilinmesi gerekmez. Delta

Reaktansı ayarlamak için hiçbir hüküm yoktur, bu nedenle dipolün uzunluğu en iyi SWR için budanır.

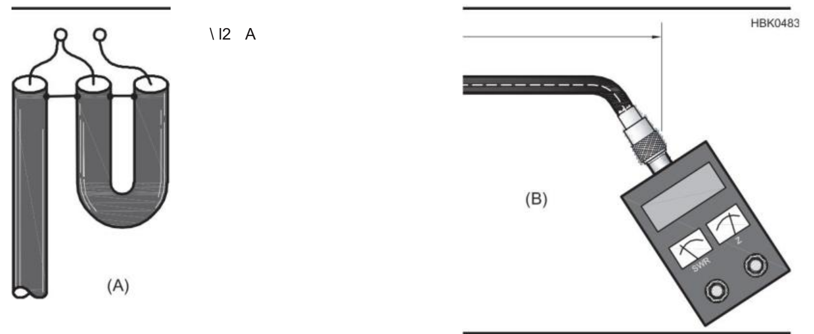
Bir zamanlar VHF uygulamaları için daha düşük olduğu düşünüldüğündeYanlış - ayarlandığında yayılma eğilimi nedeniyle, delta artık eşleşmenin etkilerini ölçmek için iyi yöntemlere sahip olduğumuz için lehine geri döndü. İt, düşük kayıplı açık hatlarla çok bölmeli dizileri aşamalı hale getirmek için çok kullanışlıdır ve bu kullanımdaki boyutları özellikle kritik değildir .

GAMMA MATCH

Gama eşleşmesi Şekil 21.80C'de gösterilir ve HF Yagi antenlerinin önceki bölümünde ve **İletim Hatları bölümünde daha ayrıntılı olarak ele alınır.** Yarım dalga dipolün merkezi elektriksel olarak nötrdür, koaksın dış iletkeni bu noktada elemana bağlanır, bu da metalik veya iletken olmayan bir bom ile bağlantı olabilir. İç iletken, eşleşen noktadaki elemana bağlanır. Elemana olan bağlantının İnduktansı, Cl aracılığıyla iptal edilir. Hem elemanla temas noktası hem de kondansatörün ayarı, bir anten analizörü veya SWR köprüsü kullanılarak minimum SWR için ayarlanır.

Kapasitör Cl, ayarlama sırasında değişken bir ünite olabilir ve daha sonra gerekli kapasitans değeri bulunduğunda uygun bir sabit ünite ile değiştirilebilir. Maksimum kapasitans 50 MHz için yaklaşık 100 pF ve 144 MHz için 35 ila 50 pF olmalıdır. Kondansatör ve kol, sürgülü bir kelepçe vasıtasıyla tahrik elemanına bağlanan kol ile birleştirilebilir ve kolun iç ucu, koaksın iç iletkenine bağlı bir manşonun içine kayar. İt plastik sleiving veya shrink boru ile yalıtılmış konsantrik boru parçalarından yapılabilir. Kondansatör boyunca RF voltajı düşüktür, maç uygun şekilde ayarlandıktan sonra, iyi bir dielektrik ile yalıtım büyük bir sorun teşkil etmez. Bu noktada RF akımı yüksek olduğu için kol ve eleman arasında temiz, kalıcı, yüksek iletkenlik bağı önemlidir.

Doğası gereği biraz dengesiz olduğu için, gama eşleşmesi bazen özellikle uzun bom, yüksek direktifli Yagi dizilerinde desen bozulmasına neden olabilir. T-match, esasen dengeli bir besleme sistemi oluşturan serideki iki gama maçı, bu nedenle popüler hale geldi. (HF Yagi bölümündeki T-maçları ile ilgili önceki tartışmaya bakın.) Şekil 21.80B'de gösterilen gibi bir koaksiyel balun, dengeli T-eşleşmesinden vericiye giden dengesiz koaksiyel çizgiye kadar kullanılır. Simetrik bir paterni korumak için, besleme hattı, elemanların merkez çizgisindeki anten bomu boyunca direğe doğru çalıştırılmalıdır. Bir boğucu balun genellikle besleme hattı kalkanının dış yüzeyinde indüklenebilecek akımları en aza indirmek için kullanılır.



Şekil 21.81 - Dengesiz koakstan dengeli bir yüke dönüşüm yarım dalga koaksiyel balun ile yapılabilir, A. Yarım dalga balun 4:1 empedans artışı sağlar. İlmekli bölümün elektriksel uzunluğu, B. Hat empedansının minimum olduğu en düşük frekans, hattın ¼ 'λ uzun olduğu frekanstır. % • frekansını elde etmek için bu frekansı iki ile çarpın**.**

KATLI DIPOLE

Merkezindeki yarım dalga dipol besleme noktasının empedansı 720'dir. Eğer tek bir iletken, l inFigure2 .80D gösterildiği gibi yarım dalga dipol yapmak için katlanır, empedans dört kez hızlandırılır. Böylece böyle bir katlanmış dipol, kayda değer bir uyumsuzluk olmadan doğrudan 300 © 2 hattı ile beslenebilir. 70 ila 75 Q empedans arasındaki koaksiyel besleme hattı daha sonra **4:1 empedans** transformatörü ile kullanılabilir. Şekil 21.80E'de olduğu gibi, kırılmamış kısım kesitte beslenen kısımdan daha büyük yapılırsa daha yüksek empedans artışı elde edilebilir. Katlanmış dipol, *ARRL Anten Kitabında daha fazla tartışılmaktadır.*

21.10.9 Balunlar ve İpedans Transformatörleri

Dengeli yüklerden dengesiz çizgilere dönüşüm veya tam tersi, elektrik devreleri veya koaksiyel çizgiden yapılmış eşdeğerleri ile gerçekleştirilebilir. Esnek koakstan yapılmış bir balun **Şekil 21.81A'de gösterilmiştir.** Döngüsel kısım elektriksel bir yarım dalgadır. Bu tip balun, tipik olarak 4:1, 50 ila 200 © 2 veya 75 ila 300 © 2 empedans artışı sağlar. Balun ve empedans transformatörleri hakkında ayrıntılı bir tartışma için RF Teknikleri ve İletim Hatları bölümlerine bakın .

Çizgi bölümünün fiziksel uzunluğu, - kullanılan çizginin yayılma faktörüne bağlıdır, B'de gösterildiği gibi rezonans frekansını kontrol etmek en iyisidir. Hattın bir ucu açık bırakılır ve hattın diğer ucundaki empedansın minimum olduğu en düşük frekansı bulmak için kullanılan bir anten analizörü, hattın bölümünün 4 2 uzunluğunda olduğu frekans. Bölümün 2 long olduğu frekansı bulmak için frekansı ikiyle çarpın.

1:1 **empedans** transferi veren koaksiyel balunlar **Şekil 21.82'de gösterilmiştir.** Üstte açık ve alt uçtaki hattın dış iletkenine bağlı olan koaksiyel kılıf (Şekil 21.82A) tercih edilen tiptir. Yaklaşık olarak aynı boyutta bir iletken



Şekil 21.82 - Empedans değişikliği olmayan balun dönüşüm fonksiyonu, üstte açık ve alttaki koaksiyel dış iletkene bağlı çeyrek dalga çizgileriyle gerçekleştirilir. A'da gösterilen koaksiyel kılıf tercih edilir.

Çizgi, Şekil 21.82B'de çeyrek dalga saplaması oluşturmak için dış iletkenle birlikte kullanılır. Sadece dış iletkeni kullanan başka bir koaksiyel parça bu amaca hizmet edecektir. Her iki balun da, koaksın dış iletkeni üzerinde akma eğiliminde olabilecek herhangi bir RF akımına yüksek bir empedans sunmayı amaçlamaktadır. Uygun malzeme tipi veya karışımı ferrit boncuklardan yapılmış boğucu balunlar da kullanılabilir. VHF ve UHF'de ferrit kullanımı hakkında bilgi için RF Teknikleri bölümüne bakın.

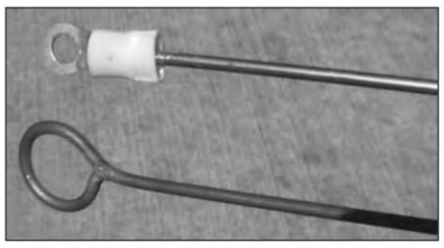
Proje: Basit, Taşınabilir Yer-Düzlem Anten

Zemin düzlemi anteni **Şekil 21.83'te gösterilmiştir** ve elemanı ve iki radyali desteklemek için dişi bir chassismount konektörü kullanır. Sadece iki radyal ile, aslında iki boyutludur, bu da kullanılmadığında depolanmasını kolaylaştırır. UHF konektörleri 144 ve 222 MHz için iyi çalışır, ancak Tip N konektörlerini kullanmayı tercih edebilirsiniz. 440 MHz için n konektör önerilir ve daha yüksek frekanslar. BNC konektörleri 915 ve 1280 MHz'deki daha kısa antenler için kullanılabilir, ancak özellikle sağlam değildir.

Anten hava koşullarından korunursa, bakır tel yayılan eleman ve radyaller için yeterince serttir. Rüzgara ve havaya maruz kalan antenler, kaynak kaynağı mağazalarında bulunan lehim çubuğundan yapılabilir. Alternatif olarak, bu anteni inşa etmek için # 12 veya # 14 AWG bakır kaplı çelik tel kullanılabilir .

Keskin uçları ortadan kaldırmak için, elemanı ve radyal uçları bir daireye bükmek veya **Şekil 21.84'teki gibi bir kıvrım terminali ile sonlandırmak iyi bir fikirdir.** Crimp terminal yaklaşımı sert tel ile daha kolaydır. Kıvrın ve sonra terminali tele lehimleyin. Eleman ve radyallerin toplam uzunluğunu döngü veya terminalin dış ucuna kadar ölçerek Şekil 21.83'te gösterildiği gibi yapın.

Radyaller doğrudan koaksiyel konektörün montaj deliklerine takılabilir. Konektörden yerleştirmek için her radyalin bir ucundaki kancayı bükün. Lehim



Şekil 21.84 - Basit zemin düzlemi anteninde eleman ve radyal uçları sonlandırmak için alternatif yöntemler. Metne bakın. *(Fotoğraf: KBCH)*

Büyük bir havya veya propan torcu kullanarak konektöre radyaller.

Elemanı konektörün orta pimine lehimleyin. Eleman lehim kabının içine sığmazsa, bir kuplör olarak brass tüpünün kısa bir bölümünü kullanın (oluklu bir '% inç İD tüpü bir SO-239 veya N priz merkezi pimine sığacaktır).

Gerekirse, minimum SWR frekansını yükseltmek için anteni budayın. Ardından radyal sarkma açısını minimum SWR için ayarlayınBu, minimum SWR'nin gerçekleştiği frekansı etkilememelidir.

Sabit istasyon antenleri için bir montaj yöntemi Şekil 21.83'te görünür. Besleme hattı ve konektör direğin içindedir ve bir hortum kelepçesi, fiş gövdesini sıkıca kavramak için oluklu direk ucunu sıkar. Anten monte edildikten ve test edildikten sonra, koaksiyel konektörün açık tarafını silikon sızdırmazlık maddesi ile iyice kapatın ve bağlantıları pas önleyici boya ile hava koşullarına karşı koruyun.

İlgili basit bir anten, çok yönlü bir desene sahip olan ve zemin düzlemi gerektirmeyen çapraz dipoldür. W 1 **GHZ'den Paul Wade,** başlangıçta 1.7 GHz için tasarlanmış bir IEEE dergisinde bulunan bir tasarımı yeniden inceledi. Proceedings *of Microwave Update 2016'daki inşaat makalesi,* bu kitap için indirilebilir ek bilgilerle birlikte verilmiştir.

Proje: VHF veya UHF için Koaksiyel Dipol

(Aşağıdaki anten orijinal olarak Temmuz 2009 *QST'de* John Portune, W 6NBC tarafından tanımlanmıştır ve ayrıca *ARRL Anten Özeti Cilt 8'de yeniden basılmıştır.)*

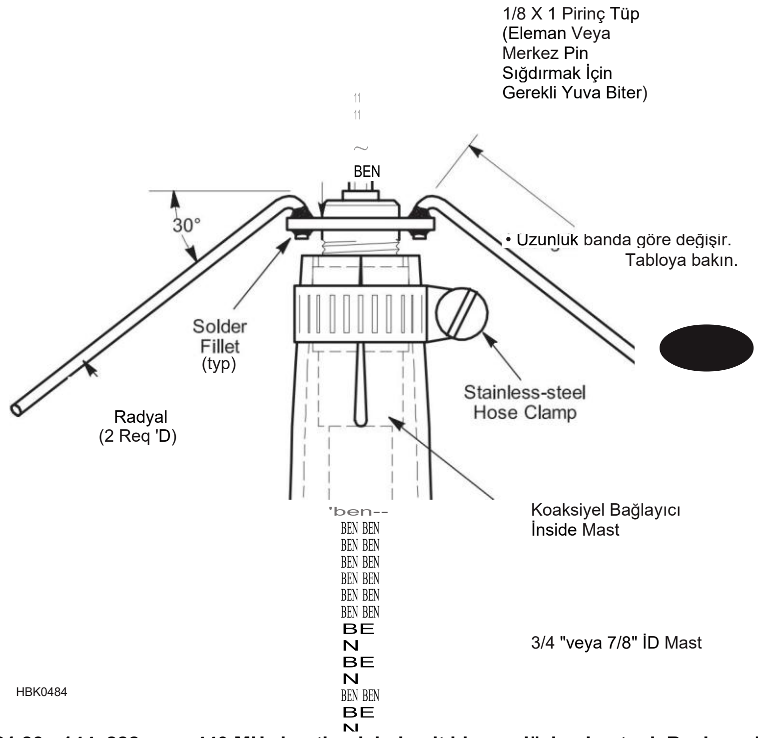
İşte küçük bir paslanmaz kırbaç, dişli masa lambası boru uzunluğu ve bazı ¼ inç bakır ve PVC bağlantı parçaları inşa edilmiş bir homebrew koaksiyel dipol. Gösterilen 440 MHz içindir, ancak 146 veya 222 MHz için kolayca ölçeklendirilebilir .

Homebrew dikey VHF antenleri için, koaksiyel dipoller genellikle J-kutuplarına ikinci keman oynar. Çünkü koaksiyel merkez bağlantısının ev atölyesinde üretilmesi genellikle zordur. Her iki anten de aynı performansa sahiptir. İkisi de tam boy,

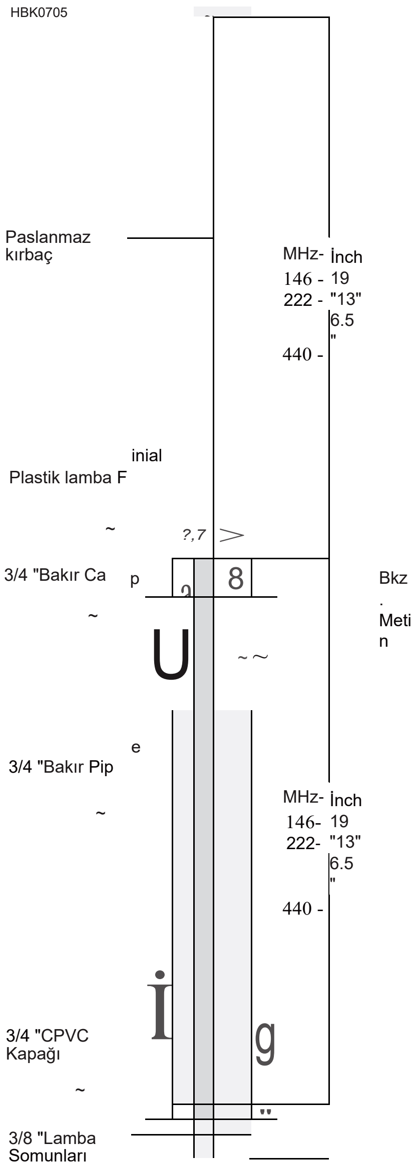
Element

Band MHz	Uzunluk * inç
144	19.25
222	12.5
440	6.25
915	3.0
1280	2.1

* Uzunluk banda göre değişir. Tabloya bakın .



Şekil 21.83 - 144, 222 veya 440 MHz bantları için basit bir yer düzlemi anteni. Besleme hattı ve konektör direğin içindedir ve bir hortum kelepçesi, fiş gövdesini sıkıca kavramak için oluklu direk ucunu sıkar. Çizimde verilen eleman ve radyal boyutlar tüm bant için iyidir.



Şekil 21.85 - Üç bant için koaksiyel dipolün boyutlandırılmış çizimi.

Yarım dalga dikey dipoller ve koaksiyel daha kısadır.

MAKİNG BİR COAXİAL DIPOLE

Eğer ortak bir yarım dalga *(2/2)* paslanmaz kırbaç ile başlarsanız ve burada bir dişli masa lambası tüpünden yapılmış 2/2 uzun destek borusundan aşağıya doğru uzatırsanız, kırbacın alt kısmı antenin merkezini besleyen kısa bir sert koaksın merkez iletkeni olur. Şimdi normal koaksiyel bağlantı kolayca anten altında yapılır. Sert koaksiyel bölümü oluşturmak için, merkez iletkeni (paslanmaz kırbacın alt kısmı), bazı ¼ inç iç çaplı (İD) polietilen boru ile lamba borusundan yalıtmanız gerekir. Nalburlar normalde taşırlar. Bu şekilde oluşturulan rijit koaksın bu kısa uzunluğu tam olarak 50 © 2 karakteristik empedans değildir, ancak fark - tamamen önemsizdir. **Şekil 21.85'teki çizim** detayları göstermektedir .

Montaj detayları

Yayılan dipolün alt yarısı (2/4), ¾ inç bakır borudan ve bir boru kapağından yapılmış bir koaksiyel manşondur. Koaksiyel besleme, merkezini lamba borusunun altındaki konektöre doğru çalıştırır. Manşonun alt kısmının desteği ve yalıtımı, ¾ inç CPVC plastik boru kapağı ile sağlanır. CPVC bağlantı parçalarına aşina olmayanlar için, bakır boru ile eşleştirmek için yapılırlar ve yüksek su sıcaklıklarını idare edebilirler. Bu, yaygın PVC bağlantı parçaları için geçerli değildir. Çoğu donanım mağazası artık CPVC taşıyor. Bakırın orta üst kısmına % inç delik açın ve lamba borusunun geçmesi için CPVC kapakları.

Tüm anten, donanım mağazalarında da kolayca bulunabilen iki lamba boru somunu ve plastik bir lamba finyaliyle bir arada tutulur (bkz. **Şekil 21,86).** Bakır boru kapağının içinde bir lamba boru somununun da gerekli olduğunu unutmayın. Paslanmaz kırbaç için lamba finialinin ortasına küçük bir delik açın. Antenin altındaki lamba borusunun altına %1 inç ortak PVC boru kapağı takın ve iki tane daha lamba borusu somunu ile sabitleyin. Bu, anteni ¼ inç PVC'nin herhangi bir uygun uzunluğunun üzerine kolayca monte etmenin bir yolunu sunar

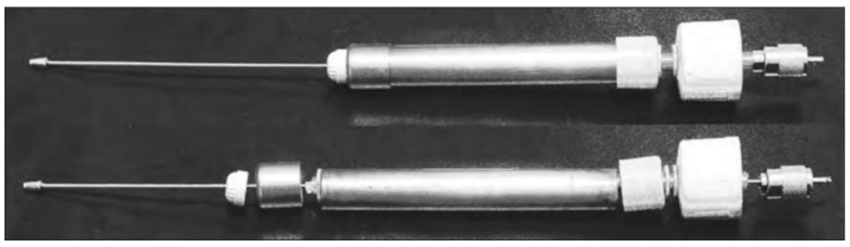
Pipo. Koaksiyel beslemeyi PVC borudan geçirin. (Lamba parçalarının genellikle dışarıda kullanım için tasarlanmadığını ve boyanmadan veya hava koşullarına karşı korunmadan paslanabileceğini veya paslanabileceğini unutmayın.

Bağlamak

PL-259 koaksiyel için geleneksel bir RG-8 UHF tipi koaksiyel konektör aslında lamba borusunun altına vidalanacaktır. İplikler mükemmel bir uyum sağlamaz, ancak tatmin edici bir şekilde sıkılır. Paslanmaz kırbaç, PL-259 konektörünün en ucuna kadar uzanır. Orada lehimleyin. Bununla birlikte, bunu yapmadan önce, antenin tüm parçalarını dişli lamba borusuna takın.

Birçok jambon paslanmaz çeliğin lehimlenmeyeceğini düşünebilir. Kesinlikle sıcak demir ve asit akısı ile olacak. Kamçının ucunu kazıyın ve hidroklorik yüzme havuzu asidine batırın. Havya demirinin ucundan küçük bir hareketle kırbaç mükemmel şekilde kalaylanır. Lehimlemeden önce, kamçının alt ucunda iki veya üç küçük yan çentik öğütün. Bir Dremel aracı bunun için iyi çalışır. Çentikler, lehimin kamçıyı PL-259 konektörünün ucuna güvenli bir şekilde kilitlemesine yardımcı olacaktır. Kalan asidi kabartma tozu çözeltisi ile nötralize edin.

Belki bazıları için şaşırtıcı, gerçekten değil



(A)



(B)

Şekil 21.86 - Koaksiyel dipol (A) ve bitmiş ürünün (B) son montajının detayları.

Antenin diğer parçalarını lehimlemek için gereklidir. RF'nin verimli bir şekilde geçmesi için eklemlerde yeterli çiftleşme yüzeyi vardır. Bununla birlikte, olası tüm su erişim noktalarını ortak silikon sızdırmazlık maddesi ve veya plastik elektrik bandı ile kapatın.

LIKE 'DAKİ GRUP İÇİN İT YAP

Lamba borusu veya paslanmaz kırbaç için gereken kesin bir uzunluk yoktur. Bunlar sadece antenin tüm parçalarının bir araya gelmesi için yeterli alan sağlamalıdır.

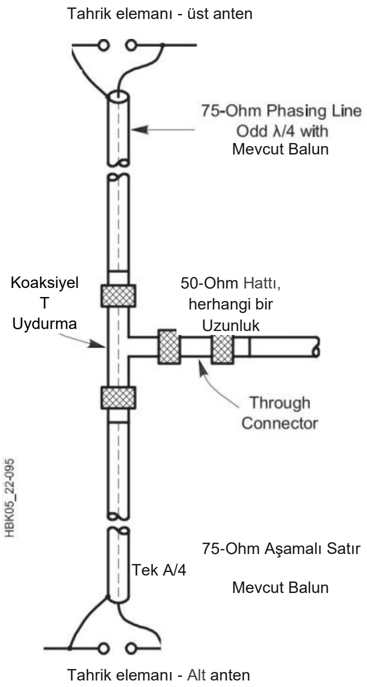
Yazarın elinde 146 MHz koaksiyel dipol için kesilmemiş olarak kullandığı 48 inçlik bir kamçı ve 440 MHz için benzer bir 17 inçlik kesilmemiş kamçı vardı. Lamba borusunu - kamçılara uyacak şekilde uygun bir uzunlukta kesti. Bununla birlikte, önemli olan, lamba borusunun üstündeki kamçının uzunluğu ve koaksiyel manşonun uzunluğudur. Bunların a) *J4- 440* MHz, 6 ½ inç için yakın olması gerekir; 222 MHz için, 13 inç; 146 MHz için 19 inç. Bu antenler oldukça geniş banttır ve bu boyutlardaki her durumda tüm bandı kapsayacaktır. Kesme veya budama yok gereklıdır.

Sağlamlık veya belki de gizlilik için, tüm anteni 2 inç PVC su veya ABS toprak borusunun içine monte edebilir ve uçları uç kapaklarla kapatabilirsiniz. Yazar, antenlere izin verilmeyen bir mobil ev parkında yaşıyor, ancak ev sahibi bu koaksiyel dipollerin (ABS borusunda) havalandırma boruları olduğunu düşünüyor.

Bu homebrew koaksiyel dipollerden birini deneyin. Bir J direğine kıyasla daha küçük boyutunu, daha az belirgin görünümünü ve üstün hava koşullarına dayanıklılığını tercih ettiğinizi görebilirsiniz.

21.11 VHF/UHF Kirişleri

Şüphesiz, Yagi bu günlerde homestasyon antenlerinin kralıdır. Günümüzün en iyi tasarımları bilgisayar tarafından optimize edilmiştir. Yıllarca amatörler ve profesyoneller Yagi dizilerini deneysel olarak tasarladılar. Şimdi güçlü (ve ucuz) kişisel bilgisayarlarımız ve anten modellemesi için gelişmiş yazılımlarımız var. Bunlar bize çok az veya hiç eleman budaması gerektirmeyen gelişmiş performansa sahip antenler getirdi. Yagi tasarımının daha kapsamlı bir tartışması daha önce **bu** bölümde ve **ARRLAntenna** *Kitabında bulunabilir* .



Şekil 21.87 - Yığılmış bir Yagi dizisini beslemek için bir yöntem. Her antendeki balunların özel olarak gösterilmediğini unutmayın. İyi uygulama, koaksın dışına kaymış ve hareketi önlemek için bantlanmış ferrit boncuklardan oluşan boğma balunlarını kullanmaktır. Ayrıntılar için RF Teknikleri ve İletim Hatları bölümüne bakın.

21.11.1 Yagilerin İstiflenmesi

Onları desteklemek için uygun koşulların sağlanabildiği yerlerde, iki Yagi birbiri üzerine monte edilir ve aynı teorik veya ölçülü kazanca sahip uzun bir Yagi'ye tercih edilebilir. Çift, aynı kazanç için çok daha küçük bir dönüş alanı gerektirecektir ve düşük radyasyon açıları ilginç sonuçlar sağlayabilir. Uzun iyonosferik yollarda, yığılmış bir çift bazen yığılmadan elde edilen kazanç olarak yerel olarak ölçülebilen 2 ila 3 dB'den çok daha büyük bir belirgin kazanç gösterebilir.

1 'A'dan daha uzun bomlara sahip Yagiler için optimum aralık bir dalga boyudur, ancak bu, 50 MHz antenin birçok üreticisi için çok fazla olabilir. Değerli sonuçlar, ½ 'A (10 feet) kadar küçük ayrımlarla mümkündür, ancak %2 (12 feet) belirgin şekilde daha iyidir. 50 MHz'de, 12 ila 20 ayak aralığı arasındaki fark, eklenen yapısal sorunlara değmeyebilir.

Daha yakın boşluklar daha düşük ölçülen kazanç sağlar, ancak anten desenleri **1** 'A boşluktan daha temizdir (yüksek açılı yükseklik loblarında daha az güç). Daha geniş alanla ekstra kazanç-ings genellikle 144 MHz ve daha yüksek bantlarda, yapısal sorunların 50 MHz'de olduğu kadar şiddetli olmadığı hedeftir.

Yığılmış bir Yagi dizisinde kullanılabileceği gibi iki 50 © 2 antenini beslemek için bir yöntem **Şekil 21.87'de gösterilmiştir**. Her antenden gelen iletim hatları, her anteni besleyen bir balun (basitlik için çizimde gösterilmemiştir), ortak besleme noktasına eşit uzunlukta ve 4 7'nin tek bir katı olmalıdır. Bu hat, çeyrek dalga (Q-kesit) empedans transformatörü gibi davranır, her antenin besleme empedansını 100 n'ye yükseltir ve akımı her tahrik elemanında eşit olacak şekilde zorlar. Besleme hatları koaksiyel tee konektörüne paralel olarak bağlandığında, ortaya çıkan empedans 50 Q'ya yakındır .

Proje: 6 Metre için Üç ve Beş Element Yagis

Bom uzunluğu genellikle bir Yagi tasarımı seçtiğinde belirleyici faktör olduğunu kanıtlar. Dean Straw, N 6BV, **Tablo 21.14'te gösterilen tasarımları yarattı.** Saman, uygun bom uzunlukları için tablodaki tasarımları üretti (6

Tablo 21.14
Optimize edilmiş 6 MetreYagi

	Aralık Aralığı Reflektör (	Seg *1 Uzunluk*	Seg *2 Uzunluk*	*Orta bant FIR*
306-06				
Refl	0	36	23.500	8.1 dBi
DE	24	36	16.000	28.3 dB
Dir 1	66	36	15.500	
506-12				
OD		0.750	0.625	
Refl	0	36	23.625	10.0 dBi
DE	24	36	17.125	26.8 dB
Dir 1	36	36	19.375	
Dir 2	80	36	18.250	
Dir 3	138	36	15.375	

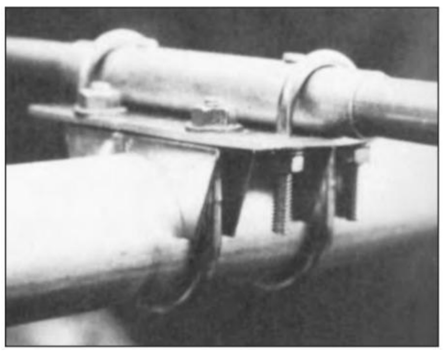
Not: Tüm antenler için, teleskopik tüp çapları (inç cinsinden) şunlardır: Seg1 = 0.750, Seg2 = 0.625 . Bom uzunluğu, eleman montaj donanımı için her bir ucunda 3 inç izin vermek için maksimum Refl-Dir aralığından 6 inç daha uzun olmalıdır.

ve 12 feet). 3 elemanlı tasarımın 8 dBi kazancı vardır ve 5 elemanlı versiyonun yaklaşık 10 dBi kazancı vardır. Her iki anten de 22 dB'den daha iyi ön-arka oran sergiler ve her ikisi de 50 ila 51 MHz'i 1.6: 1 SWR'den daha iyi bir şekilde kaplar.

Element uzunlukları ve boşlukları tabloda verilmiştir. Elemanlar, **Şekil 21.88'de gösterildiği gibi bom'a monte edilebilir.** İki susturucu kelepçesi, her bir alüminyum plakayı boma tutar ve iki U cıvata, her elemanı 0.25 inç kalınlığında ve 4.4 inç kare olan plakaya bağlar. Paslanmaz çelik donanım için en iyi seçimdir. Bununla birlikte, galvanizli donanım değiştirilebilir. Otomotiv muffier kelepçeleri bu uygulamada iyi çalışmaz, çünkü galvanizli değildir ve havaya maruz kaldıktan sonra hızla paslanırlar.

Tahrik elemanı, diğer montaj plakalarına benzer boyutta bir fenolik plaka üzerindeki boma monte edilir. Tahrik elemanı yarılarına 12 inçlik bir Pleksiglas çubuk parçası yerleştirilir. Pleksiglas, elementin her iki tarafında tek bir kelepçenin kullanılmasına izin verir ve ayrıca elementlerin merkezini neme karşı kapatır. Kendinden dokunmalı vidalar, tahrik elemanına elektrik bağlantısı için kullanılır.

Tahrik elemanı ve saç tokası maç detayları için Şekil 21.89'a bakın. Üç SO-239 konektörün tahrik edilen eleman plakasına monte edilmesi için bir parça alüminyumdan yapılmış bir braket kullanılır. Bir 4:1 **iletim hattı** balun, iki eleman yarısını birbirine bağlar ve saç tokası eşleşmesindeki 200 © 2 direncini merkez konektörde 50 9'a dönüştürür. Balun elektriksel uzunluğunun 2/2 olduğunu unutmayın, ancak



Şekil 21.88 - Bom-eleman kelepçesi. Galvanizli U cıvataları elemanı plakaya tutmak için kullanılır ve 2 inç galvanizli susturucu kelepçeleri plakaları boma tutar.

Fiziksel uzunluk, kullanılan belirli koaksiyel kablonun hız faktörü nedeniyle daha kısa olacaktır. Saç tokası doğrudan elemanın yarısı boyunca bağlanır. Saç tokasının tam merkezi elektriksel olarak nötrdür ve boma bağlanmalıdır. Bu, tahrik elemanını de ground potansiyeline yerleştirme avantajına sahiptir.

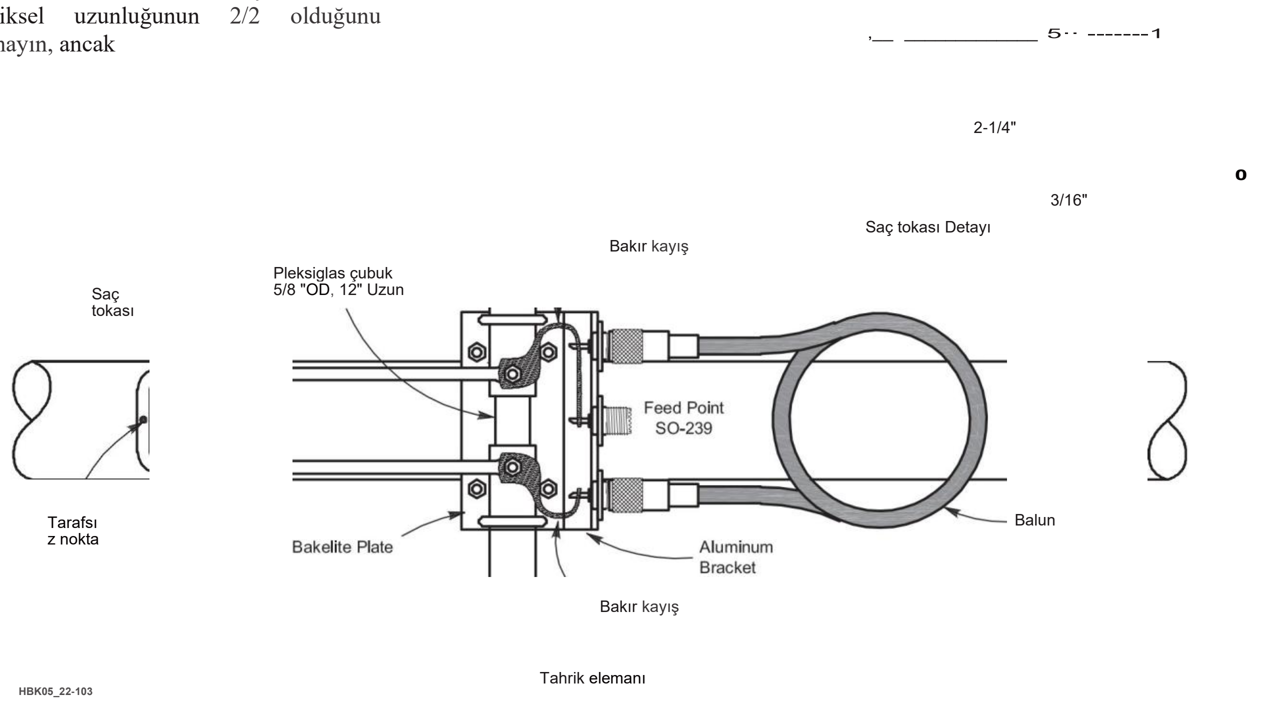
Saç tokası eşleşmesi böyle bir ayarlama gerektirmez. Bununla birlikte, grubun tercih ettiğiniz bölümünde en iyi eşleşmeyi elde etmek için tahrik elemanının uzunluğunu hafifçe değiştirmeniz gerekebilir. Sürüş - uzunluğunun değiştirilmesi anten performansını olumsuz etkilemeyecektir. *Diğer elemanların uzunluklarını veya aralıklarını ayarlamayın - Onlar zaten optimize edilmiştir.* Bir gama eşleşmesi kullanmaya karar verirseniz, her iki anten için tabloda verilen tahrik elemanı uzunluklarının her iki tarafına üç inç ekleyin.

Proje: Orta Kazançlı 2 Metre Yagi

Bu proje tasarlandı ve inşa edildi L.B. Cebik, W4RNL (SK). Pratik Yagiler için 2 metre bol. Bunu biraz farklı kılan şey malzeme seçimidir. Elbette elementler yüksek dereceli alüminyumdur. Bununla birlikte, bom PVC'dir ve tüm antende sadece iki # 6 somun cıvata seti ve iki # 8 sac metal vida vardır. Kalan bağlantı elemanlarının hepsi hitch-pin klipsleridir. Sonuç, taşıma için adil bir şekilde sökebileceğiniz çok dayanıklı bir altı elemanlı Yagi'dir. Tüm inşaat detayları ve antenin daha fazla tartışması, indirilebilir ek içeriğe dahil edilmiştir .

BASİC ANTENİ DESIGN

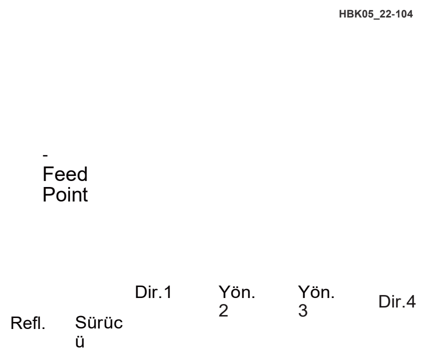
Burada sunulan 6 element Yagi, NW3Z ve WA3FET tarafından HF kullanımı için geliştirilen optimize edilmiş geniş bant anten (OWA) tasarımlarının bir türevidir. **Şekil 21.90** genel taslağı göstermektedir. Reflektör ve ilk yönetmen empedansı büyük ölçüde belirler. Sonraki 2 yönetici, çalışma bant genişliğini ayarlamaya katkıda bulunur. Son yönetmen (Dir. 4) kazancı belirler. Bu hesap aşırı basitleştirilmiştir, çünkü her öğe Yagi performansının her yönüyle bir rol oynar. Ancak, notlar vermek



Şekil 21.89 - 50 MHz Yagi ile kullanılan besleme sisteminin ayrıntılı çizimi. Balun uzunlukları: 0.80 hız faktörlü kablo için - 7 feet, %10 inç. 0,66 hız faktörlü kablo için - 6 feet, 5 ¾ inç

Tablo 21.15
2 Metre OWA Yagi Boyutları

Element	*Eleman uzunluğu (içinde)*	*Reflektörden Aralık (içinde)*	*Eleman Çapı (içinde)*
Burada açıklanan versiyon:			
Refl.	40.52		0.1875
Sürücü	39.70	10.13	0.5
Kıç. Sürücü	*39.96*	*10.13*	*0.1875*
Yön. 1	37.36	*14.32*	0.1875
Yön. 2	36.32	*25.93*	0.1875
Yön. 3	36.32	*37.28*	0.1875
Yön. 4	34.96	*54.22*	0.1875
'% -inch çap elemanlarını kullanan sürüm :			
Refl.	40.80		0.125
Sürücü	40.10	10.20	0.125
Yön. 1	37.63	14.27	0.125
Yön. 2	36.56	25.95	0.125
Yön. 3	36.56	37.39	0.125
Yön. 4	35.20	54.44	0.125



Şekil 21.90 - 2 metre, 6 eleman OWA Yagi'nin genel taslağı. Boyutlar Tablo 21.15'te verilmiştir.



Şekil 21.91 - ***NEC-4 kullanılarak modellenen 2 metre, 6 eleman OWA Yagi için SWR eğrisi.***

Performans rakamlarını ayarlamada hangi unsurların en hassas olduğu hakkında bir fikir.

NEC-4 kullanılarak tasarlanan anten, 56 inçlik bir bom üzerinde 6 eleman kullanıyor. **Tablo 21.15,** bu notlarda açıklanan sürüm için belirli boyutları verir. Parazit elemanlar hepsi*/, inç alüminyum* çubuklardır. İnşaat kolaylığı için, sürücü '% inç alüminyum boru. Eleman uzunluklarının nasıl yeniden hesaplanacağı hakkında bilgi için, İan White, G 3 SEK (Bölüm 7) tarafından düzenlenen RSGB'nin VHF/UHF DX Kitabı gibi bir kaynağa başvurmadan eleman çaplarını değiştirmeyin.

OWA tasarımı, 2 metrelik bandın tamamında 20 dB'den daha iyi önden arkaya (veya önden arkaya) oranıyla yaklaşık 10,2 dBi boş alan kazancı sağlar. Azimuth (veya E-düzlemi) desenleri tüm grupta sağlam performans gösterir. Bu sadece ileri kazanç için değil, arkadan reddedilme için de geçerlidir.

OWA tasarımının önemli bir özelliği, eşleşen bir ağ gerektirmeyen doğrudan 50 Q besleme noktası empedansıdır. Tabii ki, besleme hattındaki herhangi bir akımı bastırmak için bir boğma balunu arzu edilir ve basit bir ferrit boncuk balun (seethe **Transmission Lines** bölüm) bu uygulamada iyi çalışır. **Şekil 21.91'de gösterilen SWR,** bant boyunca çok düzdür ve asla 1.3: 1'e ulaşmaz. SWR ve desen tutarlılığı, dikey veya yatay olarak monte edilmiş 2 metre için çok kullanışlı bir yardımcı anten oluşturur. Geriye kalan tek soru, kirişin ortalama bir ev dükkanında nasıl etkili bir şekilde inşa edileceğidir.

2 metre için altı elemanlı OWA Yagi iyi performans gösterir. İt, normal üç elemanlı genel kullanımlı Yagi'den daha fazla kazanç ve yönlülük ile iyi bir yardımcı anten olarak hizmet eder. Dikey olarak polarize edildiğinde, eklenen kazanç, daha uzun bir bom ve daha fazla eleman kullanmanın bilgeliğini doğrular. Beş feet'in altında bir uzunluğa sahip olan anten hala kompakt. Parçaların sökülebilmesi, antenin çeşitli taşınabilir bölgelere taşınmasını kolaylaştırır.

Proje: 432 MHz için Utility Yagi

Aşağıdaki tasarım Zack Lau, WIVT tarafından geliştirilmiştir (Referanslara bakınız) ve bu bölüm için indirilebilir ek bilgilere dahil edilmiştir. Bu altı elemanlı Yagi, 70 cm bandın neredeyse tamamını kapsayan kazanç, FİB oranı ve SWR için geniş bir bant genişliğine sahiptir. Kısa 30 inç bom, kompakt bir sedanın gövdesine sığacak kadar küçüktür, taşınabilir veya acil durum operasyonu için mükemmeldir. Optimize edilmiş tasarım **Şekil'de gösterilir** Eleman uzunlukları ve yerleştirme tablosunu içeren 21.92. Bom veya eleman montajının değiştirilmesi eleman uzunluklarının ayarlanmasını gerektirebilir. Anten, simetrik bir radyasyon paternini korumak için basit bir T-eşleşmesi kullanır.

Proje: WA5VJB tarafından ucuz Yagis

Bir EME dizisi kurmayı planlıyorsanız, bu antenleri kullanmayın. Ancak, antenlerde 500 dolardan az olan bir VHF gezici istasyonunu bir araya getirmek istiyorsanız, Kent Britain, WA5VJB olarak okumaya devam edin, QRO performansıyla bir QRP fiyatında bir VHF/UHF Yagi'yi nasıl bir araya getireceğinizi gösterir. (Bu materyal Kent'in on-line kağıdından uyarlanmıştır "Kontrollü İmpedance 'Ucuz' Antenler" **www.waSvjb.com/ referanslar.html.) İlk olarak**, bu antenlerin tasarımı hakkında biraz tarih. 1993 yılında Oklahoma City Central States VHF Toplum Konferansı'nda Amie, CO2KK, sanayileşmemiş ülkelerde VHF antenlerini inşa etmenin zorlukları hakkında konuştu. Markete gidip Delrin izolatörleri ve 0.141 inç Teflon koaksiyel mi alacaksın? Amie'nin hikayeleri, basit bir şey bulmak için ileri teknolojiyi kullanma motivasyonuydu.

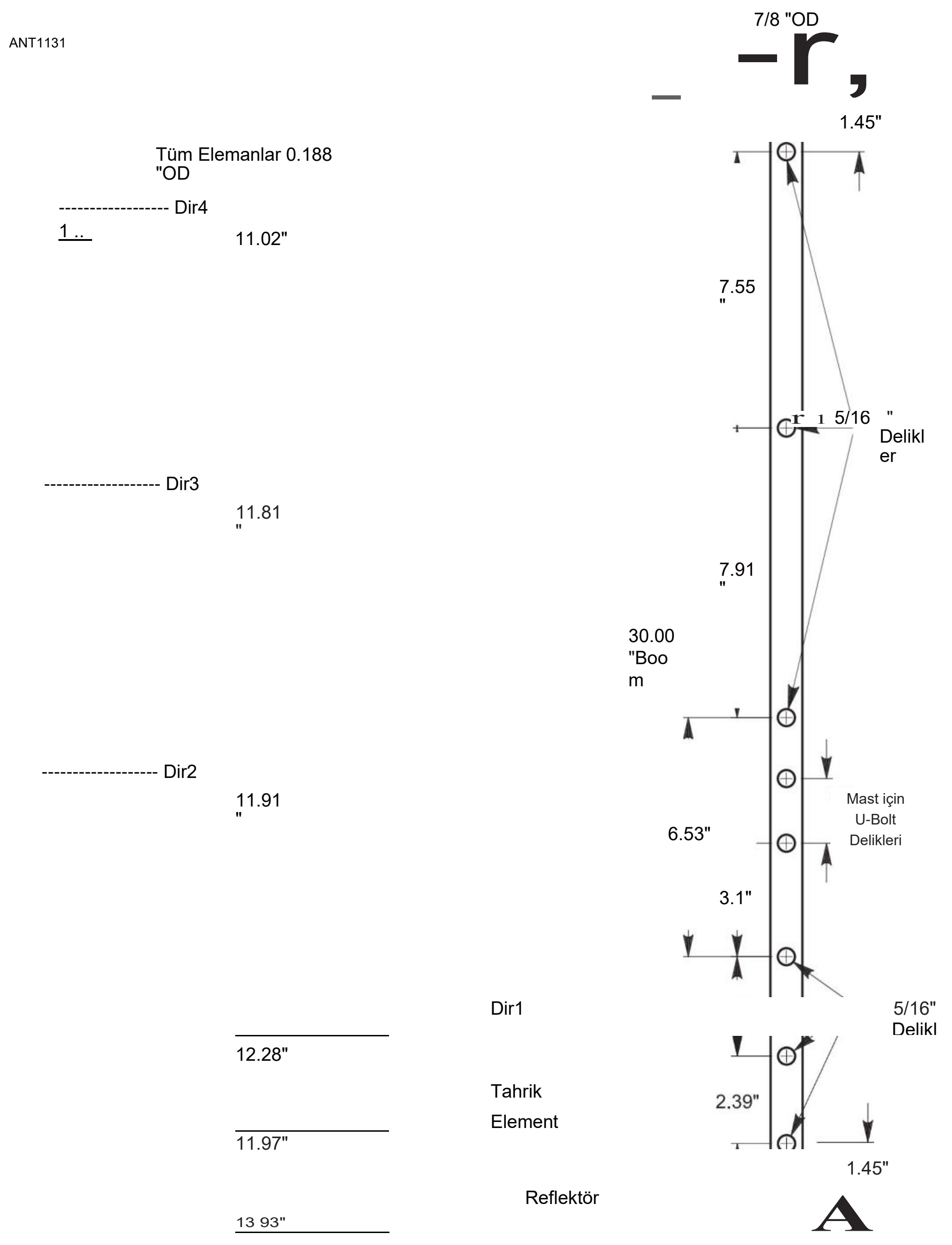
Basitleştirilmiş besleme, empedans eşleştirme için antenin yapısını kullanır. Böylece tasarım yemle başladı ve elemanlar onun etrafında inşa edildi. Antenler, NEC'de düzeltilmiş YagiMax ile tasarlandı *ve* tahrik elemanları anten aralığında deneysel olarak belirlendi.

Tipik olarak bilgisayarda yüksek kazançlı bir anten tasarlanır, daha sonra bilgisayarın hangi besleme noktası empedansı ile ortaya çıktığı için bir tahrik elemanı eşleştirme düzenlemesi bulmaya çalışırsınız. Bu tasarımda, yem empedansı, asimetrik yem, basit ölçümler, geniş bant genişliği, aynı aralıkla büyüme yeteneği ve çok temiz bir desen için ödünler birçok dB kazanç maliyeti. Ancak bu antenleri yaklaşık 5 dolara inşa edebilirsiniz!

Antenlerin yapımı kolaydır. Bom ¾ inç kare veya % inç ¾ inç ahşaptır. Bir eleman takmak için, bomdan bir delik açın ve elemanı yerleştirin. Elemanları yerinde tutmak için bir damla siyanoakrilat "süper tutkal", epoksi veya silikon yapıştırıcı kullanılır. Bom-to-mast plakası yoktur - bomda delikler açın ve direğe takmak için bir U-cıvata kullanın!

Antenin ömrü, onu neyle kapladığınıza göre belirlenir. Yazarın 902 MHz'lik bir versiyonu vardı, poliüretan ile cilalanmıştı, - iki yıl boyunca havada çok az bozulma oldu.

Prototiplerdeki parazitik elemanlar silikon-bronz kaynak çubuğu, alüminyum çubuk, pirinç hobi borusu ve # 10 veya



Şekil 21.92 - **Montaj ve tasarım bilgileri 70 cm Yagi boom ve elemanları.**

432-MHz Yagi Boyutları

	Ele arasındaki boşluk. (inç)	*Reflektörden Aralık (inç)*	*Tam Eleman Uzunluğu (inç)*
Reflektör	0		13.832
tahrikli Ele.	2.394	2.394	11.968
Yön. 1	2.715	5.109	12.284
Yön. 2	6.528	11.637	11.908
Yön. 3	7.907	19.544	11.810
Dir.4	7.546	27.09	11.01

12 AWG katı bakır toprak teli. Böylece tahrik elemanına lehim yapabilir, kaynak çubuğunu, hobi borusunu veya bakır teli kullanabilirsiniz. Tahrik elemanı bir ucunda katlanır ve uçları bomdan geçirilir .

Şekil 21.93 anten için temel planı gösterir ve her bant için tabloda verilen boyutları etiketler. Tüm tablo boyutları inç olarak verilir.

Şekil 21.94, tahrik elemanının her anten için nasıl oluşturulduğunu göstermektedir. İstenilen frekansta minimum SWR için ayarlamak üzere tahrik elemanının serbest ucunu kesin. **Şekil 21.95,** besleme noktasına koaksiyel kablonun nasıl takılacağını göstermektedir. Bir çeyrek dalga kovanını koaksiyel boyunca kaydırmak çok az etkiye sahipti, bu yüzden koaksın dışında fazla RF yok. İsterseniz bir ferrit boncuk boğucu balun kullanabilirsiniz, ancak bu antenler minimum masraf icin tasarlanmıstır !

144 MHzYagi

Diğerleri 16 elemanlı uzun bomlu ahşap antenlerle iyi şanslar bildirirken, altı element çoğu gezgin için maksimumdu. Tasarım 144.2 MHz'de zirveye ulaştı, ancak performans 146.5 MHz'de hala iyi. Tüm parazitik elemanlar inç alüminyum çubuktan yapılır ve tahrik elemanı % *inç* çubuktan yapılır. Uzunluklar ve boşluklar Tablo **21.16'da verilmiştir.**

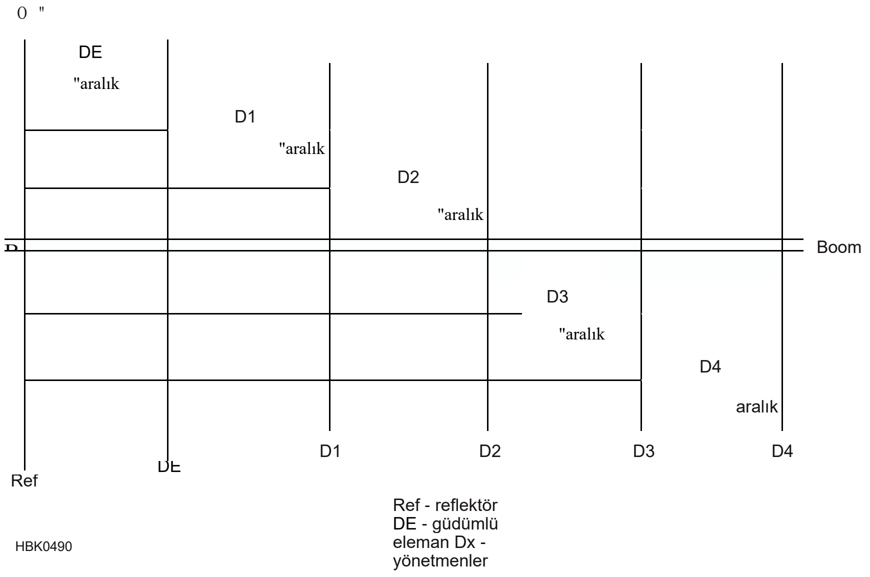
222 MHzYagi

Bu anten 222.1 MHz'de zirveye ulaştı, ancak performans 223.5 MHz'de neredeyse hiç değişmedi. Elemanları yatay veya dikey olarak monte etmek için montaj deliklerini delebilirsiniz. Tüm paraziter elemanlar yapılır

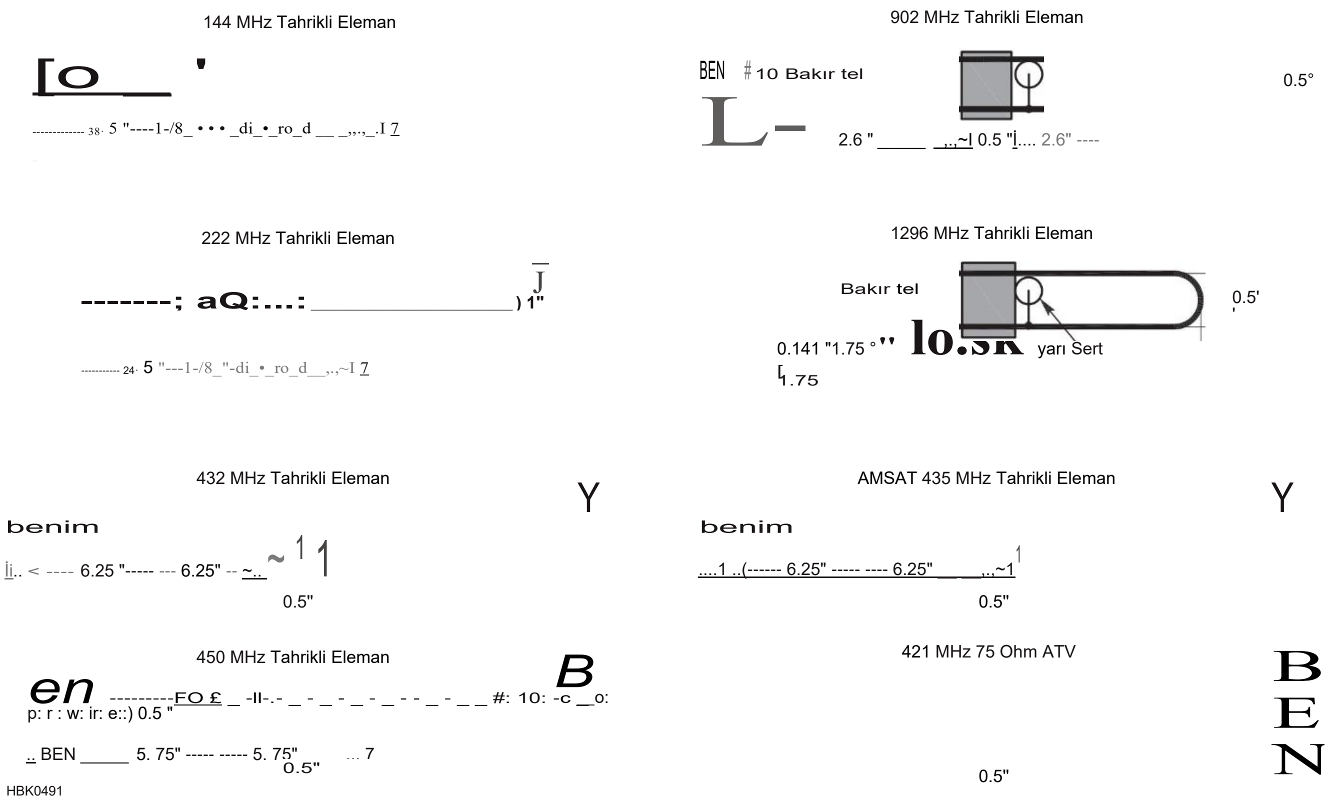
3/ i6 inç alüminyum çubuk ve tahrik elemanı % inç çubuktan yapılmıştır. Uzunluklar ve boşluklar **Tablo 21.17'de verilmiştir.**

432 MHzYagi

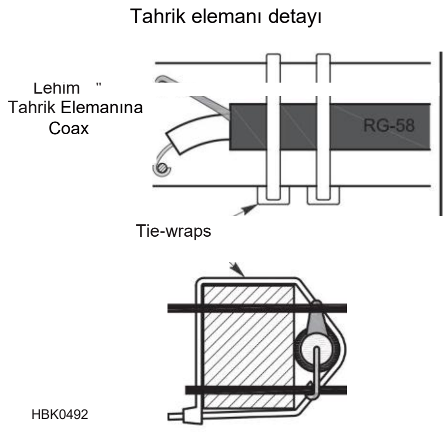
Bu bantta anten çok alıyor



Şekil 21.93 - Ucuz Yagiler için eleman aralığı. Çeşitli bantların tam boyutları için Tablo 21.16 - 21.23'e bakın.



Şekil 21.94 - Ucuz Yagiler için tahrik elemanı boyutları. Koaksiyel kalkanın tahrik edilen elemanın merkezine takılması uygundur, çünkü bu elemanın en düşük empedans noktasıdır.



Şekil 21.95 - Ucuz Yagi tahrikli eleman için inşaat detayları ve besleme hattı eki.

Pratik ve yapımı kolay. Tüm parazitik - elemanlar % inç çaplı çubuktan yapılır ve tahrik elemanı # 10 AWG katı bakır telden yapılır. Uzunluklar ve boşluklar **Tablo 21.18'de verilmiştir.**

AMSAT için 435 MHz Yagi

KA9LNV bu antenler için yardım ve motivasyon sağladı. Yüksek bir önden arkaya oranı (F/B), tüm versiyonların önemli bir tasarım değerlendirmesiydi. Model, altı element için 30 dB FİB ve diğerleri için 40 dB'nin üzerinde öngörüyor. Kazanç için NEC, altı element için 11.2 dBi, sekiz element için 12.6 dBi ve 10 element için 13.5 dBi ve 11 element için 13.8 dBi öngörmektedir.

Bom için ¾ inç kare ahşap kullanmak, çapraz polarizasyon için aynı boom üzerinde iki anten inşa etmeyi kolaylaştırır. İki anteni bom boyunca 6 ½ inç kaydırın ve dairesel polarizasyon için faz içinde besleyin veya sadece taşınabilir işlemler için kullanın. Tüm

Parazitik elemanlar % inç çaplı çubuktan yapılır ve tahrik elemanı # 10 AWG katı bakır telden yapılır. Uzunluklar ve boşluklar **Tablo 21.19'da verilmiştir.** Antenin dört versiyonunun tümü için aynı eleman aralığı kullanılır.

450 MHzYagi

FM için, bu altı elemanlı Yagi, yeni bir tekrarlayıcıyı tekrarlayıcıya sokmak veya bir yarışma sırasında bir simplex-FM QSO yapmak için iyi ve ucuz bir antendir. Yazar, # 10 AWG katı bakır telden yapılan tahrik elemanı hariç tüm elemanlar için prototipte % inç çaplı alüminyum toprak teli kullandı. Diğer % inç çaplı malzeme kullanılabilir. Uzunluklar ve boşluklar **Tablo 21.20'de verilmiştir.**

902 MHzYagi

Bu, yazarın tahrik elemanı empedansını kontrol etmek için anteni kullanarak inşa ettiği ilk antendi. 2.5 ayak uzunluğu çok pratik kanıtladı. Tüm parazitik elemanlar % inç çaplı çubuktan yapılır ve tahrik elemanı # 10 A WG katı bakır telden yapılır. Uzunluklar ve boşluklar **Tablo 21.21'de verilmiştir .**

1296 MHzYagi

Bu anten birkaç "Grid-peditions" emektarıdır ve Central States VHF Society - anten aralığında 13.5 dBi ölçülmüştür. Boyutlar büyük bir dikkatle takip edilmelidir. Tahrik elemanı, 0.141 inç yarı sert koaksın kullanılmasına izin verecek kadar küçüktür. Prototip antenler % inç kullanıyor

Tablo 21.16
WA5VJB 144 MHz Yagi Boyutları

		Ref	*DE*	01	02	03	04
3 elemanlı	Uzunluk	41.0		37.0			
	Aralık	0	8.5	20.0			
4-eleman	Uzunluk	41.0		37.5	33.0		
	Aralık	0	8.5	19.25	40.5		
6-eleman	Uzunluk	40.5		37.5	36.5	36.5	32.75
	Aralık	0	7.5	16.5	34.0	52.0	70.0

Boyutlar inç cinsinden.

Tablo 21.17
WA5VJB 222 MHz Yagi Boyutları

		Ref	*DE*	01	02	03	04
3 elemanlı	Uzunluk	26.0		23.75			
	Aralık	0	5.5	13.5			
4-eleman	Uzunluk	26.25		24.1	22.0		
	Aralık	0	5.0	11.75	23.5		
6-eleman	Uzunluk	26.25		24.1	23.5	23.5	21.0
	Aralık	0	5.0	10.75	22.0	33.75	45.5

Boyutlar inç cinsinden

Tablo 21.18
WA5VJB 432 MHz Yagi Boyutları

		Ref	DE	01	02	03	04	D5	06	D7	08	D9
6-eleman	Uzunluk	13.5		12.5	12.0	12.0	11.0					
	Aralık	0	2.5	5.5	11.25	17.5	24.0					
8-eleman	Uzunluk	13.5		12.5	12.0	12.0	12.0	12.0	11.25			
	Aralık	0	2.5	5.5	11.25	17.5	24.0	30.75	38.0			
11-element	Uzunluk	13.5		12.5	12.0	12.0	12.0	12.0	12.0	11.75	11.75	11.0
	Aralık	0	2.5	5.5	11.25	17.5	24.0	30.75	38.0	45.5	53.0	59.5

Boyutlar inç cinsinden

Tablo 21.19
WA5VJB 435 MHz Yagi Boyutları

		Ref	DE	01	02	03	04	D5	06	D7	08	D9
6-eleman	Uzunluk	13.4		12.4	12.0	12.0	11.0					
8-eleman	Uzunluk	13.4		12.4	12.0	12.0	12.0	12.0	11.1			
10 element	Uzunluk	13.4		12.4	12.0	12.0	12.0	12.0	11.75	11.75	11.1	
11-element	Uzunluk	13.4		12.4	12.0	12.0	12.0	12.0	11.75	11.75	11.75	11.1
	Aralık	0	2.5	5.5	11.25	17.5	24.0	30.5	37.75	45.0	52.0	59.5

Boyutlar inç cinsinden.

Elemanlar için silikon-bronz kaynak çubuğu, ancak herhangi bir '% inç çaplı malzeme kullanılabilir. Tahrik elemanı # 10 AWG katı bakır telden yapılmıştır. Uzunluklar ve boşluklar **Tablo 21.22'de verilmiştir .**

ATV için 421.25 MHz 75 92Yagi

421 MHz vestigial sideband video, FM video girişi tekrarlayıcılarını almak için Kuzey Teksas'ta popülerdir. Bu antenler 421 MHz kullanım için üretilmiştir ve tahrik elemanı 75 9 için tasarlanmıştır. RG-59 veya bir F adaptörü RG-6 doğrudan bir kablo-TV dönüştürücü veya kanal 57 kablo hazır TV bağlanabilir. Tüm parazitik elemanlar ½ inç çaplı çubuktan yapılır ve tahrik elemanı # 10 AWG katı bakır telden yapılır. Uzunluklar ve boşluklar **Tablo 21.23'te verilmiştir.** Tüm sürümler için aynı aralık kullanılır .

Proje: Uydu Operasyonu için Sabit Moxons

Aşağıdaki proje makaleye dayanmaktadır, "A Simple Fixed Antenna for VHF/UHF Satellite Work" L.B. Cebik tarafından, W4RNL, theAugust2001 *sayıdan QST. Makalenin* tamamı ile kullanılabilir

İndirilebilir ek içerik. Bu tasarım, 145 ve 435 MHz'de uydu çalışması için neredeyse yarım küre kapsama alanı sağlayan basit, güvenilir, sabit bir anten üretir.

VHF ve UHF için birçok sabit konumlu uydu anteni, *turnikenin bir versiyonunu kullanmıştır.* "Turnike" kelimesi aslında iki farklı fikri ifade eder. Biri özel bir antendir: 90 ° faz dışı beslenen iki çapraz dipol, genellikle dipollerin arkasında yansıtıcı bir ekranla. Diğeri, neredeyse 90 ° faz dışı herhangi bir çapraz antene dalarak çok yönlü desenler elde etme ilkesidir. İkinci fikir, birçok olası anten tasarımını çok yönlü kapsamaya uyarlamanın kapısını açar .

Şekil 21.96, çok yönlü modeller için 90 ° faz kaymasını elde etmenin genel bir yöntemini göstermektedir. Koaksiyel merkez iletkenin bağlandığını unutmayın! y çapraz iki elementten biri. Birinci anten elemanının doğal besleme noktası empedansı ile aynı karakteristik empedansa sahip bir '% -7 iletim hattı bölümü, bir elemanı diğerine bağlar. İki elemanın karşıt uçları, iletim hattının her bir ucundaki kalkana gider. Genel anten besleme noktasında ortaya çıkan empedans, tek başına bir elemanın empedansının tam olarak yarısı olacaktır. İf

Dipoller kullanılır, besleme noktası empedansı yaklaşık 35 02 olacaktır.

Şekil 21.98'in sağında anahat biçiminde gösterilen çift Moxon dikdörtgen dizisi, geleneksel turnikeye göre bazı avantajlar sunar. (L.B. Cebik'in "Moxon Rectangle ile Bir Tarla Gününe Sahip Olmak" makalesi Moxon'u ayrıntılı olarak açıklar ve indirilebilir ek içeriğe dahil edilir.) İlk olarak, biraz daha iyi bir kubbe benzeri desen verir. İkincisi, inşa etmek nispeten kolaydır ve kurulumu kompakttır. Moxon çifti, gökyüzünün kubbesi boyunca daha düşük ancak daha yumuşak bir kazanç ile, sabit anten kullanıcısına başarılı bir başlangıç uydu anteni oluşturma şansı sunuyor.

Şekil 21.98, her ikisi de yerden 2 A iken bir turnike ve ekranın ve bir çift Moxon dikdörtgeninin yükseklik modellerini göstermektedir. **1 A yüksekliği, bu** yükseklik mümkünse, düşük açılı dalgalanmaları daha da azaltacaktır. Yükseklik desenleri, Moxon çiftinin geleneksel turnike üzerindeki oldukça yumuşak desen kubbesini göstermektedir. Turnike kubbesinin ortası, zirvelerinden yaklaşık 2 dB daha az kazanç sağlarken, üst vadiler zirvelerden yaklaşık 3 dB daha düşüktür. Zirveler ve vadiler başarılı iletişim ve parçalanmış yayınlar arasındaki farkı yaratabilir.

Antenin ışın genişliğini daraltacak yansıtıcı bir ekran gerektirmeden, azimuthal paterni, 145.5 ila 146.5 MHz için bir 0.2-dB farkı altında ve tüm 2 metre bandı için 0.5 dB içinde dairesel olacaktır. Uydu çalışmaları 145.8 ila 146.0 MHz bölgesinde yoğunlaştığından, geniş bantlı antenin yapımı oldukça kolay olacaktır.

Tablo 21.20
WA5VJB 450 MHz Yagi Boyutları

		Ref	*DE*	*D1*	*D2*	*D3*	*04*
6-eleman	Uzunluk	13.0 0		12.1	11.75	11.75	*10.75*
	Aralığı		2.5	5.5	11.0	18.0	*28.5*

Boyutlar inç cinsinden.

Tablo 21.21
WA5VJB 902 MHz Yagi Boyutları

		Ref	*DE*	*D1*	*D2*	*D3*	*04*	*D5*	*D6*	*D7*	*D8*
10 element	Uzunluk	6.2		5.6	5.5	5.5	5.4	5.3	5.2	5.1	5.1
	Aralık	0	2.4	3.9	5.8	9.0	12.4	17.4	22.4	27.6	33.0

Bovutlar inc cinsinden.

Tablo 21.22
WA5VJB 1296 MHz Yagi Boyutları

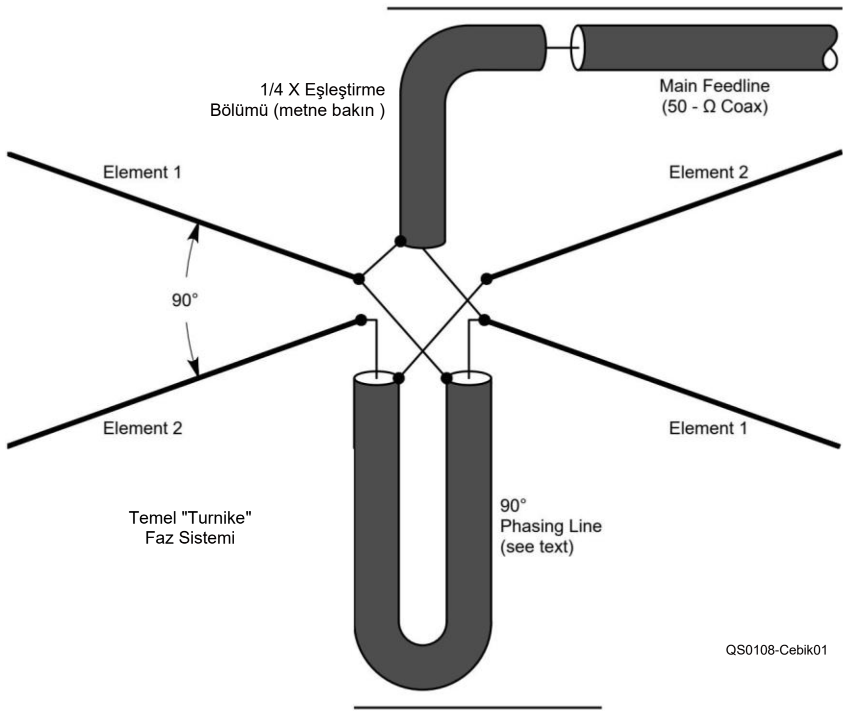
		Ref	*DE*	*D1*	*D2*	*D3*	*04*	*D5*	*D6*	*D7*	*D8*
10 element	Uzunluk	4.3		3.9	3.8	3.75	3.75	3.65	3.6	3.6	3.5
	Aralık	0	1.7	2.8	4.0	6.3	8.7	12.2	15.6	19.3	23.0

Bovutlar inc cinsinden.

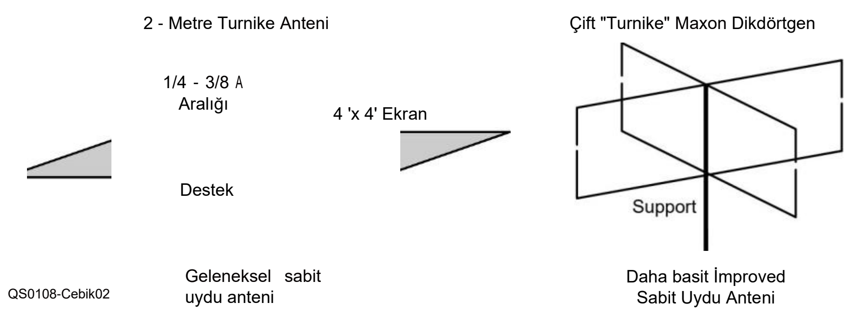
Tablo 21.23
WA5VJB 421.25 MHz 75-0 Yagi Boyutları

		Ref	*DE*	*Di*	*D2*	*D3*	*04*	*D5*	*D6*	*D7*	*D8*	*D9*
6 elemanlı	Uzunluk	14.0	12.5		12.25	12.25	11.0					
9 elemanlı	Uzunluk	14.0	12.5		12.25	12.25	12.0	12.0	11.25			
11 elemanlı	Uzunluk	14.0	12.5		12.25	12.25	12.0	12.0	12.0	11.75	11.75	11.5
	Aralığı	0	3.0	6.5	12.25	17.75	24.5	30.5	36.0	43.0	50.25	57.25

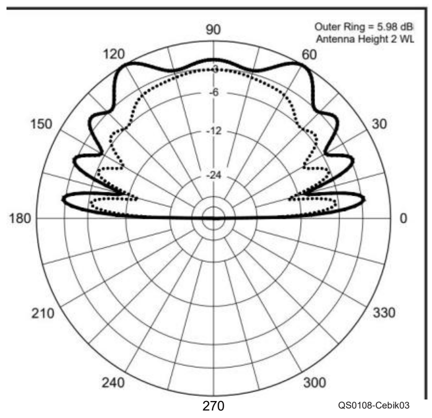
Boyutlar inç cinsinden.



Şekil 21.96 - Herhangi bir anten seti için temel turnike aşamalı (ve eşleştirme) sistemi, yakınlıktaki tahrik elemanları arasında 90 ° faz kayması gerektirir .



Şekil 21.97 - **Sabit konumlu uydu antenleri için alternatif şemalar: geleneksel turnike ve ekran ve bir çift "turnike" Moxon dikdörtgeni.**



Şekil 21.98 - **Turnike ve ekran sistemi için yükseklik modellerinin karşılaştırılması - (%2 ile). Dalga boyu aralığı, düz siyah çizgi ile gösterilir) ve Moxon çifti (kesikli çizgi), her ikisi de 2 •** yükseklikte **.**

Tablo 21.24
Uydu Kullanımı için Moxon Dikdörtgenleri için Boyutlar
Her anten için iki tane gereklidir. Faz hattı 50-92 koaksiyel kablo ve eşleşen hat 75-02 koaksiyel kablonun paralel bölümleridir. Prototiplerde dış çapı 0.15 inçten küçük düşük güç kabloları kullanıldı. Harf referansları için bkz. Şekil 21.99. Tüm boyutlar inç cinsinden.

Boyut	*145.9 MHz*	*435.6 MHz*
A	29.05	9.72
B	3.81	1.25
C	1.40	0.49
D	5.59	1.88
	10.80	3.62
E (B + C + D)	20.22	6.77
4 dalga boyu Aşamalı ve eşleşen çizgiler (0.66 hız faktörü)	13.35	4.47

başarı. Uydu aktivitesinin 435 ila 436.2 MHz bölgesini kapsayacak şekilde tasarlanmış bir 435.6 MHz versiyonu daha da büyük bir bant genişliğine sahip olacaktır .

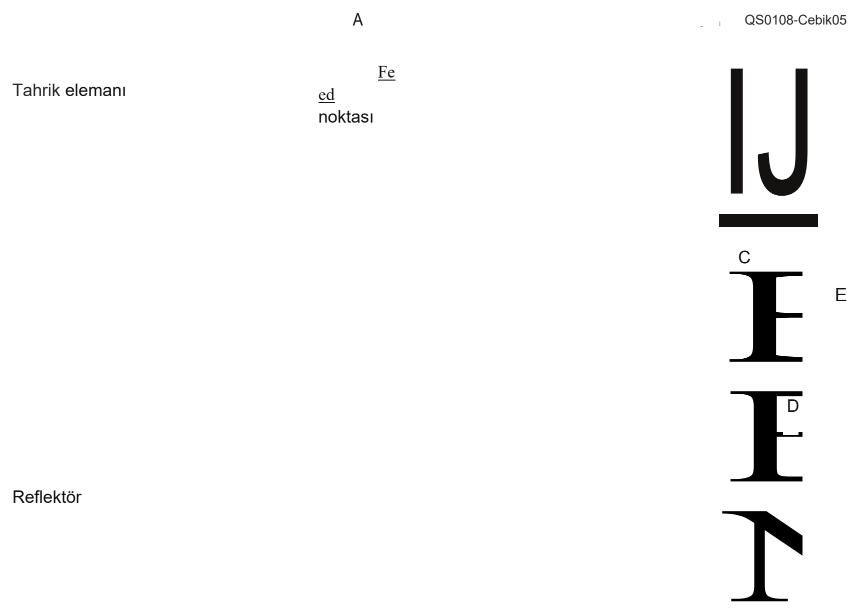
Dipol bazlı turnike gibi, Moxonlar da - Şekil 21.96'da gösterildiği gibi 50-02 koaksiyel kablodan oluşan bir ¼ -A faz çizgisi ile 90 ° faz dışı beslenir. Burada kullanılan tasarımın dikdörtgeninde tek bir Mox'un doğal besleme noktası empedansı 5 0 © olduğundan, çift 25-92 besleme noktası empedansı gösterecektir. RG-59 gibi 70-75-02 koaksiyel kablonun paralel 4-2 bölümleri, düşük empedansı ana 50-02 koaksiyel besleme hattı için iyi bir eşleşmeye dönüştürecektir .

Şekil 21.99, bir Moxon dikdörtgeni için kritik boyutları göstermektedir. Harfli Referanslar **Tablo 21.24'teki boyutların anahtarlarıdır.** İki uydu anten çifti için tasarım frekansları 145.9 MHz ve 435.5 MHz'dir, bu iki banttaki uydu aktivitesinin merkezleri. 2 metrelik Moxon prototipi "inç çaplı çubuk kullanırken, 435 MHz versiyonu nominal 0.0808 inç çaplı # 12 AWG tel kullanıyor. Eleman çapında küçük bir adım yukarı veya aşağı gitmek hala kullanılabilir bir anten üretecektir, ancak büyük çap değişiklikleri boyutların yeniden hesaplanmasını gerektirecektir. (İndirilebilir ek içerikle birlikte tüm inşaat detayları ve çizimler mevcuttur.)

Antenler aynı şekilde monte edilebilir direk. Bununla birlikte, benzer desenler için, her biri yer üstünde aynı sayıda dalga boyu olmalıdır. Örneğin, 2 metrelik anten yaklaşık 14 feet'te yaklaşık iki dalga boyundaysa, 435-MHz antenin alt kısmı yerden sadece 4,5 feet yukarıda olmalıdır. Yüksek frekanslı - anteni 2 metrelik düzeneğin altına yerleştirmek, istenen kubbe deseninde bazı küçük düzensizlikler yaratacaktır, ancak genel çalışmayı etkileyecek kadar ciddi değildir.

Bu antenlerde, sürücüler ve reflektörler arasındaki boşluğu olabildiğince doğru hale getirmek dışında yararlı bir ayarlama yoktur. Turnike antenleri çok geniş bir SWR eğrisi gösterir. Örneğin 2 metre boyunca,

Şekil 21.99 - Bir Moxon dikdörtgeninin temel boyutları. Her "dönüşlü" çift için iki özdeş dikdörtgen gereklidir. Mektup referansları için bkz. Tablo 21.24.



En yüksek SWR 1.1: 1'in altındadır. Bununla birlikte, aşamalı hat uzunluğundaki ciddi hatalar, istenen dairesel desende bozulmalara neden olabilir. Kesmeden önce aşamalı hattın uzunluklarını ve eşleşen bölümü birkaç kez kontrol etmenin yerini alacak bir şey yoktur. Doğru uzunluk, açıkta kalan kablo iç kısmının bölümleri de dahil olmak üzere bir bağlantıdan diğerine kadardır.

21. 12 Radyo yönü bulma antenleri

Radyo yön bulma (RDF) neredeyse radyo iletişimi kadar eskidir. İngiliz Donanması, İ. Dünya Savaşı'nda düşman gemilerinin hareketini izlemek için kullandığında önem kazandı. O zamandan beri, hükümetler ve ordu sofistike ve karmaşık RDF sistemleri geliştirdi. Neyse ki, evde satın alınan veya üretilen basit ekipman, Amatör Radyo RDF'de oldukça etkilidir.

Avrupa ve Asya ülkelerinde, yön bulma - yarışmaları ayak yarışlarıdır. Amaç, büyük bir ormanlık parkta dört veya beş verici bulmak için ilk olmaktır. Genç sporcular ödülleri yakalamak için en iyi şansa sahiptir. Bu spor, *foxhunting (İngiliz* tepe ve dale at sırtında etkinliklerinden sonra) veya *ARDF (Amatör* Radyo yön bulma) olarak bilinir. İt burada popülerlik artıyorKuzey Amerika. Bugün, dünya çapında en rekabetçi avlar 144 MHz FM sinyalleri içindir, ancak diğer VHF bantları da kullanılmaktadır. Bazı uluslararası foxhunts 3.5 MHz olayları içerir.

Kuzey Amerika ve İngiltere'de, çoğu RDF yarışması cep telefonlarını içerir - arabalar, kamyonlar ve kamyonetler, hatta motosikletler. Vericiye kadar sürmek mümkün olabilir veya sonunda kısa bir yürüyüş olabilir, *koklama denir* Bu yarışmalara bazıları tarafından tilki avı da denir, diğerleri ise *tavşan avı, T avı veya klasik* terim *gizli verici avı kullanır.*

RDF yarışmalarına katılmadan bile, tekniklerin bilgisini yararlı bulacaksınız. Güç hattı paraziti veya TV kablosu sızıntısı için bir mahalle kaynağı aramayı basitleştirirler. Acil radyo işaretlerini izlemek için RDF kullanılmalıdır, hangi sinyal Tehlike altındaki pilotların ve kayıkçıların yeri. Verici avcılığında yetenekli Amatör Radyo meraklıları, Sivil Hava Devriyesi ve arama kurtarma desteği için ABD Sahil Güvenlik Yardımcısı gibi kurumlar tarafından talep edilmektedir. RDF, girişim davalarında kanıt toplama sürecinin önemli bir parçasıdır.

En temel RDF sistemi, yönlü bir anten ve sinyal gücü göstergesine sahip bir alıcı gibi radyo sinyalinin seviyesini tespit etme ve ölçme yönteminden oluşur. RDF antenleri, basit ayarlı bir tel halkasından, elektronik ışın oluşturan bir ağa sahip bir dönümlük anten elemanlarına kadar uzanır. RDF için diğer gelişmiş teknikler Doppler etkisini kullanır veya çoklu antenlerde sinyalin varış farkı zamanını ölçer.

Tüm bu yöntemler 2 ila 500 MHz ve üzerinde kullanılmıştır. Bununla birlikte, RDF uygulamaları spektrumun HF ve VHF/UHF kısımları arasında büyük farklılıklar gösterir. Pratik nedenlerden dolayı, yüksek kazanç ışınları, Doppler'ler ve anahtarlamalı çift antenler VHF/UHF'de tercih edilirken, döngüler ve aşamalı diziler 6 metre ve altındaki en popüler seçimlerdir. HF ve VHF arasındaki sinyal yayılımı farklılıkları da RDF uygulamalarını etkiler. Ancak, **bu** bölümde daha sonra ele alınan birçok temel verici avlama tekniği, tüm bantlara ve her türlü taşınabilir RDF ekipmanına uygulanır .

Çeşitli RDF projeleri, indirilebilir ek içerikle birlikte DirectionFinding Teknikleri ve mobil RDF anten montajının bazı örnekleri de dahil olmak üzere mobil RDF sistem kurulumu hakkında kapsamlı bir makale ile birlikte bulunabilir.

21.12.1 HF Bantları için RDF Antenleri

50 MHz'in altında, Yagis ve quads gibi kazanç antenleri RDF için sınırlı bir değerdir. Tipik tribanderinstallation, zemin etkileri ve antenin geniş ileri lobu nedeniyle gelen sinyalin sadece genel bir yönünü verir. Daha yüksek yüksekliklerde uzun monoband ışınları daha iyi çalışır, ancak yine de RDF için özel olarak tasarlanmış daha basit antenlerin rulman doğruluğunu ve tekrarlanabilirliğini elde edemez.

RDFLOOPS

Etkili bir yönlü HF anteni, bir kapasitör ile rezonansa ayarlanmış küçük bir tel veya boru halkası kadar karmaşık olmayabilir. Bir elektromanyetik alana daldırıldığında, döngü bir transformatörün ikincil sargısıyla aynı şekilde davranır. Çıkıştaki voltaj, içinden geçen akı miktarı ve dönüş sayısı ile orantılıdır. Eğer döngü, manyetik alana en büyük miktarda alan sunulacak şekilde yönlendirilirse, indüklenen voltaj en yüksek olacaktır. Eğer döndürülürse, alan çizgileri tarafından çok az veya hiç alan kesilmez, döngüde indüklenen voltaj sıfırdır ve bir null oluşur.

Bu transformatör etkisini elde etmek için, döngü sinyal dalga boyu ile karşılaştırıldığında küçük olmalıdır. Bir tek-tum döngüsünde, iletken 0.08 'A'dan kısa olmalıdır. Örneğin, 28 MHz'lik bir döngü çevresi 34 inçten az olmalı ve yaklaşık 10 inç çap vermelidir. Döngü daha küçük olabilir, ancak bu voltaj çıkışını azaltacaktır. Küçük bir döngü anteninden maksimum çıkış,

Döngünün düzlemi; Bu loblar çok geniştir. Bu düzleme dik açılarla elde edilen keskin boşluklar, RDF için daha kullanışlıdır.

Mükemmel bir çift yönlü desen için, döngü toprağa göre elektrostatik olarak dengelenmelidir. Aksi takdirde, iki çalışma modu, mükemmel bir döngü modu ve küçük boyutlardaki yönlü olmayan dikey bir anten sergileyecektir. Bu çift modlu koşul, - dengesizlik derecesine bağlı olarak hafif ila şiddetli yanlışlığa neden olur, çünkü iki modun çıkışları aşamada değildir.

Teorik gerçek döngü modeli **Şekil 21.lO0A'de gösterilmiştir. Düzgün bir şekilde** dengelendiğinde, tam olarak 180 ° uzaklıkta iki null vardır. İstenmeyen anten etkisi kayda değer olduğunda ve döngü rezonansa ayarlandığında, döngü Şekil 21.l00B'de gösterildiği gibi çok az yönlülük gösterebilir. Fazlamayı kaydırmak için döngüyü ayırarak, Şekil 21.l00C'e benzer kullanışlı bir desen elde edebilirsiniz. Simetrik olmasa da ve ilmek düzlemine dik açılarda olması gerekmese de, bu desen bir çift null sergiler .

Dikkatli detuning ve genlik dengeleme ile, tek yönlü pattemofFigure 21.100D yaklaşabilirsiniz. Desende tam bir null olmasa da, Şekil 21.1 00A 180 ° belirsizliğini giderir. Kore Savaşı dönemi askeri döngü antenleri, bazen bugünün pazarında mevcut, bu kontrollü anten etkisi ilkesini kullanın .

İyi bir elektrostatik denge elde etmenin kolay bir yolu, **Şekil 21.101'de gösterildiği gibi döngüyü korumaktır.** Çizimdeki kesikli çizgilerle temsil edilen kalkan, anten etkisini ortadan kaldırır. İyi yapılandırılmış bir korumalı döngünün tepkisi, Şekil 21.l00A'in ideal modeline oldukça yakındır.

160 ila 30 metre arasında, taşınabilirlik için yeterince küçük olan tek tum döngüler genellikle RDF çalışması için tatmin edici değildir. Bunun yerine genellikle multitum döngüleri kullanılır. Pratik kapasitör değerleri ile rezonansa girmek ve daha yüksek çıkış voltajları vermek daha kolaydır. Bu tip loop da korunabilir. Eğer toplam iletken uzunluğu 0.08 'A'nın altında kalırsa, yönlü desen Şekil 21.1 00A .

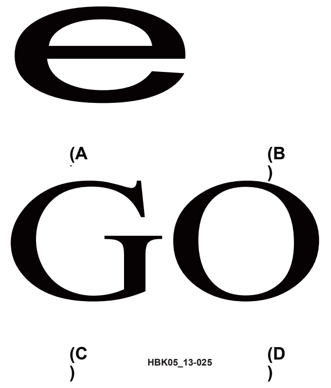
FERRİTE ÇUBUK ANTENLER

Daha yüksek döngü çıkışı elde etmenin bir başka yolu, ortamın döngü çevresindeki geçirgenliğini arttırmaktır. Bir tel bobini, - ferrit çubuk gibi yüksek geçirgenlikli malzemeden yapılmış bir formun etrafına sarılarak, kesit alanını arttırmadan bobinde çok daha fazla akı elde edilir.

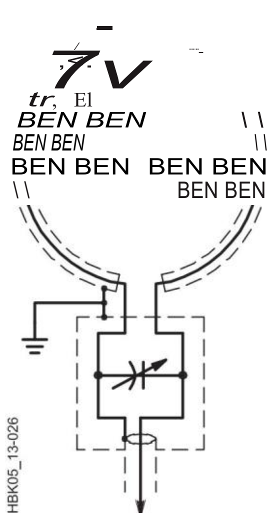
Modern manyetik çekirdek malzemeler kompakt yönlü alıcı antenleri pratik hale getirir. Çoğu taşınabilir AM yayın alıcısı, genellikle bir *loopstick olarak adlandırılan bu tür antenleri kullanır.* Loopstick, 160 ve 80 metrelerde taşınabilir/mobil çalışma için en popüler RDF antenidir.

Daha önce tartışılan korumalı döngü gibi, Loopstick, gelen radyo dalgasının manyetik alanına tepki verir, elektrik alanına değil. Belirli bir döngü boyutu için, çıkış voltajı, - ilgi frekansında yüksek geçirgenliğe ve düşük kayba sahip bir ferrit çekirdeği seçilerek elde edilen artan akı yoğunluğu ile artar. Artan çıkış için, dönüşler birbirine bantlanmış iki çubuk üzerine sarılabilir. Pratik bir loopstick anten bu bölümde daha sonra açıklanmıştır.

Bir ferrit çekirdek üzerindeki bir döngü, bir hava çekirdeği döngüsü gibi, dönüş düzleminde maksimum sinyal tepkisine sahiptir. Bu, bir loopstick'in maksimum tepkisinin, **Şekil 21.102'de gösterildiği gibi, çubuğun eksenine geniş olduğu anlamına gelir.** Loopstick anten etkisini ortadan kaldırmak için korumalı olabilir; U şeklinde veya C şeklinde bir alüminyum kanal veya başl
kap



Şekil 21.100 - Değişen miktarlarda anten etkisine sahip küçük döngü alanı desenleri - yalnızca bağlı bir metal kütlesi olarak hareket eden bir döngünün istenmeyen tepkisi
Alıcı anten terminallerine. Yatay çizgiler düzlemin
döngü döner.



Şekil 21.101 - RDF için elektrostatik korumalı döngü. Ekranlamayı önlemek için Manyetik alanlardan gelen döngü, kalkanı bir ucunda bağlantısız bırakın.

Uzunluğu, çubuğun uzunluğuna eşit veya biraz fazla olmalıdır.

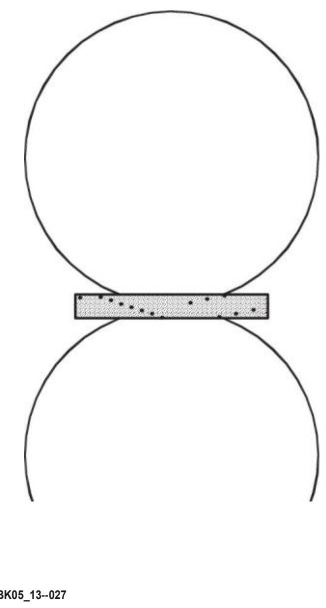
DUYARLI ANTENLER

Küçük bir döngü veya loopstick'in yön deseninde 180 ° uzaklıkta iki null bulunduğundan, hangi null'un hedef - istasyonun gerçek yönünü gösterdiği konusunda belirsizlik vardır. Örneğin, yatak hattı konumunuzdan doğuya ve batıya doğru uzanıyorsa, vericinin sizin doğunuzda mı yoksa batınızda mı olduğunu bu tek yataktan bilmenin hiçbir yolu yoktur .

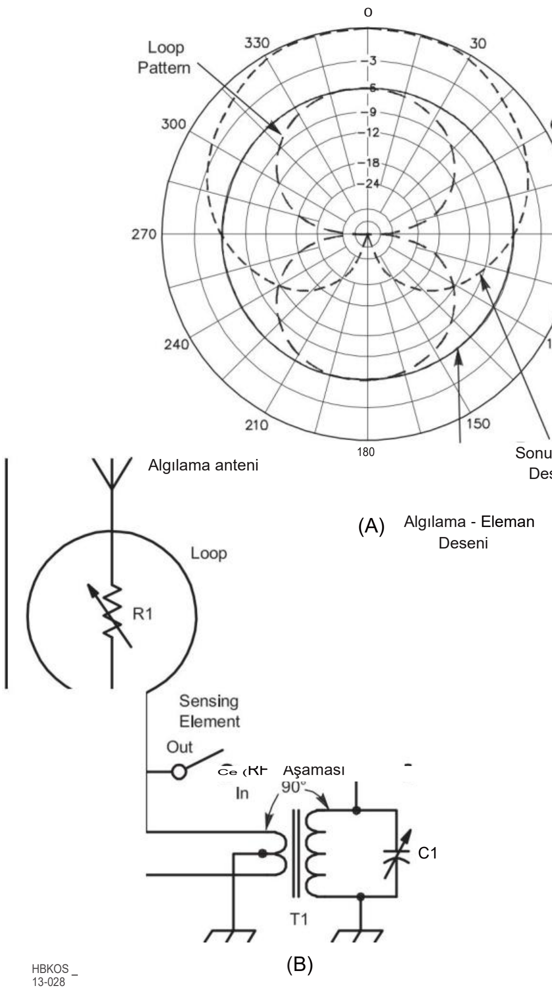
İf rulmanlar, vericiden uygun yönde ve mesafede iki veya daha fazla konumdan alınabilir, belirsizlik çözülebilir ve bu bölümde daha sonra tartışıldığı gibi mesafe üçgenleme ile tahmin edilebilir. Bununla birlikte, belirsizliği hemen hemen tek yönlü bir anten desenine sahip olarak çözebilmek neredeyse her zaman arzu edilir.

İkinci bir anten elemanı ekleyerek tek bir null değerine sahip olmak için bir döngü veya loopstick anten desenini değiştirebilirsiniz. Bu elemana *duyu anteni denir, çünkü* döngü çıkış sinyalinin fazı ile karşılaştırmak için sinyal dalga cephesinin fazını algılar. Duyu elemanı kısa dikey gibi çok yönlü olmalıdır. Döngü ve duyu anteninden gelen sinyaller, ikisi arasında 90 ° faz kayması ile birleştirildiğinde, **Şekil 21.103A'de gösterildiği gibi kalp şeklinde (kardiyoid) bir desen ortaya çıkar.**

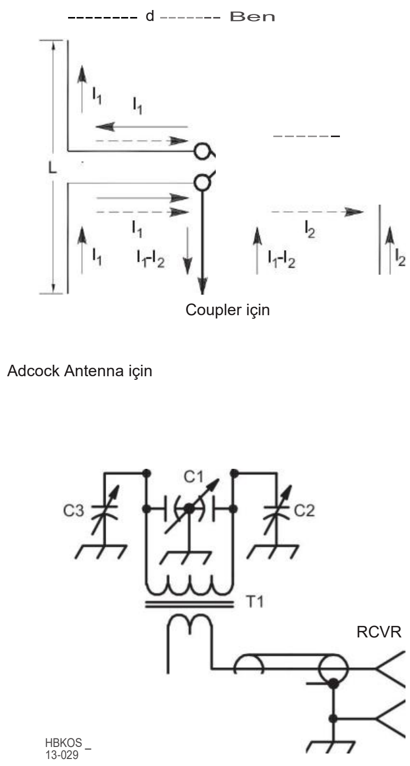
Şekil 21.103B, bir döngüye veya loopstick'e bir duyu anteni eklemek için bir devre gösterir. İçin



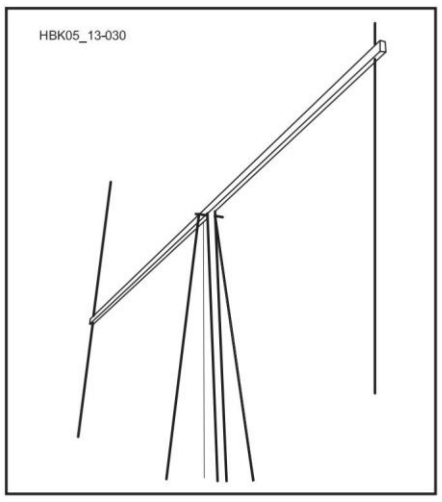
Şekil 21.102 - Bir ferrit çubuk anten için alan deseni. Koyu çubuk, döngünün döndüğü çubuğu temsil eder.



Şekil 21.103 - A'da, yönlülük modeli Algılama elemanına sahip bir döngü anteninin. B'de, iki elementten gelen sinyalleri birleştirmek için bir devre vardır. Çalışma frekansında T1 ile rezonans için C1 ayarlayın.



Şekil 21.104 - Basit bir Adcock anteni ve kuplörü.



Şekil 21.105 - Ahşap bir çerçeve üzerinde deneysel bir Adcock anteni.

Kompozit modeldeki en iyi null, döngüden gelen sinyaller ve duyu antenleri eşit genlikte olmalıdır. Rl, duyu anteninden gelen sinyalin seviyesini ayarlar.

Pratik bir sistem olarak, kardiyoid desen null, tek başına döngünün çift yönlü null kadar keskin değildir. Verici avı sırasında olağan prosedür, kesin bir rulman hattı elde etmek için döngüyü tek başına kullanmak, daha sonra duyu antenini değiştirmek ve belirsizliği çözmek için başka bir okuma yapmaktır.

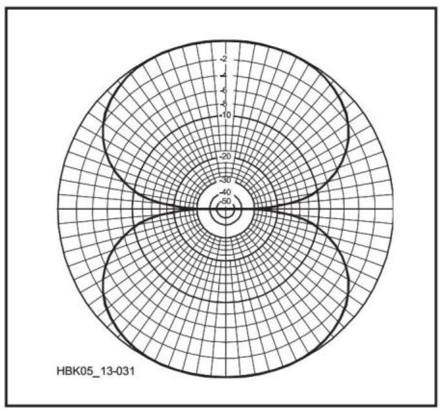
FAZLI DİZİLER VE ADCOCK ANTENLERİ

İki elemanlı aşamalı diziler amatör HF RDF baz istasyonu kurulumları için popülerdir. Öğelerin aralığına ve aşamalarına bağlı olarak birçok yönlü desen mümkündür. Yararlı bir örnek iki ½ 'A elemanları birbirinden 47 aralıklı ve faz dışında 90 ° beslenen. Ortaya çıkan desen, iki antenin ekseninin bir ucundan boş ve ters yönde geniş bir tepe noktası olan bir kardiyoittir. Bu antenin yönlü frekans aralığı, fazlama hatlarının kritik uzunluğu nedeniyle bir bantla sınırlıdır .

RDF için en iyi bilinen aşamalı dizi, - 1919'da icat eden adamın adını taşıyan Adcock'tur. İt, 180 ° aralıklarla beslenen iki dikey elemandan oluşur, böylece dizi döndürülebilir. Eleman aralığı kritik değildir ve belki interangefrom0.l to0.75 'A. İki eleman ofidentical uzunlukları olmalıdır, ancak kendi kendine rezonans olması gerekmez; Daha kısa elemanlar yaygın olarak kullanılır. Ne eleman aralığı ne de uzunluğu dalga boyları açısından kritik olmadığından, bir Adcock dizisi birden fazla amatör bant üzerinde çalışabilir .

Şekil 21.104, şekli nedeniyle H-Adcock olarak adlandırılan tipik bir Adcock konfigürasyonunun şemasıdır. Dikey polarize bir dalgaya verilen tepki, geleneksel bir döngüye çok benzer. Geçen dalga, dikey üyelere İl ve İ2 akımlarını indükler. İletim hattındaki çıkış akımı farklarına eşittir. Sonuç olarak, yönlü desen iki geniş tepe ve döngü gibi iki keskin null vardır. Fark akımının büyüklüğü, elemanların aralığı (d) ve uzunluğu (1) ile orantılıdır. Daha büyük boyutlarla biraz daha yüksek kazanç elde edeceksiniz. Şekil **21.105'in Adcock'u,** 40 metre için tasarlanmış, 12 feet eleman uzunlukları ve 21 feet (yaklaşık 0.15 2.) aralığına sahiptir.

Şekil 21.106, Adcock'un radyasyon modelini göstermektedir. Boşluklar, dizinin ekseninin geniş kenarındadır ve artan öğe aralığı ile daha keskin hale gelir. Bununla birlikte, eleman aralığı ¾ 'A'yı aştığında, anten, dizi ekseninin uçlarından ek istenmeyen boşluklar almaya başlar.



Şekil 21.106 - ½ dalga boyundaki eleman aralığına sahip bir Adcock dizisinin deseni. Öğeler dikey eksenle hizalanır.

Adcock dikey polarize bir antendir. Dikey elemanlar yatay polarize dalgalara yanıt vermez ve yatay üyelerde yatay polarize bir dalga (Şekil 21.104'teki noktalı oklar) tarafından indüklenen akımlar, antenin yöneliminden bağımsız olarak dengelenme eğilimindedir.

Adcock dengeli bir besleme sistemi kullandığından, alıcının dengesiz girişini eşleştirmek için bir kuplör gereklidir. Tl, ortada iki tum bağlantısı olan bir hava sargılı bobindir. Kombinasyon, Cl ile çalışma frekansına rezonansa girer. C2 ve C3 boş temizleme kapasitörleridir. Düşük güçlü bir sinyal kaynağını antenden biraz uzağa ve tam olarak ona doğru yerleştirerek ayarlayın. En derin null elde edilene kadar C2 ve C3 ayarlayın.

Direk ve bom için metal bir destek kullanabilirken, ahşap iletken olmayan özellikleri nedeniyle tercih edilir. Benzer şekilde, kalın duvarlı bir PVC boru direği, - anten deseninin metalik bir direkten daha az bozulmasını sağlar. Kuplörü, bom üzerindeki kablo demeti bağlantısının altındaki zemine yerleştirin ve 300 n twinlead besleme - hattının kısa bir uzunluğu ile bağlayın.

DÖNGÜLER VS FAZLI DİZİLER

Döngüler, aynı frekans için aşamalı dizilerden çok daha küçüktür ve bu nedenle taşınabilir/mobil HF RDF için bariz bir seçimdir. 180 ° belirsizliğin sorun olmadığı bir nirengi ağındaki baz istasyonları için Adcocks tercih edilir. Genel olarak, döngülerden daha keskin nullar verirler, ancak bu kısmen, bireysel antenlerin oluşturulmasında ve beslenmesinde ve ayrıca elemanların aralıklarında kullanılan bakımın bir işlevidir. Birincil inşaat hususları, besleme hattının istenmeyen sinyal toplamaya karşı korunması ve dengelenmesi ve antenin simetrik bir model için dengelenmesidir. Kullanıcılar, Adcocks'un proxy'ye biraz daha az duyarlı olduğunu bildirmektedir . Benzerlik etkileri, muhtemelen daha büyük diyafram açıklıkları bazı alan çeşitliliği sunduğundan .

Skywave Hususları

Şimdiye kadar, RDF döngüsünün yön özelliklerini sadece iki boyutlu azimuthal düzleminde ele aldık. Üç boyutlu uzayda, dikey olarak yönlendirilmiş küçük bir döngünün tepkisi çörek şeklindedir. Çift yönlü null (çörek deliğinden geçen bir çizgiye benzer şekilde), azimuthal düzleminde ve dikey düzlemde ufka doğru yatak çizgisindedir. Bu nedenle, maksimum sıfır derinliği sadece 0 ° yükseklik açısıyla gelen sinyallerde elde edilir.

Skywave sinyalleri genellikle sıfır olmayan dalga açılarına ulaşır. Yükseklik açısı arttıkça, dikey olarak yönlendirilmiş bir döngü desenindeki null daha sığ hale gelir. İt, null'u yükseltide ve azimutta aramak için döngüyü eğmek mümkündür. Bazı amatör RDF meraklıları, eğimli bir döngü ile yükseklik açısının ölçülmesi ve yayılan iyonosferik tabakanın tahmini yüksekliğine dayanan hesaplamalarla hedefe olan mesafeyi tahmin etmede başarılı olduklarını bildirmektedir. Bununla birlikte, bu yöntem nadiren basit döngülerle yüksek doğruluk sağlar.

Çoğu kullanıcı Adcock'ları skywave çalışması için döngülere tercih eder, çünkü Adcock null tüm yükseklik açılarında bulunur. Bununla birlikte, bir Adcock'un üstten gelen sinyallerden her yönde boş olduğunu unutmayın. Bu nedenle, 80 ve 40 metrelerde 250 milin altında atlama gibi çok yüksek açılar için, ne döngüler ne de Adcocks iyi performans göstermez.

ELEKTRONİK ANTEN ROTATYON

Devlet ve askeri işler için son teknoloji sabit RDF istasyonları, mekanik olarak - döndürülebilir diziler yerine sabit elemanların anten dizilerini kullanır. En iyi bilinen türü *Wullenweber antenidir.* İt, genellikle dairesel yansıtıcı bir ekranın dışında, bir daire içinde düzenlenmiş çok sayıda elemana sahiptir. Kuruluma bağlı olarak, daire birkaç yüz fitten çapı çeyrek milden fazla olabilir. Wullenweber çoğu amatör için pratik olmasa da, kullandığı tekniklerden bazıları amatör RDF'ye uygulanabilir.

Anten ışınını elemanları hareket ettirmeden döndürmeye izin veren cihaz, klasik adı *radyo gonyometresi veya sadece gonyometreye sahiptir. Erken* gonyometreler, dizi elemanlarına bağlı sabit bobinler ve alıcı girişine bağlı hareketli bir toplama bobini olan RF transformatörlerdi. Pikap sargısına bağlanan sinyalin hem genliği hem de fazı, dizinin kendisini döndürmeye karşılık gelen bir şekilde bobin rotasyonu ile değiştirilir. Yeterli elemanlar ve bir gonyometre ile, tüm pusula yönlerinde doğru RDF ölçümleri alınabilir.

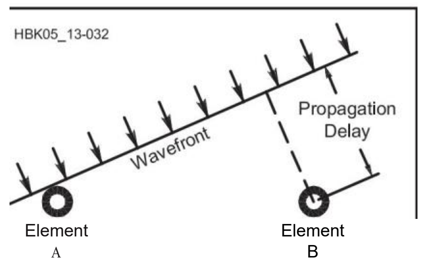
Işın oluşturan ağlar

Tek tek elemanlardan gelen sinyalleri büyük bir dizide düzgün bir şekilde örnekleyerek ve birleştirerek, bir anten ışını elektronik olarak döndürülür veya yönlendirilir. Sistemdeki elemanların uygun bir sayısı ve düzeniyle, örneklenen sinyalleri uygun genlik ve faz ilişkilerinde toplayarak hemen hemen her istenen anten desenini oluşturmak mümkündür. Gecikme ağları ve/veya zayıflama, bu ilişkileri oluşturmak için toplamadan önce seçilen öğeler doğrultusunda eklenir.

Elektronik ışın oluşumunu anlamak için, önce A ve Bin **Şekil 21.107 olarak gösterilen sadece iki elementi düşünün.** Ayrıca, uzak bir vericiden gelen bir radyo sinyalinin dalga cephesi de gösterilmiştir. Dalga cephesi önce A elementine saldırır, sonra B elementine çarpmadan önce biraz daha ilerler. Böylece, dalga cephesinin A ve B elementlerine ulaştığı zamanlar arasında bir aralık vardır.

Varış zamanlarındaki farklılıkları, A elementinden alınan sinyali B elementinden toplamadan önce geciktirerek ölçebiliriz. - Eğer iki sinyal doğrudan birleştirilirse, A elementi için gecikme tam olarak yayılma gecikmesine eşit olduğunda, toplamın genliği maksimum olacaktır, bu da toplama noktasında bir faz içi koşul verir. Öte yandan, sinyallerden biri ters çevrilirse ve ikisi eklenirse, A gecikmesi elementi yayılma gecikmesine eşit olduğunda, sinyaller 180 ° faz dışı bir ilişkide birleşir ve bir null oluşturur. Her iki durumda da, zaman gecikmesi bir tepe veya sıfır için gereken gecikme miktarı ile belirlendiğinde, bunu mesafeye dönüştürebiliriz. Sonra trigonometri hesaplamaları dalganın geldiği yönü sağlar .

Gecikmeyi küçük artışlarla değiştirmek antenin tepe noktasını (veya null) yönlendirir. Sistem, dizi elemanlarının frekans aralığı sınırlamaları dışında frekansa duyarlı değildir. Topaklı sabit ağlar, sistem yalnızca almak için kullanılıyorsa gecikme elemanları için uygundur. İletme ve alma için kullanılan tesislerdeki gecikme hatları-



Şekil 21.107 - Elec-tronic kiriş oluşturmada kullanılan bir teknik. Sig-nal'ı A elemanından yayılma gecikmesine eşit bir miktarda geciktirerek, sinyal geniş yönde olmasa bile, iki sinyal tam olarak fazda toplanır.

İng, tek bir frekans için tasarlanmış basit aşamalı hatlar yerine, tüm frekanslarda sağladıkları zaman gecikmesi için seçilen, çeşitli uzunluklarda koaksiyel kablo ruloları kullanır.

Ek elementlerden gelen sinyalleri birleştirmek, desenin geniş ışın genişliğini iki elementten daraltır ve istenmeyen sidelobları bastırır. Gecikmeleri ve zayıflamaları çeşitli elemanlara elektronik olarak değiştirmek, oluşan kirişin pusula etrafında dönmesine neden olur. Gecikme hatları ve elektronik olarak anahtarlanmış zayıflatıcılar da dahil olmak üzere bunu yapan elektronik paket, ışın oluşturan ağdır .

21.12.2 VHF/UHF RDF için yöntemler

Üç farklı mobil RDF yöntemi, amatörler tarafından VHF/UHF bantlarında yaygın olarak kullanılmaktadır: yönlü antenler, anahtarlamalı çift antenler ve Doppler'ler. Her birinin belirli durumlarda diğerlerine göre avantajları vardır. Birçok RD F meraklısı, verici avında birden fazla yöntem kullanır.

DIRECTIONAL ANTENLER

Sıradan mobil alıcı-vericiler ve el bilgisayarları, popüler VHF bantlarında tilki avı için iyi çalışır. Hafif bir kirişiniz varsa ve alıcınızın okunması kolay bir S metre varsa, neredeyse başlamaya hazırsınız demektir. İhtiyacınız olan tek şey bir RF zayıflatıcı ve kurulumu aracınıza monte etmenin bir yoludur.

Amatörler, 60 MHz'in üzerindeki RDF için nadiren kesirli dalga boyu döngüleri kullanırlar, çünkü diğer pratik VHF antenlerine kıyasla çift yönlü özelliklere ve düşük duyarlılığa sahiptirler. Döngüler için duyu devrelerinin VHF'de uygulanması zordur ve sinyal yansımaları boşlukları doldurma eğilimindedir. Tipik olarak VHF döngüleri, yalnızca kompaktlıklarının ve keskin uçlarının varlık olduğu ve düşük kazancın sonuç vermediği yakın koklama için kullanılır.

Aşamalı Diziler

İki elemanlı dizilerin küçük boyutu ve sadeliği, onları VHF RD F.'de yeni gelenlerin ortak bir tercihi haline getirmektedir. Aşamalı yer düzlemleri ve ZL Specials gibi antenler, bir yönde mütevazı bir kazanca ve ters yönde bir boşluğa sahiptir. - Sinyal zayıf olduğunda kazanç yararlıdır, ancak geniş tepki zirvesi kesin bir yatak almayı zorlaştırır.

Sinyal güçlendikçe, daha keskin bir S metre göstergesi için null kullanmak mümkün hale gelir. Bununla birlikte, doğrudan ve yansıyan sinyallerin kombinasyonları (çok *yollu olarak adlandırılır)* null'u bozar veya belki de tamamen gizler. Bu tip antenlerle en iyi sonuçları elde etmek için, her zaman rulmanların alınacağı net yerleri bulun.

Paraziter diziler

Parazitik diziler, Güney Kaliforniya gibi yüksek rekabet alanlarında verici avcıları tarafından kullanılan en yaygın RDF antenleridir. Önemli kazancı olan antenler, - vericinin 200 milden uzakta olabileceği hafta sonu süren T-avlarında sıklıkla karşılaşılan zayıf sinyaller nedeniyle bir zorunluluktur. Tipik 144 MHz kurulumları Yagis veya üç ila altı elemanın dörtlülerini, bazen daha fazlasını içerir. Dörtlüler genellikle *The ARRL Antenna Book ve Transmitter Hunting verilerini kullanarak ev yapımıdır* (bkz.

Mobil VHF dörtlüleri için iki tip mekanik yapı popülerdir. Bir model, ahşap dübel veya fiberglas çubuk yayıcılarda asılı ince ayar teli (katı veya telli) kullanır. İt hafiftir ve araç hareket ederken elle hızla katlanması kolaydır. Birçok avcı, PVC plastik boru çerçevesi üzerinde daha büyük gauge katı tel (# 10 AWG gibi) kullanmayı tercih eder. Bu dörtlü daha sağlamdır ve daha fazla ağırlık ve rüzgar direnci pahasına biraz daha geniş frekans aralığına sahiptir. Bir dalın altında bükülebilir, ancak kolayca yeniden şekillendirilir ve hizmete geri döndürülür .

Yagiler, popülerlikteki dörtlülere yakın bir saniyedir. Ticari modeller, direğin iyi bir denge noktasında tutturulması şartıyla VHF RDF için iyi çalışır. Hafif ve küçük diametre elemanları, yüksek hızlarda dönme kolaylığı için arzu edilir.

İyi tasarlanmış bir mobil Yagi veya dörtlü kurulum, dalga polarizasyonunu seçme yöntemini içerir. Dikey polarizasyon VHF-FM iletişimi için norm olmasına rağmen, birçok T-avında yatay polarizasyona izin verilir. Bir VHF RDF anteni, Verici anten, çünkü çok yollu ve dağınık sinyaller (belirsiz polarizasyona sahip) çapraz polarize doğrudan sinyale göre geliştirilmiştir. **Şekil 21.108'in kurulumu,** bom-mast kavşağında bir kayma derzine sahiptir, bom döndürmek için harekete geçiren bir kablo ile polarizasyonu değiştirir. Mekanik duraklar bom rotasyonunu 90 ° ile sınırlar .



Şekil 21.108 - Mobil RDF kurulum - ofWB6ADC, dikey ve yatay polarizasyon arasında değiştirilebilen ince bir tel dörtlüye sahiptir.

RDF için Parazitik Dizi Performansı

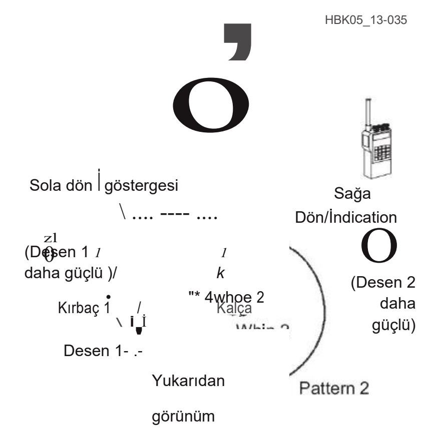
Amobil ışının yönlü kazancı (tipik olarak 8 dB veya daha fazla), hem zayıf sinyal rekabetçi avları hem de TV kablosu sızıntısı gibi parazitleri bulmak için kullanılmaz hale getirir. Uygun bir alıcıyla, FM, SSB, CW, TV, darbeler ve gürültü dahil olmak üzere herhangi bir sinyal modunda rulmanlar alabilirsiniz. Yalnızca yanıt tepe noktası kullanıldığından, boş doldurma sorunları ve döngülerin ve aşamalı dizilerin yakınlık etkileri mevcut değildir.

Anteni döndürürken birden fazla varış yönünü gözlemleyebilir, hangi sinyal zirvelerinin doğrudan olduğu ve hangilerinin doğrudan olmayan yollardan veya saçılmadan olduğu konusunda eğitimli tahminler yapmanızı sağlar. Yetenekli operatörler, vericiye olan mesafeyi, seyahat edilen mesafe ile sinyal gücü artış hızından tahmin edebilir. RDF ışını, gerekirse, iletmek için kullanışlıdır, ancak içinden ileterek koaks hattındaki bir zayıflatıcıya zarar vermemeye özen gösterin.

Tipik mobilemount VHF kirişlerinin 3 dB demet genişliği 0f 80 °'dir. Bu, 2 eleman tahrikli diziler üzerinde büyük bir gelişmedir, ancak kesin rulman doğruluğu elde etmek hala mümkün değildir. S metreyi dikkatlice okuyarak 10 °'den daha az hata elde edebilirsiniz. Pratik olarak, bu başarılı mobil RDF için büyük bir engel değildir. Mobil kullanıcılar, sabit istasyon operatörleri kadar hassas rulmanlarla ilgilenmezler, çünkü - mobil okumalar öncelikle sinyalde'ev içi'ne genel seyahat yönünü vermek için kullanılır. Mobil rulmanlar sürekli olarak yeni ve daha yakın konumlardan güncellenir .

Genlik tabanlı RDF, sinyal seviyesi hızla değiştiğinde çok zor olabilir. Verici hider güç değiştiriyor olabilir veya hedef anten hareket ediyor veya iyi seyahat edilmiş bir yol veya havaalanının yakınında olabilir. Ortaya çıkan hızlı S metre hareketi, dörtlü ile doğru rulmanlar almayı zorlaştırır. İşlem yavaştır çünkü anten, sayaç okumalarını "göz küresi ortalamasına" elle dikkatlice döndürülmelidir.

Üç popüler RDF sistemi türü, sinyal seviyesindeki değişikliklere nispeten duyarsızdır. Bunlardan ikisi, 'A veya daha az aralıklı ½ aralıklı bir çift dikey dipol anten kullanır ve sırayla girişe hızlı bir şekilde geçiş yapar.



Şekil 21.109 - Bir anahtarlamalı desen RDF setinde, iki kardiyoid anten modelinin tepkileri sıfır merkez göstergesini sürmek için toplanır.

alıcının. Kullanımda, iki sistemin göstergeleri benzerdir, ancak ilkeler farklıdır.

Anahtarlamalı desen sistemleri

Anahtarlamalı model RDF seti **(Şekil 21.109) dönüşümlü olarak** sol ve sağ loblu iki kardiyoid anten deseni oluşturur. Desenler, yukarıda açıklanan aşamalı dizilerde olduğu gibi üretilir. PİN RF diyotları alternatif desenleri seçer. Kombine anten çıkışları AM algılamalı bir alıcıya gider. Dedektör çıktısından sonra işleme, desenlerin sinyale verdiği yanıtlar arasındaki faz veya genlik farkını belirler.

Anahtarlamalı desen RDF setleri tipik olarak bir gösterge olarak sıfır merkez ölçere sahiptir. Sayaç, sinyal kullanıcının solundan geldiğinde negatif, sinyal kaynağı sağda olduğunda pozitif sallanır. Antenin düzlemi sinyal kaynağının yönüne tam olarak dik olduğunda, metre sıfır okur.

Sıfır geçiş göstergesinin keskinliği, dörtlü - veya Yagi ile elde edilenlerden daha hassas rulmanları mümkün kılar. İyi inşa edilmiş bir ünite ile ideal koşullar altında, boş yön doğruluğu 1 °'dir. Metre sapması, kullanıcıya sayacı sıfırlamak için hangi yolu kullanacağını söyler. Örneğin, negatif (sol) bir okuma anteni sola çevirmeyi gerektirir. Bu, anten sisteminin her bir tam dönüşündeki iki sıfır geçişinin neden olduğu 180 ° belirsizliği çözer .

Anahtarlamalı model sinyalinin AM tespitini gerektirdiğinden, bu RDF sistemi en büyük kullanımını AM'nin standart mod olduğu 120 MHz uçak bandında bulur. Ticari üreticiler, anahtarlamalı desen antenleri ve saha taşınabilir kullanımı için dahili alıcıları olan taşınabilir RDF setleri yapar. Bu setler bize...

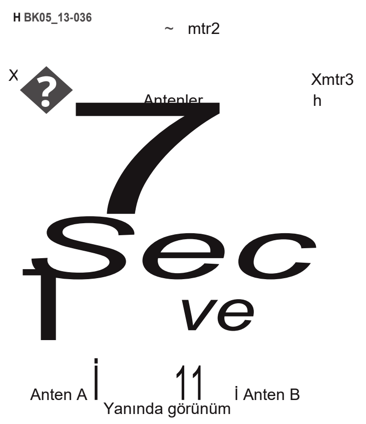
Ally amatör 144 MHz bandına adapte edilebilir. Diğer tasarımlar, herhangi bir VHF alımına uyarlanabilir.interest frekansını kapsar ve yerleşik veya eklenmiş bir AM dedektörüne sahiptir.

Anahtarlamalı desen üniteleri, küçük uçaklardan RDF için iyi çalışır; bunun için iki dikey anten, gövdenin dışına sabit konumlara monte edilir veya sadece ön camın içine bantlanır. Sol-sağ gösterge, pilota uçağı eve hangi yoldan sokacağını söyler. Sokak araçları genellikle sadece yollarda seyahat ettiğinden, antenlerin üzerlerine sabit montajı istenmez. Araç anahtarlamalı desen dizilerinin döndürülebilir bir direk üzerine monte edilmesi en iyisidir.

Varış Zamanı Sistemleri

Başka bir tür anahtarlamalı anten RDF seti, iki antendeki sinyal dalga cephesinin varış sürelerindeki farkı kullanır. Bu dar diyafram Time-Difference-of-Arrival (TDOA) teknolojisi birçok gelişmiş askeri RDF sistemleri için kullanılır. **Şekil 21.110'un temel TDOA uygulaması** amatör kullanım için oldukça etkilidir. Verici 1'den gelen sinyal anten B'den önce anten A'ya ulaşır. Tersine, verici 3'ten gelen sinyal anten B'den önce anten A'ya ulaşır. Anten düzlemi sinyal kaynağına dik olduğunda (verici 2 şeklindedir), sinyal her iki antene aynı anda ulaşır.

Antenlerin çıkışları alıcı girişine bir ses hızında dönüşümlü olarak değiştirilirse, sürekli bir sinyalin varış sürelerindeki farklılıklar bir FM ayırıcı tarafından algılanan faz değişiklikleri üretir. Ortaya çıkan kısa darbeler, alıcı çıkışında bir ton gibi ses çıkarır. Antenler sinyal kaynağından eşit uzaklıkta olduğunda ton kaybolur ve sesli bir sıfır verir.



Şekil 21.110 - Çift antenli bir TDOA RDF sistemi, anahtarlamalı bir desen ünitesine benzer bir göstergeye sahiptir, ancak - antenlerinden hangisinin vericiye daha yakın olduğunu belirleyerek yatakları elde eder.

Diskriminatör çıkışındaki darbelerin polaritesi, antenin kaynağa daha yakın olduğu bir fonksiyondur. Bu nedenle, darbeler yukarıda açıklanan anahtarlamalı desen birimlerine benzer bir şekilde sol-sağ sıfır merkez metreyi sürmek için işlenebilir ve kullanılabilir. Leftright LED göstergeleri, geceleri ekonomi ve görünürlük için sayacın yerini alabilir.

TDOA çift antenli RDF ile RDF işlemleri, anahtarlamalı anten RDF seti ile aynı şekilde yapılır. Temel fark, TDOA sisteminde bir FM alıcısı ve anahtarlamalı desen durumunda bir AM alıcısı gereksinimidir. TDOA durumunda yakın çalışma için RF zayıflatıcı gerekmez.

Pratik kendin yap TDOA RDF setleri için popüler tasarımlar arasında Simple Seeker (bu bölümde başka bir yerde açıklanmıştır) ve W9DUU tasarımı (Bibliography'deki Bohrer'in makalesine bakınız) bulunmaktadır. Handy Tracker için planları olan makaleler, LED'ler veya bir metre yerine çift boş belirsizliği çözmek için bir gecikme hattı ile basit bir TDOA seti, Bibliography'de listelenmiştir .

Performans karşılaştırması

Her iki tip çift antenli RDF'ler, ayak üstü "koklama" cihazlarını iyi yapar ve gelen sinyalde hızlı genlik değişimleri olduğunda mükemmel performans gösterir. Hava indirme çalışmaları için tercih edilen birimlerdir. Yagis ve dörtlü ile karşılaştırıldığında, çok daha geniş bir frekans aralığında iyi yönlü performans sağlarlar. Göstergeleri geniş ileri loblu ışınlardan daha kesindir.

Çift antenli RDF setleri, çok yollu durumlarda sıklıkla yanlış rulmanlar verir, çünkü neredeyse eşit seviyedeki sinyalleri birden fazla yönden çözemezler. Çok yollu sinyaller, tepe ve uçların birleşik bir paterni olduğundan, RDF antenini yatak yolu boyunca veya ona dik olarak hareket ettirdiğinizde genlik ve yatak olarak değişirler, oysa çok yollu olmayan bir sinyal sabit güç ve yatak olacaktır.

Bu sorunun üstesinden gelmenin en iyi yolu, vericiye doğru ilerlerken çok sayıda rulman almaktır. Rulmanların hareket halindeyken alınması, çok yollu etkilerin ortalamasını alır ve doğrudan sinyali daha kolay fark edilebilir hale getirir. Bazı TDOA RDF setleri, averagmg - işlemine yardımcı olan yavaş tepki moduna sahiptir.

Anahtarlamalı anten sistemleri, gelen sinyal yatay olarak polarize olduğunda genellikle iyi performans göstermez. Bu gibi durumlarda, rulmanlar yanlış veya okunamaz olabilir. TDOA üniteleri FM veya CW gibi bir taşıyıcı tip sinyal gerektirir; Genellikle gürültü veya darbe sinyalleri üzerinde rulman veremezler.

Sinyal gücünü ölçmek için ek bir yöntem kullanılmadıkça, gizli verici konumunu bir TDOA seti ile "aşmak" kolaydır. Bir TDOA görmek nadir değildir

Foxhunter gizli bir vericinin üstünden yürür ve sinyal genliği gösterilmediği için 180 ° null'u takip ederek uzaklaşır .

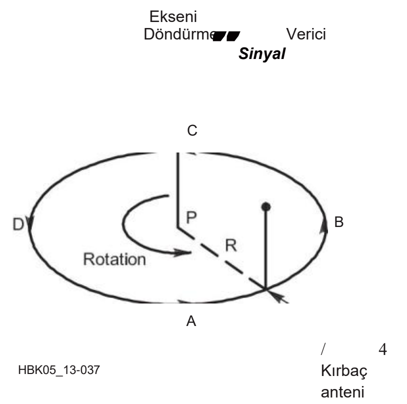
DOPPLER RDF SETS

Doppler prensibini kullanan RDF setleri, kullanım kolaylığı nedeniyle birçok alanda popülerdir. Sinyal kaynağının yönünü, araç yönüne göre, dairesel bir LED halkası veya derece cinsinden dijital bir okuma üzerinde anında gösteren bir göstergeye sahiptirler. Dört, sekiz veya daha fazla antenden oluşan bir halka sinyali alır. Bir zemin düzlemindeki çeyrek dalga boylu monopoller araç kullanımı için popülerdir, ancak pratik olan yarım dalga boylu dikey dipoller daha iyi performans gösterir.

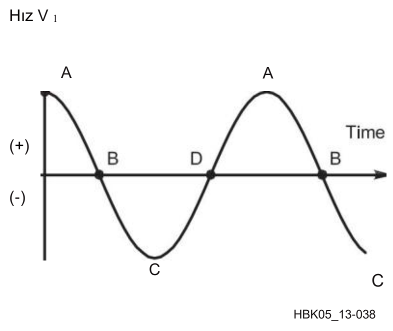
Hızla hareket eden bir antende alınan radyo sinyalleri, Doppler etkisi nedeniyle bir frekans kayması yaşar; bu, boynuz sesiyle hareket eden bir arabayı gözlemleyen herkes için iyi bilinen bir olgudur. Kornanın perdesi, araba yaklaştıkça normalden daha yüksek ve araba çekildikçe daha düşük görünür. Benzer şekilde, anten vericiye doğru hareket ettikçe alınan radyo frekansı artar ve bunun tersi de geçerlidir. Bir FM alıcısı bu frekans değişikliğini algılayacaktır.

Şekil 21.111, sabit açısal hız ile P noktası etrafında dairesel bir iz üzerinde hareket eden 42 dikey anteni göstermektedir. Anten, - yolundaki vericiye yaklaştıkça, alınan frekans daha yüksek kaydırılır. En yüksek anlık frekans, anten A noktasındayken meydana gelir, çünkü vericiye doğru teğet hız bu noktada maksimumdur. Tersine, en düşük frekans, anten C noktasına ulaştığında, hızın vericiden maksimum uzakta olduğu durumlarda oluşur.

Şekil 21.112, anten daire etrafında hareket ederken vericinin yönünde olan teğetsel hızın bileşeninin bir çizimini göstermektedir. Şekil 21.111 ve 21.112'nin karşılaştırılması, Bin Şekil 21.112'de, teğet hızın pozitiften negatife sıfır geçtiğine ve antenin vericiye en yakın olduğuna dikkat edin. Doppler kayması ve alıcı diskriminatörden elde edilen ses çıkışı aynı grafiği takip eder, böylece anten dönüşü ile senkronize edilmiş bir negatif eğimli sıfır geçiş dedektörü, sinyalin gelen yönünü algılar.



Şekil 21.111 - Teorik bir Doppler anteni P noktası etrafında daireler çizerek, sürekli olarak kaynağa doğru ve kaynaktan ses hızında hareket eder.



Şekil 21.112 - Dönen anten hareketi tarafından sinyal kaynağına doğru ve sinyal kaynağından uzakta üretilen zamana karşı frekans kayması.

Doppler etkisi nedeniyle frekans kayması miktarı RF frekansı ve teğetsel anten hızı ile orantılıdır. Hız, dönme yarıçapının ve açısal hızın (dönme hızı) bir fonksiyonudur. Dönme yarıçapı 42'den küçük olmalıdır. Hataları önlemek için. Bu yarıçap ile kullanılabilir miktarda FM sapması (tipik ses modülasyonu ile karşılaştırılabilir) elde etmek için, anten yaklaşık 30.000 RPM'de (500 Hz) dönmelidir. Bu, Doppler tonunu kolay işlem için ses aralığına yerleştirir.

Bir kırbaç antenini bu hızda mekanik olarak döndürmek pratik değildir, ancak RF PIN diyotları ile alıcıya art arda geçirilen bir kamçı halkası, hızla dönen bir anteni simüle edebilir. Doppler RDF setleri, FM dedektörlerine sahip alıcılarla birlikte kullanılmalıdır. Dapple ScAnt ve Roanoke Doppler (Bibliyografya'ya bakınız), ucuz ev yapımı için tasarlanmış mobil Doppler RDF setleridir.

Doppler Avantajları ve Dezavantajları

Halka antenli Doppler setleri, mobil RDF için kullanım kolaylığında son noktadır. Hareketli parça yok ve manuel anten işaretlemesi yok. Hızlı yön göstergeleri çok kısa sinyal patlamalarında görüntülenir.

Birçok birim, sinyal havayı terk ettikten sonra görüntülenen yönde kilitlenir. Kaynak sinyaldeki güç değişimleri, sinyal RDF algılama eşiğinin üzerinde kaldığı sürece hiçbir zorluğa neden olmaz. Bir Doppler anteni devam ediyor

Herhangi bir arabanın üstüne hızlı bir şekilde, delinecek delik olmadan. Birçok Yerel İnterference Komitesi üyesi, kötü niyetli girişimi izlemek için Doppler'leri seçer, çünkü bunlar göze çarpmaz (kirişlere kıyasla) ve tekrarlayıcı karıştırıcıların genellikle yaydığı güçlü dikey polarize sinyalleri izlemede etkilidir.

Doppler tüm VHF RDF durumlarında üstün performans sağlamaz. Eğer sinyal Doppler birimi tarafından tespit edilemeyecek kadar zayıfsa, avlanma avantajı ışınlı takımlara gider. Doppler kurulumları ayak üstü koklama için uygun değildir. Diğer anahtarlamalı anten RDF'lerinin sınırlamaları da geçerlidir: **(1)** yatay polarize sinyallerle zayıf sonuçlar, (2) mesafe belirtisi yok, (3) sadece taşıyıcı tip sinyaller ve (4) anten üzerinden iletimin önerilmemesi.

En yakın dereceye okuma, bazı ticari Doppler ünitelerinde sağlanır. Ancak bu, bu doğruluk seviyesini garanti etmez. İyi tasarlanmış bir dört monopol seti, hedef sinyal dikey olarak polarize edilmişse ve çok yollu etkiler yoksa, tipik olarak 2 metrede 5 ° doğruluk ± .

Hızlı anten anahtarlama, kullanıcı güçlü kanal dışı RF kaynaklarının yakınında olduğunda çapraz modülasyon ürünlerini tanıtabilir. Bu kendi kendine oluşturulan girişim, sistemi geçici olarak kullanılamaz hale getirebilir. Mobil Doppler'larla ilgili yaygın bir sorun olmasa da, Doppler'i yakındaki yüksek güçlü VHF vericilerine sahip sabit sitelerdeki uzak RDF kurulumlarında kullanım için kötü bir seçim haline getirir.

21.13 Rotatörler

Rotatör, yönlü anten sistemlerinin önemli bir bileşenidir ve anteni birkaç derecelik tekrarlanabilir bir doğrulukla herhangi bir yöne çevirir. Rotatör pozisyonunu aldıktan sonra anteni rüzgara karşı yerinde tutmalıdır. Rotatör, direğin ve tüm antenlerin ağırlığını desteklerken bunu yapmalıdır.

Mekanik detaylar değişmekle birlikte, bir rotatör sabit bir direk veya kuleye monte edilmiş bir taban tertibatından ve anten destek direğinin tutulduğu bir kelepçeyle üzerine dönen bir tertibattan oluşur. Dönüş motoru ve dişli treni, fren, konum göstergesi ve limit anahtarları tabana veya tabana monte edilir. Dönen tertibat, taban tertibatına dayanan bir rulman yarışına oturur. Bir halka dişli, motorun dönüşünü dönen gövdeye aktarmanın en yaygın yöntemidir, ancak solucan dişlileri de kullanılır.

Rotatörler genellikle bir direği tutmak ve yanlara doğru torka karşı stabilize etmek için bir manşon veya itme yatağı kullanan bir kafes kule bölümünün içine monte edilir. Kol, kulenin üst bölümünün bir parçasıdır. Bir itme yatağı, kulenin üstündeki bir yatak plakasına monte edilir. Rotator, kulenin içine oturan ve kule üreticisi tarafından aksesuar olarak satılan bir rotator rafına monte edilir. Daha küçük rotatörler genellikle bir direk kelepçesi ile birlikte gelir, böylece doğrudan üstlerindeki anten ile bir boru veya benzer bir direk üzerine monte edilebilirler. **Şekil 21.113** tipik kurulumları göstermektedir .

21.13.1 Rotator Derecelendirmeleri

Rotatörlerin, çok az veya hiç bakım gerektirmeden, elemanlara maruz kalırken çok geniş bir sıcaklık aralığında uzun yıllar çalışması beklenir. Bu delikleri elde etmek için-Mance hedefleri, rotatörün özellikleri ve kurulum gereksinimlerine uyulmalıdır.

Üç ana rotatör derecesi vardır: *rüzgar yükü, frenleme yeteneği ve tork torku. Birçok* rotatör ayrıca pound veya kilogram cinsinden maksimum dikey yük belirtir. **Tablo 21.25,** sabit istasyon kurulumlarına yönelik rotatörler için üreticileri listeler ve **Tablo 21.26,** ortak rotatörler için birincil derecelendirmeleri gösterir.

Rüzgar yükü hem bir kulenin içine monte edilen rotator ile hem de bir direk üzerine monte edilen bir kulenin dışındaki rotator ile belirtilir (bkz. Şekil 21,113). Bir kule bölümünün içine monte edildiğinde, kule direği doğrudan rotatörün üzerinde tutar ve genellikle direği yerinde tutmak için bir itme yatağı kullanır. Bu, tabana göre dönen düzenek üzerindeki herhangi bir yan yükü ortadan kaldırır. Rüzgar yükü değerleri maksimum anten alanı olarak verilir

Tablo 21.25
Rotator Üreticileri ve Servis (Sabit İstasyon) Üreticileri

Alpha-Spid
Kanal Master
DX
Mühendislik
Hy-Gain
M Mİ?
TIC

Yaesu

Servis
C.A.T.
S.
Norm'un Rotor
Servisi

www.
http://www.alfaradio.ca/http://www.channelmaster.com/http://www.dxengineering.com/http://www.hy-gain.com/http://www.m2inc.com/htt
http://www.rotor-doc.com/

"Rotator'mı," Rotor'mu?

Kuleye monte edilen ekipman parçası Antenlerin dönüşü bir "rotatör'dür. Bir "rotor", bir motorun veya aracın döner kısmıdır. Örneğin, bir helikopterin kanatları rotorunu oluşturur ve bir elektrik motorunun eğirme mili ve armatürü rotorunu oluşturur. Rotatör, tüm makineyi, hem sabit hem de hareketli parçaları içerir ve anten sistemini döndürür. Amatörler, rotator ve rotor olmak üzere her iki kelimeyi de, ne olursa olsun, birbirinin yerine kullanırlar.

Tablo 21.26
Ortak Rotator özellikleri

Mfr	*Model*	*Rüzgar Yükleme (kulede, Sq ft)*	*Rüzgar Yükleme (dış Kule, sq ft)*	*Dönüş Tork (in-İb)*	*Frenleme Yetenek (in-lb)*	*Etkili Moment (ft-İb)*	*Fren Yazı*	*Notlar*
Alpha-Spid	RAK1			1400	>14,000		Solucan dişli	Ağır hizmet
Kanal Master	9521HD			100				Hafif görev
DX Mühendislik	RT4500HD *	>35	n/a	>3300	>20,000		Vites küçültme	Ağır hizmet
Hy-Gain	T2X	20	10	1000	9000	3400	Kama	Ağır hizmet
	AR-40	3	1.5	350	450	300	Disk	Hafif görev
	CD-4511	8.5	5	600	800	1200	Disk	Orta hizmet
	HAM-İV	15	7.5	800	5000	2800	Kama	Orta hizmet
	HDR-300A	25	n/a	5000	7500		Solenoid kilit	Ağır hizmet
M Mİ?	OR2800	35	n/a	3200	17000		Vites küçültme	Ağır hizmet
TIC	1022D			6500	6500		Vites küçültme	Ağır hizmet tipi, halka
	1032D			7881	7530		Vites küçültme	Ağır hizmet tipi, halka
Yaesu	G-450A	10.8	5.4	516	2604		Vites küçültme	Hafif görev
	G-800DXA	21.5	8	955	3472		Mech ve elec	Orta hizmet
	G-1000DXA	23.7	8	955	5207		Mech ve elec	Orta hizmet
	G-2800DXA	32.3	10.8	2170	21700		Mech ve elec	Ağır hizmet
Az-Eİ Döndürücüler								
Yaesu	G-5500	10.8	10.8	428	3468		Vites küçültme	
Alpha-Spid	RAS-1	30		1400	14.000'ler		Solucan dişli	12V'de
	RAS-2			1400	14.000'ler		Solucan disli	
	REAL-1			1400	14.000'ler		Solucan disli	

* Ön özellikler; Son veriler yayın zamanında mevcut değildir .

Armstrong Rotator nedir?

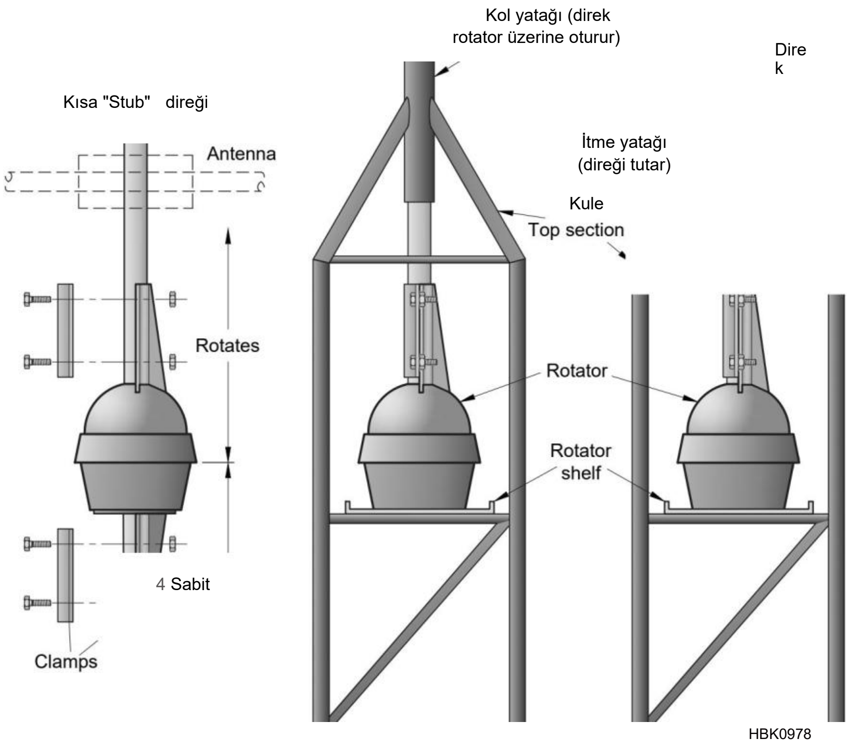
"Armstrong" terimi, "güçlü bir kol" gerektiren, manuel olarak döndürülen veya kaldırılan herhangi bir şeyi ifade eder. Antenleri döndürmek için dişliler veya kranklar kullanan birçok jambon örneği vardır, ancak en yaygın olanı antenin bomuna bağlanan ve zemin seviyesinden çekilen bir iptir. Antenin direği kulede serbestçe döner veya anten montajı direğe döner. Bu, anten sistemi onarımı sırasında veya Saha Günü ve taşınabilir sırasında çalışırken yaygın bir geçici çözümdür.

metrekare ve anten üreticileri bu nedenle kirişlerinin alanını belirtir. ABD'de, rüzgar yükü hesaplamaları standart EIA/TIA-222-G:2005-08-02 dayanmaktadır. İn Europe, EN 1991-1-4, Alman standardı DİN 1055-4'e karşılık gelen mevcut standarttır.

Frenleme yeteneği, rotatörün durduğunda dayanabileceği maksimum büküm kuvvetidir. Bu kuvvet öncelikle rüzgar tarafından oluşturulur. Rotatörün frenleme hareketi, muhafazanın içindeki solenoid kontrollü bir kama veya çubuk veya yük altında direğin geriye doğru dönmesine izin vermeyen bir solucan dişli tahriki ile sağlanır. Tork torku, rotatörün antenleri sıkıştırmak için üretebileceği maksimum tork miktarıdır. Hem frenleme kabiliyeti hem de tork torku inç-pound olarak verilir.

Etkili moment, anten ağırlığının pound (veya kilogram) ve dönme ürünüdür yarıçapı feet (veya metre). Ağır antenler ve daha büyük antenler, rotatör için daha yüksek bir etkili moment derecesi gerektiren rüzgara karşı yerinde tutmak ve yerinde tutmak için daha zordur. HyGain, rotatör hattı için maksimum derece olarak etkili moment kullanır.

Rotatörü aşırı yüklememek önemlidir. Yüksek rüzgarlara, kalıcı rüzgarlara veya büyük rüzgarlara eğilimli bir yerde yaşıyorsanız, bir -rotatör seçerken bir güvenlik faktörü içerir. Rüzgarlardan sürekli bükülme, bir rotatörün fren kamasını veya freni yerinde tutan gövde girintilerini yıpratabilir. Bu, frenin kaymasına veya sıkışmasına neden olabilir. Rotatörler ucuz değildir ve başarısız bir rotatör freni, bir antenin besleme hattına da zarar vererek "serbest dönmesine" izin verebilir. Kulenin tepesindeki bir itme yatağı, büyük bir anten dizisinin ağırlığını tutmak için kullanılabilir ve yalnızca döndürücü üzerindeki dönüş yükünü bırakır .



Şekil 21.113 - Rotatörler doğrudan direklere veya kafes tarzı kulelerin içine monte edilebilir. Rotatörler doğrudan kulelerin tepesine de monte edilebilir (gösterilmez).

21.13.2 Rotatör Türleri

Amatör rotatörler, TV antenleri için tasarlanan çok hafif modellerden, uçak pervane bıçaklarının perdesini veya açısını kontrol etmek için orijinal olarak tasarlanmış yenilenmiş "prop-pitch" rotatörlerine kadar uzanmaktadır. Taşınabilir ve geçici kullanım için modeller de vardır.

Hafif görevli anten rotatörleri küçük VHF ve UHF Yagis veya log-periyodik antenler için uygundur. HF antenleri, büyük mikrodalga antenleri veya önemli bir rüzgar yükü olan anten sistemleri ile kullanılmamalıdır.

Orta görev rotatörleri tek, orta ölçekli bir HF tribander veya log-periodic işleyebilir. Küçük bir VHF/UHF Yagi, HF ışını ile istiflenebilir. Bu rotatörler ayrıca bir yığın VHF/UHF anteni için iyi seçimlerdir. Anten antenleri, bu rotatörlere aşırı yüklenmeyeceklerinden emin olmak için değerlendirilmelidir.

Ağır hizmet rotatörleri, iki veya üç anten yığınları da dahil olmak üzere en büyük amatör HF Yagis'i kullanabilir. Bir solenoid frenin İnstead, bu rotatörler bazı fren eylemi sağlamak için bir dişli tren veya solucan sürücü kullanın. Kule ve destek donanımının anten ve direk yükünü taşıyacak şekilde derecelendirildiğinden emin olun. Bu rotatörler, daha yaygın orta hizmet modellerinden biraz daha büyüktür ve daha küçük kafes tarzı kulelere monte edilmesi zor olabilir.

Halka rotatörleri veya yörünge halka rotatörleri, kulenin dışına monte edilmiş, bacaklarına bağlı özel bir rotatör türüdür. Anten, sürücü dişlisi gibi davranan dairesel, dişli bir parça üzerinde kulenin etrafında hareket eden motorlu bir beşik tarafından taşınır. Halka rotatörleri genellikle büyük, istiflenmiş HF Yagis kullanan büyük istasyonlarda kullanılır.

Tüm kuleyi doğrudan kuleye monte edilmiş çeşitli antenlerle döndürmek de mümkündür. Adam telleri, taşıyıcı halkalara bağlanır ve kulenin içlerine girmesine izin verir.

21.13.3 Rotatör Kontrolü

TURNNG KONTROLÜ

Dönüşü kontrol etmenin iki adımı vardır; Varsa freni serbest bırakmak ve bir motora istenen yönde tum yapmak için enerji vermek.

Elektriksel olarak kontrol edilen bir fren, ağır hizmet tipi bir solenoid ve dönen tertibatın içindeki girintilere uyan yaylı bir fren takozu veya çubuğundan oluşur. Rotatörün frenleme torku, frenin girintiler tarafından ne kadar güvenli bir şekilde tutulduğu veya solucan dişlileri kullanılıyorsa, yük altında geriye doğru dönen dişlilere karşı direnç ile belirlenir. Rotatörü sıkıştırmak için, solenoid enerjilendirilir ve freni girintilerden çıkarır. -Solenoidin enerjilendirilmesi genellikle rotatörün en büyük akım çekmesidir.

En yaygın rotatör motoru, başlangıç kondansatörlü 2 fazlı bir ac motordur.

Herkes için tek kontrol

Her rotator ailesi (Ham-IV, Yaesu, M?, vb.), döndürme ve konum gösterimi için özel bir kontrol ünitesi ile birlikte gelir. Ortak rotatörlerden herhangi biriyle çalışan piyasa sonrası kontrol üniteleri de vardır. En yaygın kullanılanlar Green Heron denetleyicileri **(www.greenheronengineering.com) ve** EA4TX **arayüzleridir (ea4tx.com).** Her ikisi de mevcut rotatör modellerinin çoğunu kontrol edebilir, kulübede standartlaştırmanıza ve kulede özelleştirmenize olanak tanır.

Kondansatör, dönme yönünü kontrol etmek için fazlar arasında değiştirilir. Vites küçültme nedeniyle, motor oldukça küçük olabilir ve fazla akım çekmez. Bir engel tarafından engellenmedikçe, rotatörler tam 360 derece hareket ederler. Limit anahtarları dönüş uçlarında açılır, besleme hattı hasarını önlemek için seyahatin en uç uçlarında motordan güç alır.

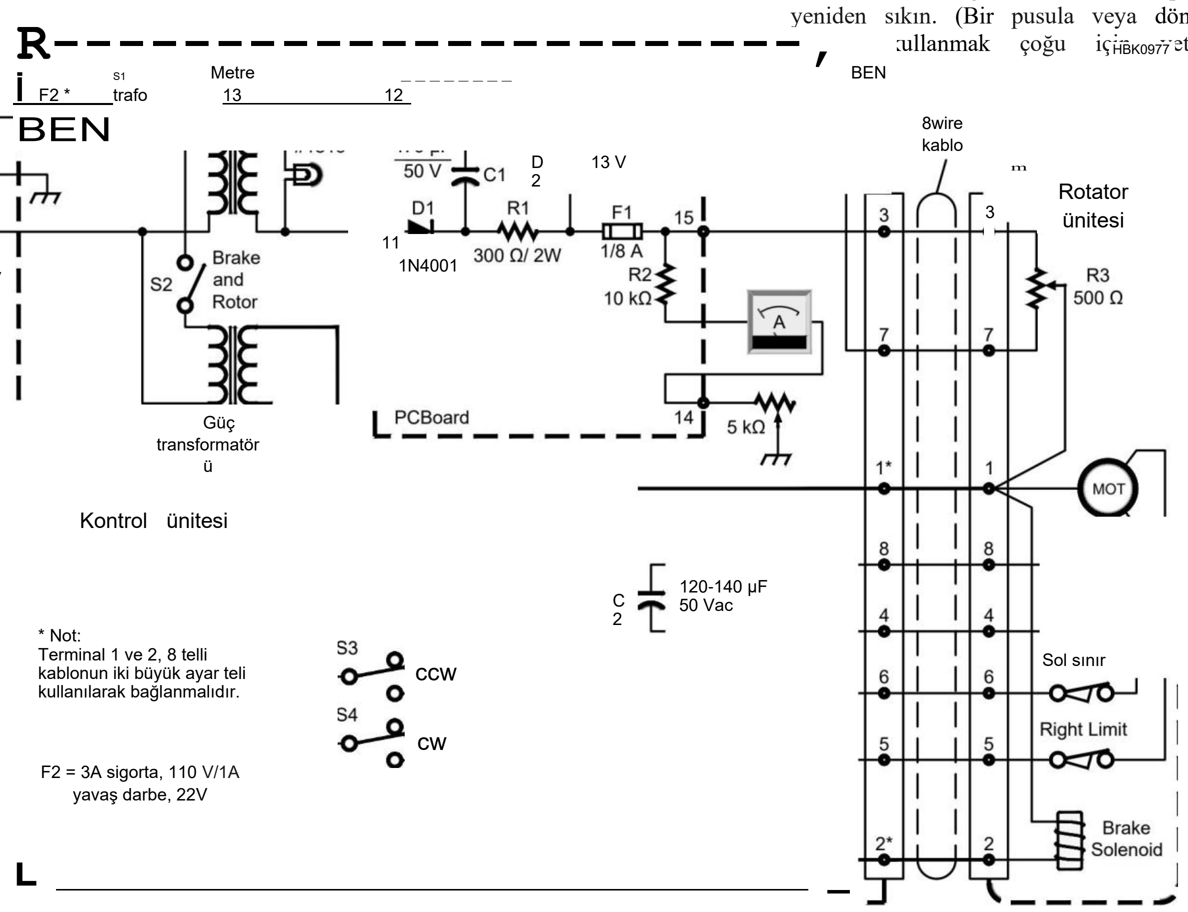
Dönme tamamlandığında, solenoidin enerjisi kesilir ve fren, direği yerinde tutarak girintileri yeniden devreye sokar. Zamanla, girintiler veya fren aşınabilir ve dönen muhafazanın ağır yükler altında kaymasına izin verebilir. Aşınma de-en- ile hızlandırılır Direk hala dönerken solenoidin ergitilmesi, frenin girintilerin kenarlarını etkilemesine neden olur. Ani durmaların etkisini azaltmak için, bazı kontrolörler solenoidin enerjisini kesmeden önce direğin dönmeyi durdurmasına izin verir. Tipik fren gecikmeleri yaklaşık 5 saniyedir. (Retrofit gecikme modülleri Hy-Gain rotatör ailesi için mevcuttur.) Rotatörünüzde fren gecikmesi yoksa, antenlerin ilk önce hareket etmesini durdurmak için dönüş kontrollerini serbest bıraktıktan sonra freni birkaç saniye enerjili tutmaya çalışın.

POSITION İNDICATION

İki temel pozisyon türü vardır: Dication - direnç ve nabız sayımı. En yaygın devre, rotatörün muhafazasında bulunan ve rotatör motoruyla senkronize edilmiş bir potansiyometredir ("pot"). Tencereden geçen akım (tipik olarak sadece birkaç miliamper), derece olarak kalibre edilen kontrol ünitesinde bir analog sayacı tahrik eder. Darbe sayaçlarını kullanan rotatörler, bir seyahat ucundan derece sayısını hesaplamak için kontrol ünitesinin saydığı darbeleri üretmek için bir anahtar kullanır.

Kuzey Amerika'daki çoğu rotatör denetleyicisi "Kuzey merkez'olarak yapılandırılmıştır, yani bir anteni bir sınırda doğrudan güneye, seyahatin ortasında kuzeye ve yine ters sınırda güneye doğru yönlendirebilirler. Kuzey, antenin yönünü gösteren sayaçtaki merkez konumdur. (Güney orta metre ölçekleri çoğu rotatör için bir seçenektir.)

Bir pot-gösterge rotatörünün yönünü kalibre etmek için, Kuzey merkezini varsayarak, önce herhangi bir sayaç kalibrasyon kontrolünü orta ölçeğe ayarlayın. Daha sonra rotatörü orta hareket yönüne getirin. Anten direk kelepçesini gevşetin ve antenler doğrudan kuzeye dönene kadar direği döndürün ve kelepçeyi yeniden sıkın. (Bir pusula veya dönüm :ullanmak çoğu iç eterli



Şekil 21,114 - Hy-Gain Ham-İ/İ X kontrol ünitesi şeması. Bu kontrol ünitesi ayrıca T2X rotatörlerle de çalışacaktır. (Devre Hy-Gain, İnc izniyle sağlanan.)

Tablo 21.27
Ham-IV/IVX Konnektör ve Kablo Kablolama
Ham-IV/IVX İnstruction Manual'dan pin numaraları, renkler ve direnç değerleri

Pin	*Renk*	*Devre*
1	Siyah (ağır tel)	Solenoid ve yaygın
2	Beyaz (ağır tel)	Solenoid
3	Yeşil	Pot elemanını konumlandırma, + son
4	Mavi	Motor sargısı 1
5	Turuncu	Sağ limit anahtarı
6	Sarı	Sol sınır anahtarı
7	Kahverengi	Pozisyon pot elemanı, - son
8	Kırmızı	Motor sargısı 2

Direnç kontrolleri - Terminaller arasında okuma

1-2	Fren solenoidi	0.75 n + kablo veya uçlar
1-8	% Motor sargısı	2.5 0 + kablo veya kablolar
1-4	% Motor sargısı	2.5 92 + kablo veya uçlar
1-6	% Motor + anahtarı	2.5 0 + kablo veya kablolar
1-5	% Motor + anahtarı	2.5 0 + kablo veya kablolar
8-4	Tüm motor	5Q2 + kablo veya kablolar
8-5	Sağ limit anahtarı	0 n + kablo veya kablolar
4-6	Sol sınır anahtarı	0 n + kablo veya kablolar
3-7	Tüm pot elemanı	500 n
3-1	Tencere silecek eleman sonuna 1	0 - 500 n
7-1	Eleman sonuna saksı silecek 2	0 - 500 n

Not: 3-1 ve 7-1 okumaları 3-7 okumaya eklenmelidir

Amatör antenler.) Bir rotatörü saklarken veya test ederken, konum kalibrasyonunun kolaylığı için orta seyahat için ayarlanmış bırakma pratiği yapın ve daha sonra referans için işaretleyin veya etiketleyin. Bir pulsecount rotator için, üreticinin el kitabı gerekli talimatları sağlayacaktır.

ROTATOR WIRNG

ARRL, Hy-Gain Company tarafından, okuyucular için bir kolaylık olarak yaygın olarak kullanılan Ham-IV ve Tailtwister T2X rotatörleri için kontrol ünitesinin bağlantı şemasını çoğaltma iznini takdir eder. (Bkz. **Şekil 21.114.)**

Kontrol ünitesinden rotatöre bağlantı, çok iletkenli bir kontrol kablosu gerektirir (kalkan gerekmez). Çoğu rotatör 6 veya 8 iletkenli kablo gerektirir. Solenoid fren devreleri, daha yüksek akım nedeniyle daha ağır tellere ihtiyaç duyar. Eğer kullanılan tel çok küçükse, Ekstra direnç, düzensiz fren çalışmasına veya yavaş dönüşe neden olmak için yeterli voltaj düşüşüne neden olabilir. Kablonun uzunluğuna bağlı olan minimum tel boyutu için üreticinin önerisini kontrol edin. Popüler Ham-İV serisi için, minimum önerilen tel boyutları şunlardır:

- 125 feet'e kadar: # 18 (solenoid), # 20 (diğerleri)
- 125 ila 200 feet: # 16 (solenoid), # 18 (diğerleri)
- 200 ila 300 feet: # 14 (solenoid), # 16 (diğerleri)

Diğer rotatörler benzer gereksinimlere sahiptir - üreticinin talimatlarına bakın.

Rotatörde, bağlantılar doğrudan ünitenin altındaki bir terminal şeridine veya kısa bir "pigtail'in sonundaki hava koşullarına dayanıklı bir konektöre yapılabilir. Yakındaki bir bağlantı kutusu nerede

Pigtail ve kablo bağlanır da kullanılabilir. Terminal şeritlerini değiştirmek için güçlendirme kitleri çeşitli satıcılardan temin edilebilir. HamIV ailesi, **Tablo 21.27'de gösterildiği gibi kablolama ve renk koduna sahip 8 uçlu bir Cinch-Jones konektörü önerir.**

Terminal şerit bağlantıları için, elektrik ve otomotiv mağazalarında bulunan bir hava koşullarına dayanıklı gres kullanın. Suyu yönlendirmek için bağlantı kablosunu döndürücüden aşağı ve uzağa doğru çalıştırın. Döndürücüde ve kontrol ünitesinde tutarlı bir renk kodu kullanın.

Rotator kontrol kabloları için yıldırım koruması da önerilir. Birkaç satıcı, rotatörler için 8 hatlı yıldırım koruyucuları yapar. Koruyucu iyi topraklanmış olmalı ve tüm anten sistemi kabloları için ortak bir giriş noktasına kurulmalıdır. Topraklama ve yıldırımdan - korunma uygulamaları hakkında daha fazla bilgi için Güvenlik bölümüne bakın.

Bir rotatörü elektriksel olarak gidermek, direnç kontrolleri yoluyla yerden yapılabilir. Tablo 21.27, Ham-İV rotatör ailesi için nominal direnç değerlerini göstermektedir. Direnç kontrolleri yapılırken, kontrol ünitesinin bağlantısı kesilmelidir. Direnç kontrolleri yaparken kablo veya test uçlarının direncini arttırır.

Rotator yazılım kontrolü

Son zamanlarda tasarlanan rotatör kontrol üniteleri, PC yazılımına COM bağlantı noktaları olarak işlev gören RS-232 veya USB arayüzlerine sahiptir. Farklı protokoller vardır,
Yaesu protokolü en yaygın olanıdır. Rotor-EZ ve ERG arayüzleri çoğu rotatöre eklenebilir.
Yazılım arayüzü yok. Günlüğe kaydetme yazılımı genellikle birkaç farklı protokolü destekler ve bağımsız yazılım paketleri ve yardımcı programları da mevcuttur - "anten döndürücü yazılım kontrolü" için İnternet aramaları birçok program bulacaktır.

21.14 Sözlük

Anten - Sinyal enerjisini yayan (ileten) veya sinyal enerjisini toplayan (alan) bir elektrik iletkeni veya iletken dizisi.

Anten tuneri - Bir anteni veya besleme hattı empedansını 50 © 2'ye dönüştürmek için kullanılan değişken reaktanslar (ve belki de bir balun) içeren bir cihaz. (Transmatch, empedans eşleştirme birimi, kibrit kutusu olarak da adlandırılır).

Apex açısı - Ters çevrilmiş bir V anteninin bacakları arasındaki açı.

Azimut (azimuthal) deseni - Dünya yüzeyine paralel veya Dünya yüzeyine belirli bir açıyla yönlendirilmiş bir düzlemde bir radyasyon deseni.

Dengeli besleme hattı - Her iletkenin referans potansiyeline göre aynı empedansa sahip olduğu iki iletkenli bir besleme hattı, genellikle bir toprak bağlantısı (Ayrıca açık tel hattı, merdiven hattı, pencere hattı, çift kurşun denir).

Balun - Dengeli ve dengesiz bir sistem arasında enerji aktaran bir cihaz. Bir balun, sistemler arasındaki empedans oranını değiştirebilir veya değiştirmeyebilir.

Taban yükleme - Elektriksel uzunluğunu artırmak için bir zemin düzlemi anteninin tabanına bir bobin ekleme.

Işın genişliği - Göreceli yayılan gücün lobun zirvesindeki değerinin yarısına (-3 dB) eşit olduğu iki açı arasındaki bir yönerge anteninin ana lobunun derecesindeki genişlik.

Kapasitans şapka - Anten üzerinde bu noktada kapasitif reaktans eklemek için bir antene eklenen geniş bir yüzey alanına sahip bir iletken yapı.

Merkez yükleme - Elektriksel uzunluğunu artırmak için bir zemin düzlemi anteninin merkezine yakın bir bobin eklemek.

Koaksiyel kablo (koaksiyel) - Bir yalıtım tabakası ve daha sonra bir boru şeklindeki kalkan iletkeni ile çevrili ve bir yalıtım ceketi ile kaplı bir merkez iletkenli bir koaksiyel iletim hattı. (ayrıca bkz. *Dengesiz besleme çizgisi)*

Delta döngüsü - Genellikle dikey düzlemde, üçgen veya delta şeklinde tam dalga boylu bir döngü.

Delta eşleşmesi - Bölünmeyen anten elemanlarıyla kullanılan merkez besleme tekniği İletim hattının yayıldığı ve elemana simetrik olarak bağlandığı merkezde, bir üçgen veya delta oluşturur.

Dipol - Bir anten, genellikle bir buçuk dalga boyu uzunluğunda, iki parçaya bölünmüş besleme noktası. *Merkez dışı beslenen (OCF) bir dipol,* merkezden bir besleme noktasına sahiptir.

Yönlülük - Bir veya daha fazla ana lob oluşturmak için yayılan enerjiyi yoğunlaştıran bir antenin özelliği.

Director - Parazitik bir dizideki anten elemanı, tahrik elemanından yönlendirilen elemandan yönetmene doğru hat boyunca odaklanacak şekilde yayılan enerjiye neden olur.

Doublet - Merkezde beslenen bir tel anten için daha genel bir isim ve bu olabilir ya da çalışma frekansında rezonans olmayabilir.

Tahrik dizisi - Bir iletim hattı vasıtasıyla tahrik edilen veya uyarılan bir dizi anten elemanı.

Tahrik elemanı - Bir iletim hattı vasıtasıyla uyarılan bir anten elemanı.

E-düzlem Bir elektromanyetik dalganın elektrik alanının maksimum olduğu düzlem.

Verimlilik (anten) - Yayılan gücün giriş gücüne oranı.

Elemanlar - İletken parçaları Antenin özelliklerini belirleyen bir anten sistemi.

Yükseklik deseni - Dünya yüzeyine dik bir düzlemde bir radyasyon deseni.

Son etki - Bir anten elemanının sonunda, elemanı elektriksel olarak uzatmaya etki eden kapasitans etkisi.

Son beslemeli Yarım Dalga (EFHW) - Bir ucunda, genellikle açık telli besleme hattıyla beslenen bir yarım dalga anten.

Besleme hattı - İletim *hattına bakın*

Besleme noktası - bir iletim hattının bir antene güç verdiği yer.

Önden arkaya oran - Tercih edilen bir yönde bir antenden gelen radyasyonun dB cinsinden oranı, ters yönde olana göre.

Önden arkaya oran - Bir antenden gelen radyasyonun dB cinsinden oranı, radyasyonun ortalamasına göre tercih edilen bir yöndür Belirli bir açı boyunca ters yönde.

Önden yana oranı - dB cinsinden oran Tercih edilen bir yönde bir antenden gelen radyasyon, tercih edilen yöne dik açılarda.

Kazanç - Ana lobun istenen yönünde bir referans antene göre yayılan güçte artış.

Gamma match - Tahrik anten elemanları ile kullanılan bir eşleştirme sistemi elemanın yanına bir iletken yerleştirilir ve besleme hattına, merkeze en yakın ucunda ayarlanabilir bir kondansatör ile bağlı ve diğer taraftaki elemana bağlı.

Zemin düzlemi - Bir anten elemanına toprak zeminin yerine geçecek şekilde yapılandırılmış ve iletim hattının bir tarafına bağlanmış bir iletken sistemi.

H düzlemi Bir elektromanyetik dalganın manyetik alanının maksimum olduğu düzlem.

Saç tokası eşleşmesi -AU şeklindeki indüktör, bir besleme hattına bir eşleşme oluşturmak amacıyla tahrik edilen bir elemanın besleme noktası boyunca bağlanır.

İmpedance - Bir besleme hattında veya bir anten boyunca voltajın akıma oranı.

İnverted-V - Orta noktasında, yere doğru açılı yarılarla desteklenen bir dipol anteni.

İsotropik - Her yöne eşit derecede iyi yayılan ve alan hayali bir anten.

Merdiven çizgisi - *Dengeli çizgiye bakın.*

Hat kaybı - Bir iletim hattında kaybedilen güç, uzunluk birimi başına dB olarak belirtilir.

Yük - Gücün teslim edildiği elektrik sistemi veya bileşeni.

Lob - Bir antenin radyasyon modelinde iki null arasında artan radyasyon bölgesi. *Bir ana lob,* modeldeki en büyük lobdur ve diğer tüm loblar yan *loblardır.*

Eşleştirme - Bir empedansta gücün farklı bir empedansa sahip bir sisteme aktarıldığı işlem.

Monopol - Bir zemin düzlemi ile uyum içinde çalışan tek bir elemana sahip bir anten.

Null - Bir antenin radyasyon düzeninde minimum radyasyon noktası.

Açık kablo hattı - *Dengeli çizgiye bakın.*

Parazitik dizi - Bir veya daha fazla tahrik elemanından enerjinin bağlanması ve yeniden radyasyonu yoluyla bir radyasyon paterni oluşturan bir dizi eleman.

Polarizasyon - E alanının oryantasyonuna atıfta bulunan bir anten veya elektromanyetik alanın oryantasyonu.

Q bölümü - Empedansematching amacıyla kullanılan iletim hattının çeyrek dalga boyu bölümü.

Quad - Yagi'ye dayanan ve onewavelength döngülerinden oluşan elemanlara sahip bir yönerge anteni.

Radyasyon modeli - Bir antenin tek bir düzlemde enerji dağılımının özellikleri. (Ayrıca bakınız yükseklik deseni ve azimut deseni.)

Radyasyon direnci - Bir antendeki akımın güç yaymak için yaptığı işi temsil eden bir direnç.

Reflektör - Parazitik bir dizide, tahrik elemanından yayılan enerjinin, tahrik elemanından reflektörden uzaktaki hat boyunca odaklanmasına neden olan bir anten elemanı.

Sense Anteni- Bir anten eklendi Ana alıcı anteninkiyle karşılaştırmak için gelen sinyalin fazını örnekleyen iki yönlü bir diziye veya döngüye.

Yığınlama - İki veya daha fazla düzenleme Radyasyon paterni özelliklerinin her birini güçlendirecek şekilde yönlendirici antenler diğer.

SWR (VSWR) - Ayakta dalga oranı. Bir iletim hattı ile anten gibi bir yük arasındaki eşleşmenin bir ölçüsü.

T-match - Dengeli bir anten sistemi için gama eşleşmesinin simetrik bir versiyonu.

Üst yükleme - Elektriksel uzunluğunu artırmak için bir yer düzlemi anteninin tepesine genellikle kapasitif bir reaktans eklenmesi.

Transmatch ***Anten ayarlayıcısına bakın.***
Tuzak - Bir antenin bölümlerini izole etmek için kullanılan paralel bir LC devresi.
Twin-lead - *Dengeli çizgiye bakın.*

Dengesiz besleme hattı - Bir iletim Referans potansiyeline göre farklı empedansları olan iletkenlerle koaksiyel kablo gibi hat, genellikle Dünya bağlantısı. Bir iletken Genellikle doğrudan referansa bağlanır. (ayrıca bkz. *Dengeli çizgi)*

Unipole *Bakınız monopol* .
Yagi - Tahrik elemanı ve bir veya daha fazla yönetmen ve reflektörden oluşan parazitik bir dizi.
Zepp- (*bakınız Son beslemeli Yarım Dalga)*

21. 15 Referanslar ve Bibliyografya

J. S. Belrose, VE2CV, "Mobil Çalışma için Kısa Antenler", *QST, Eylül* 1953, pp 30-35.
K. Siyah, W4SSY, "W4SSY Spudgun", *QST,* Mar 2009, sayfa 67-69.
L. H. Brown, "Radyo Verici Antenlere Yakın Dünya Akımlarının Evresi ve Büyüklüğü", *Proc IRE, Şubat* 1935.
M.**H.** Brown, R. F. Lewis ve J. Epstein, "Anten Verimliliğinde Bir Faktör Olarak Yer Sistemleri", *Proc IRE, Haziran* 1937, Sayfa 753-787 .
G. H. Brown ve 0. M. Woodward, Jr, "Silindirik Antenlerin Deneysel Olarak Belirlenmiş İyapedans Karakteristikleri", *Proc IRE,* Nisan 1945.
H. L. Buchanen, W3DZZ, "Multimatch Anten Sistemi", *QST, Mar* 1955, p 22.
L.B. Cebik, W4RNL, "A Simple Fixed Antenna for VHF/UHF Satellite Work", *QST,* Aug 2001, pp 38-42.
A. Christman, "Yükseltilmiş Dikey Anten Sistemleri", *QST,* Aug 1988, pp 35-42 .
B. Clement, VE6AB, "Kazanç Büküm 75 Metre Mobil Mono bander", *QST,* Jul 2011, pp 39-42.
J. Devoldere, ON4UN's *Low-Band DXing,* 5th ed (Newington: ARRL, 2011).
K. B. Dome, "Kısa Antenler için İncreased Yayılan Verimlilik", *QST, Eylül* 1934, pp 9-12.
L. C. Doty, Jr, J. A. Frey ve H.J. Mills, "Counterpoise ve Yükseltilmiş Zemin Ekranının Özellikleri", Profesyonel Program, Oturum 9, Southcon '83 (IEEE), Atlanta, GA, Ocak 1983.
M.C. Doty, Jr, J. A. Frey ve H.J. Mills, "Dikey Antenler için Verimli Yer Sistemleri", *QST,* 1983 Şubat, s. 20-25.
N. C. Doty, Jr, teknik bildiri sunumu, "Kapasitif Alt Yükleme ve Dikey Antenlerin Diğer Yönleri", Teknik Sempozyum, Amerika Radyo Kulübü, New York City, 20 Kasım 1987.
O.C. Doty, Jr, J. A. Frey ve H.J. Mills, "Dikey Antenler: Yeni Tasarım ve Yapı Verileri*", ARRL Anten Özeti, Cilt 2* (Newington: ARRL, 1989), pp 2-9.
R. Fosberg, "160 Metre İçin Yer Sistemleri Üzerine Bazı Notlar", *QST,* Nis 1965, pp 65-67.
S. Grammer, "Yatay Antenlerin Yönü Üzerine Daha Fazla; Harmonik Operasyon - Eğilmenin Etkileri ", *QST, Mar* 1937, pp 38-40, 92, 94, 98.
H. E. green, "Kısa ve Orta Uzunlukta Yagi-Uda Dizileri için Tasarım Verileri", *Trans İE Avustralya, Cilt EE-2*, No. BEN , Mart 1966.
A. Griffith, W4ULD, "Kapasitans Şapkalar HF Mobil Antenler için ", *QEX,* Temmuz/Ağustos 1996, s 16.
R.C. Hansen, "Carter Dipoles and Resonant Dipoles", *Allerton Anten Uygulamaları Sempozyumu, pp* 282-287, Monticello, IL, Sep 21-23, 2010.
K. McCleish, W7TX, "Why An Antenna Radiates", *QST,* Kasım 1992, s. 59-63.
L. J. Mills, teknik bildiri sunumu, "Katlanmış Monopole Antenler Tarafından Sağlanan İmpedance Dönüşümü", Teknik Sempozyum, Amerika Radyo Kulübü, New York, 20 Kasım 1987.
M.Myers, "The W2PV Four-Element Yagi", *QST,* Ekim 1986, sayfa 15-19 .
N. Richard, "Paralel Dipoller of300-Ohm Şerit", *QST, Mart* 1957.
O. H. Richmond, "Dairesel Disk Üzerinde Monopole Anteni", Antenler *ve Yayılım Üzerine IEEE Trans,* Cilt. AP-32, No. 12, Aralık 1984 .
P. Richter, "Merkez Dışı-Fed Dipol Antenleri: Teori ve Uygulama", *Amatör Radyo için HF Dipol Antenleri, ARRL*, 2019, pp 105-123.
S.A. Schelkunoff, "Keyfi Boyut ve Şekil Anten Teorisi", Proc. IRE, Eylül 1941; Düzeltmeler Kasım 1941 ve Ocak 1943. Proc.IRE, Eylül 1984'te yeniden yayınlandı.
W. Schulz, "Dikey Anten Tasarımı", *QST, Eylül* 1978, pp 19- 21.
J. Sevick, "Zemin-İmage Dikey Anten*", QST, Temmuz* 1971, s 16-17, 22.
K. Sevick, "W2FMI 20-Meter Dikey İşın*", QST, Jun* 1972, pp 14-18.
L. Sevick, "W2FMI Yere Monte Kısa Dikey*", QST,* Mar 1973, Pp 13-18, 41.
J. Sevick, "Yüksek Performanslı 20-, 40- ve SO-Metre Dikey Sistemi*", QST, Aralık* 1973.
K. Sevick, "Kısa Dikeyler için Kısa Zemin-Radyal Sistemler", *QST, Nisan* 1978, pp 30-33.
C. E. Smith ve E. M. Johnson, "Kısa Antenlerin Performansı", *Proc IRE, Ekim* 1947.
D. Stanley, "Dikey Antenler için Optimum Yer Sistemleri", *QST, Aralık* 1976, pp 13-15.
S. Steams, K60IK, "Antenna Modeling for Radio Amateurs", presented at ARRL Pacificon Antenna Seminar, 2017, arşivlenmiş, **www.fars.k6ya.org/docs.**
T. Buharlar, K60IK, "Antenler: Fizikten Hesaplamalı Elektromanyetiğe Hikaye *", Anten Semineri, ARRL Pacificon, San* Ramon, CA, 19-21 Ekim 2019.
R. E. Stephens, "Yer Düzlemi Anteninin Koaksiyel İletim Hattına Eşleştirilmesi", Teknik Yazışma, *QST,* Nisan 1973, pp 55-57.
D. Sumner, "Cushcraft 32-19 'Boomer've 324-QK İstifleme Kiti", Ürün İncelemesi, *QST,* Kasım 1980, pp 48-49 .
B Sykes, "İskelet Yuvası Antenleri", *RSGB Bülteni*, Ocak 1953 .
C. T. Tai ve S. A. Long, "Dipoles and Monopoles", Antenna *Engineering Handbook'un 4. bölümü, 3. baskı, R.* C. Johnson editörü, McGraw-Hill, 1993.
W. Van B. Roberts, "İnput İmpedance of a Folded Dipole", *RCA Review,* Haziran 1947 .
E. M. Williams, "Kısa Dalga Döngüsü Antenlerinin Yayılan Özellikleri", *Proc IRE, Ekim* 1940.
F. Witvliet ve ark, "Yakın Dikey İncidence Skywave Yayılımı: Yatay Dipol Antenler için Yükseklik Açıları ve Optimum Anten Yüksekliği", *IEEE Antenler ve Yayılma Dergisi,* Cilt 57, No. İ, Feb 2015, pp 129-146.

ANTENLER ÜZERİNE DERS KİTABİ

C. A. Balanis, *Anten Teorisi, Analizi ve Tasarımı* (New York: Harper & Row, 1982).
D.S. Bond, *Radyo Yön Bulucular, 1* ed. (New York: McGraw-Hill Kitap Co).
W.N. Karon, *Anten İmpedance Eşleştirme* (Newington: ARRL, 1989).
X. B. Cebik, "Antennas from the Ground Up, Vol İ and 2", MEJ Yayıncılık, 2000.
Y. Davies, *İonosferik Radyo Yayılımı - Ulusal* Standartlar Bürosu Monografisi 80 2 (Washington, DC: ABD Hükümeti Baskı Ofisi, 1 Nisan 1965).
Z. S. Elliott, *Anten Teorisi ve Tasarımı* (Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall, 1981).
AA.E. Harper, *Rhombic Anten Tasarımı* (New York: D. Van Nostrand Co, İnc, 1941).
BB.Henney, *Radyonun İlkeleri (New* York: John Wiley ve Oğulları, 1938), p 462 .

C. Hutchinson ve R. D. Saman, *Jambon için Basit ve Eğlenceli Antenler* (Newington : ARRL, 2002).
H. Jasik, *Anten Mühendisliği El Kitabı, 1* ed. (New York: McGraw-Hill, 1961).
İ. C. Johnson, *İletim Hatları ve Ağları, 1* ed. (New York: McGrawHill Book Co, 1950).
Johnson ve Jasik, *Anten Mühendisliği El Kitabı, 2.* baskı. (New York: McGrawHill).
R. C. Johnson, *Anten Mühendisliği El Kitabı,* 3rd ed. (New York: McGrawHill, 1993).
S. C. Jordan ve K. G. Balmain, *Elektromanyetik Dalgalar ve Yayılan Sistemler, 2.* baskı (Englewood Cliffs, NJ : Prentice-Hall, İnc, 1968).
R. Keen, *Kablosuz Yön Bulma,* 3rd ed. (Londra: Kablosuz Dünya).
S. W. P. King, *Lineer Antenler Teorisi (Cambridge*, MA: Harvard Üniversitesi Yayınları , 1956).
T. W.P. King, H. R. Mimno ve A. H. Kanat, *İletim Hatları, Antenler ve Dalga Kılavuzları (New* York: Dover Yayınları, İnc, 1965).
King, Mack ve Sandler, *Silindirik Dipol Dizileri (Londra*: Cambridge Univ Press, 1968).
M. G. Knitter, ed., *Döngü Antenleri - Tasarım ve Teori* (Cambridge, Wİ: Ulusal Radyo Kulübü, 1983).
M.G. Knitter, ed., *İçecek ve Uzun Tel Antenler - Tasarım* ve Teori (Cambridge, Wİ: Ulusal Radyo Kulübü, 1983).
N. D. Kraus, *Elektromanyetik* (New York: McGraw-Hill Kitap Şirketi).
J. D. Kraus, *Antennas, 2.* baskı. (New York : McGraw-Hill Kitap Şirketi, 1988).
E. A. Laport, *Radyo Anten Mühendisliği* (New York: McGraw-Hill Book Co, 1952).
F. L. Lawson, *Yagi-Anten Tasarımı, 1.* baskı. (Newington: ARRL, 1986).
G. H. Lee, *Amatör Radyo Dikey Anten El Kitabı, 2.* baskı. (Port Washington, NY: Cowen Publishing Co., 1984).
H.B. Leeson, *Yagi Antenlerinin Fiziksel Tasarımı* (Newington: ARRL, 1992).
İ. W. Lowe, *Reflektör Antenler* (New York: IEEE Yayınları, 1978).
M. W. Maxwell, *Yansımalar - İletim Hatları ve Antenler (Newington*: ARRL, 1990).
M.W. Maxwell, *Yansımalar II - İletim Hatları ve Antenler (Sacramento*: Worldradio Books, 200 l).
N.M. Miller, *Modern Elektronik İletişim (Englewood* Cliffs, NJ: Prentice Hall, 1983).
V. A. Misek, *İçecek Anteni El Kitabı (*Hudson, NH: V. A. Misek, 1977).
W.Moreno, *Mikrodalga İletim Tasarım Verileri* (New York: McGraw-Hill, 1948).
L. A. Moxon, *Tüm Konumlar için HF Antenleri* (Potters Bar, Herts: Büyük Britanya Radyo Derneği, 1982).
Ramo ve Whinnery, *Modern Radyoda Alanlar ve Dalgalar* (New York: John Wiley & Sons).
V. H. Rumsey, *Frekans Bağımsız Antenler* (New York: Akademik Basın, 1966).
W.N. Saveskie, *Radyo Yayma El Kitabı* (Blue Ridge Zirvesi, PA: Tab Books, İnc, 1980).
X. A. Schelkunoff, *Gelişmiş Anten Teorisi* (New York: John Wiley & Sons, İnc, 1952).
Y. A. Schelkunoff ve H. T. Friis, *Antenler Teorisi ve Uygulaması* (New York: John Wiley & Sons, İnc, 1952).
Z. Sevick, *Transmission Line Transformers* (Atlanta: Noble Publishing, 1996).
AA.H. Skilling, *Elektrik İletim Hatları* (New York: McGraw-Hill Book Co, İnc, 1951).
M. Slurzburg ve W. Osterheld, *Radyonun Elektriksel Temelleri* (New York: - McGrawHill Book Co, İnc, 1944).
G. Southworth, *Dalga Kılavuzu İletiminin İlkeleri ve Uygulamaları (*New York: D. Van Nostrand Co, 1950).
R. D. Straw, Ed., *ARRL Anten Kitabı,* 21st ed. (Newington: ARRL, 2007).
S. E. Terman, *Radyo Mühendisleri El Kitabı, 1.* baskı. (New York, Londra: McGraw-Hill Book Co, 1943).
T. E. Terman, *Radyo Mühendisliği, 3.* baskı. (New York: McGraw-Hill, 1947).
U. Uda ve Y. Mushiake, *Yagi-Uda Anteni (Sendai*, Japonya: Sasaki Publishing Co, 1954). [İngilizce yayınlanan- Ed.]
V. P. Viezbicke, *"Yagi Anten Tasarımı",* NBS Teknik Notu 688 (ABD Ticaret Bakanlığı/Ulusal Standartlar Bürosu, Boulder, CO), Aralık 1976.
G. B. Welch, *Dalga Yayılımı ve Antenler (*New York: D. Van Nostrand Co, 1958).
H. Zavrel, *Anten Fiziği: Bir İntroduction (Newington*, ARRL, 2016).
GIANT Amatör Radyo Antenleri Kitabı (Blue Ridge Summit, PA: Tab Books, 1979).
IEEE Elektrik ve Elektronik Terimleri Standart Sözlüğü, 3rd ed. (New York: IEEE, 1984).
Radyo Yayını Yer Sistemleri, Smith Electronics, İnc, 8200 Snowville Rd, Cleveland, OH 44141.
Radyo İletişim El Kitabı, 5 ed. (Londra: RSGB, 1976).

RDF BIBLIOGRAPHY

Bohrer, "Foxhunt Radyo Yön Bulucu*", 73 Amatör Radyo,* Temmuz 1990, s 9.
Bonaguide, "HF DF - Gönüllü İzleme için Bir Teknik", *QST, Mar* 1984, p 34.
DeMaw, "Maverick Trackdown", *QST,* Jul 1980, s 22.
Dorbuck, "Radyo Yön Bulma Teknikleri", *QST,* Aug 1975, p 30.
Eenhoom, "Verici Avcılığı için Aktif Bir Zayıflatıcı", *QST, Kasım* 1992, p 28.
Flanagan ve Calabrese, "Otomatik Mobil Radyo Yön Bulma Sistemi", *QST,* Aralık 1993, p 51.
Geiser, "Basit Bir Arayıcı Yön Bulucu", *ARRL Anten Özeti, Cilt 3,* p 126.
^ Gilette, "A Fox-Hunting DF Twin 'Tenna", *QST, Oct* 1998, pp 41-44 .
Hunt, "80 Metre İçin Basit Bir Yön Bulma Alıcısı", *QST, Eylül* 2005, pg 36-42.
Johnson ve Jasik, *Anten Mühendisliği El Kitabı, İkinci* Baskı, New York: McGraw-Hill.
Kossor, "Bir Doppler Radyo Yön Bulucu", *QST, Bölüm* l: Mayıs 1999, pp 35-40; Bölüm 2: Haziran 1999, pp 37-40 .
McCoy, "A Lineer Alan-Mukavemet Ölçer", *QST,* Ocak 1973, s 18.
Moel! Ve Curlee, *Verici Avcılığı: Basitleştirilmiş radyo yön bulma,* Blue Ridge Zirvesi, PA: TAB/McGrawHill. (ARRL'den temin edilebilen bu kitap, Roanoke Doppler RDF ünitesi ve in-line hava zayıflatıcı, ayrıca VHF dörtlüleri ve diğer RDF antenleri için planlar içerir.)
Moel!, "Verici Avcılığı - Eğlenceyi İzleme", *QST,* Nis 1993, p 48 ve Mayıs 1993, p 58.
Moel!, "Build the Handy Tracker", *73 Dergi, Eylül* 1989, s 58 ve Kasım 1989, s 52.
O'Dell, "2-Meter FM Yön Bulma için Basit Anten ve S-Metre Modifikasyonu", *QST,* Mar 1981, p 43.
O'Dell, "DF için Knock-İt-Down ve Lock-İt-Out Kutuları", *QST, Nis* 1981, p 41.
Ostapchuk, "Tilki Avı Pratik ve Eğlencelidir!" *QST,* Ekim 1998, sayfa 68-69 .
Rickerd, "Vericileri Avlamanın Ucuz Bir Yolu", *QST,* Jan 1994, p 65 .

RDF RESOURCES

Homing İn
www.homingin.com - yön bulma teknikleri ve faaliyetleri hakkında K ~ OV tarafından web sitesi

Amatör Radyo Yön Bulma (İARU Bölge 11)
www.ardf-r2.org/iaru/ - ARDF faaliyetleri ve İARU Bölgesi İİ organizasyonlar

Radyo yön bulma
en. RDF'de ilgili konulara bağlantılar içeren genel bir site
wikipedia.org/wiki/Direction_finding-

DX Bölgesi RDF Bağlantıları
www.dxzone.com/catalog/Operating_
http://www.dxzone.com/catalog/Operating_ RDF makalelerine ve web sitelerine bir sayfa
Modes/Radio_Direction_Finding-

İçerik

Rakamlar Listesi

List ofTable

Dirençleri

Kapasitörler

İnduktörler

Transformatörler

Yarı iletkenler

Tüpler, Tel, Malzemeler, Zayıflatıcılar , Çeşitli

Bilgisayar konektörleri

AC ve Güç Konnektörleri

RF Konnektörleri ve İletim Hatları Tablosu

Bölüm 22

Bileşen Verileri ve Referanslar

Radyo amatörleri elektronik deney ve homebrew bina için bilinir. Mevcut çok çeşitli bileşenleri kullanarak, etkileyici radyo ekipmanı tasarlar ve üretirler. Kablosuz iletişim ve yüzey montaj teknolojisi (SMT} için bileşenlerin endüstri büyümesiyle, mevcut seçenekler sonsuz görünüyor ve uygun bileşeni seçmek göz korkutucu bir görev gibi görünebilir.

Neyse ki, çoğu amatör, "zaman testini geçen" sınırlı sayıda bileşen türü kullanma eğilimindedir ve bu da birçok durumda bileşen seçimini kolay ve güvenli hale getirir. Diğerleri, çok çeşitli SMT parçalarını kullanarak tasarlamayı ve inşa etmeyi öğreniyor.

2021 baskısı için yeni, 22.9 bölümündeki ortak ac güç konektörleri ve kablolama hakkında bilgi.

Bölüm 22 - İndirilebilir Ek İçerik

Veri Tabloları ve Bağlayıcı Yapıları

- BNC Crimp İnstallation İnstructions
- F Sıkıştırma İnstallation İnstructions
- Minyatür lamba kılavuzu
- N Kıvrım İnstallation İnstructions
- Eski RF Güç Yarı İletken Tabloları
- Termoplastik Özellikleri
- TV Saptırma Tüpü Kılavuzu

Referans Tabloları

- ABD Geleneksel Birimleri ve Dönüşüm Faktörleri
- Metrik Sistem - Uluslararası Birimler Sistemi (Sİ)
- Voltaj-Güç Dönüşüm Tablosu
- Yansıma Katsayısı, Zayıflama, SWR ve İade Kaybı
- Kısaltmalar Listesi

22.1 Bileşen Verileri

Bu bölüm, Amatör Radyo deneycisi ve homebrewer tarafından en sık kullanılan eski ve yeni bileşenler hakkında referans bilgileri ve bileşen performansı ve seçimi hakkında daha fazla bilgi edinmek isteyenler için bilgi sağlar.

22.1.1 EIA ve İndustry Standartları

American National Standards İnstitute (ANSI), Electronic İndustries Alliance (EIA) ve Electronic Components Association (ECA), çoğu elektronik bileşen, konektör, tel ve kablo için ABD standartlarını belirler. Bu standartlar bileşen boyutlarını, wattları, "standart değerleri", toleransları ve diğer performans özelliklerini belirler. EIA'nın bir kolu, Mil-spec (standart askeri şartname) ve savunma ve devlet kurumları tarafından kullanılan özel elektronik bileşenler için standartları belirler. EIA'nın bir diğer kolu olan Ortak Elektron Cihazları Mühendislik Konseyi (JEDEC), yarı iletken endüstrisi için standartları geliştirir. EIA, dünya çapında bir standartlar ajansı olan Uluslararası Elektroteknik Komisyonu (İEC) gibi diğer standartlar ajanslarıyla işbirliği yapmaktadır. Yayınlanan EIA standartlarını genellikle bir kolej veya üniversitenin mühendislik kütüphanesinde bulabilirsiniz.

Son olarak, merkezi Cenevre, İsviçre'de bulunan Uluslararası Standardizasyon Örgütü (ISO), kağıt boyutlarından fotoğraf filmi hızlarına kadar neredeyse her şey için küresel standartları belirler. ANSI, ISO'nun ABD temsilcisidir.

Bu organizasyonlar ya da kısaltmaları çoğumuza tanıdık geliyor. Bir bileşen üzerindeki etiketten çok daha fazlasıdır. EIA ve diğer endüstri standartları, tanımlama için bileşenleri belirleyen, "tercih edilen standart değerleri" oluşturan ve kaynaklarından bağımsız olarak bir üniteden diğerine güvenilir performanslarını sağlayan şeydir. Standartlar, Ohmite Corp.'un 1.2 k © 5 % direncinin, Vishay-Dale'in 1.2 k © 5 % direnci ile aynı performansa sahip olmasını veya ON Semi veya Gold Star'dan aynı performans özelliklerine ve fiziksel ambalaja sahip olma 2N3904 sahip olmasını gerektirir .

Bu bölümdeki bileşen verilerinin çoğu, bu bileşen standartlarını, fiziksel boyutları ve çeşitli bileşen tanımlama ve işaretleme yöntemlerini sunmaya ayrılmıştır. Bu endüstri standartları altında üretilen bileşenleri seçerek, *El Kitabından* veya başka bir kaynaktan bir proje oluşturmak, orijinal tasarımla neredeyse aynı performansı sağlayacaktır.

22.1.2 Bileşen Verilerinin Diğer Kaynakları

Ayrıntılı bileşen verileri için başvurabileceğiniz birçok kaynak vardır, ancak bileşen bilgilerinin ve veri sayfalarının en iyi kaynağı İnternet'tir. Çoğu üretici, ürünleri hakkında bilgi ve veri içeren kapsamlı web sitelerini korur. Genellikle, ayrıntılı ürün bilgilerine giden en hızlı yol, "veri sayfası've parça numarasını bir İnternet arama motoruna girmektir. Digi-Key ve Mouser gibi distribütörler yararlı bilgilere bağlantılar içerir

online kataloglarında da. Bazı üreticiler hala yaptıkları bileşenler için veri kitapları yayınlarlar ve parça katalogları genellikle bileşen verileri ve uygulama notları ve bültenleri için iyi kaynaklardır.

Bu kitabın önceki baskılarında basılan tablolardan bazıları, yeni materyallere yer açmak için indirilebilir ek içeriğe taşınmıştır. İhtiyacınız olan bir tablo veya rakam eksikse, indirilebilir ek içeriği kontrol edin!

22.1.3 ARRL Teknik Bilgi Servisi (TIS)

ARRL web sitesindeki ARRL Teknik Bilgi Servisi **(www.arrl.org/ teknik bilgi servisi), üyelere** ve üye olmayanlara, bileşenler ve faydalı referanslar hakkında bilgiler de dahil olmak üzere teknik yardım sağlar. TIS, birçok teknik alanda ayrıntılı, yaygın olarak ihtiyaç duyulan bilgilere bağlantılar içerir. Sorular e-posta yoluyla da gönderilebilir **(tis @ arrl.org); Faks (860-594-0259)**; Veya posta (TIS, ARRL, 225 Main St, Newington, CT 06111).

22.1.4 Tanımlar

Dirençler, kapasitörler ve indüktörler gibi elektronik bileşenler *nominal bir değerle üretilir* - etiketlendikleri değer. Bileşenin *gerçek değeri,* uygun bir ölçüm cihazı ile ölçülen değerdir. Eğer nominal değer metin karakterleri olarak verilirse, değerdeki bir "R" (örneğin "4R7") *radiks anlamına gelir ve ondalık* bir nokta olarak okunur, böylece "4.7",

Tolerans bir dizi kabul edilebilir Nominal bileşen değerinin üstünde ve altında değerler. Örneğin, ± %20 tolerans için derecelendirilmiş bir 4700-92 direnç, 3760 © ve 5640 £2 arasında herhangi bir yerde gerçek bir değere sahip olabilir. Her zaman daha geniş bir toleransa sahip daha yakın toleranslı bir cihazı değiştirebilirsiniz. Çoğu Amatör Radyo projesi için, hiçbiri belirtilmemişse %10 tolerans varsayın .

Bir bileşenin sıcaklık katsayısı veya tempkosu, değerin sıcaklıkla değişimini tanımlar. Tempco, derece başına birim değerdeki bir değişiklik (santigrat derece başına ohm) veya derece başına göreceli bir değişiklik (derece başına milyonda parça) olarak ifade edilebilir. Fahrenheit veya Kelvin kullanabilen sıcaklık algılama bileşenleri dışında, Celsius neredeyse her zaman sıcaklık ölçeği için kullanılır. Sıcaklık katsayıları, kapasitörler, termistörler veya kuvars kristalleri gibi doğrusal olmayabilir. Bu gibi durumlarda, tempco, Z5U veya COG gibi bir tanımlayıcı ve üretici tarafından sağlanan sıcaklık ile değişimin bir denklemi veya grafiği ile belirtilir.

22.1.5 Yüzey Montaj Teknolojisi (SMT)

"SMT", bu kitap boyunca, yüzey akış - teknolojisini içeren bileşenleri, baskılı devre kartlarını veya montaj tekniklerini ifade etmek için kullanılır. SMT bileşenleri genellikle "SMD've" SMC "kısaltmalarıyla anılır, ancak her üç kısaltmanın da etkili bir şekilde eşdeğer olduğu kabul edilir. *Delikten veya kurşunlu bileşenler,* baskılı devre kartlarındaki deliklere yerleştirilmesi veya noktadan noktaya kablolamada kullanılması amaçlanan tel uçlara sahip olanlardır.

Aktif ve pasif birçok farklı elektronik bileşen türü artık yüzeye monte paketlerde mevcuttur. Her paket 1802 veya SİT gibi bir kodla tanımlanır. **SMT** paketlerindeki dirençler, delik dirençleri gibi, güç dağılımı ile değil, paket kodu ile ifade edilir. Bu bileşenlerin çok küçük boyutu, geleneksel kodlarla işaretlemek için çok az yer bırakır, bu nedenle mümkün olan en küçük alanda en fazla bilgiyi iletmek için kısa alfanümerik kodlar kullanılır. SMT bileşenlerinin gövdelerindeki işaretleri okumak için bir büyüteçe ihtiyacınız olacaktır.

Birçok durumda, satıcılar SMT bileşenlerini bant halinde ana makaralardan paketleyecek ve bileşenler işaretlenmeyecektir. Bu genellikle SMT dirençleri ve küçük kapasitörler için geçerlidir. Bununla birlikte, bant işaretlenecek veya bileşenler etiketli bir plastik torbada teslim edilecektir. Bileşenleri ayrı ve etiketli tutmaya özen gösterin, yoksa değerlerini tek tek ölçmeniz gerekir!

HAMCALC Hesap Makineleri

VE3ERP George Murphy'nin HAMCALC yazılım hesap makinesi paketi çok kullanışlı. Anten uzunluklarından empedans eşleştirmeye kadar düzinelerce konuyu kapsayan paket ücretsiz olarak indirilebilir 'dan **HAMCALC** programları GWBASİC'de yazılmıştır. *Windows 7 ve* üstü kullanıcılar, işletim sistemlerinin sürümüne ve yapılandırmasına bağlı olarak HAMCALC yazılımını çalıştıramayabilir.

22.2 Dirençler

Çoğu direnç, üreticiden bağımsız olarak watt, direnç değerleri ve tolerans için ortak derecelendirmeler oluşturmak için EIA standartları kullanılarak üretilir. Dirençler için EIA işaretleme yöntemleri, değeri ve toleransı belirtmek için alfanümerik bir şema veya bir renk kodu kullanır.

Elektroniğin ilk günlerinde, %10 ve %20 tolerans dirençleri çoğu amatör tarafından kullanılan yaygın ve ucuz çeşitlerdi. %1 tolerans dirençleri "hassas dirençler'olarak kabul edildi ve amatör tarafından çok daha yüksek maliyetleri nedeniyle nadiren kullanıldı.

Günümüzde, gelişmiş üretim teknikleri ile hem %5 hem de %1 tolerans dirençleri yaygın olarak mevcuttur ve *ucuzdur*, %0.1'e kadar hassas dirençlerle nadir değildir.

22.2.1 Direnç Tipleri

Başlıca direnç tipleri aşağıda açıklandığı gibi karbon bileşimi, karbon filmi, metalize film ve tel sargıdır. (Farklı direnç türlerinin özellikleri hakkında daha fazla tartışma için, **Elektrik Temelleri** bölümüne bakın.)

Karbon bileşim dirençleri, bir silindir içine sıkıştırıldığında ve kapsüllendiğinde istenen direnci elde etmek için formüle edilmiş bir karbon ve bağlayıcı malzeme bulamacından yapılır. Bu, %5 ila %20 aralığında toleranslı bir direnç verir. "Karbon comp" Dirençler zamanla nemi absorbe etme ve değer değiştirme eğilimindedir, ancak film tipi bir dirence zarar verecek veya yok edecek geçici "darbe" aşırı yüklerine dayanabilir.

Karbon film dirençleri, bir dielektrik film veya substrat üzerinde biriken bir karbon tabakasından yapılır. Karbon filmin kalınlığı, karbon bileşiminden daha fazla hassasiyetle istenen direnci oluşturmak için kontrol edilir. Karbon bileşim dirençlerine düşük maliyetli alternatiflerdir ve %1 ila %5 toleranslarla kullanılabilirler.

Metalize film dirençleri, karbon filmleri, %0.1 toleranslara çok doğru dirençler elde etmek için püskürtme teknikleri kullanarak dielektrik üzerine biriken metal filmlerle değiştirir. Metal film dirençleri de üretir

Karbon dirençlerden daha az termal gürültü.

Bu direnç tiplerinin üçü de normalde % W'den 2 W'ye kadar güç oranlarına sahiptir. Şekil **22.1 ve** Tablo **22.1 ve** 22.2, delikten ve SMT dirençleri için vücut boyutlarını ve kurşun veya ped aralığını sağlar.

Yeni tasarımlar için, karbon film ve metalize film dirençleri, eski karbon kompozisyon dirençlerine kıyasla geliştirilmiş özellikleri ve daha düşük maliyetleri için kullanılmalıdır. Metalize filmler daha düşük rezidüel indüktansa sahiptir ve genellikle VHF'de tercih edilir. Çoğu yüzey montaj direnci (Şekil **22.2'de gösterilmiştir)** metalize filmlerdir.

Tel sargılı dirençler, adından da anlaşılacağı gibi, 2 W'nin üzerindeki güç dereceleri için istenen direnci elde etmek için bir yalıtım formunun etrafına sarılmış tel uzunluklarından yapılır. Wirewound - dirençleri, bir bobine benzer bir formun etrafına sarılmış telin neden olduğu yüksek parazitik indüktansa sahiptir ve bu nedenle RF frekanslarında kullanılmamalıdır**. Şekil 22.3 (A, B ve** D) **Tablo 22.3'te watt aralıklarına sahip üç tip tel sargılı direnç göstermektedir.**

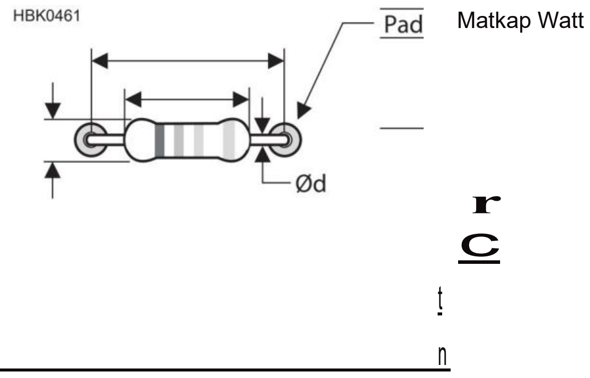
Tel sargılı dirençlere bir alternatif, *kalın film güç dirençleri olarak bilinen yeni nesil dirençlerdir.* TO-220 veya benzer bir - durumda paketlenmiş 100 Wand'a kadar derecelendirilirler, bu da onları ısı emicilerine ve baskılı devre kartlarına monte etmeyi kolaylaştırır. Çoğu çeşit endüktif değildir ve RF kullanımı için uygundur. Metal oksit ("çimento") dirençleri de Şekil 22.3B'inkine benzer paketlerde mevcuttur. Karbon bileşim dirençlerine benzer şekilde, metal oksit dirençleri RF'de endüktif değildir

22.2.2 Direnç Özdeğerlendirme

Dirençler, **Şekil 22.4'te gösterildiği gibi İEC 60062:2016 standardı ile tanımlanır.** İEC sayısal kodu dünya çapında kullanılmaktadır. Direnç tanımlaması için İEC sayısal kodu endüstride yaygın olarak kullanılmaktadır. Ohm cinsinden ifade edilen nominal direnç, %2 (ve daha büyük) tolerans cihazları için üç basamakla tanımlanır. İlk iki basamak önemli rakamları temsil eder; Son rakam çarpanı 10'un üssü olarak belirtir. (Çarpan sadece önemli sayıları takip eden sıfırların sayısıdır.) 100 n'den küçük değerler için, R harfi önemli basamaklardan birinin yerine geçer ve ondalık bir noktayı temsil eder. Alfabetik bir karakter, Tablo 22.2'de gösterildiği gibi toleransı gösterir.

Örneğin, "122J °'ile işaretlenmiş bir direnç 1200 9 veya 1.2 k02 %5 direnç olacaktır. "1211'gibi dört basamaklı bir direnç, 1210 9 veya 1.21 kO %1 hassas direnç olacaktır.

Eğer birimin toleransı ± %2'den daha dar ise, kullanılan kod, ilk üç hanenin önemli rakamlar ve sonuncusunun çarpan olduğu dört basamaklı bir koddur. The



Şekil 22.1 - **Direnç wattları ve boyutları.**

Tablo 22.1
Direnç Wattları ve Boyutları

Boyut	*L*	*D*	*LS **	*~ d*
% W	0.16	0.07	0.2	0.02
4W	5	9	5	0
½ W	0.26	0.09	0.3	0.02
1W	8	8	5	4
2W	0.39	0.13	0.6	0.02
				9
				0.03
	2	7	0	2
	0.68	0.30	0.9	0.03
	7	0	0	2

*PCB Ped **Boyutu ve** Matkap 0.056* yuvarlak, 0.029 delik 0.056 yuvarlak, 0.029 delik 0.065 yuvarlak, 0.035 delik 0.100 yuvarlak, 0.046 delik 0.100 yuvarlak, 0.046 delik

Boyutlar inç cinsinden.
* LS = Önerilen PCB kurşun büküm



Şekil 22.2 - **Yüzey montaj dirençleri.**

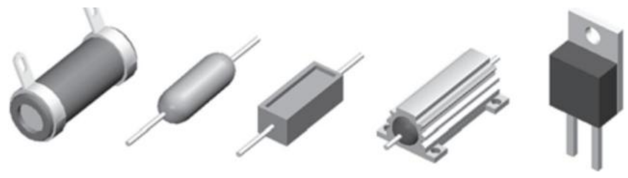
Tablo 22.2
SMT Direnç Wattları ve Boyutları

Vücut Boyut	*L*	*w*	*H*	*SMTPad*	0-0°	*Mektup*	*Tolerans*
0402	0.039	0.020	0.014	0.025 x 0.035	0.050	D	±0.5%
0603	0.063	0.031	0.018	0.030 x 0.030	0.055	F	±1.0%
0805	0.079	0.049	0.020	0.040 x 0.050	0.075	G	±2.0%
1206	0.126	0.063	0.024	0.064 x 0.064	0.125	J	±5.0%
1210	0.126	0.102	0.024	0,070 x 0,100	0.150		

SMT Direnci Tolerans

Boyutlar inç cinsinden.
* C-C SMT pad merkezden merkeze aralıktır

Şekil 22.3 - **Güç dirençleri.**



Tablo 22.3
Güç dirençleri

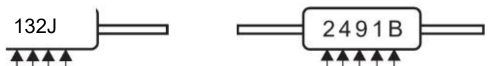
Şekil 22.3	*Power Direnç Tipi*	*Watt Aralığı*
A	Tel sargılı, seramik çekirdek	*10-300* W
B	Tel-yara, eksenel	3-10 W
C	Metal-oksit	5-25 W
D	Tel sargılı, alüminyum gövde	3-50 W
E	Kalın film dirençleri *	15-100 W

* Tel sargılı dirençler endüktiftir, ancak nadiren veri sayfalarında olduğu gibi not edilir ve RF için önerilmez. Kalın film ve metal oksit güç dirençleri düşük endüktans veya noninduktif .

İEC 60062:2016 Özdeğerlendirme ve İşaretleme Standardı

%5-20 Dirençler

"Hassas" Dirençler



132J

2491B

1. basamak
2. basamak
çarpanı
tolerance
J ± %5 K
± %10 G
± %20

1. basamak
2. basamak
3. basamak
Tolerans
B ± %0.1
D ± %0.5
F ± % 1

Örnekler:
"132J" = 1300 = 1.3KO %5 "510K" = 51 = 510 %10 "2R2G" = 2.2O %20

"2491 B" = 2490 = 2.49K %0.1 "5110D" = 511 = 5110 %0.5 "51R1F" = 51.1 = 51.10 %1

EIA Direnç Renk Kodları

%5-20 Direncler
(4 bantlı renk kodu)

Renk kodları

Rak	Renk	
0	Siyah	(blk)
1	Kahver	(brn)
2	Kırmızı	(
3	turuncu	(org)
4	sarı	(ylw)
5	Yeşil	(grn)
6	Mavi	(blu)
7	menek	(vio)
8	Gri	(gry)
9	Beyaz	(wht)

91*1

2. basamak toleransı
lt
. 1. Altın ± %5
Muipier - gümüş ± %10
Hiçbiri ± %20

"Hassas" Dirençler
(5 bantlı renk kodu)

1. basamak jjgrj t
2. basamak toleransı 0
3. basamak - i vio ± %0.1
. grn ± %0.5
çarpan - brn ± 1 %

Örnekler:
Brn-org-org-gold = 13K02 %5
grn-brn-blk-silver = 5102 10%
brn-org-org-brn-brn = 1.33KC

HBK0464

R harfi, ondalık bir noktayı temsil etmek için aynı şekilde kullanılır. Örneğin, 1001 1000-9 birimini, 22RO ise 22-02 birimini belirtir.

İşte direnç değeri işaretlerinin bazı ek örnekleri:

Kod	*Değer*
101	10 ve 1 sıfır = 100 ©
224	22 ve 4 sıfır = 220.000 Q
lRO	1.0 ve sıfır yok = 1 O
22R	22.0 ve sıfır yok = 22 0
RIO	0.1 ve sıfır yok = 0.1 © 2

Sadece delikli bileşenlerle kullanılan direnç renk kodu, önemli rakamları, çarpanı ve toleransı temsil etmek için Tablo 22.4'te gösterildiği gibi, bir ila dokuz ve sıfır arasındaki rakamlara renkler atar. Renk kodu genellikle siyah (0), kahverengi (1), kırmızı (2), turuncu (3), sarı (4), yeşil (5), mavi (6), menekşe (7), gri (8) ve beyaz (9) renkleri temsil etmek için "Büyük erkekler genç kızlarımızla yarışıyor, ancak Violet genellikle kazanıyor'gibi bir anımsatıcı ile ezberlenir. Şüphesiz, yıllar boyunca popüler hale getirilen bu hafıza yardımının diğer sürümlerini keşfedeceksiniz.

Örneğin, siyah (1), kırmızı (2), kırmızı (2) ve altın renk bantlarına sahip bir direnç, 1200 © veya 1.2 k © 2 %5 direnç olacaktır, altın bant %5 toleransı belirtir .

Direnç renk kodu, kapasitörleri ve indüktörleri tanımlamak için de kullanıldığı için ezberlenmelidir. İt, çok iletkenli veya şerit kabloları bağlarken de kullanışlıdır.

Dirençler ayrıca El2 veya E48 gibi bir "E" serisi sınıflandırma ile tanımlanır. E harfini izleyen sayı, on yılda logaritmik adımların sayısını gösterir. On yılda daha fazla adım, daha fazla direnç değeri seçeneği ve daha sıkı toleranslar olabilir. Örneğin, El2 serisinde, %10 toleranslı 1 kQ ve 10 k © arasında on iki direnç değeri vardır; E48 %1 toleransta 1 k © ve 10 k © arasında 48 değer sağlar. Bu sistem genellikle istenen direnç doğruluğunu ve toleransını belirtmek için çevrimiçi devre hesaplayıcılarıyla birlikte kullanılır. (**%10), E24 (%5), (%2) ve (%1) serilerinin standart direnç değerleri Tablo 22.5'te listelenmiştir.**

Askeri elektronikte kullanılan dirençler (Mil-spec) **Tablo 22.6'da listelenen tür tanımlayıcılarını kullanır.** Ek olarak, boya şeridi değer bantlarına sahip Mil-spec dirençleri, sertifikalandırıldıkları güvenilirlik seviyesini gösteren ekstra bir banda sahiptir.

Yüzeye monte dirençler alfanümerik bir kodla etiketlenir. Threedigit ve dört basamaklı değer ve üs ve EIA-96 smdcalc.php adresinde açıklanan **www.hobby-hour.com/electronics/ etiketleme standardı dahil olmak üzere çeşitli tanımlama kuralları vardır.**

Şekil 22.4 - **Direnç değeri tanımlama.**

Tablo 22.4
Direnç renk kodları

Renk	*Önemli Şekil*	*Ondalık Çarpan*	*Tolerans (%)*
Siyah	0	1	
Kahverengi	1	10	1
Kırmızı	2	100	2
Turuncu	3	1,000	
Sarı	4	10,000	
Yeşil	5	100,000	0.5
Mavi	6	1,000,000	0.25
Menekşe	7	10,000,000	0.1
Gri	8	100,000,000	0.05
Beyaz	9	1,000,000,000	
Altın		0.1	5
Gümüş		0.01	10
Renk vok			20

Tablo 22.5
EIA Standart Direnç Değerleri

±10%	±5%	±2%		*±1%*			
(E12)	*(E24)*	*- (E48)*		*(E96)*			
100	100	100	316	100	178	316	562
120	110	105	332	102	182	323	576
150	120	110	348	105	187	332	590
180	130	115	365	107	191	340	604
220	150	121	383	110	196	348	619
270	160	127	402	113	200	357	634
330	180	133	422	115	205	365	649
390	200	140	442	118	210	374	665
470	220	147	464	121	215	383	681
560	240	154	487	124	221	392	698
680	270	162	511	127	226	402	715
820	300	169	536	130	232	412	732
	330	178	562	133	237	422	750
	360	187	590	137	243	432	768
	390	196	619	140	249	442	787
	430	205	649	143	255	453	806
	470	215	681	147	261	464	825
	510	226	715	150	267	475	845
	560	237	750	154	274	487	866
	620	249	787	158	280	499	887
	680	261	825	162	287	511	909
	750	274	866	165	294	523	931
	820	287	909	169	301	536	953
	910	301	953	174	309	549	976

Her on yıl için Tablo 22.5
Örnek: 133 = 13.3 £2, 133 02, 1.33 k © 2, 13.3 02, 133 k © 2 ,

Tablo 22.6
Mil-Spec Dirençleri

Watt	*Metal film türleri*	*Sabit film türleri*	*Kompozisyon türleri*
% W	*RN50*		
% W	RN55		
¼ W	RN60	*RL05*	
½ W	RN65	RL07	
1 W	RN75	RL20	
2W	RN80	RL32	
		RL42	

Tolerans kodları

B	±0.1%
C	±0.25%
D	±0.5%
F	±1%
G	±2%
J	±5%
K	±10%

Örnekler:
RN60D-2202F = 22 k02 1 %
RL07S-471J = 470 92 ±5%
RLR07C-471J = 470 92 ±5%

Not: RN Mil-Spec 1996 yılında durduruldu Hala Vishay-Dale gibi bazı üreticiler tarafından kullanılmaktadır.

22.3 Kapasitörler

Kapasitörler en geniş elektronik bileşen çeşitliliğini sergiler. O kadar çok çeşit ve tip mevcuttur ki, belirli bir uygulama için uygun kapasitörü seçmek çok zor olabilir. Seramik ve film kapasitörler amatör tarafından kullanılan en yaygın iki türüdür. (Farklı kapasitör türlerinin özellikleri hakkında ek bilgi için, **Elektrik Temelleri** bölümüne bakın.)

Kapasitörler düzinelerce özelliğe göre sınıflandırılsa da, EIA, seramik kapasitörleri Sınıf 1, 2, 3 ve 4 olarak adlandırılan dört kategoriye ayırarak seçim sürecini basitleştirmiştir. Sınıf 1 kapasitörler en kararlı ve Sınıf 4 en az tercih edilir. Birçok katalog artık seramik kapasitörleri sınıflarına göre listeliyor ve bileşen seçimini büyük ölçüde basitleştiriyor.

Frekans belirleyici gibi frekansa duyarlı devrelerde kullanılan kapasitörler için Osilatörlerde veya ayarlı devrelerde kapasitörler, Sınıf **1 kapasitör** (COG veya NPO) seçin. Aşamalar arası kuplaj veya bypass kapasitörler gibi diğer uygulamalar için, Sınıf 2 veya Sınıf 3 (X7R veya Z5U) bileşenleri genellikle yeterlidir. Modem üretim teknikleri ile, bugün Sınıf 4 kapasitör bulmak nadirdir.

Dirençler gibi, kapasitörler **Tablo 22.7'de gösterilen EIA standart değerler serisi, E6 ve E12'de mevcuttur.** Çoğu kondansatör %5 veya daha fazla toleransa sahiptir. Filtreleme için kullanılan yüksek değerli kapasitörler, -5 % ve + 10 % gibi asimetrik toleranslara sahip olabilir, çünkü birincil endişe garantili bir minimum kapasitans değeridir .

Tablo 22.7
EIA Standart Kapasitör Değerleri

± %20 Kapasitörler (E6)

pF	pF	pF	µF	µF	µF	µF
1.0	10	100	0.001	0.01	0.1	1
1.5	15	150	0.0015	0.015	0.15	1.5
2.2	22	220	0.0022	0.022	0.22	2.2
3.3	33	330	0.0033	0.033	0.33	3.3
4.7	47	470	0.0047	0.047	0.47	4.7
6.8	68	680	0.0068	0.068	0.68	6.8

± %10, ± %5 Kapasitörler

pF	pF	pF	µF	µF	µF	µF
1.0	10	100	0.001	0.01	0.1	1
1.2	12	120	0.0012	0.012	0.12	
1.5	15	150	0.0015	0.015	0.15	
1.8	18	180	0.0018	0.018	0.18	
2.2	22	220	0.0022	0.022	0.22	2.2
2.7	27	270	0.0027	0.027	0.27	
3.3	33	330	0.0033	0.033	0.33	3.3
3.9	39	390	0.0039	0.039	0.39	
4.7	47	470	0.0047	0.047	0.47	4.7
5.6	56	560	0.0056	0.056	0.56	
6.8	68	680	0.0068	0.068	0.68	
8.2	82	820	0.0082	0.082	0.82	

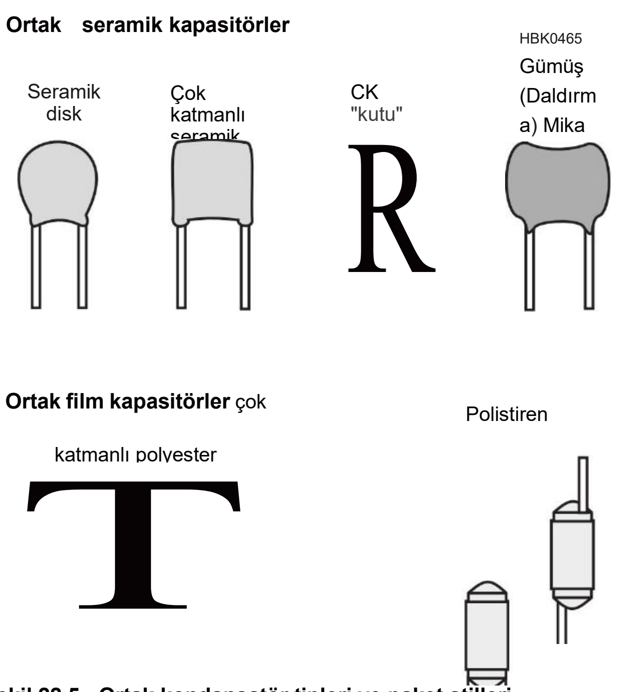
22.3.1 Kapasitör tipleri

Kapasitör tipleri seramik dielektrik, film dielektrik ve elektrolitik olarak gruplandırılabilir. Kapasitör tipi genellikle **Şekil 22.5** ve **22.6'da gösterildiği gibi görünümleriyle belirlenebilir.** Tel uçlu kondansatörler iki kurşun stiline sahiptir: *eksenel ve radyal. Eksenel* uçlar, genellikle - kondansatörün en büyük boyutu olan ortak bir eksen boyunca zıt yönlerde hizalanır. Radyal uçlar kondansatör gövdesini aynı yönde bırakır ve genellikle kondansatör gövdesinin merkezi hakkında radyal olarak düzenlenir.

Disk (veya disk) seramik kapasitörler, istenen kapasitansı oluşturan bir seramik dielektrik ile ayrılmış iki metal plakadan oluşur. Düşük maliyetleri nedeniyle, en yaygın kapasitör türüdür. Ana dezavantaj, - sıcaklık değişimlerine duyarlılıklarıdır (yani, yüksek sıcaklık katsayısı).

Monolitik seramik kapasitörler, istenen kapasitansı oluşturmak için metal elektrotlar ve seramik katmanların sandviç katmanları ile yapılır. "Monolitikler", aynı kapasitans ve maliyet değeri için fiziksel olarak disk seramiklerinden daha küçüktür, ancak aynı yüksek sıcaklık katsayılarını sergilerler .

Polyester film kapasitörler geniş yapmak için metal ve polyester (Mylar) katmanları kullanın



Şekil 22.5 - **Ortak kondansatör tipleri ve paket stilleri.**



Şekil 22.6 - **Alüminyum ve tantal elektrolitik kapasitörler.**

Kapasite aralığı. Zayıf sıcaklık katsayılarına sahiptirler ve yüksek frekanslı kullanım için önerilmezler, ancak düşük frekanslı ve ses devreleri için uygundurlar.

Film kapasitörlerin performansını artırmak için, polipropilen, polistiren veya polikarbonat film veya gümüşlenmiş mika gibi diğer dielektrikler kullanılır. Bunlar RF kullanımı için geliştirilmiş çok kararlı kapasitörlerdir. Başlıca dezavantajları, diğer çeşitlerden daha yüksek maliyet ve daha düşük çalışma voltajlarıdır.

Kondansatörler sıcaklık değişimlerine karşı özellikle hassastır, çünkü kondansatörün fiziksel boyutları değerini belirler. Standart sıcaklık katsayısı kodları **Tablo 22.8'de gösterilmiştir. Her** kod, tablodaki her sütundan bir karakterden oluşur. Örneğin, ZSU işaretli bir kondansatör + 10 ile + 85 ° C arasında kullanım için uygundur, kapasitansta maksimum %56 veya + %22'lik bir değişiklik vardır.

Kapasitans yüksek tahmin edilebilir sıcaklık katsayıları olan kapasitörler bazen - performansı sıcaklık ile sabit kalması gereken devrelerde kullanılır. Bir uygulama -750 ppm/° C (N750) sıcaklık katsayısı gerektiriyorsa, U2J işaretli bir kapasitör uygun olacaktır. Bu derecelendirmeler için eski endüstri kodu, - Tablo 22.8'de gösterilen EIA kodu ile değiştirilmektedir. NP0 (yani, N-P-sıfır) "negatif, pozitif, sıfır" anlamına gelir. İt, - genellikle VFO'lar gibi sıcaklık kararlılığı gerektiren RF devreleri için belirtilen bir özelliktir. COG işaretli uygun değere sahip bir kondansatör, bir NP0 ünitesi için uygun bir alternatiftir .

22.3.2 Elektrolitik Kapasitörler

Alüminyum elektrolitik kapasitörler, kimyasal bir madde ile "ıslatılmış" alüminyum folyo kullanır ve etkili alanı ve dolayısıyla kapasitansı artırmak için katmanlar halinde oluşturulur. Alüminyum - elektrolitler düşük maliyetle küçük paketlerde yüksek kapasitans sağlar. Çoğu çeşit polarizedir, yani voltaj sadece bir "yönde" uygulanmalıdır. Polarize kondansatörler negatif (-) ve pozitif (+) kurşuna sahiptir. Alüminyum elektrolitlerinin standart boyutları Şekil **22'de gösterilmiştir. 7** ve Tablo **22.9.** Alüminyum elektrolitik için EIA standart değerleri Tablo **22.10'da verilmiştir .**

Çok eski elektrolitik kapasitörler dikkatle kullanılmalı veya tercihen değiştirilmelidir. İslak dielektrik ajan, uzun süre kullanılmadığı zamanlarda kuruyabilir ve bu da dahili kondansatör plakalarının enerjilendiğinde kısa devre oluşturmasına neden olur. Düşük voltaj uygulamak ve bir süre boyunca kademeli olarak arttırmak, kapasitörü çalışmaya geri yükleyebilir, ancak dielektrik ajan kuruduysa, kapasitör - değerinin bir kısmını veya çoğunu kaybedecek ve muhtemelen kayıplı ve başarısızlığa eğilimli olacaktır.

Tantal elektrolitik kapasitörler, bir tantal pentoksit tozu ile karıştırılmış bir tantal

Tablo 22.8
Seramik sıcaklık özellikleri
Yaygın EIA Tipleri:

EIA Sınıf	*EIA Kod*	*Özellikleri*	*Temp. menzil* *
1	CoG	0 ± 30 ppm/° C	-55 ° C ila + 125 ° C
2	Y5P	±10%	-30 ° C ila + 85 ° C
2	X7R	±15%	-55 ° C ila + 125 ° C
2	Y5U	±20%	-10 ° Cto + 85 ° C
2	Z5U	±20%	+ 10 ° C ila + 85 °
2	Z5V	+80%, -20%	C -30 ° C ila + 85
3	Y5V	+80%, -20%	° C

Yaygın İndustry Türleri:

EIA Sınıf	*EIA Kod*	*Özellikleri*	*Temp. menzil* *
1	NP0	0 ± 30 ppm/° C	-55 ° C ila + 125 ° C
2	CK05	±10%	-55 ° C ila + 125 ° C

* Sıcaklık. Karakteristiklerin belirlendiği aralık ve farklı üreticiler arasında biraz değişebilir

Sıcaklık katsayısı kodları

Minimum Sıcaklık	*Maksimum Sıcaklık*	*Sıcaklık aralığında maksimum kapasitans değişimi*
X -55 ° C	2 + 45 ° C	A ± 1.0 %
Y-30 ° C	4 + 65 ° C	B ± %1,5
Z + 10 ° C	5 + 85 ° C	C ± %2.2
6 + 105 ° C		D ± %3.3
7 + 125 ° C		E ± 4.7 %
		F ± %7.5
		P ± %10
		R ± %15
		S ± %22
		T-33 %, + 22 %
		U-56 %, + 22 %
		V-82 %, + 22 %

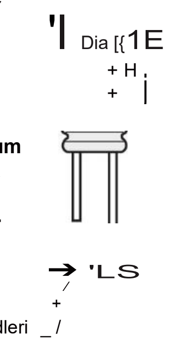
Tablo 22.9
Alüminyum elektrolitik kapasitörler standart boyutlar
(Radyal uçlar)

H	*Dia*	*LS*	*Ped* ***Boyutu ve*** *Matkap*
		0.08	* 0,056 yuvarlak, 0,029
0.44	0.20	0.10	delik 0,056 yuvarlak,
0.44	0.25	0.14	0,029 delik 0,065
0.44	0.32	0.20	yuvarlak, 0,029 delik
0.52	0.40	0.20	0,080 yuvarlak, 0,035
0.78	0.50	0.30	delik 0,080 yuvarlak,
1.00	0.63	0.30	0,035 delik 0,100
1.42	0.72	0.40	yuvarlak, 0,035 delik

Boyutlar inç cinsinden.
* PCB üzerinde "+" kurşun kare ped yapmak için geleneksel

HBK0467

Şekil 22.7 - Alüminyum elektrolitik kapasitör boyutları.4



İslak veya kuru elektrolit, daha sonra geniş bir etkili alan için bir pelet veya sümüklü böcek haline geldi. Tantalumlar ayrıca çok küçük paketlerde yüksek kapasitans değerleri sağlar. Tantalumlar alüminyum elektrolitik kapasitörlerden daha pahalı olma eğilimindedir. Alüminyum elektrolitik kondansatör gibi, tantal kondansatörler de - dikkat edilmesi gereken polarize edilir. Bazı tantalum çeşitleri, ters polarite ile voltaj uygulanırsa veya voltaj derecesi aşılırsa tam anlamıyla patlayabilir veya patlayabilir. Tantal elektrolitleri, küçük boyutları nedeniyle neredeyse sadece yüksek değerli SMT bileşenleri olarak kullanılır. 4 V'de 1000 µF'ye kadar kapasitans değerleri, vücut boyutları yaklaşık çeyrek inç kare ile mevcuttur .

Num ve tantal elektrolitleri (Şekil 22.6'da gösterilmiştir) kafa karıştırıcı olabilir. Çoğu tantal elektroliti, pozitif kurşunu gösteren katı bir bantla işaretlenir. Alüminyum - elektrolitler bantlar veya sembollerle mevcuttur

Tablo 22.10
Alüminyum elektrolitik kapasitörler
EIA ± %20 Standart Değerler

µF	µF	µF	µF	µF
0.1	1.0	10	100	1000
0.22	2.2	22	220	2200
0.33	3.3	33	330	3300
0.47	4.7	47	470	4700
0.68	6.8	68	680	6800
0.82	8.2	82	820	8200

Negatif veya pozitif ipucunu işaretlemek. Eksenel kurşunlu elektrolitik kondansatörlerin pozitif kurşunu genellikle - negatif kurşundan daha uzun olacak şekilde üretilir ve negatif kurşun doğrudan kondansatörün metalik kasasına bağlanırken genellikle fiber veya plastik yalıtım malzemesi yoluyla kondansatöre girer. Kapasitörlerin polaritesini yanlış tanımlamak, montaj veya onarım sırasında yaygın bir hatadır.

22.3.3 Yüzey Montaj Kapasitörleri

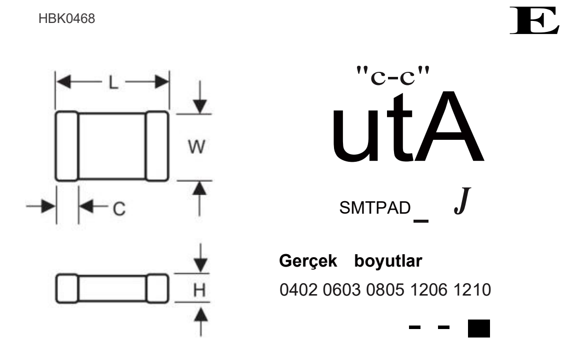
SMT kapasitörler genellikle film, seramik veya tantal elektrolitiklerdir. Vücut ölçüleri **Şekil 22.8 ve 22.9'da gösterilmiştir.** İEC şeması kapasitör değerini etiketlemenin standart yöntemi olmasına rağmen, önemli rakamları belirten bir harf ve çarpanı gösteren bir sayıdan oluşan iki karakterli bir alfanümerik kodla karşılaşabilirsiniz (bkz. Tablo 22.11). Kod, picofaradlardaki kapasitansı temsil eder. Örneğin, "A4 °" işaretli bir yonga kapasitörü, 0.000 pF'lik bir kapasitansa sahip olacak, or0.01 µF. "Nl" işaretli bir birim 33-pF bir kapasitör olacaktır. Cihaz paketinde yeterli alan varsa, bir tolerans kodu dahil edilebilir. Standart SMT gövde boyutları ve ped aralığı **Tablo 22.12'de verilmiştir .**

Tablo 22.11
SMT Kapasitör İki Karakterli Etiketleme Önemli Şekil Kodları

Karakter A	*Önemli rakamlar*	*Karakter* T	*Önemli rakamlar*
B	1.0	u	5.1
C	1.1	V	5.6
D	1.2	W	6.2
E	1.3	X	6.8
F	1.5	y	7.5
G	1.6	Z	8.2
H	1.8	a	9.1
J	2.0	b	2.5
K	2.2	d	3.5
L	2.4	e	4.0
M	2.7	f	4.5
N	3.0	m	5.0
p	3.3	n	6.0
Q	3.6	t	7.0
R	3.9	y	8.0
S	4.3		9.0
	4.7		

Çarpan kodları

Sayısal Karakter	*Ondalık Çarpan*
0	1
1	10
2	100
3	1,000
4	10,000
5	100,000
6	1,000,000
7	10,000,000
8	100,000,000
9	0.1



Şekil 22.8 - **Yüzeye monte kondansatör paketleri.**

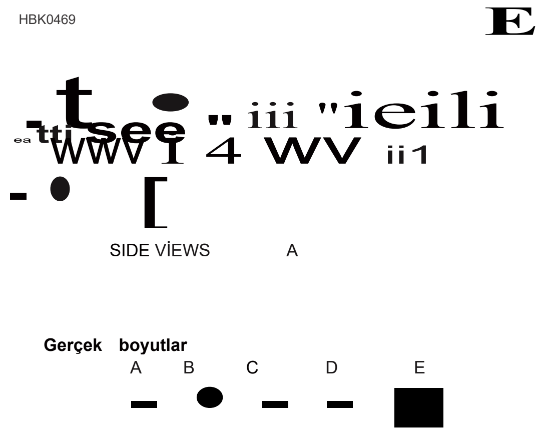
Tablo 22.12
Yüzey Montaj Kapasitörleri - EIA Standart Boyutlar

Boyut	*Uzunluk*	*Genişlik*	*Yükseklik*	*C*	*SMT Pad*	c-0 °
0402	0.039	0.020	0.014	0.010	0.025 x 0.035	0.050
0603	0.063	0.031	0.018	0.014	0.030 x 0.030	0.055
0805	0.079	0.049	0.020	0.016	0.040 x 0.050	0.075
1206	0.126	0.063	0.024	0.020	0.064 x 0.064	0.125
1210	0.126	0.102	0.024	0.020	0,070 x 0,100	0.15

Yüzey Montaj Elektrolitik Kapasitörler - EIA Standart Boyutlar

Boyut	*Uzunluk*	*Genişlik*	*Yükseklik*	c-0 *	*SMTPad*
A (1206)	0.126	0.063	0.063	0.110	0.055 x 0.060
B (1411)	0.138	0.110	0.075	0.136	0.075 x 0.090
C (2412)	0.236	0.126	0.098	0.265	0.090 x 0.120
D (2916)	0.287	0.169	0.110	0.250	0,100 x 0,100
E (2924)	0.287	0.236	0.142	0.250	0,100 x 0,100

Boyutlar inç cinsinden.
* C-C SMT pad merkezden merkeze aralıktır



Şekil 22.9 - **Yüzeye monte elektrolitik paketler.**

22.3.4 Kapasitör voltaj değerleri

Kapasitörler ayrıca maksimum çalışma voltajlarına göre derecelendirilir. Uygun voltaj derecesine sahip bir kapasitör seçmenin önemi genellikle göz ardı edilir. Voltaj derecesinin aşılması, anlık olarak bile olsa, aşırı ısınmaya, kapasitans değerinin kalıcı olarak değişmesine, kısa devreye veya düpedüz yıkıma neden olabilir. Sonuç olarak, voltaj derecesi kondansatör boyunca çalışma voltajından en az %25 daha yüksek olmalıdır; Birçok tasarımcı %50-100 kullanır.

%25 kılavuzunu takiben, bir 12-V sistemi için filtre kapasitörleri en az bir 15-V derecesine sahip olmalıdır (12 V x 1.25). Bununla birlikte, 12-V güç kaynakları ve otomotiv 12-V elektrik sistemleri gibi 12-V sistemler aslında 13.8 V'a yakın çalışır ve otomotiv sistemleri söz konusu olduğunda, 15 V gibi yüksek durumlarda, 15 V için derecelendirilmiş kapasitörler yetersiz bir güvenlik marjı olacaktır; Bu gibi durumlarda 20 ila 25-V kapasitör kullanılmalıdır.

İn büyük sinyal ac devreleri, maksimum Kapasitörün voltaj derecesi, mevcut tepe-tepe gerilimlerine dayanmalıdır. Örneğin, bir 5-W QRP vericisinin çıkışı 16 VgMs veya yaklaşık 45 Vp_p'dir. Çıkış alçak geçiren filtrede olduğu gibi 5 W RF gücüne maruz kalan kapasitörler, %25 kuralı için 50 V'un üzerinde derecelendirilmelidir. 100 W'lık bir verici yaklaşık 200 Vp.P RF voltajı üretir.

Filtreleme veya birleştirme için birincil ac devrelerine (doğrudan ac hattına) bağlanacak kapasitörler ac hattı kullanımı için derecelendirilmelidir. Bu kapasitörler kataloglarda olduğu gibi listelenmiştir ve arıza durumunda yangın ve diğer tehlikeleri en aza indirmek için tasarlanmıştır. Rememeber, aynı zamanda, bu ac hattı voltajı, tepe-tepe voltajı 2.83 kat daha yüksek olan RMS olarak verilir: 120 VgMs 339 Vp.p

Maksimum voltaj derecesine yaklaşan tepe-tepe gerilimlerinin uygulanması, kapasitörün aşırı ısınmasına neden olacaktır. Bu, **tum'da,** kapasitans değerinde kalıcı bir kaymaya neden olacaktır. Bu, verici ve anten arasındaki uygun empedans eşleşmesini korumaya çalışırken yukarıda belirtilen çıkış düşük geçiş filtresi örneğinde istenmeyen olabilir.

Maksimum voltaj derecesinin aşılması, kondansatördeki dielektrik malzemenin bozulmasına da neden olabilir. Voltaj anlık neden plakalar arasında atlayabilir veya kondansatör plakaları arasında kalıcı elektrik şortları.

Gerilim derecesini aşan İn elektrolitik ve tantal kapasitörler, dielektrik malzeme olarak kullanılan yağ veya ıslatma maddesinin aşırı ısınmasını sağlayabilir. Genişleyen gazlar kapasitörün patlamasına veya patlamasına neden olabilir.

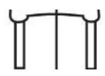
Bu aşırı voltaj sorunları, normal tepe noktasından tepe noktasına %25-50 daha yüksek bir voltaj derecesine sahip bir kapasitör seçerek

Tablo 22.13

Kondansatör Voltajları

Standart Seramik	*Polyester*	Çalışma *Elektrolitik*	*Tantal*
		6.3V	6.3V
		10V	10V
16V		16V	16V
25V		25V	20V
		35V	25V
50V	50V	50V	35V
		63V	50V
100V	100V	100V	63V
	150V	150V	
200V	200V		
	250V	250V	

HBK0470



Seramik sıcaklık katsayıları Min. temp. **max.** Temp. kaptan. Değişim
X = -55 ° C 2 = + 45 ° C P = ± %10
Y = -30 ° C 4 = + 45 ° C R = ± %15
Z = 10 ° C 5 = + 85 ° C S = ± %20
6 = 105 ° C T = -33 , + %22
7 = 125 ° C U = -56, + 82,

Örnekler:
X7R = -55 ° C ila + 125 ° C**, ± %15 Y5V** = -30 ° C ila + 85 ° C**, -82 % ila + %22**
Z5U = -10 ° C ila + 85 ° C, -56 % ila + 22 %

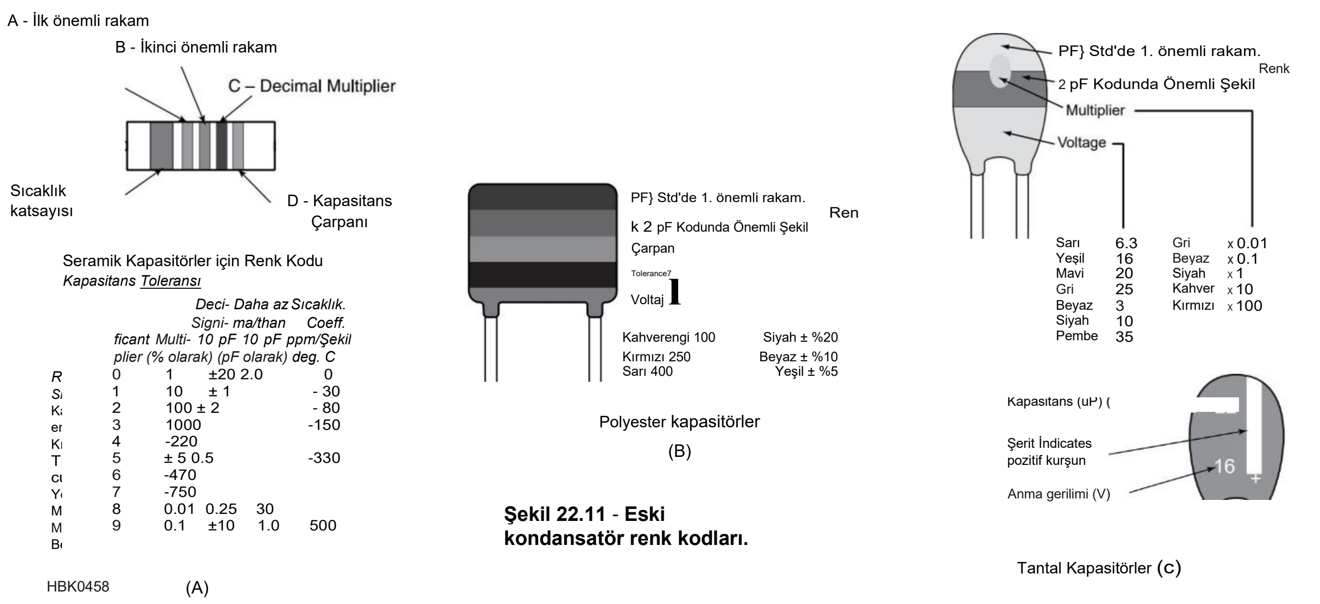
Değer ve Tolerans (her türlü)

391J

1. dig;11jL rotecaoce
2. dijital- J ± %5
çarpan K ± %10
G ± %20

Örnekler:
390J = 39pF, ± %5
391J = 390pF, ± %5
102K = .001 uF, ± %10
104G = .1uF, ± %20

Şekil 22.10 - Kısaltılmış İEC kapasitör tanımlaması. Bu yöntem SMT kapasitörlerde kullanılır. Sayısal alandaki bir "R", "radix" anlamına gelir ve ondalık bir noktayı temsil eder, böylece "4R7" örneğin 4.7'yi gösterir.



Şekil 22.11 - **Eski kondansatör renk kodları.**

çalışma voltajı**. Tablo 22.13,** yaygın kapasitör tipleri için standart çalışma voltajlarını listeler.

22.3.5 Kapasitör Özdeğerlendirm e

Kapasitörler, **Şekil 22.10'da gösterildiği gibi sayısal veya renk kodu standardı ile tanımlanır.** 2000 yılından bu yana, İEC sayısal kodu kondansatör tanımlamasının en baskın şeklidir ve tüm kondansatör tiplerinde ve gövde stillerinde kullanılır. Renk kodlama şemaları nadir hale geliyor, sadece ABD dışındaki birkaç üretici tarafından kullanılıyor. Bazı delikli "sakız damlası" tantal kapasitörleri de hala **Şekil 22.11'in renk kodlarını kullanmaktadır. Elektrolitik** ve tantal kapasitörler genellikle Şekil 22.1 lC'de olduğu gibi µF ve V cinsinden kapasitans ve çalışma voltajı ile etiketlenir.

Direnç İEC koduna benzer şekilde, rakamlar önemli rakamları ve çarpanı belirtmek için kullanılır, ardından toleransı belirtmek için alfabetik bir karakter izlenir. Çarpan sadece önemli sayıları takip eden sıfırların sayısıdır. Örneğin, "122K'ile işaretlenmiş bir kapasitör 1200 pF %10 kapasitör olmalıdır. Bir değerde ondalık bir noktayı belirtmek içinR kullanımı, pF veya µFare belirtilmemişse kafa karıştırıcı olabilir. Genel olarak, kondansatörün incelenmesi hangisinin doğru olduğunu belirleyecektir, ancak bir kapasitans ölçer gerekli olabilir. **Şekil - 22.12'de gösterildiği gibi ek rakamlar ve kodlarla karşılaşılabilir.**

Ob- kullanan askeri ihtiyaç fazlası ekipman

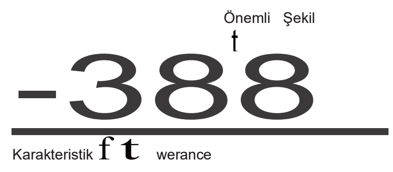
Tablo 22.14
Kapasitörler için Avrupa Markalama Standartları

İşaretleme	*Değer*
1p	1pF
2p2	2.2 pF
10p	10 pF
100p	100 pF
1 n	1 nF (= 0,001 µF)
2n2	2.2 nF (= 0.0022 µF)
10n	10 nF (= 0,01 µF)
100n	100 nF (= 0,1 µF)
1u	1µF
5u6	5.6 µF
10u	10 µF
100u	100 µF

Amatör Radyo'da solete "posta pulu" kondansatörlerine hala rastlanmaktadır. Bu - kapasitörler, **Şekil 22.13'te gösterilen değer tanımlamasının renkli nokta yöntemini kullandılar.**

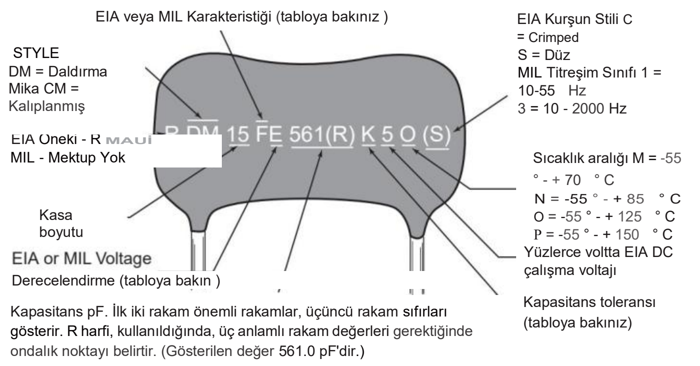
Avrupalı üreticiler genellikle 10 nF veya sadece 1 ON, 10 nano farad gösterecek şekilde nanofarad veya nF kullanırlar. Bu 10,000pF or0.01 µF eşdeğerdir. **Tablo 22.14'te gösterilen bu notasyon şeması,** şematik diyagramlarda gerçek parça işaretlerinden daha yaygın olarak bulunur.

Mika-Blk (MIL)/WI ht (~: ~! ~ Önemsiz Şekil HBK0471 2.



Kalıplanmış Mika (Eski)

Şekil 22.13 - Eski JAN "posta pulu" kondansatör etiketlemesi.



Mica Kapasitörler için EIA veya MIL Atama

Mektup Belirtici	*"Karakteristik" Max Kapasitans Drift*	*"Karakteristik" Max Aralığı TempCoeff (ppm İ deg. C)*	*MIL Voltaj*	*Kapasite Tolerans (Yüzde)*
A			100	
B	Belirtilmedi	Belirtilmedi	250	
C	± (%0.5 + 0.1 pF)	+200	300	
D	± (%0,3 + 0,1 pF)	±100	500	
E	± (%0.1 + 0.1 pF)	-20 ila + 100	600	
F	± (%0.05 + 0.1 pF)	Oto + 70	1000	±1
G			1200	±2
H			1500	
			2000	±5
K			2500	±10
L			3000	
M			4000	±20

Diğer harf belirteçleri için MIL voltaj değerleri: N = 5000 V, P = 6000 V, Q = 8000 V, R = 10.000 V, S-12,000 V, T = 15.000 V, U = 20.000 V, V = 25.000 V, W = 30.000 V, X = 35.000

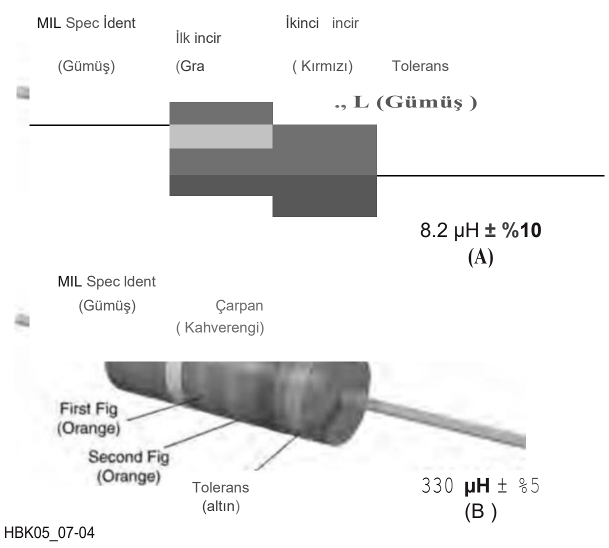
Şekil 22.12 - **Tam kapasitör etiketleme şeması.**

22.4 İnduktörler

Hem sabit hem de değişken olan İnduktörler çok çeşitli tip ve paketlerde mevcuttur ve birçoğu değerleri hakkında birkaç ipucu sunar. Bazı bobinler ve boğucular Tablo 22.4'te gösterilen EIA renk kodu ile işaretlenmiştir. Silindirik kapsüllenmiş RF boğmaları için başka bir işaretleme sistemi için Şekil 22.14'e bakınız. Bu bileşenlerin gövdesi, onları direnç olarak değil, indüktör olarak tanımlamak için Bileşenin kimliği konusunda herhangi bir şüphe varsa, bileşenin bir ohmmetre ile direnci. **Tablo 22.15,** EIA standart indüktör değerlerinin bir listesidir.

Tablo 22.16 ortak toz demir çekirdeklerinin özelliklerini listeler. Formüller, belirli bir indüktansa dayalı olarak tekrar edilen dönüşleri hesaplamak ve belirli sayıda dönüş verilen indüktansı hesaplamak için verilir. Amatörlerin - kullandığı çoğu toz demir toroid çekirdeği Mikrometaller tarafından üretilmektedir. **(www.micrometals.com).** Boya, çekirdekte kullanılan malzemeyi tanımlamak için kullanılır. Micrometals renk kodu Tablo 22.16'nın bir parçasıdır. **Tablo 22.17** toz demir toroidlerin fiziksel boyutlarını vermektedir.

Ferritebased bileşenler için mükemmel bir tasarım kaynağı, Fair-Rite Materials Corp on-line kataloğudur **www.fair-rite.com.** Fair-Rite web sitesinin Teknik bölümünde ayrıca EMİ bastırma ve geniş bant transformatörleri için ferritlerin kullanımı hakkında ücretsiz makaleler bulunmaktadır. The



Şekil 22.14 - Silindirik kapsüllenmiş RF boğucular için renk kodlaması. A'da, 8.2-µH bir boğma için kodlamanın bir örneği verilir. B'de, 330-µH bir indüktör için renk bantları gösterilmiştir. Renk kodu Tablo 22.4'te verilmiştir.

Tablo 22.15

EIA Standart İnductor Değerleri

µH	µH	µH	mH	mH	mH
1.0	10	100	1.0	10	100
1.2	12	120	1.2	12	120
1.5	15	150	1.5	15	150
2.2	22	220	2.2	22	220
2.7	27	270	2.7	27	270
3.3	33	330	3.3	33	330
3.9	39	390	3.9	39	390
4.7	47	470	4.7	47	470
5.6	56	560	5.6	56	560
6.8	68	680	6.8	68	680
8.2	82	820	8.2	82	820

Aşağıdaki liste, Fair-Rite'ın ferrit malzemelerinin genel özelliklerini (malzeme ve kompozisyon ve amaçlanan uygulama) sunmaktadır:

• Tip 31 (MnZn) - **1 MHz'den** 500 MHz'e kadar EMİ bastırma uygulamaları.

• Tip 43 (NiZn) - 20 MHz'den 250 MHz'e kadar yürütülen EMİ, indüktörler ve HF ortak mod tıkanıklıklarının bastırılması.

• Tip 44 (NiZn) - EMİ bastırma 30 MHz ila 500 MHz.

• Tip 61 (NiZn) - 25 MHz'e kadar İnduktörler ve 200 MHz'in üzerinde EMİ bastırması.

• Tip 67 (NiZn) - 50 MHz'e kadar geniş bant transformatörleri, antenler ve yüksek Q indüktörleri.

• Tip 73 (MnZn) - 50 MHz altında yürütülen EMİ bastırılması .

• Tip 75 (MnZn) - Geniş bant ve darbe transformatörleri.

Ferrit çekirdeklerin manyetik özellikleri hakkında bilgi için Tablo 22.18'e bakınız. Ferrit çekirdekler tipik olarak boyanmaz, bu nedenle tanımlama genellikle zordur. RF'de ferritlerin kullanımı hakkında daha fazla bilgi **RF Teknikleri bölümünde verilmiştir**.

Tablo 22.16

Toz-İron Toroidal Çekirdekler: Manyetik Özellikler

Çekirdek malzemenin türüne atıfta bulunmak için farklı kurallar vardır: #, mix ve type kullanılır. Örneğin, aşağıdakilerin tümü aynı malzemeyi belirtir: # 12, Mix 12, 12-Mix, Tip 12 ve 12-Type .

İnductance ve Döner Formül

Belirli bir sayıda dönüş için belirli bir indüktans veya indüktans için gereken dönüşler şu şekilde hesaplanabilir:

= oo [E VA 'al L 10.000 (Amidon çekirdekleri)

$N = \sqrt{\frac{L}{A_L}}$ $L = A_L \times N^2$ (Amidon olmayan çekirdekler)

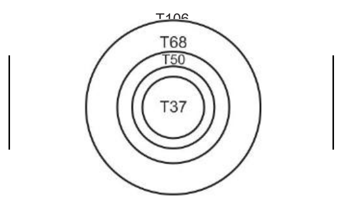
Burada N = dönüş sayısı; L = istenen indüktans; A = endüktans indeksi (Amidon çekirdekleri için 100 turn-kare başına uH; Amidon olmayan çekirdekler için dönüş başına nH veya μH; bkz. Çekirdek veri sayfası)

Amidon Associates literatürü, AL değerini 100 dönüş başına indüktans olarak verir, ancak doğru birimler 100 dönüş kare başına indüktansdır. The İndüktans birimleri genellikle nH cinsinden olmakla birlikte mH de olabilir. Hangi birimlerin geçerli olduğunu anladığınızdan ve A değerini ve formülünü Dönüş veya indüktans sayısını hesaplamak için çekirdek üreticisi tarafından sağlanır.

Toroid çapı aşağıdaki sayı ile gösterilir "T" - T-200 2.00 in. dia; T-68 0.68'dir. çap, vb.

AL						**Karışt**					
Boyut	*26**	**3**	*15*	*1*	*2*	**7**	*6*	*10*	*12*	*17*	*0*
T-12	na	60	50	48	20	18	17	12	7.5	7.5	3.0
T-16	145	61	55	44	22	na	19	13	8.0	8.0	3.0
T-20	180	76	65	52	27	24	22	16	10.0	10.0	3.5
T-25	235	100	85	70	34	29	27	19	12.0	12.0	4.5
T-30	325	140	93	85	43	37	36	25	16.0	16.0	6.0
T-37	275	120	90	80	40	32	30	25	15.0	15.0	4.9
T-44	360	180	160	105	52	46	42	33	18.5	18.5	6.5
T-50	320	175	135	100	49	43	40	31	18.0	18.0	6.4
T-68	420	195	180	115	57	52	47	32	21.0	21.0	7.5
T-80	450	180	170	115	55	50	45	32	22.0	22.0	8.5
T-94	590	248	200	160	84	na	70	58	32.0	na	10.6
T-106	900	450	345	325	135	133	116	na	na	na	19.0
T-130	785	350	250	200	110	103	96	na	na	na	15.0
T-157	870	420	360	320	140	na	115	na	na	na	na
T-184	1640	720	na	500	240	na	195	na	na	na	na
T-200	895	425	na	250	120	105	100	na	na	na	na

* Mix-26 eski Mix-4 1'e benzer, ancak genişletilmiş bir frekans aralığı sağlayabilir .



Manyetik özellikler İron toz çekirdekleri

Karıştı	*Renk*	*Malzeme*	μ	*Sıcaklık kararlılığı (ppm/° C)*	*f (MHz)*	*Notlar*
26	Sarı/beyaz	Hidrojen azaltılmış	75	825	dc- 1	EMİ filtreleri ve de chokes için kullanılır
3	Gri	Karbonil	35	370	0.05 - 0.50	Mükemmel stabilite, daha düşük için iyi Q frekanslar
15	Kırmızı/bey	Karbonil GS6	25	190	0.10 - 2	Mükemmel stabilite, iyi Q
	Ma	Karbonil C	20	280	0.50 - 5	**Mix-3 benzer, ancak** daha iyi stabilite
2	Kır	Karbonil E	10	95	2-30	Yüksek Q malzeme
7	Beyaz	Karbonil	9	30	3-35	Mix-2 ve Mix-6 benzer, ama daha iyi Sıcaklık stabilitesi
6	Sarı	Karbonil SF	8	35	10- 50	İçin çok iyi Q ve sıcaklık kararlılığı 20-50 MHz
10	Siy	Toz demir W	6	150	30 - 100	40 - 100 MHz için iyi Q ve kararlılık
12	Yeşil/beyaz	Sentetik oksit	**4**	170	50 - 200	İyi Q, orta sıcaklık kararlılığı
17	Mavi/sarı	Karbonil	**4**	50	40 - 180	Mix-12 benzer şekilde, daha iyi sıcaklık kararlılığı Q, 50 MHz'in üzerinde yaklaşık %10 düşer, 100 MHz üzerinde
0	Tan	fenolik		0	100 - 300	İnductance sargı ile büyük ölçüde değişebilir teknik

Amidon Assoc ve Micrometals'ın izniyle

Not: Renk kodları, yalnızca çoğu Amatör Radyo distribütörü tarafından satılan çekirdekleri yapan Micrometals tarafından üretilen çekirdekler için geçerlidir.

Tablo 22.17

Toz İron Toroidal Çekirdekler: Boyutlar

Toroid çapı aşağıdaki sayı ile gösterilir "T" - T-200 2.00 in. dia; T-68 0.68'dir. çap, vb.

Çekirdek boyutlandırma kılavuzu için Tablo 22.16'ya bakın.

Kırmızı E Cores-500 kHz ila 30 MHz (µ = 10

Hayır.	*OD (*	*İD (*	*H (*
T-200-2	2.00	1.25	0.55
T-94-2	0.94	0.56	0.31
T-80-2	0.80	0.50	0.25
T-68-2	0.68	0.37	0.19
T-50-2	0.50	0.30	0.19
T-37-2	0.37	0.21	0.12
T-25-2	0.25	0.12	0.09
T-12-2	0.125	0.06	0.05

Siyah W Cores-30 MHz ila 200 MHz (u = 6)

Hayır.	*OD (İn)*	*İD (İn)*	*H (İn)*
T-50-10	0.50	0.30	0.19
T-37-10	0.37	0.21	0.12
T-25-10	0.25	0.12	0.09
T-12-10	0.125	0.06	0.05

Sarı SF Cores-10 MHz ila 90 MHz (µ = 8)

Hayır.	*OD (İn)*	*İD (İn)*	*H (İn)*
T-94-6	0.94	0.56	0.31
T-80-6	0.80	0.50	0.25
T-68-6	0.68	0.37	0.19
T-50-6	0.50	0.30	0.19
T-26-6	0.25	0.12	0.09
T-12-6	0.125	0.06	0.05

Dönüş Sayısı vs Tel Boyutu ve Çekirdek Boyutu

Yaklaşık maksimum dönüş sayısı-tek katmanlı yara emaye tel.

Tel boyutu	*T-200*	*T-130*	*T-106*	*T-94*	*T-80*	*T-68*	*T-50*	*T-37*	*T-25*	*T-12*
10	33	20	12	12	10	6	4	1		
12	43	25	16	16	14	9	6	3		
14	54	32	21	21	18	13	8	5	1	
16	69	41	28	28	24	17	13	7	2	
18	88	53	37	37	32	23	18	10	4	1
20	111	67	47	47	41	29	23	14	6	1
22	140	86	60	60	53	38	30	19	9	2
24	177	109	77	77	67	49	39	25	13	4
26	223	137	97	97	85	63	50	33	17	7
28	281	173	123	123	108	80	64	42	23	9
30	355	217	154	154	136	101	81	54	29	13
32	439	272	194	194	171	127	103	68	38	17
34	557	346	247	247	218	162	132	88	49	23
36	683	424	304	304	268	199	162	108	62	30
38	875	544	389	389	344	256	209	140	80	39
40	1103	687	492	492	434	324	264	178	102	51

Gerçek dönüş sayısı, özellikle daha büyük boyutlu teller kullanıldığında, sarma tekniklerine göre yukarıdaki rakamlardan farklı olabilir. Grafik Michel J. Gordon, Jr, WB9FHC tarafından hazırlanmıştır.

Amidon'un izniyle Doç.

Tablo 22.18

Ferrit Toroidler: Bir Grafik (1000 dönüş kare başına mH) Emaye Tel

Ferrit malzemenin türüne atıfta bulunmak için farklı kurallar vardır: #, mix ve type kullanılır. Örneğin, aşağıdakilerin tümü aynı ferrit malzemesini belirtir: # 43, Mix 43, 43-Mix, Tip 43 ve 43-Type .

Fair-Rite Corporation **(www.fair-rite.com)** ve Amidon **(www.amidoncorp.com) ferrit** toroidleri aşağıdaki gibi çapraz referanslandırılabilir:

Amidon toroidleri için, "FT-XXX-YY'bir ferrit toroidini gösterir, XXX OD olarak bir inçin yüzde biri ve YY karışımı. Örneğin, bir FT-23- 43 çekirdeği 0.23 inç OD'ye sahiptir ve tip 43 malzemeden yapılmıştır. Özel kaplamaları veya farklı kalınlıkları belirtmek için ek harfler (genellikle "C") eklenir.

Fair-Rite toroidleri için, parça numarasının 1 ve 2. basamakları ürün tipini (59 endüktif kullanımlar için bir parçayı gösterir), 3 ve 4. basamaklar malzeme tipini, 5'ten 9'a kadar olan basamaklar çekirdek boyutunu ve son basamak kaplamayı gösterir (Paralene için 1 ve termo-set için 2). Örneğin, FairRite - parça numarası 5943000101 Amidon FT-23-43 çekirdeğine eşdeğerdir.

Ferrit Toroidler: Bir Grafik (1000 dönüş kare başına mH)

Toroid çapı, çekirdeğin dış çapı olarak belirtilir. Çekirdek boyutlandırma kılavuzu için Tablo 22.16'ya bakın.

Çekirdek **Boyut** *(için de)*	*63/67-Mix* ***μ = 40***	*61-Mix* *μ = 125*	*43-Mix* *μ = 850*	*77 (72) -Mix* *μ = 2000*	*J (75) -Mix* *μ = 5000*
0.23	7.9	24.8	188	396	980
0.37	19.7	55.3	420	884	2196
0.50	22.0	68.0	523	1100	2715
0.82	22.4	73.3	557	1170	**NA**
1.14	25.4	79.3	603	1270	3170
1.40	45	140	885	2400	5500
2.40	55	170	1075	2950	6850

31-Mix bir EMİ bastırma malzemesidir ve endüktif kullanım için önerilmez.

İnductance ve Döner Formül

Belirli bir sayıda dönüş için belirli bir indüktans veya indüktans için gereken dönüşler şu şekilde hesaplanabilir:

$\sim] \qquad 1 \quad 2$

Burada N = sayı döner; L = istenen indüktans; A = endüktans indeksi. Amidon A'yı 1000 turn-kare başına mH olarak belirtir. L ve A, dekler) genellikle nl ve nH/turn-kare için uygun birimleri belirlemek için Amidon olmayan üreticinin çekirdek veri sayfasına bakın. Hangi birimlerin geçerli olduğunu anladığınızdan emin olun ve çekirdeğinize uygun A değerini kullanın.

Ferrit manyetik özellikleri

Özellik	*Birim*	*63I67-Mix*	*61-Mix*	*43-Mix*	*77 (72) - Mix*	*J (75) - Mix*	*31-Mix*
İnitial perma.	(A)	40	125	850	2000	5000	1500
Max. perma.		125	450	3000	6000	8000	Spec değil.
Doygunluk akısı Yoğunluk @ 10 oe	gauss	1850	2350	2750	4600	3900	3400
Artık akı yoğunluk	gauss	750	1200	1200	1150	1250	2500
Curie sıcaklığı.	• C	450	350	130	200	140	>130
Vol. direnç	ohm/cm	1x10	1x10	$1x10^5$	1x10 °	5x10	3 x 10
Rezonant devre Frekans	MHz	15-25	0.2-10	0.01-1	0.001-1	0.001-1	
Özgül ağırlık		4.7	4.7	4.5	4.8	4.8	4.7
Kayıp faktör	p, Q	11010-^{6} @ 25 MHz	3210-% @ 2.5 MHz	120.10-^{6} @ 1 MHz	$4.5x10\text{-}^{6}$ @ 0.1 MHz	1510-^{6} @ 0.1 MHz	20 x 10-6 @ 0.1 MHz
Zorlayıcı güç	Oe	2.40	1.60	0.30	0.22	0.16	0.35
Temp.Coef. İlk permanın.	%/° C (20°-70°)	0.10	0.15	1.0	0.60	0.90	1.6

* 31-Mix bir EMİ bastırma malzemesidir ve endüktif kullanımlar için önerilmez .

Ferrit toroidler-fiziksel özellikleri

Tüm fiziksel boyutlar inç cinsinden.

OD *(içinde)*	*İD* *(içinde)*	*Yükseklik* *(içinde)*	*A,*	*'a*	*V,*
0.230	0.120	0.060	0.00330	0.529	0.00174
0.375	0.187	0.125	0.01175	0.846	0.00994
0.500	0.281	0.188	0.02060	1.190	0.02450
0.825	0.520	0.250	0.03810	2.070	0.07890
1.142	0.750	0.295	0.05810	2.920	0.16950
1.400	0.900	0.500	0.12245	3.504	0.42700
2.400	1.400	0.500	0.24490	5.709	1.39080

Her çekirdek boyutu için farklı yükseklik çekirdekleri mevcut olabilir. A "- Etkili manyetik kesit alanı (in)?
(- Etkili manyetik yol uzunluğu (inç)
V "- Etkili manyetik hacim (in) °
(İn)'den dönüştürmek için? To (cm)?, bölmek 0.155 (in) °'den (cm) °'ye dönüştürmek için 0.0610'a bölmek Amidon Assoc. ve Fair-Rite Corp.'un izniyle .

22.5 Transformatörler

Güç transformatörleri, İF transformatörleri ve ses transformatörleri dahil olmak üzere birçok transformatör, PC kartlarına monte edilmek üzere yapılır ve bu amaçla tasarlanmış terminallere sahiptir. Bazı transformatörler, her bir bağlantıyı tanımlamak için renk kodlu tel uçlarla üretilir. Renkli kablo uçları mevcut olduğunda, **Tablo 22.19**, **22.20 ve 22.21'deki renk kodları** genellikle geçerlidir. Ek olarak, birçok minyatür İF transformatörü, uygulamalarını belirtmek için renk kodlu sümüklü böceklerle ayarlanmıştır. **Tablo 22.22,** slug rengine karşı uygulamayı listeler .

Tablo 22.20
İF Trafo Kablolama Renk Kodları

Plaka kurşunu:	Mavi
B + kurşun:	kırmız
İzgara (veya diyot) kurşun :	ı yeşil
İzgara (veya diyot) dönüşü :	siyah

Not: Eğer İF transformatörünün ikincil kısmı merkeze dokunursa, ikinci diyot plakası ucu yeşil-siyah şeritlidir ve merkez-musluk ucu için siyah kullanılır.

Tablo 22.21
İF Transformer Slug Renk Kodları

Frekans	*Uygulama*	*Sümüklü böcek rengi*
455 kHz	*1* İF	*Sarı*
	2. if	Beyaz
	3. İF	Siyah
	Osc tuning	Kırmızı
10.7 MHz	1st İF	Yeşil
	2. veya 3. İF	Turuncu, Kahverengi veya Siyah

Tablo 22.19
Güç Trafosu Kablolama Renk Kodları

Dokunulmamış birincil ipuçları :	Siyah
Birincil potansiyel müşterilere dokundu:	Ortak: Siyah Dokunun: Siyah/sarı çizgili Bitiş: Siyah/kırmızı çizgili
Yüksek voltajlı plaka sargısı :	Kırmızı
Orta dokunuş:	Kırmızı/sarı çizgili
Doğrultucu filament sargısı:	Sarı
Orta dokunuş:	Sarı/mavi çizgili
Filament sargı 1:	Yeşil
Orta dokunuş:	Yeşil/sarı çizgili
Filament sargı 2:	Kahverengi
Orta dokunuş:	Kahverengi/sarı çizgili
Filament sargı 3:	Slate
Orta dokunuş:	Kayrak/sarı çizgili

Tablo 22.22
Ses Trafosu Kablolama Renk Kodları

Birincil plaka kurşun	Mavi
B + kurşun (düz veya orta uçlu)	kırm
Merkeze bağlı primerlerde plate (start) lead	Kahverengi (veya polarite önemli değilse mavi)
İzgara (bitiş) ikincil yol	Yeşil
İzgara dönüşü (düz veya merkeze dokunulmuş)	Siyah
Merkeze dokunulmuş ikincilerde ızgara (başlangıç) kurşun	Sarı (veya polarite önemli değilse yeşil)

Not: Bu işaretler hattan şebekeye ve borudan hatta transformatörler için de geçerlidir.

22.6 Yarı iletkenler

Çoğu yarı iletken, 1N4148 veya 2N3904 gibi endüstri standardı parça numaraları ve muhtemelen bir tarih veya parti kodu ile etiketlenir. Ayrıca, üreticiye özgü çok sayıda parça numarası ve'ev numaraları "(standart parça numaraları yerine bir ekipman üreticisi tarafından kullanılan kodlarla işaretlenmiş) ile karşılaşacaksınız. Bu gibi durumlarda, çeşitli yedek parça distribütörlerinden temin edilebilen yarı iletken çapraz referans dizinlerinden birini kullanarak standart eşdeğeri veya uygun bir değiştirme bulmak genellikle mümkündür. Ev numarasına bakıp önerilen yedek parçayı bulursanız, genellikle aynı parçayla değiştirilen diğer standart parçaları bulabilirsiniz.

Yarı iletkenlerin kullanımı, ortak tasarım uygulamaları ve gerekli devre tasarım denklemleri hakkında bilgi, **Devreler ve Bileşenler** bölümünde bulunabilir. Manu-Facturer web siteleri genellikle hem genel olarak hem de sundukları belirli cihazlarda yarı iletkenleri uygulama konusunda zengin bir bilgi kaynağıdır.

22.6.1 Diyotlar

En önemli diyot parametreleri maksimum ileri akım veya güç taşıma kapasitesi, ters kaçak akımı, maksimum tepe ters voltaj (PIV), maksimum ters voltaj ve ileri voltajdır. **(Bkz. Tablo 22.23)** Anahtarlama veya yüksek hızlı düzeltme uygulamaları için, zaman yanıt parametreleri de önemlidir.

Bir diyottaki güç dağılımı, diyotun ileri gerilim düşüşünün ortalama ileri akım ile çarpımına eşittir. Sabit voltajlar genellikle küçük sinyal uygulamalarında diyotlar için kullanılsa da (silikon için 0.6 V PN-bağlantı diyotları, örneğin germanyum için 0.3 V), daha yüksek akımlarda gerçek ileri voltaj önemli ölçüde daha yüksek olabilir ve - güç kaynakları gibi yüksek akım uygulamaları için dikkate alınmalıdır.

Çoğu diyot, bir parça numarası ve anot veya katodu tanımlamanın bazı yolları ile işaretlenir. Katot kurşun veya terminalini tanımlamak için genellikle kalın bir bant veya şerit kullanılır. Saplama montajlı diyotlar genellikle anot ve katodu belirtmek için küçük bir diyot sembolü ile etiketlenir. Eksenel kurşun paketlerindeki diyotlar bazen **Şekil 22.15'te gösterildiği gibi bir renk şemasıyla tanımlanır.** Yaygın diyot paketleme standartları **Şekil 22.16'da** ve **Tablo 22.24'te listelenen boyutlarda gösterilmiştir.** Birçok yüzeye monte diyot, - dirençler olarak aynı SMT paketlerinde paketlenir.

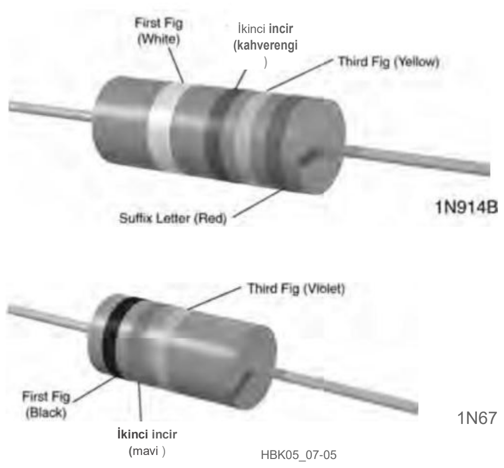
Çoklu diyot ve doğrultucu köprü konfigürasyonları içeren paketler de

Tablo 22.23
Yarı iletken diyot özellikleri *
Cihaza göre sayısal olarak listelenmiştir

Aygıt	Yazı	Malzeme	Peak İnverse Voltaj, PIV (V)	Ortalama Düzeltilmiş Güncel İleri (Ters) 1o (A) ((A))	Peak dalgalanma Akım, IrsM 1 s @ 25 ° C (A)	Ortalama İleri Voltaj, VF (V)
1N34	Sinyal	Ge	60	8,5 m (15,0 µ)		1.0
1N34A	Sinyal	Ge	60	5,0 m (30,0 µ)		1.0
1N67A	Sinyal	Ge	100	4.0 m (5.0 µ)		1.0
1N191	Sinyal	Ge	90	15,0 m		1.0
1N270	Sinyal	Ge	80	0.2(100µ)		1.0
1N914	Hızlı Anahtar	Si	75	75,0 m (25,0 n)	0.5	1.0
1N1183	RFR	Si	50	40 (5m)	800	1.1
1N1184	RFR	Si	100	40 (5m)	800	1.1
1N2071	RFR	Si	600	0.75 (10.0 µ)		0.6
1N3666	Sinyal	Ge	80	0.2 (25.0 µ)		1.0
1N4001	RFR	Si	50	1.0 (0.03 m)		1.1
1N4002	RFR	Si	100	1.0 (0.03 m)		1.1
1N4003	RFR	Si	200	1.0 (0.03 m)		1.1
1N4004	RFR	Si	400	1.0 (0.03 m)		1.1
1N4005	RFR	Si	600	1.0 (0.03 m)		1.1
1N4006	RFR	Si	800	1.0 (0.03 m)		1.1
1N4007	RFR	Si	1000	1.0 (0.03 m)		1.1
1N4148	Sinyal	Si	75	10,0 m (25,0 n)		1.0
1N4149	Sinyal	Si	75	10,0 m (25,0 n)		1.0
1N4152	Hızlı Anahtar	Si	40	20,0 m (0,05 µ)		0.8
1N4445	Sinyal	Si	100	0,1 (50,0 n)		1.0
1N5400	RFR	Si	50	3.0 (500 µ)	200	
1N5401	RFR	Si	100	3.0 (500 µ)	200	
1N5402	RFR	Si	200	3.0 (500 µ)	200	
1N5403	RFR	Si	300	3.0 (500 µ)	200	
1N5404	RFR	Si	400	3.0 (500 µ)	200	
1N5405	RFR	Si	500	3.0 (500 µ)	200	
1N5406	RFR	Si	600	3.0 (500 µ)	200	
1N5408	RFR	Si	1000	3.0 (500 µ)	200	
1N5711	Schottky	Si	70	1 m (200 n)	15 m	0.41 @ 1mA
1N5767	Sinyal	Si		0.1 (1.0 µ)		1.0
1N5817	Schottky	Si	20	1.0 (1 m)	25	0.75
1N5819	Schottky	Si	40	1.0 (1 m)	25	0.9
1N5821	Schottky	Si	30	3.0		
ECG5863	RFR	Si	600	6	150	0.9
1N6263	Schottky	Si	70	15 m	50m	0.41 @ 1mA
5082-2835	Schottky	Si	8	1 m (100n)	10 m	0.34 @ 1 mA

Si = Silikon; Ge = Germanyum; RFR = doğrultucu, hızlı kurtarma .

tPaket şekli, boyutu ve pin bağlantı bilgileri için üreticilerin veri sayfalarına bakın. Birçok perakende tedarikçi, alıcılara ücretsiz olarak veri sayfaları sunar İstek üzerine. Veri kitapları birçok üretici ve perakendeciden temin edilebilir.

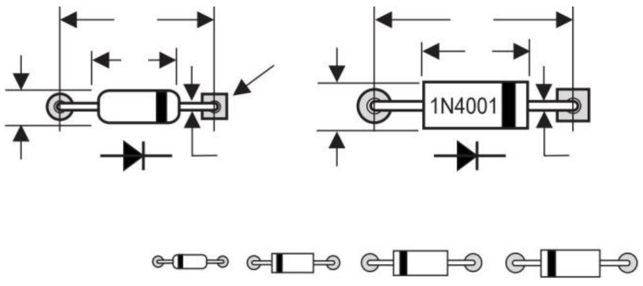


Şekil 22.15 - Yarı iletken diyotlar için renk kodlaması. At A, katot çift genişlikli ilk bant ile tanımlanır. B'de bantlar katoda doğru gruplandırılır. İki şekilli tanımlamalar siyah bir ilk bant ile gösterilir. Renk kodu Tablo 22.4'te verilmiştir. Son ek harf kodu A-Kahverengi, B-kırmızı, C-turuncu, D-sarı, E-yeşil, F-mavidir. 1 N öneki varsayılır.

Tablo 22.24
Küçük Sinyal, Doğrultucu ve Zener diyotları için Paket Boyutları

Vaka	L	D	~ d	LS	PCB Pedleri *	Delik	Örnek
DO-35	0.166	0.080	0.020	0.30	0.056 dia	0.029	1N4148
DO-41	0.205	0.107	0.034	0,40	0,074 dia	0.040	1N4001
DO-201	0.283	0.189	0.048	0.65	0.150 dia	0.079	1N5401
DO-204	0.205	0.106	0.034	0,40	0,074 dia	0.040	1N4001

Boyutlar inç cinsinden.
* Katot kurşun kare yapmak için geleneksel .



Şekil 22.16 - **Eksenel kurşunlu diyot paketleri ve ped boyutları .**

yaygın olarak mevcuttur. Tam dalga köprü paketleri, ac girişleri için tildes (-) ve doğrultucu çıkışları için + ve - sembolleri ile etiketlenmiştir. Yüksek güçlü diyotlar genellikle iki uçlu TO-220 paketlerde paketlenir. Paket bir diyot sembolü ile etiketlenebilir, ancak değilse, anot ve katot uçlarını tanımlamak için üreticinin veri sayfasını almanız gerekecektir .

Ortak 1N914, 1N4148,and 1N5767 anahtarlama diyotları çoğu küçük sinyal uygulamaları için uygundur. 1 N4000 ailesi, 1000 volt PIV'e kadar ac voltaj düzeltmesi için yaygın olarak kullanılır. Schottky diyotlar, özellikle yüksek akımlarda düşük ileri gerilimler gerektiğinde ve 0.1-0.2 Vat düşük akımların voltajlarını sergilediğinde kullanılır.

Voltaj referansı olarak kullanılan Zener diyotları, çok çeşitli voltajlarda ve güç taşıma kapasitelerinde üretilmektedir. Bir **Zener** diyotundaki güç dağılımı, ortalama ters akım ile çarpılan Zener voltajına eşittir. Zener voltajı önemli bir sıcaklık katsayısına sahiptir ve ayrıca ters akıma göre değişir. Zener geriliminde aşırı değişimleri önlemek için, diyotun güç dağılımını nominal değerin en fazla ½ ile sınırlandırın ve hassas kullanımlar için, nominal güç dağılımının '% ila' önerilir. Zener diyotlarının yaygın çeşitleri **Tablo 22.25'te listelenmiştir.**

Varikaplar, varaktörler veya ayar diyotları olarak da adlandırılan voltaj değişken kapasitans diyotları, değişken bir kapasitörün gerekli olduğu osilatör ve ayarlı devrelerde kullanılır. Ters önyargı ile çalıştırıldığında, tükenme bölgesi bir Oldukça doğrusal bir gerilime sahip değişken genişlikte kapasitör ve kapasitans fonksiyonu. Standart ayar diyotları 5 ila 40 pF aralığında kapasitans üretir. Hiper-ani ayar diyotları, düşük frekanslı veya geniş ayar aralığı uygulamaları için 100 pF veya daha fazla değişken kapasiteler üretir. Yaygın voltaj değişken kapasitans diyotlarından bazıları **Tablo 22.26'da listelenmiştir.**

Maksimum kapasitans minimum ters voltaj ile oluşur. Ters voltaj arttıkça, kapasitans azalır. Ayar diyotları, genellikle 2 ve 30 V olmak üzere iki ters voltajda üretilen kapasitans ile belirtilir. Buna kapasitans oranı denir ve volt başına pF birimlerinde belirtilir. Bu aralığın ötesinde, voltaj ile kapasitans değişimi doğrusal olmayabilir ve sinyal bozulmasına neden olabilir.

Tüm diyotlar ters taraflı olduğunda bazı kapasitans sergiler. Amatörler, 20-30 pF maksimum kapasitans ile ayar diyotları oluşturmak için ters taraflı Zener ve doğrultucu diyotları kullanmayı öğrendiler. Bu "zavallı adamın" ayar diyotları homebrew projelerinde yaygın olarak kullanılmaktadır. Bununla birlikte, kapasitans oranı bir diyottan diğerine geniş ölçüde değiştiğinden, uygun bir diyot bulmak için deney yapılmasını gerektirdiğinden, yayınlanan inşaat makalelerinde nadiren kullanılırlar .

Işık yayan diyotlar (LED) başka bir yaygın diyot türüdür. Birincil uygulama, ileri taraflı olduğunda aydınlatılmış bir görsel göstergedir. LED'ler, göstergeler ve aydınlatma için minyatür lamba ampullerini neredeyse değiştirdi. LED'ler ilk belirtilmiştir - Renk, boyut, şekil ve çıkış ışık yoğunluğuna göre.

"Standart" boyutlu LED T-1 ¾; 5 mm veya 0.20 inç. çapı. "Minyatür" boyutu T-1'dir; 3 mm veya 0.125 in. çapı. Bugün, "standart've" minyatür "boyut, SMT çeşitleri de dahil olmak üzere çok çeşitli LED boyutları ve şekilleri nedeniyle bir yanlış isimdir. Bununla birlikte, T-1 ve T-1 ¾, ucuz kullanılabilirliği ve basit bir panel deliği ile montaj kolaylığı nedeniyle homebrew projeleri için en yaygın olanı olmaya devam etmektedir. Uzun uçları prototipleme için idealdir.

22.6.2 Transistörler

Transistör verilerinin tablolarındaki bilgiler, bu tip transistörlerin tipik uygulamaları için en önemli parametreleri içerir. Parametrelerin anlamı ve devre tasarımı ile ilişkileri **Devreler ve Bileşenler** bölümünde veya bu bölümün sonunda listelenen referanslarda ele alınmaktadır.

Tablolar uygulamaya göre düzenlenmiştir; Küçük sinyal, genel amaçlı, RF gücü vb. Bazı eski parçalar, eski ekipmanların onarımı ve bakımında referans olarak bu tablolarda listelenmiştir. Bir cihazı yeni bir tasarımda kullanmadan önce, cihazın daha yetenekli bir parçayla değiştirilmediğinden ve gelecekteki siparişler için kullanılabilir olduğundan emin olmak için üreticinin web sitesini kontrol etmeniz önerilir.

22.6.3 Voltaj regülatörleri

İyi düzenlenmiş bir sabit voltaj referansı oluşturmak için, doğrusal voltaj düzenli İ C'ler genellikle Zener diyotu yerine tercih edilir. Üç terminalli voltaj regülatörleri harici bileşenlere ihtiyaç duymaz ve çoğu iç akım sınırlama ve termal kapatma devresine sahiptir, bu da onları neredeyse yok edilemez hale getirir. (Üç uçlu regülatörler **Devreler ve Bileşenler** bölümünde açıklanmıştır.) Ortak voltaj regülatörleri için özellikler ve paketler **Tablo 22.27'de listelenmiştir.**

Sabit voltajlı pozitif regülatörler için, TO-220 paketindeki 7800 ailesi en yaygın ve makul fiyatlı olanıdır. Çeşitli voltajlarda bulunurlar ve giriş voltajına bağlı olarak 1 A veya daha fazla akım sağlarlar. Parça numarası voltajı tanımlar. Örneğin, bir 7805 bir 5-V düzenleyicidir ve bir 7812 bir 12-V düzenleyicidir. 78L00 paketindeki veya TO-98 yüzey montaj paketindeki SOT-89 düşük güçlü versiyonlar, 100 mA'ya kadar yük akımları sağlar. 317 ve 340 en yaygın ayarlanabilir voltaj regülatörleridir. Entegre voltaj regülatörleri, - cihaz veri sayfalarında açıklandığı gibi yük akımı kapasitesini genişletmek için bir geçiş transistörü ile kullanılabilir.

Üç terminalli regülatörler öncelikle çıkış voltajı ve maksimum yük için seçilir

Tablo 22.25
Ortak Zener Diyotları

Güç dağılımı ve (paket stili)

Voltaj (V)	*¼ W (DO-35)*	*0.35W (SOT-23)*	*½ W (SOD-123)*	*½ W (DO-35)*	*1W (0041)*
2.7	1N4618	MMBZ5223B	MMSZ5223B	1N5223B	
3.3	1N4620	MMBZ5226B	MMSZ5226B	1N5226B	1N4728A
3.6	1N4621	MMBZ5227B	MMSZ5227B	1N5227B	1N4729A
3.9	1N4622	MMBZ5228B	MMSZ5228B	1N5228B	1N4730A
4.3	1N4623	MMBZ5229B	MMSZ5229B	1N5229B	1N4731A
4.7	1N4624	MMBZ5230B	MMSZ5230B	1N5230B	1N4732A
5.1	1N4625	MMBZ5231B	MMSZ5231B	B 1N5231	1N4733A
5.6	1N4626	MMBZ5232B	MMSZ5232B	1N5232B	1N4734A
6.0		MMBZ5233B	MMSZ5233B	1N5233B	
6.2	1N4627	MMBZ5234B	MMSZ5234B	1N5234B	1N4735A
6.8	1N4099	MMBZ5235B	MMSZ5235B	1N5235B	1N4736A
7.5	1N4100	MMBZ5236B	MMSZ5236B	1N5236B	1N4737A
8.2	1N4101	MMBZ5237B	MMSZ5237B	1N5237B	1N4738A
9.1	1N4103	MMBZ5239B	MMSZ5239B	1N5239B	1N4739A
10	1N4104	MMBZ5240B	MMSZ5240B	1N5240B	1N4740A
11	1N4105	MMBZ5241B	MMSZ5241B	1N5241B	1N4741A
12		MMBZ5242B	MMSZ5242B	1N5242B	1N4742A
13	1N4107	MMBZ5243B	MMSZ5243B	1N5243B	1N4743A
15	1N4109	MMBZ5245B	MMSZ5245B	1N5245B	1N4744A
18	1N4112	MMBZ5248B	MMSZ5248B	1N5248B	1N4746A
20	1N4114	MMBZ5250B	MMSZ5250B	1N5250B	1N4747A
22	1N4115	MMBZ5251B	MMSZ5251B	B 1N5251	1N4748A
24	1N4116	MMBZ5252B	MMSZ5252B	1N5252B	1N4749A
27	1N4118	MMBZ5254B	MMSZ5254B	1N5254B	1N4750A
28	1N4119	MMBZ5255B	MMSZ5255B	1N5255B	
30	1N4120	MMBZ5256B	MMSZ5256B	1N5256B	1N4751A
33	1N4121	MMBZ5257B	MMSZ5257B	1N5257B	1N4752A
36	1N4122	MMBZ5258B	MMSZ5258B	1N5258B	1N4753A
39	1N4123			1N5259B	1N4754A
43				1N5260B	1N4755A
47	1N4125			B 1N5261	1N4756A
51	1N4126			1N5262B	1N4757A
56				1N5263B	1N4758A
60				1N5264B	
62				1N5265B	1N4759A
68				1N5266B	1N4760A
75				1N5267B	1N4761A
82					1N4762A
91					1N4763A
100					1N4764A

güncel. Bırakma voltajı - düzenlemenin korunabileceği giriş ve çıkış arasındaki minimum voltaj da çok önemlidir. Örneğin, 5-V 78L05 için bırakma voltajı 1'dir. 7 V. Bu nedenle, çıkış voltajı düzenlemesini sağlamak için giriş voltajı en az 6.7 V (5 + 1.7 V) olmalıdır. Maksimum giriş voltajı da aşılmamalıdır.

Tüm voltaj regülatörleri için pin atamalarını kontrol ettiğinizden emin olun. Sabit voltajlı pozitif regülatörler genellikle - giriş, çıkış ve toprağın ortak bir yönünü paylaşırken, negatif voltajlı ve ayarlanabilir regülatörler bunu yapmaz. Bir regülatörü yanlış bağlantılarla durdurmak genellikle onu yok eder ve tedarik ettiği devreye aşırı voltaj uygulanmasına izin verebilir.

22.6.4 Analog ve Dijital Entegre Devreler

Entegre devreler (İC'ler), transistör benzeri metal kutular, çift ve tek sıralı paketler (DIP'ler ve SIP'ler), düz paketler ve yüzeye monte paketler dahil olmak üzere çeşitli paketlerde gelir. Çoğu, bir parça numarası ve bileşenin yapıldığı yılı (ilk iki hane) ve haftayı (son iki hane) gösteren dört haneli bir üreticinin tarih kodu ile işaretlenir. Bu bölümün girişinde belirtildiği gibi, İ C'ler genellikle ev işaretlidir ve çapraz referans dizinleri **tanımlama** ve değiştirmede yardımcı olabilir.

İC parça numaraları, cihazın işlevinin ve derecelendirmelerinin tam bir açıklamasını sağlar. Örneğin, bir 4066 İC dört bağımsız CMOS SPST anahtarı içerir. 4066 Farklı paket stilleri ve derecelendirmelerinde bir dizi farklı üreticiden temin edilebilen bir CMOS cihazıdır. Parça numarasının iki veya üçlü öneki genellikle parça üreticisi ile ilişkilendirilir. Daha sonra, parça türü (bu durumda 4066) işlevi ve pin atamalarını veya "pin çıkışlarını" gösterir. Parça türünü takiben, parçanın sürümünü, paket kodunu, sıcaklık aralığını, güvenilirlik derecesini ve muhtemelen diğer bilgileri açıklayan alfabetik bir sonektir. Parça hakkında tam bilgi için - herhangi biri veya tümü devre işlevi için önemli olabilir - çeşitli üreticilerin web sitelerini kullanın veya bir İnternet arama motoruna "veri sayfası've parça numarasını girin.

Kesin olmayan İC'leri seçerken re-

Tablo
Voltaj-Değişken Kapasitans Diodest

Cihaza göre sayısal olarak

Aygıt	Nominal Kapasitans pF ±10%@ V "= 4.0V f = 1.0 MHz	Kapasitans Oran 2-30 V Min.	Q @ 4.0V 50MHz Min.	Vaka Stil	Aygıt	Nominal Kapasitans pF ±10%@ V "= 4.0V f = 1.0 MHz	Kapasitans Oran 2-30 V Min.	Q @ 4.0V 50MHz Min.	Vaka Stil
1N5441A	6.8	2.5	450		1N5471A	39	2.9	450	
1N5442A	8.2	2.5	450		1N5472A	47	2.9	400	
1N5443A	10	2.6	400	DO-7	1N5473A	56	2.9	300	DO-7
1N5444A	12	2.6	400		1N5474A	68	2.9	250	
1N5445A	15	2.6	450		1N5475A	82	2.9	225	
1N5446A	18	2.6	350		1N5476A	100	2.9	200	
1N5447A	20	2.6	350		MV2101	6.8	2.5	450	TO-92
1N5448A	22	2.6	350	DO-7	MV2102	8.2	2.5	450	
1N5449A	27	2.6	350		MV2103	10	2.0	400	
1N5450A	33	2.6	350		MV2104	12	2.5	400	
1N5451A	39	2.6	300		MV2105	15	2.5	400	
1N5452A	47	2.6	250		MV2106	18	2.5	350	TO-92
1N5453A	56	2.6	200	DO-7	MV2107	22	2.5	350	
1N5454A	68	2.7	175		MV2108	27	2.5	300	
1N5455A	82	2.7	175		MV2109	33	2.5	200	
1N5456A	100	2.7	175		MV2110	39	2.5	150	
1N5461A	6.8	2.7	600		MV2111	47	2.5	150	TO-92
1N5462A	8.2	2.8	600		MV2112	56	2.6	150	
1N5463A	10	2.8	550	DO-7	MV2113	68	2.6	150	
1N5464A	12	2.8	550		MV2114	82	2.6	100	
1N5465A	15	2.8	550		MV2115	100	2.6	100	
1N5466A	18	2.8	500						
1N5467A	20	2.9	500						
1N5468A	22	2.9	500	DO-7					
1N5469A	27	2.9	500						
1N5470A	33	2.9	500						

TFor paket şekli, boyutu ve pin bağlantı bilgileri, bkz. Üreticilerin veri sayfaları.

Yerleşimler, özellikle yüksek hızlı mantık, hassas alıcılar, hassas enstrümantasyon ve benzeri cihazlar gibi zorlu uygulamalarda "benzer" cihazların yerini almaya dikkat edin**. Özellikle**, bir tür mantık ailesinin bir başkasıyla ikame edilmesi - cihaz işlevleri ve pin çıkışları aynı olsa bile - bir devrenin, - özellikle aşırı sıcaklıklarda, düzensiz olarak işlev görmemesine veya işlev görmemesine neden olabilir. Örneğin, HCMOS cihazları için LS TTL cihazlarının değiştirilmesi, mantık düzeyi eşikleri arasında uyumsuzluklara neden olacaktır. Düşük güçlü bir İC'nin değiştirilmesi, yeterli çıkış akımı sağlamada sorunlara neden olabilir. Daha hızlı veya daha yüksek bir saat hızı parçası kullanmak bile sinyaller daha hızlı değişirse sorunlara neden olabilir veya devrenin tasarlandığından daha hızlı yayılabilir. Devre tasarımında yetenekli olmadığınız sürece bu tür sorunların giderilmesi son derece zor olabilir. - Gerektiğinde, İ C'lerin yeniden yerleştirilmesinin giriş ve çıkış yeteneklerini geliştiren arabirim devreleri veya tampon amplifikatörler ekleyebilirsiniz, ancak yardımcı devreler hız veya bant genişliği gibi temel cihaz derecelendirmelerini iyileştiremez. Mümkün olduğunda, garantili veya "doğrudan" değiştirilen ve üretici tarafından bu şekilde listelenen İC'leri değiştirin.

İC'ler farklı çalışma sıcaklığı aralıklarında mevcuttur. Üç standart aralık yaygındır:

• Ticari: 0 ° C ila 70 ° C
• İndustrial: -25 ° C ila 85 ° C
• Otomotiv: -40 ° C ila 85 ° C
• Askeri: -55 ° C ila 125 ° C

Bazı durumlarda, parça sayıları sıcaklık -derecelerini yansıtır. Örneğin, anLM30IAop amfi ticari sıcaklık aralığı için derecelendirilmiştir; Endüstriyel menzil için LM20 bir İA op amfi ve askeri menzil için LM10 bir İA. Daha geniş bir sıcaklık aralığı için derecelendirilmiş İC'leri ikame etmek için genellikle kabul edilebilir, diğer her şey eşittir, ancak ikame yapmadan önce değerlendirilmesi gereken daha geniş sıcaklık spesifikasyonlarını karşılayan cihazlarla ilişkili genellikle başka performans farklılıkları vardır.

Tablo 22.27

Üç terminalli voltaj regülatörleri

Cihaza göre sayısal olarak listelenmiştir

Aygıt	*Açıklama*	*Paket*	*Voltaj*	*Güncel (A)*
317	Adj Pos	TO-205	+ 1.2 ila +	0.5
317	Adj Pos	TO-204,TO-220	+ 1.2 ila +	1.5
317L	Düşük akım Adj Pos	TO-205,TO-92	+ 1.2 ila +	0.1
317M	Med Current Adj Pos	TO-220	+ 1.2 ila +	0.5
338	Adj Pos	T0-3	+ 1.2 ila +	5.0
350	Yüksek akım Adj Pos	TO-204,TO-220	+ 1.2 ila +	3.0
337	Adj Neg	TO-205	-1.2'den	0.5
337	Adj Neg	TO-204,TO-220	-1.2'den	1.5
337M	Med Current Adj Neg	TO-220	-1.2'den	0.5
309		TO-205	+5	0.2
309		TO-204	+5	1.0
323		TO-204,TO-220	+5	3.0
140-XX	Sabit Pos	TO-204,TO-220	Not 1	1.0
340-XX		TO-204,TO-220		1.0
78XX		TO-204,TO-220		1.0
78LXX		TO-205,TO-92		0.1
78MXX		TO-220		0.5
78TXX		TO-204		3.0
79XX	Sabit Neg	TO-204,TO-220	Not 1	1.0
79LXX		TO-205,TO-92		0.1
79MXX		TO-220		0.5

Not 1-XX düzenlenmiş voltajı gösterir; Bu değer her yerde olabilir 1.2 V ila 35 V A 7815 pozitif bir 15-V regülatörüdür ve 7924 bir Negatif 24-V regülatörü.

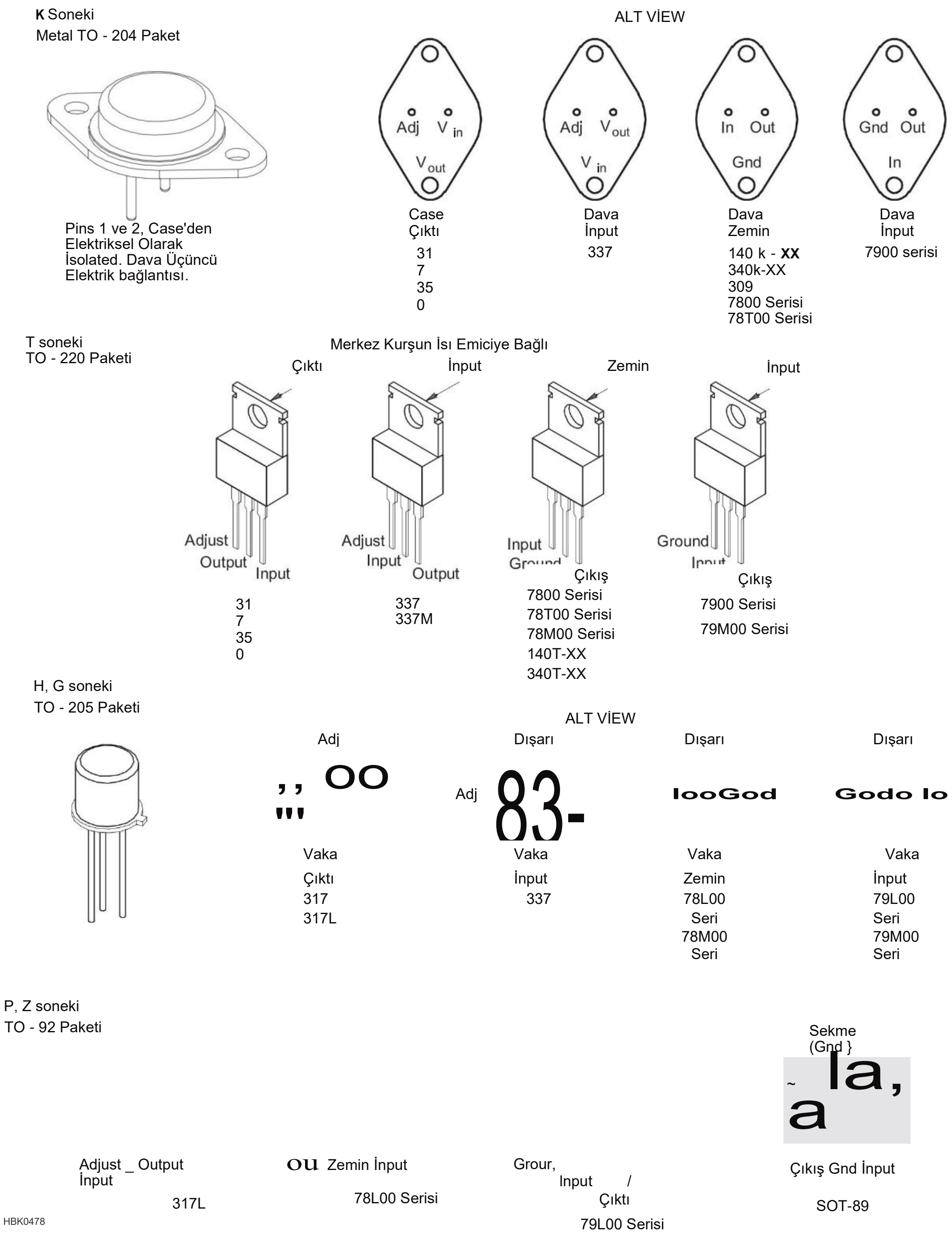
Regülatör paketi ek bir sonek ile gösterilebilir, göre aşağıdakilere:

Paket	**Sonek**
T0-204 (T0-3)	K
T0-220	T
T0-205 (T0-39)	H, G
T0-92	P, Z

Örneğin, bir 7812K 12-V bir pakette pozitif bir TO-204 düzenleyicidir. Bir LM340T-5, 5-V bir pakette pozitif bir TO-220 düzenleyicidir. İn ekleme, Farklı üreticiler farklı önekler kullanır. Bir LM7805 eşdeğerdir Bir ya da .

Ortak voltaj regülatörleri - Sabit pozitif voltaj

Aygıt	*Çıktı Voltaj (V)*	*Çıktı Güncel (A)*	*Yükleme Yönetmelik (mV)*	*Bırakma Voltaj (V)*	*Min. input Voltaj (V)*	*Max. İnput Voltaj (V)*
Yüzey Dağı SOT-89 Kılıfı						
78L05ACPK	5.0	0.1	60	1.7	7.0	20
78L06ACPK	6.2	0.1	80	1.7	8.5	20
78L08ACPK	8.0	0.1	80	1.7	10.5	23
78L09ACPK	9.0	0.1	90	1.7	11.5	24
	12	0.1	100	1.7	14.5	27
	15	0.1	150	1.7	17.5	30
TO-92 Davası						
78L33ACZ	3.3	0.1	60	1.7	5.0	30
78L05ACZ	5.0	0.1	60	1.7	7.0	30
78L06ACZ	6.0	0.1	60	1.7	8.5	30
78L08ACZ	8.0	0.1	80	1.7	10.5	30
78L09ACZ	9.0	0.1	80	1.7	11.5	30
	12	0.1	100	1.7	14.5	35
	15	0.1	150	1.7	17.5	35
TO-220 Davası						
78M05CV	5.0	0.5	100	2.0	7.0	35
7805ACV	5.0	1.0	100	2.0	7.0	35
7806ACV	6.0	1.0	100	2.0	8.0	35
7808ACV	8.0	1.0	100	2.0	10.0	35
7809ACV	9.0	1.0	100	2.0	11.0	35
7812ACV	12	1.0	100	2.0	14.0	35
7815CV	15	1.0	300	2.0	17.0	35


K Soneki
Metal TO - 204 Paket
ALT VİEW
Adj V in
V out
Adj V out
V in
In Out
Gnd
Gnd Out
In
Pins 1 ve 2, Case'den Elektriksel Olarak İsolated. Dava Üçüncü Elektrik bağlantısı.
Case
Çıktı
31
7
35
0
Dava
İnput
337
Dava
Zemin
140 k - XX
340k-XX
309
7800 Serisi
78T00 Serisi
Dava
İnput
7900 serisi
T soneki
TO - 220 Paketi
Merkez Kurşun Isı Emiciye Bağlı
Çıktı
İnput
Zemin
İnput
Adjust
Output
Input
Adjust
Input
Output
Input
Ground
Çıkış
Ground
Input
Çıkış
31
7
35
0
337
337M
7800 Serisi
78T00 Serisi
78M00 Serisi
140T-XX
340T-XX
7900 Serisi
79M00 Serisi
H, G soneki
TO - 205 Paketi
ALT VİEW
Adj
Dışarı
Dışarı
Dışarı
Adj
Vaka
Çıktı
317
317L
Vaka
İnput
337
Vaka
Zemin
78L00
Seri
78M00
Seri
Vaka
İnput
79L00
Seri
79M00
Seri
P, Z soneki
TO - 92 Paketi
Sekme
(Gnd }
Adjust _ Output
İnput
317L
Zemin İnput
78L00 Serisi
Grour,
Input /
Çıktı
79L00 Serisi
Çıkış Gnd İnput
SOT-89

HBK0478

Tablo 22.28
Monolitik 50-9 Amplifikatörler (MMİC Kazanç Blokları)

Aygıt stili	Vaka	*Freq. Aralık (MHz)*	*Kazanç 100 MHz (dB)*	*Kazanç 1000 MHz (dB)*	*Çıkış Gücü P1dB (dBm)*	*IP3 (dB)*	*NF (dB)*	*DC Koşulları Vb @ Ib*
Avago Teknolojileri								
MSA-0386	B	dc-2400	12.5	11.9	+10.0	+23.0	6.0	5.0V @ 35 mA
MSA-0486	B	dc-3200	16.4	15.9	+12.5	+25.5	6.5	5.3V @ 50 mA
MSA-0505	A	dc-2300	7.8	7.0	+18.0	+29.0	6.5	8.4V @ 80 mA
MSA-0611	C	dc-700	19.5	12.0	+2.0	+14.0	3.0	3.3V @ 16 mA
MSA-0686	B	dc-800	20.0	16.0	+2.0	+14.5	3.0	3.5V @ 16 mA
MSA-0786	B	dc-2000	13.5	12.6	+2.0	+14.5	3.0	3.5V @ 16 mA
MSA-0886	B	dc-1000	32.5	22.4	+5.5	+19.0	5.5	4.0V @ 22 mA
Mini Devreler "ERA" Serisi								
ERA-1 +	A, B	dc-8000	12.2	12.1	+11.7	+26.0	5.3	3.6V @ 40 mA
ERA-2 +	A, B	dc-6000	16.2	16.0	+12.8	+26.0	4.7	3.6V @ 40 mA
ERA-3 +	A, B	dc-3000	22.9	22.2	+12.1	+23.0	3.8	3.5V @ 35 mA
ERA-4 +	A, B	dc-4000	13.8	13.7	+17.0	+32.5	5.5	5.0V @ 65 mA
ERA-5 +	A, B	dc-4000	20.2	19.8	+18.4	+33.0	4.5	4.9V @ 65 mA
ERA-6 +	A, B	dc-4000	11.1	11.1	+18.5	+36.5	8.4	5.2V @ 70 mA
Mini Devreler "MAR" Serisi								
MAR-1SM +	A, B	dc-1000	18.5	15.5	+1.5	+14.0	5.5	5.0V @ 17 mA
MAR-2SM +	A, B	dc-2000	12.5	12.0	+4.5	+17.0	6.5	5.0V @ 25 mA
MAR-3SM +	A, B	dc-2000	12.5	12.0	+10.0	+23.0	6.0	5.0V @ 35 mA
MAR-4SM +	A, B	dc-1000	8.3	8.0	+12.5	+25.5	7.0	5.3V @ 50 mA
MAR-6SM +	A, B	dc-2000	20.0	16.0	+2.0	+14.5	3.0	3.5V @ 16 mA
MAR-7SM +	A, B	dc-2000	13.5	12.5	+5.5	+19.0	5.0	4.0V @ 22 mA
MAR-8SM +	A, B	dc-1000	32.5	22.5	+12.5	+27.0	3.3	7.8V @ 36 mA
Mini Devreler "VAM" Serisi								
VAM-3 +	C	dc-2000	11.5	11.0	+9.0	+22.0	6.0	4.7V @ 35 mA
VAM-6 +	C	dc-2000	19.5	15.0	+2.0	+14.0	3.0	3.3V @ 16 mA
VAM-7 +	C	dc-2000	13.0	12.0	+5.5	+18.0	5.0	3.8V @ 22 mA
Mini Devreler "GALİ" Serisi								
GALI-1 +	D	dc-8000	12.7	12.5	+10.5	+27.0	4.5	3.4V @ 40 mA
GALI-2 +	D	dc-8000	16.2	15.8	+12.9	+27.0	4.6	3.5V @ 40 mA
GALI-3 +	D	dc-3000	22.4	21.1	+12.5	+25.0	3.5	3.3V @ 35 mA
GALI-39 +	D	dc-7000	20.8	21.1	+10.5	+22.9	2.4	3.5V @ 35 mA
GALI-4 +	D	dc-4000	14.4	14.1	+17.5	+34.0	4.0	4.6V @ 65 mA
GALI-5 +	D	dc-4000	20.6	19.4	+18.0	+35.0	3.5	4.4V @ 65 mA
GALI-6 +	D	dc-4000	12.2	12.2	+18.2	+35.5	4.5	5.0V @ 70 mA
GALİ-S66 +	D	dc-3000	22.0	20.3	+2.8	+18.0	2.7	3.5V @ 16 mA
Mini Devreler "RAM" Serisi								
RAM-1 +	B	dc-1000	19.0	15.5	+1.5	+14.0	5.5	5.0V @ 17 mA
RAM-2 +	B	dc-2000	12.5	11.8	+4.5	+17.0	6.5	5.0V @ 25 mA
RAM-3 +	B	dc-2000	12.5	12.0	+10.0	+23.0	6.0	5.0V @ 35 mA
RAM-4 +	B	dc-1000	8.5	8.0	+12.5	+25.5	6.5	5.3V @ 50 mA
RAM-6 +	B	dc-2000	20.0	16.0	+2.0	+14.5	2.8	3.5V @ 16 mA
RAM-7 +	B	dc-2000	13.5	12.5	+5.5	+19.0	4.5	4.0V @ 22 mA
RAM-8 +	B	dc-1000	32.5	23.0	+12.5	+27.0	3.0	7.8V @ 36 mA

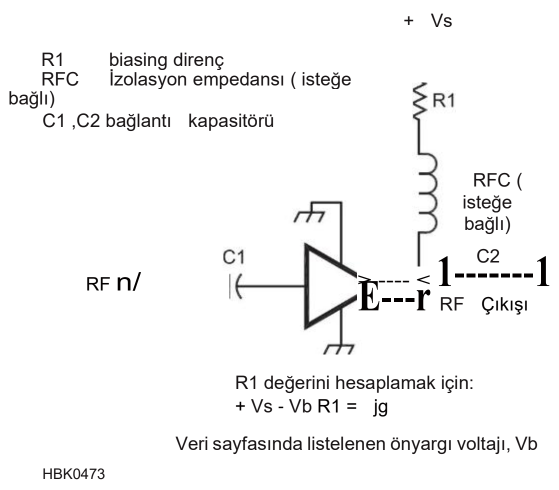
Mini Devreler **Laboratuarları - www.minicircuits.com**

22.6.5 MMİC Amplifikatörler

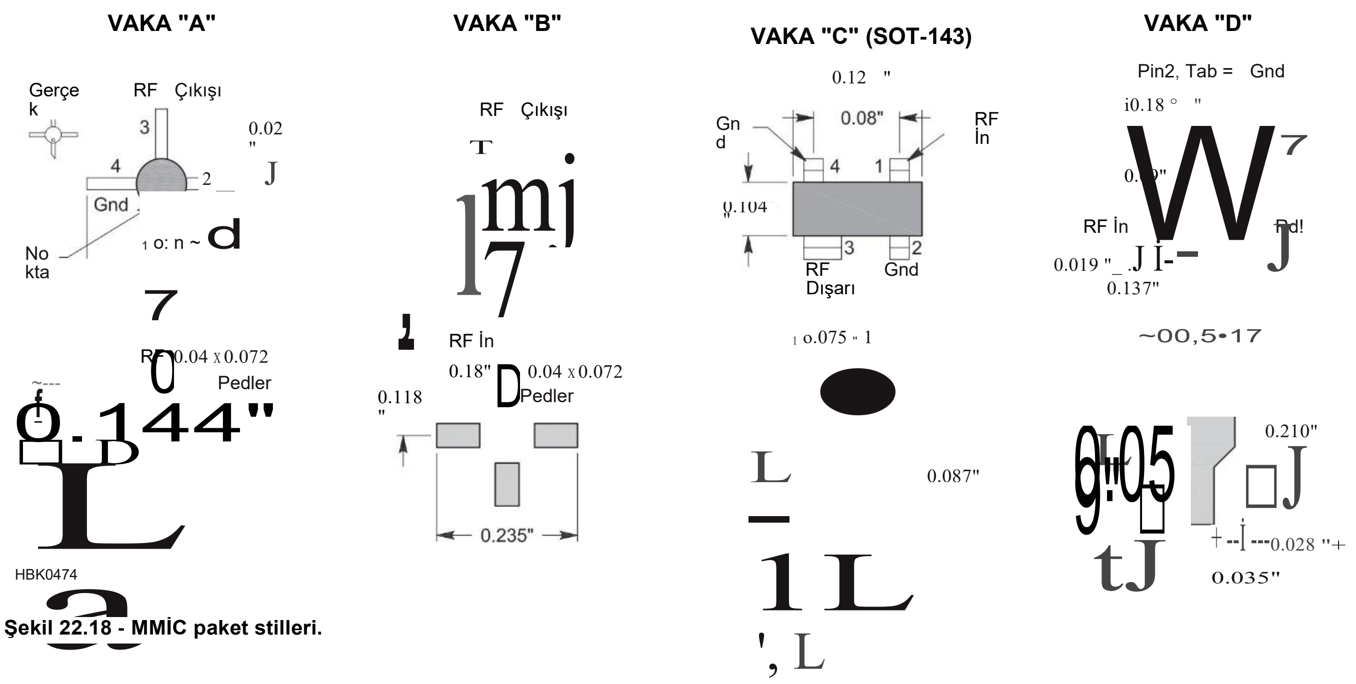
Monolitik mikrodalga entegre devre (MMİS) amplifikatörleri, çıkış güçleri için yaklaşık + 50-02 dBm'ye kadar yüksek dinamik aralık sunan tek beslemeli 15 geniş bant kazanç bloklarıdır. MMİC amplifikatörler homebrew iletişim devrelerinde giderek daha popüler hale gelmektedir. 1 GHz üzerindeki bant genişlikleri ile HF, VHF, UHF ve daha düşük mikrodalga frekansları için çok uygundur.

MMİC amplifikatörler 10 dB'den 30 dB'ye kadar güç kazanımları üretir. Ayrıca, genellikle + 20 ila + 30 dBm aralığında yüksek bir üçüncü dereceden kesişme noktasına (IP3) sahiptir ve çoğu uygulama için amplifikatör sıkıştırması ile ilgili endişeleri hafifletir. 50-9 sistemlerinde RF ve İF amplifikatörleri, yerel osilatör amplifikatörleri, verici sürücüleri ve diğer orta güç uygulamaları için kullanılırlar. MMİC'ler özellikle 50-2 sterlinlik çift dengeli mikserleri (DBM) sürmek için çok uygundur. **Şekil 22.17,** çoğu MMİC amplifikatör için tipik devre düzenlemesini gösterir.

MMİC'ler, çok az sayıda harici bileşen gerektiren, çoğunlukla Şekil 22.18'de gösterildiği gibi yüzeye monte edilen çeşitli paketlerde mevcuttur. Üreticinin web sitelerinde bulunan satıcı veri formları ve uygulama notları, biasing rezistörü, kuplaj kapasitörleri ve diğer tasarım kriterlerinin doğru seçimi için kullanılmalıdır. Popüler MMİC amplifikatörlerinden bazıları **Tablo 22.28'de listelenmiştir.**



Şekil 22.17 - MMİC uygulaması.



Şekil 22.18 - MMİC paket stilleri.

MMİC amplifikatörlerinin ana dezavantajı, genellikle cihaz başına 30 mA ila 80 mA aralığında nispeten yüksek akım talepleridir ve bu da onları bataryalı taşınabilir ekipman için uygun hale getirmez. Öte yandan, yüksek akım talebi, 50-Q yüklerle yüksek kazanç ve yüksek IP3 özelliklerini belirleyen şeydir.

Diğer bir dezavantaj ise geniş kazanç genişliğidir. Kazançları bant sınırlı olmalıdır İstenilen aralıkların dışındaki kazancı azaltmak için giriş ve çıkış ayarlı devreler veya filtreler ile. Örneğin, bir HF amplifikatörü için, HF spektrumunun dışındaki kazancı azaltmak için 30 MHz düşük geçişli filtreler veya ilgili frekans bandı için kullanılan bir bant geçişli filtre kullanılabilir.

Uygun MMİC amplifikatörünü seçmek oldukça basittir. Öncelikle, istenen frekans bant genişliği, kazanç ve çıkış gücü için bir

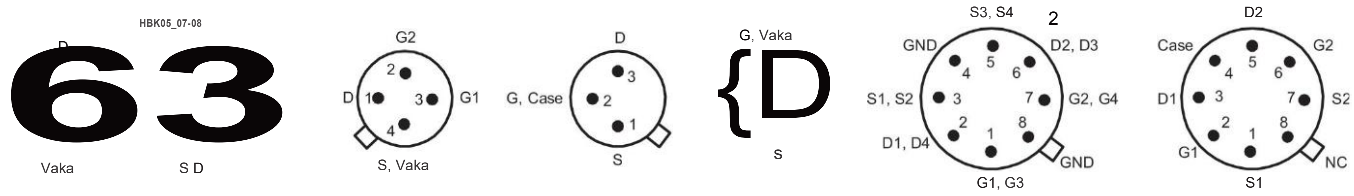
Tasarım uygulaması ile uyumludur. Tablo 22.28'de listelenen biasing voltajına (Vb) ve tedarik voltajının (V,) değeri ne olursa olsun, mevcut olan bias direncinin (Şekil 22.17'deki Rl) değerini hesaplayın.

Artan kullanılabilirlik ve kullanım kolaylığı ile MMİC amplifikatörlerinin kullanılabileceği birçok devre vardır. Hobi kullanımı için nispeten ucuz olan birçok MMİC amplifikatör vardır.

Tablo 22.29
Küçük Sinyalli FET'ler

Cihaz	Yazı	Max Diss (mW)	Max Vps (V)	Vas ((V)'nin	Min gfs (µSJ	İnput C (pF)	Maksimum İD (mA)	Ben max (MHz)	Gürültü Şekil (typ)	Vaka	Temel	Uygulamalar
40673			30		4500	4			4 dB @ 400 MHz		1	VHF/UHF amp, mix, osc
	N-JFET	300	2	-6	2500	5	'-15	450	4 dB @ 200 MHz		2	VHF/UHF amp, mix, osc
U350	N-JFET	310	5	-3	3500	5	30	200	4 dB @ 400 MHz		2	VHF/UHF amp, mix, osc
			2	-4	5500	5	30	400	4 dB @ 400 MHz		2	VHF/UHF amp. mix, osc
U431	N-JFET	310	5	-2	10,000	4-8.5	15	400	4.5 dB @ 400 MHz		3	VHF/UHF amp, mix, osc
	N-JFET	360	2	-6			50	500				
2N5670	N-çift kapılı MOSFET	330	5									
			25	-5	8000	6	50	200	4.5 dB @ 200 MHz	T0-72	3	VHF amp, karıştırıcı
	N-çift kapılı MOSFET	360	25	-8	2000	4.5	20	200	4 dB @ 400 MHz	T0-92	2	HFNHF amp, mix, osc
	N-JFET	310										
				-6				400	4 dB @ 200 MHz	T0-92		
	N-JFET 310 N-çift		2		2500	5	3				2	HFNHF/UHF amp, mix, osc
	kapılı	330		-4				400	6 dB @ 200 MHz	T0-72		
	MOSFET		5		12,000	6	0					HFNHF/UHF amp, mix, osc
	P-JFET	350	-30	+1	27		-50			T0-18	4	Analog anahtar
	N-JFET	500	30	0	10,000	2.5	60	450	3.2 dB @ 450 MHz	T0-52	5	doğrayıcı ortak kapılı
		300	30	-6								VHF/UHF amp, JFET
			25		9000	5	60	100	7 dB @ 100 MHz	T0-99	6	ile eşleşti
	N-JFET Dörtlü	1W		-6								çift bal karışımı
			25		10,000	5	30	100		T0-99		JFET ile eşleşti
	N-JFET Dual	300		-6								Kaskad amp ve bal
			25		3000	7	20	400	2.5 dB @ 100 MHz	T0-92	7	karışımı VHF/UHF osc,
	N-JFET	350		8								mix, ön uç amp
2N5668	N-JFET	350	25		1500	7	5	400	2.5 dB @ 100 MHz	T0-92		VHF/UHF osc, mix,
				4								ön uç amp
2N5669	N-JFET	350	25		2000	7	10	400	2.5 dB @ 100 MHz	T0-92	2	VHF/UHF osc,
				6								Mix, ön uç amp
J308	N-JFET	350	25		8000	7.5	60	1000	1.5 dB @ 100 MHz	T0-92		VHF/UHF osc,
				6.5								Mix, ön uç amp
J309	N-JFET	350	25		10,000	7.5	30	1000	1.5 dB @ 100 MHz	T0-92	2	VHF/UHF osc,
				4								Mix, ön uç amp
J310	N-JFET	350	25		8000	7.5	60	1000	1.5 dB @ 100 MHz	T0-92		VHF/UHF osc,
				6.5								mix, ön uç amp
NE32684A	HJ-FET	165	2.		45,000		30	20 GHz	0,5 dB @ 12 GHz	84A	2	Düşük gürültülü amp
				-0.8								
			0								2	
											2	

Notlar
: 125 °
C
Paket şekli, boyutu ve pin bağlantı bilgileri için üreticilerin veri sayfalarına bakın.



(1) (2) (3) (4) (5) (6) (7)

Tablo
Düşük Gürültülü

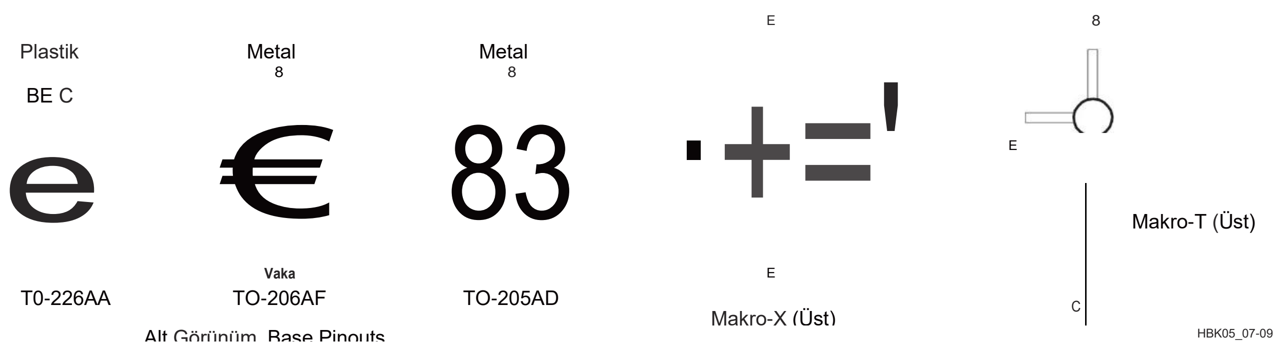
Aygıt	NF (dB)	F (MHz)	f_T (GHz)	Io (mA)	Kazanç	F (MHz)	v @ RjcEo (V)	Le (mA)	P + (mW)	Vaka
MRF904	1.5	450	4	15	16	450	15	30	200	T0-206AF
MRF571	1.5	1000	8	50	12	1000	10	70	100	Makro-X
MRF2369	1.5	1000	6	40	12	1000	15	70	750	Makro-X
MPS911	1.7	500	7	30	16.5	500	12	40	625	TO-226AA
MRF581A	1.8	500	5	75	15.5	500	15	200	250	Makro-X
BFR91	1.9	500	5	30	16	500	12	35	180	Makro-T
BFR96	2	500	4.5	50	14.5	500	15	100	500	Makro-T
MPS571	2	500	6	50	14	500	10	80	625	TO-226AA
MRF581	2	500	5	75	15.5	500	18	200	250	Makro-X
MRF901	2	1000	4.5	15	12	1000	15	30	375	Makro-X
MRF941	2.1	2000	8	15	12.5	2000	10	15	400	Makro-X
MRF951	2.1	2000	7.5	30	12.5	2000	10	100	100	Makro-X
BFR90	2.4	500	5	14	18	500	15	30	180	Makro-T
MPS901	2.4	900	4.5	15	12	900	15	30	300	TO-226AA
MRF1001A	2.5	300	3	90	13.5	300	20	200	300	TO-205AD
2N5031	2.5	450	1.6	5	14	450	10	20	200	TO-206AF
MRF4239A	2.5	500	5	90	14	500	12	400	300	TO-205AD
BFW92A	2.7	500	4.5	10	16	500	15	35	180	Makro-T
MRF521 *	2.8	1000	4.2	-50	11	1000	-10	-70	750	Makro-X
2N5109	3	200	1.5	50	11	216	20	400	250	TO-205AD
2N4957 *	3	450	1.6	-2	12	450	-30	-30	200	TO-206AF
MM4049 *	3	500	5	-20	11.5	500	-10	-30	200	TO-206AF
2N5943	3.4	200	1.5	50	11.4	200	30	400	350	TO-205AD
MRF586	4	500	1.5	90	9	500	17	200	250	TO-205AD
2N5179	4.5	200	1.4	10	15	200	12	50	200	TO-206AF
2N2857	4.5	450	1.6	8	12.5	450	15	40	200	TO-206AF
2N6304	4.5	450	1.8	10	15	450	15	50	200	TO-206AF
MPS536 *	4.5	500	5	-20	4.5	500	-10	-30	625	TO-226AA
MRF536 *	4.5	1000	6	-20	10	1000	-10	-30	300	Makro-X

* PNP aygıtını belirtir

Tamamlayıcı cihazlar

NPN	*PNP*
2N2857	2N4957
MRF904	MM404
MRF571	MRF52

Paket şekli, boyutu ve pin bağlantı bilgileri için üreticilerin veri sayfalarına bakın. Birçok perakende tedarikçi ve üretici veri sunar Web sitelerindeki sayfalar.



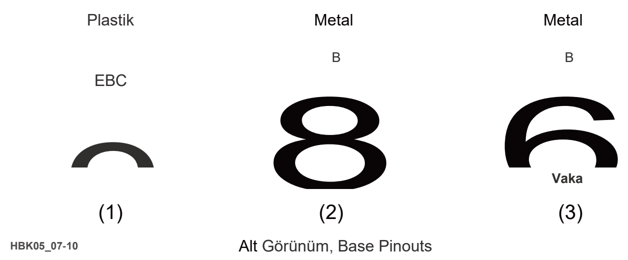
Tablo 22.31

Genel amaçlı bipolar transistörler

Cihaza göre sayısal olarak

Aygıt	*Yazı*	*VcEo Maksimum Toplayıcı Yayıcı Voltaj (V)*	*VcBo Maksimum Toplayıcı Temel Voltaj (V)*	*Vgso Maksimum Yayıcı Temel Voltaj (V)*	*İc Maksimum Toplayıcı Güncel (mA)*	*Pi Maksimum Aygıt Dağılma (W)*	***Minimum DC Akım Kazancı*** *Io = 0.1 mA*	*Io = 150 mA*	*Current-Kazanç Bant genişliği Ürün f, (MHz)*	*Gürült Şekil NF Maksimum (dB)*	*Temel*
2N918	NPN	15	30	3.0	50	0.2	20 (3 mA)		600	6.0	3
2N2102	NPN	65	120	7.0	1000	1.0	20	40	60	6.0	2
2N2218	NPN	30	60	5.0	800	0.8	20	40	250		2
2N2218A	NPN	40	75	6.0	800	0.8	20	40	250		2
2N2219	NPN	30	60	5.0	800	3.0	35	100	250		2
2N2219A	NPN	40	75	6.0	800	3.0	35	100	300	4.0	2
2N2222	NPN	30	60	5.0	800	1.2	35	100	250		2
2N2222A	NPN	40	75	6.0	800	1.2	35	100	200	4.0	2
2N2905	PNP	40	60	5.0	600	0.6	35		200		2
2N2905A	PNP	60	60	5.0	600	0.6	75	100	200		2
2N2907	PNP	40	60	5.0	600	0.4	35		200		2
2N2907A	PNP	60	60	5.0	600	0.4	75	100	200		2
2N3053	NPN	40	60	5.0	700	5.0		50	100		2
2N3053A	NPN	60	80	5.0	700	5.0		50	100		2
2N3563	NPN	15	30	2.0	50	0.6	20		800		1
2N3904	NPN	40	60	6.0	200	0.625	40		300	5.0	1
2N3906	PNP	40	40	5.0	200	0.625	60		250	4.0	1
2N4037	PNP	40	60	7.0	1000	5.0		50			2
2N4123	NPN	30	40	5.0	200	0.35		25 (50 mA)	250	6.0	1
2N4124	NPN	25	30	5.0	200	0.35	120 (2 mA)	60 (50 mA)	300	5.0	1
2N4125	PNP	30	30	4.0	200	0.625	50 (2 mA)	25 (50 mA)	200	5.0	1
2N4126	PNP	25	25	4.0	200	0.625	120 (2 mA)	60 (50 mA)	250	4.0	1
2N4401	NPN	40	60	6.0	600	0.625	20	100	250		1
2N4403	PNP	40	40	5.0	600	0.625	30	100	200		1
2N5320	NPN	75	100	7.0	2000	10.0		30 (İA)			2
2N5415	PNP	200	200	4.0	1000	10.0		30 (50 mA)	15		2
MM4003	PNP	250	250	4.0	500	1.0	20 (10 mA)				2
MPSA55	PNP	60	60	4.0	500	0.625		50 (0.1 A)	50		1
MPS6531	NPN	40	60	5.0	600	0.625	60 (10 mA)	90 (0.1 A)			1
MPS6547	NPN	25	35	3.0	50	0.625	20 (2 mA)		600		1

Test koşulları: İc = 20 mA do; *Vo* ± = 20 V; f = 100 MHz



Alt Görünüm, Base Pinouts

Tablo 22.32

Genel amaçlı silikon bipolar güç transistörleri

TO-220 Kılıf, Pin 1 = Taban, Pin 2, Kılıf = Toplayıcı; Pin 3 = Yayıcı

NPN	*PNP*		*Io Max (A)*	*VcEo Max (V)*	*Hee Min*	*F, (MHz)*	*Güç Dağılma (W)*
D44C8			4	60	100/220	50	30
	D45C8		4	60	40/120	50	30
TIP29			1	40	15/75	3	30
	TIP30		1	40	15/75	3	30
TIP29A			1	50	15/75	3	30
	TIP30A		1	60	15/75	3	30
TIP29B			1	80	15/75	3	30
TIP29C			1	100	15/75	3	30
	TIP30C		1	100	15/75	3	30
TIP47			1	250	30/150	10	40
TIP48			1	300	30/150	10	40
TIP49			1	350	30/150	10	40
TIP50			1	400	30/150	10	40
TIP110			2	60	500	>5	50
	TIP115	*	2	60	500	>5	50
TIP116			2	80	500	25	50
TIP31			3	40	25	3	40
	TIP32		3	40	25	3	40
TIP31A			3	60	25	3	40
	TIP32A		3	60	25	3	40
TIP31B			3	80	25	3	40
	TIP32B		3	80	25	3	40
TIP31C			3	100	25	3	40
	TIP32C		3	100	25	3	40
2N6124			4	45	25/100	2.5	40
2N6122			4	60	25/100	2.5	40
MJE1300			4	300	6/30	4	60
TIP120			5	60	1000	>5	65
	TIP125	*	5	60	1000	> 10	65
	TIP42		6	40	15/75	3	65
TIP41A			6	60	15/75	3	65
TIP41B			6	80	15/75	3	65
2N6290			7	50	30/150	4	40
	2N6109			50	30/150	4	40
2N6292			7	70	30/150	4	40
	2N6107		7	70	30/150	4	40
MJE3055T			10	50	20/70	2	75
	MJE2955T		10	60	20/70	2	75
2N6486			15	40	20/150	5	75
2N6488			15	80	20/150	5	75
TIP140			10	60	500	>5	125
	TIP145	*	10	60	600	> 10	125
2N3055A			15	60	20/70	0.8	115

TO-204 kılıf (TO-3), Pin 1 = Taban, Pin 2 = Emitör, Case = Toplayıcı ;

NPN	*PNP*	*Io Max (A)*	*VcEo Max (V)*	*Hee Min*	*F, (MHz)*	*Güç Dağılma (W)*
2N3055		15	60	20/70	2.5	115
	MJ2955	15	60	20/70	2.5	115
2N6545		8	400	7/35	6	125
2N5039		20	75	20/100		140
2N3771		30	40	15	0.2	150
2N3789		10	60	15	4	150
2N3715		10	60	30	4	150
	2N3791	10	60	30	4	150
	2N5875	10	60	20/100	4	150
	2N3790	10	80	15	4	150
2N3716		10	80	30	4	150
	2N3792	10	80	30	4	150
2N3773		16	140	15/60	4	150
2N6284		20	100	750/18K		160
	2N6287	20	100	750/18K		160
2N5881		15	60	20/100	4	160
2N5880		15	80	20/100	4	160
2N6249		15	200	10/50	2.5	175
2N6250		15	275	8/50	2.5	175
2N6546		15	300	6/30	6-28	175
2N6251		15	350	6/50	2.5	175
2N5630		16	120	20/80	1	200
2N5301		30	40	15/60	2	200
2N5303		20	80	15/60	2	200
2N5885		25	60	20/100	4	200
2N5302		30	60	15/60	2	200
	2N4399	30	60	15/60	4	200
2N5886		25	80	20/100	4	200
	2N5884	25	80	20/100	4	200
MJ802		30	100	25/100	2	200
	MJ4502	30	100	25/100	2	200
MJ15003		20	140	25/150	2	250
	MJI5004	20	140	25/150	2	250
MJ15024		25	250	15/60	4	250

= Ücretsiz çiftler

* = Darlington transistörü

Transistör/İC veri sayfalarını bulmak için yararlı URL'ler:

Yedek transistörlerin ve İC'lerin hattı: **www.nteinc.com**

Genel amaçlı değiştirmeler**: www.mouser.com, www.digikey.com**

NXP Yarı İletkenler: **www.nxp.com**

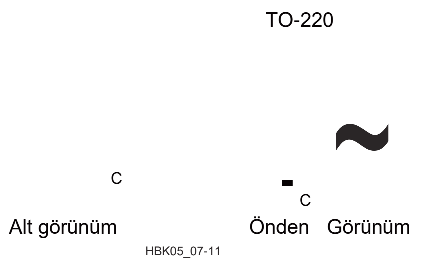
Mitsubishi: **www.mitsubishielectric.com/semiconductors/products**

ON Yarı İletken: **www.onsemi.com**

M/A-COM: **www.macomtech.com**

STMicroelectronics: **www.st.com**

Mikrosemi: **www.microsemi.com**



Tablo 22.33

Genel Amaçlı JFET'ler ve MOSFET'ler

Aygıt	*Yazı*	*VOSS min (V)*	*RDS (açık) maks (()*	*İD max (A)*	*PD max (W)*	*Casel*	*Mfr*
BS250P	P-kanalı	45	14	0.23	0.7	E-line	Z
IRFZ30	N-kanal	50	0.050	30	75	TO-220	IR
IRFZ42	N-kanal	50	0.035	50	150	TO-220	IR
2N7000	N-kanal	60	5	0.20	0.4	E-line	Z
VN10LP	N-kanal	60	7.5	0.27	0.625	E-line	Z
VN10KM	N-kanal	60	5	0.3	1	TO-237	S
ZVN2106B	N-kanal	60	2	1.2	5	TO-39	Z
IRF511	N-kanal	60	0.6	2.5	20	TO-220AB	IR
IRF531	N-kanal	60	0.180	14	75	TO-220AB	IR
IRF531	N-kanal	80	0.160	14	79	TO-220	IR
ZVP3310A	P-kanalı	100	20	0.14	0.625	E-line	Z
ZVN2110B	N-kanal	100	4	0.85	5	TO-39	Z
ZVP3310B	P-kanalı	100	20	0.3	5	TO-39	Z
IRF510	N-kanal	100	0.6	2	20	TO-220AB	IR
IRF520	N-kanal	100	0.27	5	40	TO-220AB	IR
IRF150	N-kanal	100	0.055	40	150	TO-204AE	IR
IRFP150	N-kanal	100	0.055	40	180	TO-247	IR
ZVP1320A	P-kanalı	200	80	0.02	0.625	E-line	Z
ZVN0120B	N-kanal	200	16	0.42	5	TO-39	Z
ZVP1320B	P-kanalı	200	80	0.1	5	TO-39	Z
IRF620	N-kanal	200	0.800	5	40	TO-220AB	IR
IRF220	N-kanal	200	0.400	8	75	TO-220AB	IR
IRF640	N-kanal	200	0.18	10	125	TO-220AB	IR

Üreticiler: İR = İnternational Rectifier; M = Motorola; S = Siliconix; Z = Zetex .

tPaket şekli, boyutu ve pin bağlantı bilgileri için üreticinin veri sayfalarına bakın. Birçok perakende tedarikçi, alıcılara ücretsiz olarak veri sayfaları sunar İstek üzerine. Veri kitapları birçok üretici ve perakendeciden temin edilebilir.

Tablo 22.34

RF Güç Transistörleri - Parça Numarasına Göre

Bölüm Numara	*P6 (W)*	*Yazı*	*Kazanç (dB)*	*Vpp (V)*	*Paket*	*f (MHz)*	*BVpss*	*Pi maks* ***(W)***	*Mfr*
ARF1500	750	MOS	16	125	T1	40	500		MS
ARF1501	750	MOS	17	250	T1	40	1000		MS
ARF460AG	150	MOS	15	125	TO-247s	65	500		MS
ARF461AG	150	MOS	15	250	TO-247s	65	1000		MS
ARF463AG	100	MOS	15	125	TO-247s	100	500		MS
ARF465AG	150	MOS	15	300	TO-247s	60	1200		MS
ARF466AG	300	MOS	16	200	TO-247s	45	1000		MS
ARF466FL	300	MOS	16	200	T3	45	1000		MS
ARF473	300	MOS	14	165	M244	150	500		MS
ARF475FL	450	MOS	14	165	T3	150	500		MS
ARF476FL	450	MOS	14	165	T3	150	500		MS
ARF477FL	400	MOS	16	165	T3a	100	500		MS
ARF521	150	MOS	15	165	M174	150	500		MS
BLF1043	10	MOS	16.5	26	SOT538A	1000			NXP
BLF1046	45	MOS	14	26	SOT467C	1000			NXP
BLF145	30	MOS	20	28	SOT123A	30			NXP
BLF147	150	MOS	14	28	SOT121B	175			NXP
BLF174XR	600	LDMOS	28.5	50	SOT1214A	128			NXP
BLF175	30	MOS	20	50	SOT123A	108			NXP
BLF177	150	MOS	19	50	SOT121B	108			NXP
BLF202	2	MOS	13	12.5	SOT409A	175			NXP
BLF242	5	MOS	16	28	SOT123A	200			NXP
BLF244	15	MOS	17	28	SOT123A	175			NXP
BLF245	30	MOS	15.5	28	SOT123A	175			NXP
BLF245B	30	MOS	18	28	SOT279A	175			NXP
BLF246	80	MOS	18	28	SOT121B	175			NXP
BLF246B	60	MOS	19	28	SOT161A	175			NXP
BLF278	300	MOS	16	50	SOT262A1	225			NXP
BLF369	500	LDMOS	18	32	SOT800-2	500			NXP
BLF571	20	LDMOS	27.5	50	SOT467C	500			NXP

Tablo 22.34 devam

Bölüm Numara	*Po (W)*	*Yazı*	*Kazanç (dB)*	*Vpp (V)*	*Paket*	*f (MHz)*	BVpss	*Pi maks (W)*	*Mfr*
BLF573	300	LDMOS	27.2	50	SOT502A	500			NXP
BLF573S	300	LDMOS	27.2	50	SOT502B	500			NXP
BLF574	600	LDMOS	26.5	50	SOT539A	500			NXP
BLF574XR	600	LDMOS	23	50	SOT1214A	500			NXP
BLF578	300	LDMOS	26	50	SOT539A	500			NXP
BLF642	35	LDMOS	19	32	SOT467C	1400			NXP
BLF645	100	LDMOS	18	32	SOT540A	1400			NXP
BLF871	100	LDMOS	21	40	SOT467C	1000			NXP
BLF871S	100	LDMOS	21	40	SOT467B	1000			NXP
BLF881	140	LDMOS	21	50	SOT467C	1000			NXP
BLF881S	140	LDMOS	21	50	SOT467B	1000			NXP
MRF141	150	MOS	21	28	M174	175			MA
MRF141G	300	MOS	21	28	M244	175			MA
MRF148A	30	MOS	18	50	M113	175			MA
MRF150	150	MOS	20	50	M174	150			MA
MRF151	150	MOS	21	50	M177	175			MA
MRF151G	300	MOS	20	50	M244	175			MA
MRF154	600	MOS	16	50	HOG	80			MA
MRFE6VP100H	100	LDMOS	27.2	50	Flanş	0 - 2000			NXP
MRFE6VP5600H	600	LDMOS	24.6	50	Flanş	1.8 ila 600			NXP
	1250	LDMOS	22.9	50	Flanş	1.8 ila 600			NXP
MRFE6VP6300H	300	LDMOS	25	50	Flanş	1.8 ila 600			NXP
MRFX1K89H	1800	LDMOS	25	65	NI-1230-4H	1.8 - 400	182		NXP
RD00HHS1	0.3	LDMOS	18.7	12.5	SOT-89	30	30	3.1	MT
RD00HVS1	0.5	LDMOS	20	12.5	SOT-89	175	30	3.1	MT
RD06HHF1	6	LDMOS	16	12.5	TO-220S	30	50	27.8	MT
RD06HVF1	6	LDMOS	16	12.5	TO-220S	175	50	27.8	MT
RD100HHF1	100	LDMOS	14	12.5	Flanş büyük	30	50	176.5	MS
RD15HVF1	15	LDMOS	12	12.5	TO-220S	520	30	48	MT
RD16HHF1	16	LDMOS	16	12.5	TO-220S	30	50	56.8	MT
RD20HMF1	20	LDMOS	8.5	12.5	Flanş küçük	900	30	71.4	MT
RD30HUF1	30	LDMOS	10	12.5	Flanş küçük	520	30	75	MT
RD30HVF1	30	LDMOS	15	12.5	Flanş küçük	175	30	75	MT
RD45HMF1	45	LDMOS	8	12.5	Flanş büyük	900	30	125	MT
RD60HUF1	60	LDMOS	10	12.5	Flanş büyük	520	30	150	MT
RD70HHF1	70	LDMOS	14	12.5	Flanş büyük	30	50	150	MS
RD70HVF1	70	LDMOS	12	12.5	Flanş büyük	175	30	150	MT
SD1274-01	30	BJT	10	13.6	M113	160			ST
SD1275-01	40	BJT	9	13.6	M113	160			ST
SD1726	150	BJT	14	50	M174	30			ST
SD1728	250	BJT	14.5	50	M177	30			ST
SD2902	15	BJT	12.5	28	M113	400			ST
SD2904	30	BJT	9.5	28	M113	400			ST
SD2918	30	MOS	18	50	M113	30			ST
SD2931-10	150	MOS	14	50	M174	175			ST
SD2932	300	MOS	15	50	M244	175			ST
SD2933	300	MOS	20	50	M177	30			ST
SD2941-10	175	MOS	15	50	M174	175			ST
SD2942	350	MOS	15	50	M244	175			ST
SD2943	350	MOS	22	50	M177	30			ST
SD3931-10	175	MOS	20	100	M174	150			ST
SD3932	350	MOS	24	100	M244	150			ST
SD3933	350	MOS	25	100	M177	30			ST
SD4931	150	MOS	14.8	50	M174	175			ST
SD4933	300	MOS	24	50	M177	30			ST
VRF141	150	MOS	13	28	M174	175	80		MS
VRF141G	300	MOS	14	28	M244	175	80		MS
VRF148A	30	MOS	16	50	M113	175	170		MS
VRF150	150	MOS	11	50	M174	150	170		MS
VRF151	150	MOS	14	50	M174	175	170		MS
VRF151E	150	MOS	14	50	M174	175	170		MS
VRF151G	300	MOS	16	50	M244	175	170		MS
VRF152	150	MOS	14	50	M174	175	170		MS
VRF154FL	600	MOS	17	50	T2	80	170		MS
VRF157FL	600	MOS	21	50	T2	80	170		MS
VRF2933	300	MOS	22	50	M177	100	170		MS

Üretici kodları:

MA - M/A-COM: **www.macomtech.com**
MS - Mikrosemi: **www.microsemi.com**
MT - Mitsubishi: **www.mitsubishielectric.com/semiconductors/products**
NXP - NXP Yarı İletkenler: **www.nxp.com**
ST - STMicroelectronics: **www.st.com**

Tablo 22.35
RF Güç Transistörleri - Güç Çıkışına Göre

Bölüm Numara	%	*Yazı*	*Kazanç (dB)*	*Vpp (V)*	*Paket*	***f (MHz)***	BVpss	*Pi maks **(W)***	***Mfr***
RD00HHS1	0.3	LDMOS	18.7	12.5	SOT-89	30	30	3.1	MT
RD00HVS1	0.5	LDMOS	20	12.5	SOT-89	175	30	3.1	MT
BLF202	2	MOS	13	12.5	SOT409A	175			NXP
BLF242	5	MOS	16	28	SOT123A	200			NXP
RD06HHF1	6	LDMOS	16	12.5	TO-220S	30	50	27.8	MT
RD06HVF1	6	LDMOS	16	12.5	TO-220S	175	50	27.8	MT
BLF1043	10	MOS	16.5	26	SOT538A	1000			NXP
BLF244	15	MOS	17	28	SOT123A	175			NXP
SD2902	15	BJT	12.5	28	M113	400			ST
RD15HVF1	15	LDMOS	12	12.5	TO-220S	520	30	48	MT
RD16HHF1	16	LDMOS	16	12.5	TO-220S	30	50	56.8	MT
BLF571	20	LDMOS	27.5	50	SOT467C	500			NXP
RD20HMF1	20	LDMOS	8.5	12.5	Flanş küçük	900	30	71.4	MT
BLF145	30	MOS	20	28	SOT123A	30			NXP
SD2918	30	MOS	18	50	M113	30			ST
BLF175	30	MOS	20	50	SOT123A	108			NXP
SD1274-01	30	BJT	10	13.6	M113	160			ST
BLF245	30	MOS	15.5	28	SOT123A	175			NXP
BLF245B	30	MOS	18	28	SOT279A	175			NXP
MRF148A	30	MOS	18	50	M113	175			MA
RD30HVF1	30	LDMOS	15	12.5	Flanş küçük	175	30	75	MT
VRF148A	30	MOS	16	50	M113	175	170		MS
SD2904	30	BJT	9.5	28	M113	400			ST
RD30HUF1	30	LDMOS	10	12.5	Flanş küçük	520	30	75	MT
BLF642	35	LDMOS	19	32	SOT467C	1400			NXP
SD1275-01	40	BJT	9	13.6	M113	160			ST
RD45HMF1	45	LDMOS	8	12.5	Flanş büyük	900	30	125	MT
BLF1046	45	MOS	14	26	SOT467C	1000			NXP
BLF246B	60	MOS	19	28	SOT161A	175			NXP
RD60HUF1	60	LDMOS	10	12.5	Flanş büyük	520	30	150	MT
RD70HHF1	70	LDMOS	14	12.5	Flanş büyük	30	50	150	MS
RD70HVF1	70	LDMOS	12	12.5	Flanş büyük	175	30	150	MT
BLF246	80	MOS	18	28	SOT121B	175			NXP
RD100HHF1	100	LDMOS	14	12.5	Flanş büyük	30	50	176.5	MS
ARF463AG	100	MOS	15	125	TO-247s	100	500		MS
BLF871	100	LDMOS	21	40	SOT467C	1000			NXP
BLF871S	100	LDMOS	21	40	SOT467B	1000			NXP
BLF645	100	LDMOS	18	32	SOT540A	1400			NXP
MRFE6VP100H	100	LDMOS	27.2	50	Flanş	0 - 2000			NXP
BLF881	140	LDMOS	21	50	SOT467C	1000			NXP
BLF881S	140	LDMOS	21	50	SOT467B	1000			NXP
SD1726	150	BJT	14	50	M174	30			ST
ARF465AG	150	MOS	15	300	TO-247s	60	1200		MS
ARF460AG	150	MOS	15	125	TO-247s	65	500		MS
ARF461AG	150	MOS	15	250	TO-247s	65	1000		MS
BLF177	150	MOS	19	50	SOT121B	108			NXP
ARF521	150	MOS	15	165	M174	150	500		MS
MRF150	150	MOS	20	50	M174	150			MA
VRF150	150	MOS	11	50	M174	150	170		MS
BLF147	150	MOS	14	28	SOT121B	175			NXP
MRF141	150	MOS	21	28	M174	175			MA
MRF151	150	MOS	21	50	M177	175			MA
SD2931-10	150	MOS	14	50	M174	175			ST
SD4931	150	MOS	14.8	50	M174	175			ST
VRF141	150	MOS	13	28	M174	175	80		MS
VRF151	150	MOS	14	50	M174	175	170		MS
VRF151E	150	MOS	14	50	M174	175	170		MS
VRF152	150	MOS	14	50	M174	175	170		MS
SD3931-10	175	MOS	20	100	M174	150			ST
SD2941-10	175	MOS	15	50	M174	175			ST
SD1728	250	BJT	14.5	50	M177	30			ST
SD2933	300	MOS	20	50	M177	30			ST
SD4933	300	MOS	24	50	M177	30			ST
ARF466AG	300	MOS	16	200	TO-247s	45	1000		MS
ARF466FL	300	MOS	16	200	T3	45	1000		MS
VRF2933	300	MOS	22	50	M177	100	170		MS
ARF473	300	MOS	14	165	M244	150	500		MS
MRF141G	300	MOS	21	28	M244	175			MA
MRF151G	300	MOS	20	50	M244	175			MA
SD2932	300	MOS	15	50	M244	175			ST
VRF141G	300	MOS	14	28	M244	175	80		MS
VRF151G	300	MOS	16	50	M244	175	170		MS
BLF278	300	MOS	16	50	SOT262A1	225			NXP
BLF573	300	LDMOS	27.2	50	SOT502A	500			NXP
BLF573S	300	LDMOS	27.2	50	SOT502B	500			NXP
BLF578	300	LDMOS	26	50	SOT539A	500			NXP
MRFE6VP6300H	300	LDMOS	25	50	Flanş	1.8 ila 600			NXP
SD2943	350	MOS	22	50	M177	30			ST
SD3933	350	MOS	25	100	M177	30			ST
SD3932	350	MOS	24	100	M244	150			ST

SD2942	350	MOS	15	50	M244	175		ST
ARF477FL	400	MOS	16	165	T3a	100	500	MS
ARF475FL	450	MOS	14	165	T3	150	500	MS
ARF476FL	450	MOS	14	165	T3	150	500	MS
BLF369	500	LDMOS	18	32	SOT800-2	500		NXP
MRF154	600	MOS	16	50	HOG	80		MA
VRF154FL	600	MOS	17	50	T2	80	170	MS
VRF157FL	600	MOS	21	50	T2	80	170	MS
BLF174XR	600	LDMOS	28.5	50	SOT1214A	128		NXP
BLF574	600	LDMOS	26.5	50	SOT539A	500		NXP
BLF574XR	600	LDMOS	23	50	SOT1214A	500		NXP
MRFE6VP5600H	600	LDMOS	24.6	50	Flanş	1.8 ila 600		NXP
ARF1500	750	MOS	16	125	T1	40	500	MS
ARF1501	750	MOS	17	250	T1	40	1000	MS
	1250	LDMOS	22.9	50	Flanş	1.8 ila 600		NXP
MRFX1K89H	1800	LDMOS	25	65	NI-1230-4H	1.8-400	182	NXP

Üretici kodları:

MA - M/A-COM: **www.macomtech.com**
MS - Mikrosemi: **www.microsemi.com**
MT - Mitsubishi: **www.mitsubishielectric.com/semiconductors/phpleSearch.php**
NXP - NXP Yarı İletkenler: **www.nxp.com**
ST - STMicroelectronics: **www.st.com**

Tablo 22.36
RF Güç Amplifikatör Modülleri
Frekansa göre

Aygıt	*Tedarik (V)*	*Frekans Menzil (MHz)*	*Çıkış Gücü (W)*	*Güç kazancı (dB)*	*Ambalaj '*	*Mfr/Notlar*
M57735	17	50-54	14	21	H3C	Ml; SSB mobil - Durdurulan *
M57719N	17	142-163	14	18.4	H2	Ml; FM mobil - Durdurulan *
S-AV17	16	144-148	60	21.7	5-53L	T, FM mobil
S-AV7	16	144-148	28	21.4	5-53H	T, FM mobil
MHW607-1	7.5	136-150	7	38.4	301 K-02/3	NXP; C sınıfı
BGY35	12.5	132-156	18	20.8	SOT132B	NXP - Durdurulan *
M67712	17	220-225	25	20	H3B	Ml; SSB mobil - Durdurulan *
M57774	17	220-225	25	20	H2	Ml; FM mobil - Durdurulan *
MHW720-1	12.5	400-440	20	21	700-04/1	NXP; C sınıfı
MHW720-2	12.5	440-470	20	21	700-04/1	NXP; C sınıfı
M57789	17	890-915	12	33.8	H3B	Mİ - Durdurulan *
MHW912	12.5	880-915	12	40.8	301 R-01/1	NXP; AB sınıfı
MHW820-3	12.5	870-950	18	17.1	301 G-03/1	NXP; C sınıfı
HMC487LP5/E	7	9-12 GHz	2	20	25 mm^2 SMT	H

Üretici kodları: H = Hitit; Ml = Mitsubishi; NXP = NXP Yarı İletkenler; T = Toshiba.
tPaket şekli, boyutu ve pin bağlantı bilgileri için üreticinin veri sayfalarına bakın. Bkz. Üreticiler için RF Güç Transistörlerinin Tabloları ve veri sayfaları için URL.
* Üretimden kaldırıldı - artık üretilmiyor ancak eski ekipmanlarda ve fazlalık olarak bulunabilir .

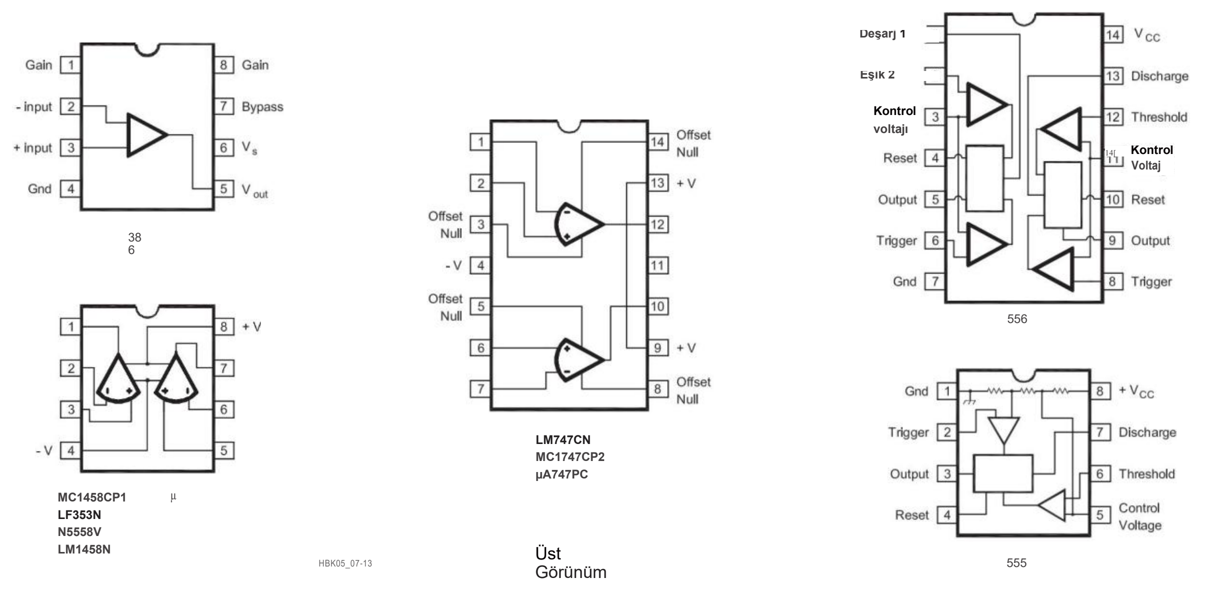
Tablo 22.37
Dijital mantık aileleri

	Yayılma gecikmesi CL = 50 pF için (ns)		*Max saat Frekans*	*Güç Dağılma (CL = 0) @ 1 MHz*	*Çıktı Güncel @ 0.5V*	*İnput Güncel*	*Eşik*	*Besleme Gerilimi (V)*		
Yazı	*Typ*	*Max*	*(MHz)*	*(mW/kapı)*	*Maksimum*	*(Maksimum*	*Voltaj (V)*	*Min*	*Typ*	*Max*
CMOS										
74AC	3	5.1	125	0.5	24	0	V +/2	2	5 veya 3.3	6
74ACT	3	5.1	125	0.5	24	0	1.4	4.5	5	5.5
74HC	9	18	30	0.5	8	0	V +/2	2	5	6
74HCT	9	18	30	0.5	8	0	1.4	4.5	5	5.5
4000B/74C (10V)	30	60	5	1.2	1.3	0	V +/2	3	5 - 15	18
4000B/74C (5V)	50	90	2	3.3	0.5	0	V +/2	3	5 - 15	18
TTL										
74AS	2	4.5	105	8	20	0.5	1.5	4.5	5	5.5
74F	3.5	5	100	5.4	20	0.6	1.6	4.75	5	5.25
74ALS	4	11	34	1.3	8	0.1	1.4	4.5	5	5.5
74LS	10	15	25	2	8	0.4	1.1	4.75	5	5.25
ECL										
ECL İll	1.0	1.5	500	60			-1.3	-5.19	-5.2	-5.21
ECL 100K	0.75	1.0	350	40			-1.32	-4.2	-4.5	-5.2
ECL 100KH	1.0	1.5	250	25			-1.29	-4.9	-5.2	-5.5
ECL10K	2.0	2.9	125	25			-1.3	-5.19	-5.2	-5.21
GaAs										
10G	0.3	0.32	2700	125			-1.3	-3.3	-3.4	-3.5
10G	0.3	0.32	2700	125			-1.3	-5.1	-5.2	-5.5

Kaynak: Horowitz (W1HFA) ve Hill, *The Art of Electronics-2nd baskısı, sayfa* 570. © Cambridge University Press 1980, 1989. Cambridge University Press'in izniyle yeniden basılmıştır.

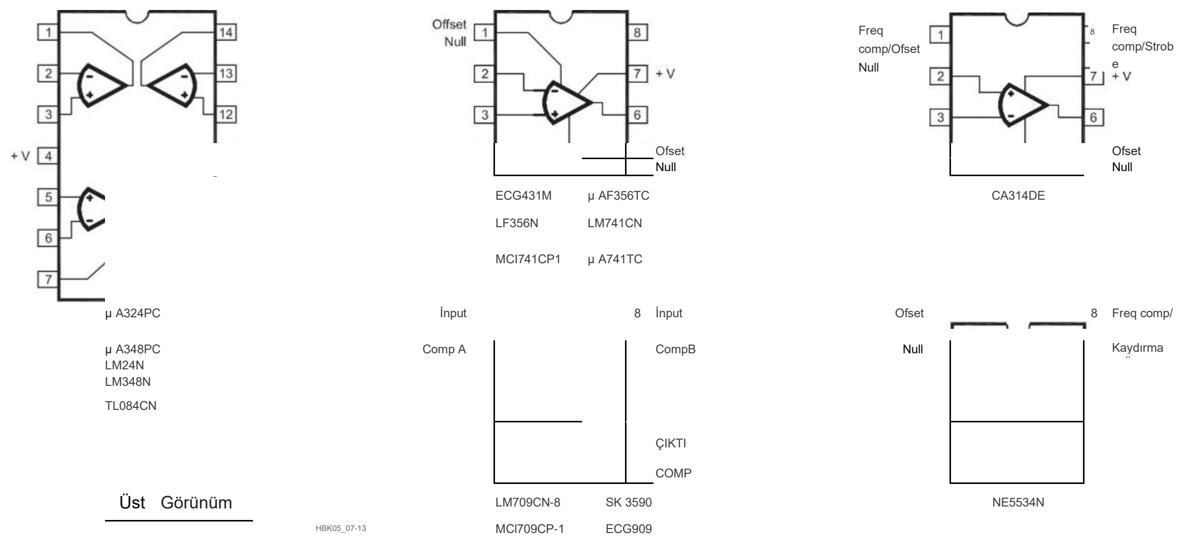
Tablo 22.38
Operasyonel Amplifikatörler (Op Amps)
Cihaz numarasına göre

Aygıt	*Yazı*	*Freq Comp*	*Max Tedarik (V)*	*Min İnput Direnç (MO)*	*Max Ofset Voltaj (mV)*	*Min dc Açık-Döngü Kazanç (dB*	*Min Çıktı Güncel (mA)*	*Min* small-*Sinyal Bant (MHz)*	*Min* Slew *Oranı (Vµs)*	*Notlar*
101A	Bipolar	ext	44	1.5	3.0	79	15	1.0	0.5	Genel amaç
108	Bipolar	ext	40	30	2.0	100	5	1.0		
124	Bipolar	int	32		5.0	100	5	1.0		Dört op amp, düşük güç
148	Bipolar	int	44	0.8	5.0	90	10	1.0	0.5	Quad 741
158	Bipolar	int	32		5.0	100	5	1.0		Çift op amp, düşük güç
301	Bipolar	ext	36	0.5	7.5	88	5	1.0	10	İle genişletilebilir bant genişliği Harici bileşenler
324	Bipolar	int	32		7.0	100	10	1.0		Dört op amp, tek tedarik
347	BiFET	ext	36	106	5.0	100	30	4	13	Dört, yüksek hız
351	BiFET	ext	36	106	5.0	100	20	4	13	
353	BiFET	ext	36	106	5.0	100	15	4	13	
355	BiFET	ext	44	106	10.0	100	25	2.5	5	
355B	BiFET	ext	44	106	5.0	100	25	2.5	5	
356A	BiFET	ext	36	106	2.0	100	25	4.5	12	
356B	BiFET	ext	44	106	5.0	100	25	5.0	12	
357	BiFET	ext	36	106	10.0	100	25	20.0	50	
357B	BiFET	ext	36	106	5.0	100	25	20.0	30	
358	Bipolar	int	32		7.0	100	10	1.0		Çift op amp, tek tedarik
411	BiFET	ext	36	106	2.0	100	20	4.0	15	Düşük ofset, düşük sürüklenme
709	Bipolar	ext	36	0.05	7.5	84	5	0.3	0.15	
741	Bipolar	int	36	0.3	6.0	88	5	0.4	0.2	
741S	Bipolar	int	36	0.3	6.0	86	5	1.0	3	AF için İmproved 741
1436	Bipolar	int	68	10	5.0	100	17	1.0	2.0	Yüksek voltaj
1437	Bipolar	ext	36	0.050	7.5	90		1.0	0.25	Uyumlu, çift 1709
1439	Bipolar	ext	36	0.100	7.5	100		1.0	34	
1456	Bipolar	int	44	3.0	10.0	100	9.0	1.0	2.5	Çift 1741
1458	Bipolar	int	36	0.3	6.0	100	20.0	0.5	3.0	
1458S	Bipolar	int	36	0.3	6.0	86	5.0	0.5	3.0	İmproved 1458 AF için
1709	Bipolar	ext	36	0.040	6.0	80	10.0	1.0		
1741	Bipolar	int	36	0.3	5.0	100	20.0	1.0	0.5	
1747	Bipolar	int	44	0.3	5.0	100	25.0	1.0	0.5	Çift 1741
1748	Bipolar	ext	44	0.3	6.0	100	25.0	1.0	0.8	Comp-ensated olmayan 17 41
1776	Bipolar	int	36	50	5.0	110	5.0		0.35	Mikro güç , programlanabilir
3140	BiFET	int	36	1.5 x 106	2.0	86	1	3.7	9	Strobable çıkış
3403	Bipolar	int	36	0.3	10.0	80		1.0	0.6	Dört, düşük güç
3405	Bipolar	ext	36		10.0	86	10	1.0	0.6	Çift op amp ve çift karşılaştırıcı
3458	Bipolar	int	36	0.3	10.0	86	10	1.0	0.6	Çift, düşük güç



Aygıt	Yazı	Freq Comp	Max Tedarik (V)	Min İnput Direnç (MO)	Max Ofset Voltaj (mV)	Min dc Açık-Döngü Kazanç (dB	Min Çıktı Güncel (mA)	Min small-Sinyal Bant (MHz)	Min Slew Oranı (Vμs)	Notlar
3476	Bipolar	int	36	5.0	6.0	92	12		0.8	
3900	Bipolar	int	32	1.0		65	0.5	4.0	0.5	Quad, Norton tek kaynağı
4558	Bipolar	int	44	0.3	5.0	88	10	2.5	1.0	Çift, geniş bant
4741	Bipolar	int	44	0.3	5.0	94	20	1.0	0.5	Dörtlü 1741
5534	Bipolar	int	44	0.030	5.0	100	38	10.0	13	Düşük gürültü, 20V P-P 600'ün üzerinde
5556	Bipolar	int	36	1.0	12.0	88	5.0	0.5	1	1456'ya eşdeğer
5558	Bipolar	int	36	0.15	10.0	84	4.0	0.5	0.3	Çift, 1458'e eşdeğer
34001	BiFET	int	44	106	2.0	94		4.0	13	JFET girişi
AD745	BiFET	int	±18	104	0.5	63	20	20	12.5	Ultra düşük gürültü, yüksek hız
LT1001	Hassas op amp, düşük ofset voltaj (15 μV max), düşük sürüklenme (0.6 μV/° C max), düşük gürültü (0.3 μV p-p)									
LT1007	Son derece düşük gürültü (0.06 V p-p), çok yüksek kazanç (2 k © yüke 20 x 106)									
LT1360	Yüksek hız, çok yüksek çıkış hızı (800 V/μs), 50 MHz kazanç bant genişliği, ± 2,5 V ila ± 15 V besleme aralığı									
NE5514	Bipolar	int	±16	100	1		10	3	0.6	
NE5532	Bipolar	int	±20	0.03	4	47	10	10	9	Düşük gürültü
OP-27A	Bipolar	ext	44	1.5	0.025	115		5.0	1.7	Ultra düşük gürültü, yüksek hız
OP-37A	Bipolar	ext	44	1.5	0.025	115		45.0	11.0	
TL-071	BiFET	int	36	106	6.0	91		4.0	13.0	Düşük gürültü
TL-081	BiFET	int	36	106	6.0	88		4.0	8.0	
TL-082	BiFET	int	36	106	15.0	99		4.0	8.0	Düşük gürültü
TL-084	BiFET	int	36	106	15.0	88		4.0	8.0	Dörtlü, yüksek performanslı AF
TLC27M2	CMOS	int	18	106	10	44		0.6	0.6	Düşük gürültü
TLC27M4	CMOS	int	18	106	10	44		0.6	0.6	Düşük gürültü

* -V'den + V terminallerine



22.7 Tüpler, Tel, Malzemele Çeşitli

[1]Hizmet Sınıfı Kısaltmaları:
AB-GD = AB- doğrusal 50-02 pas - Sive ızgara devresi .
B = B sınıfı push-pull
CP = C sınıfı plaka modülasyonlu telefon CT = C sınıfı telgraf

GG = Topraklanmış ızgara (ızgara ve Ekran birbirine bağlı)
[2]Maksimum sinyal değeri
[3]Tepe ızgara-ızgara volt
[4]Zorunlu hava soğutma gereklidir .

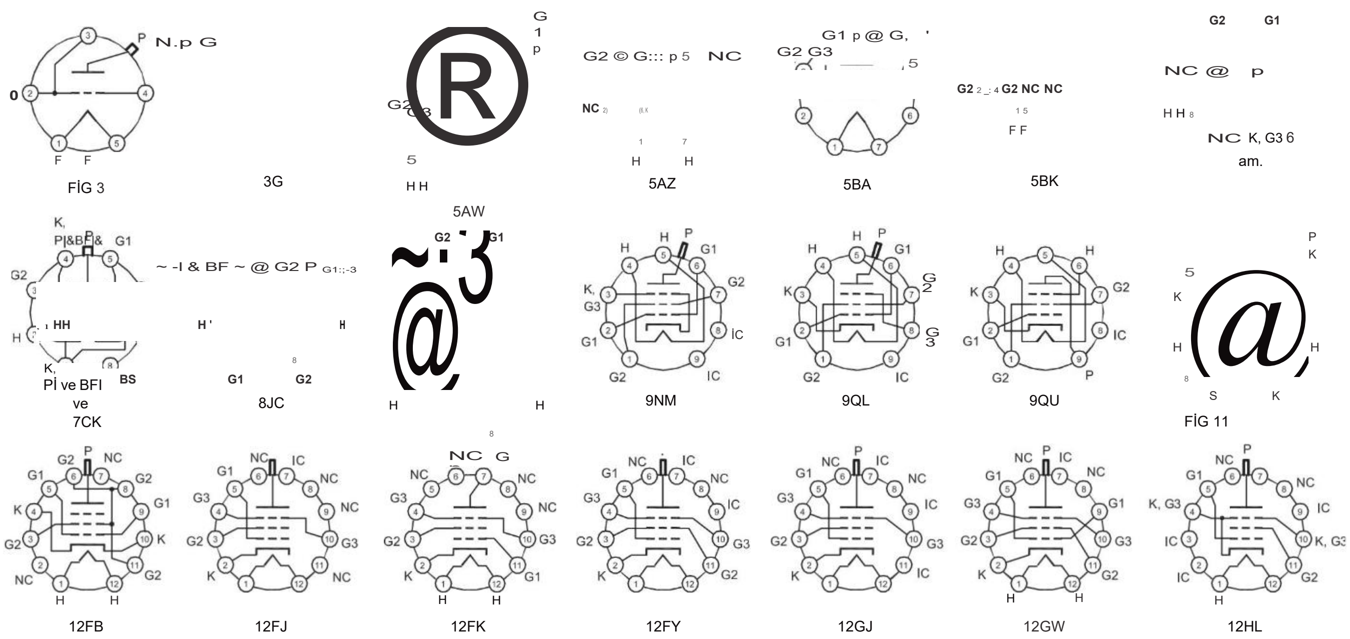
[5]İki tüp triode bağlı, G2 to G1'den 20kΩ'ye, G2'ye. [6]175 MHz'de tipik çalışma. [7]± 1.5V
[8]Değerler iki tüp içindir.
[9]Single ses tonu.

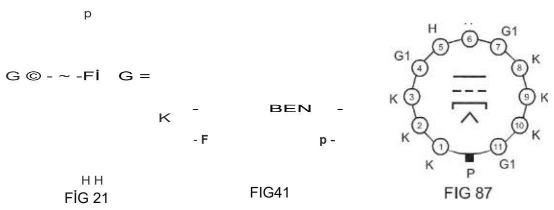
[10]24-02 katot direnci.
[11]Temel 4CX250B ile aynı.
Socket Rus SK2A.
[12]Socket Rus SK1A[13]Socket Rus SK3A.

www.arrl.org f-tube-amplifiers.

Max. Plate Diss. (W)	Max. Plate Volts (V)	Max. Screen Diss. (W)	Max. Screen Volts (V)	(MHz)	(V)	Amps	C_{IN} (pF)	(pF)	Serv. Class[1]	Plate (V)	(V)	(mA)
25	750	3	250	60	6.3		13	0.24	CT	500	–66	2.5

Tablo 22.41
EIA Vakum Tüp Taban Diyagramları





Temel diyagramlar, tüp veri tablolarının "Temel" sütunlarındaki kodlara karşılık gelir. Alt görünümler boyunca gösterilmiştir. **Temel bağlantılar aşağıdaki gibi kısaltılır:**

BS • Taban manşonu F • Filament	NC • Bağlantı yok P -Plate
G -Grid	Pgr - İşın plakaları
H • Isıtıcı	S -Shell
İC - İnternal bağlantı	K • Katot

HBK05_07-14

Alfabetik alt simgeler (D = diyot, P = pentot, T = triyot ve HX = hekzod) çok yapılı tüplerdeki yapıları gösterir. Alt simge CT, filament veya ısıtıcı merkezi musluğunu gösterir.

Genel olarak, metal zarf tüpünün pin 1'i (tüm triyotlar hariç) zarfa bağlı gösterildiğinde, cam zarf muadilinin pin 1'i (son ek G veya GT) bir iç kalkana bağlanır.

Tablo 22.42

Metal Oksit Varistör (MOV) Geçici Bastırıcılar

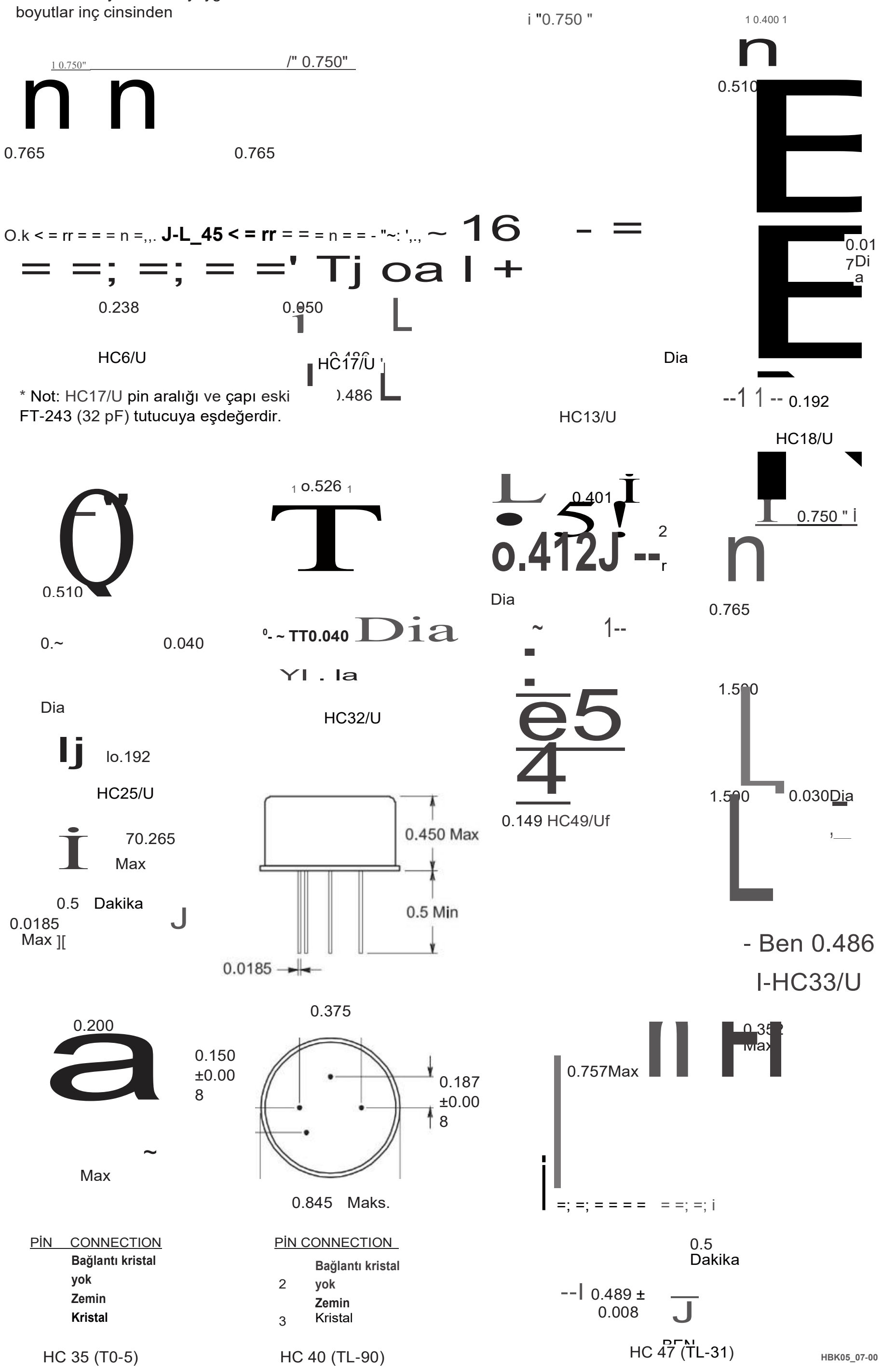
Voltaja göre

Tip No.	*EKG/NTEII Hayır.*	VacRMS	*Maksimum Uygulanan Voltaj VacPeak*	*Maksimum Enerji (Joules)*	*Maksimum Peak Güncel (A)*	*Maksimum Güç (W)*	*Maksimum Varistor Voltaj (V)*
V180ZA1	1V115	115	163	1.5	500	0.2	285
V180ZA10	2V115	115	163	10.0	2000	0.45	290
V130PA10A		130	184	10.0	4000	8.0	350
V130PA20A		130	184	20.0	4000	15.0	350
V130LA1	1V130	130	184	1.0	400	0.24	360
V130LA2	1V130	130	184	2.0	400	0.24	360
V130LA10A	2V130	130	184	10.0	2000	0.5	340
V130LA20A	524V13	130	184	20.0	4000	0.85	340
V150PA10A		150	212	10.0	4000	8.0	410
V150PA20A		150	212	20.0	4000	15.0	410
V150LA1	1V150	150	212	1.0	400	0.24	420
V150LA2	1V150	150	212	2.0	400	0.24	420
V150LA10A	524V15	150	212	10.0	2000	0.5	390
V150LA20A	524V15	150	212	20.0	4000	0.85	390
V250PA10A		250	354	10.0	4000	0.85	670
V250PA20A		250	354	20.0	4000	7.0	670
V250PA40A		250	354	40.0	4000	13.0	670
V250LA2	1V250	250	354	2.0	400	0.28	690
V250LA4	1V250	250	354	4.0	400	0.28	690
V250LA15A	2V250	250	354	15.0	2000	0.6	640
V250LA20A	2V250	250	354	20.0	2000	0.6	640
V250LA40A	524V25	250	354	40.0	4000	0.9	640

Bu parçalar için TtECG ve NTE numaraları, önek dışında aynıdır. İçin gösterilen sayılara "EKG" veya "NTE" önekini ekleyin.
tam parça numarası.

Tablo 22.43
Kristal tutucular

Not: Lehim Contası, Soğuk Kaynak ve Direnç Kaynak sızdırmazlık yöntemleri yaygın olarak mevcuttur. Tüm boyutlar inç cinsinden



Tablo 22.44
Bakır tel özellikleri

Çıplak ve Emaye Kaplı Tel

Bir mil = 0.001 inç

Tel Boyut (AWG)	Diam (Mils)	Alan (CM ')	Emaye tel kaplama Döner/Doğrusal inç? Tek	Ağır	Üçlü	Aya başı Pound Çıplak	Ohm başına 1000 ft 25 ° C	Mevcut taşıma kapasitesi Sürekli Duty® at 700CM Amp başına	Aç Hava	Conduit vey demetler	En yakın İngiliz SWG Hayır.
1	289.3	83694.49				3.948	0.1239	119.564			1
2	257.6	66357.76				4.978	0.1563	94.797			2
3	229.4	52624.36				6.277	0.1971	75.178			4
4	204.3	41738.49				7.918	0.2485	59.626			5
5	181.9	33087.61				9.98	0.3134	47.268			6
6	162.0	26244.00				12.59	0.3952	37.491			7
7	144.3	20822.49				15.87	0.4981	29.746			8
8	128.5	16512.25				20.01	0.6281	23.589			9
9	114.4	13087.36				25.24	0.7925	18.696			11
10	101.9	10383.61				31.82	0.9987	14.834			12
11	90.7	8226.49				40.16	1.2610	11.752			13
12	80.8	6528.64				50.61	1.5880	9.327			13
13	72.0	5184.00				63.73	2.0010	7.406			15
14	64.1	4108.81	15.2	14.8	14.5	80.39	2.5240	5.870	32	17	15
15	57.1	3260.41	17.0	16.6	16.2	101.32	3.1810	4.658			16
16	50.8	2580.64	19.1	18.6	18.1	128	4.0180	3.687	22	13	17
17	45.3	2052.09	21.4	20.7	20.2	161	5.0540	2.932			18
18	40.3	1624.09	23.9	23.2	22.5	203.5	6.3860	2.320	16	10	19
19	35.9	1288.81	26.8	25.9	25.1	256.4	8.0460	1.841			20
20	32.0	1024.00	29.9	28.9	27.9	322.7	10.1280	1.463	11	7.5	21
21	28.5	812.25	33.6	32.4	31.3	406.7	12.7700	1.160			22
22	25.3	640.09	37.6	36.2	34.7	516.3	16.2000	0.914		5	22
23	22.6	510.76	42.0	40.3	38.6	646.8	20.3000	0.730			24
24	20.1	404.01	46.9	45.0	42.9	817.7	25.6700	0.577			24
25	17.9	320.41	52.6	50.3	47.8	1031	32.3700	0.458			26
26	15.9	252.81	58.8	56.2	53.2	1307	41.0200	0.361			27
27	14.2	201.64	65.8	62.5	59.2	1639	51.4400	0.288			28
28	12.6	158.76	73.5	69.4	65.8	2081	65.3100	0.227			29
29	11.3	127.69	82.0	76.9	72.5	2587	81.2100	0.182			31
30	10.0	100.00	91.7	86.2	80.6	3306	103.7100	0.143			33
31	8.9	79.21	103.1	95.2		4170	130.9000	0.113			34
32	8.0	64.00	113.6	105.3		5163	162.0000	0.091			35
33	7.1	50.41	128.2	117.6		6553	205.7000	0.072			36
34	6.3	39.69	142.9	133.3		8326	261.3000	0.057			37
35	5.6	31.36	161.3	149.3		10537	330.7000	0.045			38
36	5.0	25.00	178.6	166.7		13212	414.8000	0.036			39
37	4.5	20.25	200.0	181.8		16319	512.1000	0.029			40
38	4.0	16.00	222.2	204.1		20644	648.2000	0.023			
39	3.5	12.25	256.4	232.6		26969	846.6000	0.018			
40	3.1	9.61	285.7	263.2		34364	1079.2000	0.014			
41	2.8	7.84	322.6	294.1		42123	1323.0000	0.011			
42	2.5	6.25	357.1	333.3		52854	1659.0000	0.009			
43	2.2	4.84	400.0	370.4		68259	2143.0000	0.007			
44	2.0	4.00	454.5	400.0		82645	2593.0000	0.006			
45	1.8	3.10	526.3	465.1		106600	3348.0000	0.004			
46	1.6	2.46	588.2	512.8		134000	4207.0000	0.004			

Teflon kaplı, telli tel

(Belden Wire and Cable tarafından sağlandığı

Boyut	Teller[5]	Lineer inç başına döner? UL Stil No. 1180	1213	1371
16	19x29	11.2		
18	19x30	12.7		
20	7x28	14.7	17.2	
20	19x32	14.7	17.2	
22	19x34	16.7	20.0	23.8
22	7x30	16.7	20.0	23.8
24	19x36	18.5	22.7	27.8
24	7x32		22.7	27.8
26	7x34		25.6	32.3
28	7x36		28.6	37.0
30	7x38		31.3	41.7
32	7x40			47.6

Notlar

[1]Dairesel mil (CM), bir mil çaplı bir daireninkine eşit bir alan birimidir (r/4 milimetre kare). Bir telin CM alanı mil çapının karesidir.

[2]Verilen rakamlar sadece yaklaşıktır; Yalıtım kalınlığı üreticiye göre değişir.

Maksimum ortam sıcaklığı ile maksimum 212 ° F (100 ° C) tel sıcaklığı Üretici tarafından belirtilen 135 ° F (57 ° C). *Ulusal Elektrik Kodu* veya Yerel bina kodları farklı olabilir.

[4]Amper başına 700 CM, küçük transformatörler için tatmin edici bir tasarım figürüdür, 500 ila 1000 CM arasında yaygın olarak kullanılır. *Ulusal Elektrik Kodu veya* yerel Bina kodları farklı olabilir.

Telli tel konstrüksiyonu "count" x "strand size" (AWG) olarak verilir.

Tablo 22.45
Standart vs Amerikan Tel Ölçer

SWG	*Diam (içinde.)*	*En yakın AWG*
12	0.104	10
14	0.08	12
16	0.064	14
18	0.048	16
20	0.036	19
22	0.028	21
24	0.022	23
26	0.018	25
28	0.0148	27
30	0.0124	28
32	0.0108	29
34	0.0092	31
36	0.0076	32
38	0.006	34
40	0.0048	36
42	0.004	38
44	0.0032	40
46	0.0024	

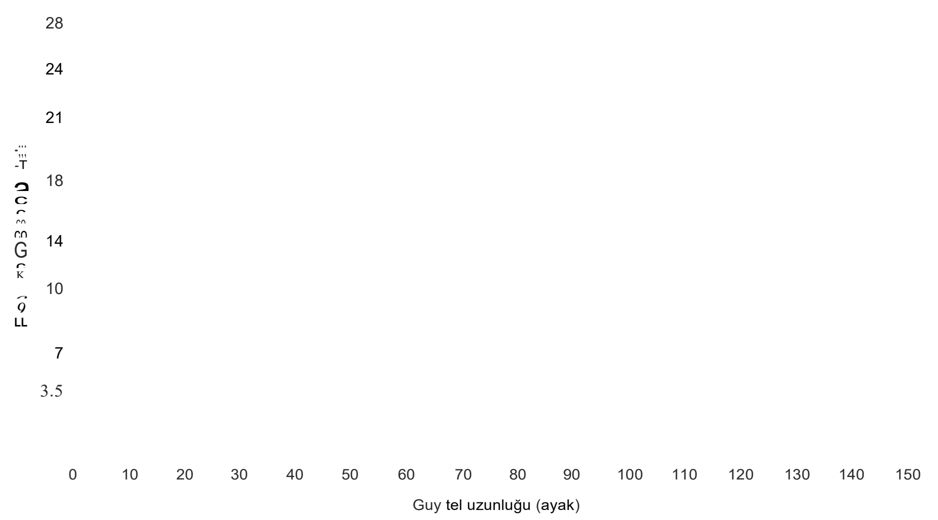
Tablo 22.46
Anten tel gücü

Amerikan tel ölçer	*Önerilen Gerilim 1 (pound)*		*Ağırlık (1000 feet başına pound)*	
	Bakır kaplı Çelik mi? Bakır	*Sert çizilmiş*	*Bakır kaplı Çelik mi? Bakır*	*Sert çizilmiş*
4	495	214	115.8	126
6	310	130	72.9	79.5
8	195	84	45.5	50
1	120	52	28.8	31.4
0	75	32	18.1	19.8
1	50	20	11.4	12.4
2	31	13	7.1	7.8
1	19	8	4.5	4.9
4	12	5	2.8	3.1
1				

Kırılma yükünün yaklaşık onda biri. Son destekler sağlamsa ve buz yükleme tehlikesi yoksa %50 artırılabilir. [2]"Copperweld" %40 bakır.

8
2
0

Tablo 22.47
Önlemek için Guy Tel Uzunlukları



Siyah çubuklar, sekiz HF amatör bandı için topraklanmamış adam tel uzunluklarını gösterir. Bu grafik, banttaki herhangi bir frekansın %10'undaki rezonansa dayanmaktadır. Topraklanmış teller çeyrek dalga boyunun tek katlarında rezonans gösterecektir. *(Jerry Hall, K1TD)*

Tablo 22.48
Alüminyum alaşım özellikleri

Ortak alaşım numaraları

Yazı	*Karakteristik*
2024	İyi şekillendirilebilirlik, yüksek güç
5052	Mükemmel yüzey kaplama, mükemmel korozyon direnci, Normalde yüksek mukavemet için ısıl işlem göremez
6061	İyi işlenebilirlik, iyi kaynaklanabilirlik, kırılgan olabilir Yüksek öfke
7075	İyi şekillendirilebilirlik, yüksek güç

Genel kullanımlar

Yazı	*Kullanımları*
2024-T3	Kasa kutuları, antenler, bükülecek herhangi bir şey veya Tekrar tekrar esnetti
	Montaj plakaları, kaynaklı montajlar veya işlenmiş parçalar

Ortak Tempers

Yazı	*Özellikleri*
TO	Özel yumuşak durum
T3	Sert
T6	Çok sert, muhtemelen kırılgan
İ.İ.	Üç basamaklı tempers - genellikle uzmanlaşmış yüksek mukavemetli T6'ya benzer ısıl işlemler

Tablo 22.49
İki İletken Bükümlü Çift Hatların İmpedance

	-- İnch başına büküm --				
Tel boyutu	2.5	5	7.5	*10*	*12.5*
#20	43	39	35		
#22	46	41	39	37	32
#24	60	45	44	43	41
#26	65	57	54	48	47
#28	74	53	51	49	47
#30			49	46	47

14.0 MHz'de ohm cinsinden ölçülmüştür.

Bu, tel boyutunun ve inç başına büküm sayısının bir fonksiyonu olarak çeşitli iki iletken hatların empedansını göstermektedir.

Tablo 22.50
İki İletken Bükümlü Çift Hatların Ayak Başına Zayıflama - *İnch başına Bükülmeler -*

Tel boyutu	2.5	5	7.5	10	*12.5*
#20	0.11	0.11	0.12		
#22	0.11	0.12	0.12	0.12	0.12
#24	0.11	0.12	0.12	0.13	0.13
#26	0.11	0.13	0.13	0.13	0.13
#28	0.11	0.13	0.13	0.16	0.16
#30			0.25	0.27	0.27

14.0 MHz'de desibel olarak ölçülmüştür.

Yukarıda gösterildiği gibi aynı çizgiler için ayak başına dB cinsinden

zayıflama.

Tablo 22.51

Büyük Makine-Yara Bobini Özellikleri

Bobin Dia, İnches	*Dönüşler İnch başına*	*İnductance µH başına İnch*
1%	4	2.75
	6	6.3
	8	11.2
	10	17.5
	16	42.5
1½	4	3.9
	6	8.8
	8	15.6
	10	24.5
	16	63
1¾	4	5.2
	6	11.8
	8	21
	10	33
	16	85
2	4	6.6
	6	15
	8	26.5
	10	42
	16	108
2½	4	10.2
	6	23
	8	41
	10	64
3	4	14
	6	31.5
	8	56
	10	89

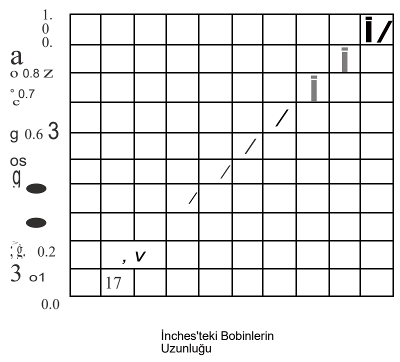
Tablo 22.53

Küçük makine-yara bobin özellikleri

Bobin Dia, İnches	*Dönüşler İnch başına*	*İnductance µH başına İnch*
½ (A)	4	0.18
	6	0.40
	8	0.72
	10	1.12
	16	2.8
	32	12
% (A)	4	0.28
	6	0.62
	8	1.1
	10	1.7
	16	4.4
	32	18
¾ (B)	4	0.6
	6	1.35
	8	2.4
	10	3.8
	16	9.9
	32	40
1 (8)	4	1.0
	6	2.3
	8	4.2
	10	6.6
	16	16.9
	32	68

Tablo 22.52

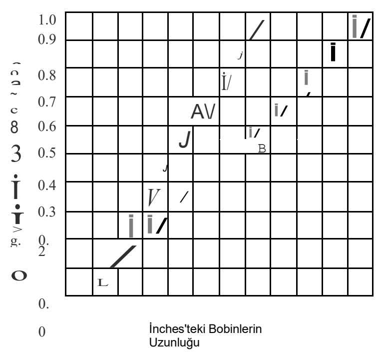
Büyük Makine-Yara Bobinleri için İnductance Faktörü



5 inç'e kadar bobin uzunlukları için büyük bobinlerin indüktansına uygulanacak faktör.

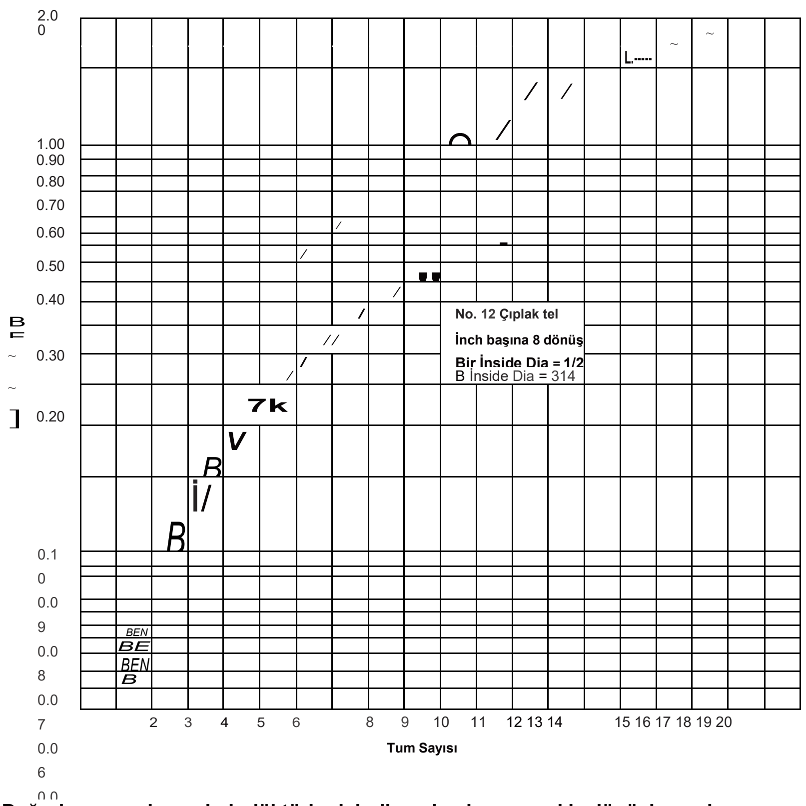
Tablo 22.54

Küçük Makine-Yara Bobinleri için İnductance Faktörü



Bobin uzunluğunun bir fonksiyonu olarak küçük bobinlerin indüktansına uygulanacak faktör. A işaretli bobinler için A eğrisini ve B işaretli bobinler için B eğrisini kullanın .

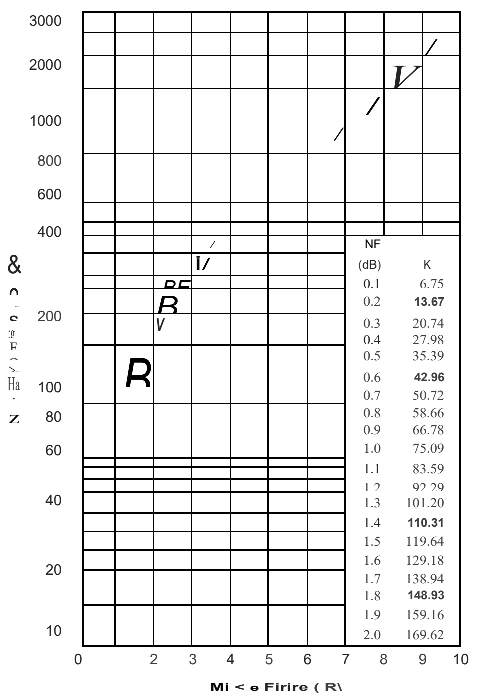
Tablo 22.55
12 AWG Tel Sargıları için ölçülen İnductance



Değerler yarım inç uçlu indüktörler içindir ve inç başına sekiz dönüşle sarılır.

0.04

Tablo 22.56
Gürültü Figürü ve Gürültü Sıcaklığı Arasındaki İlişki

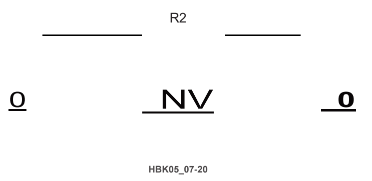


Tablo 22.57

Pi-Ağ Dirençli Zayıflatıcılar (50! .1)

DB Atten.	*R1 (Ohm)*	*R2 (Ohm)*
1.0	870	5.77
2.0	436	11.6
3.0	292	17.6
4.0	221	23.8
5.0	178	30.4
6.0	150	37.4
7.0	131	44.8
8.0	116	52.8
9.0	105	61.6
10.0	96.2	71.2
11.0	89.2	81.7
12.0	83.5	93.2
13.0	78.8	106
14.0	74.9	120
15.0	71.6	136
16.0	68.8	154
17.0	66.4	173
18.0	64.4	195
19.0	62.6	220
20.0	61.1	248
21.0	59.8	278
22.0	58.6	313
23.0	57.6	352
24.0	56.7	395
25.0	56.0	443
30.0	53.2	790
35.0	51.8	1405
40.0	51.0	2500
45.0	50.5	4446
50.0	50.3	7906
55.0	50.2	14,058
60.0	50.1	25,000

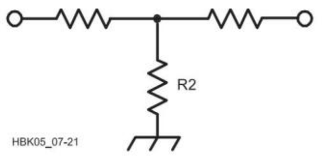
Bir RF Adım Zayıflatıcı projesi Test Ekipmanında gösterilir
Ve bu El Kitabının Ölçümler bölümü *ve* Düşük Güç
Adım Zayıflatıcı PC kartı FAR Devrelerinden temin edilebilir
www.farcircuits.net/test2.htm.



Tablo 22.58

T-Ağ Dirençli Zayıflatıcılar (50! .1)

DB Atten.	*R1 (Ohm)*	*R2 (Ohm)*
1.0	2.88	433
2.0	5.73	215
3.0	8.55	142
4.0	11.3	105
5.0	14.0	82.2
6.0	16.6	66.9
7.0	19.1	55.8
8.0	21.5	47.3
9.0	23.8	40.6
10.0	26.0	35.1
11.0	28.0	30.6
12.0	30.0	26.8
13.0	31.7	23.5
14.0	33.3	20.8
15.0	35.0	18.4
16.0	36.3	16.2
17.0	37.6	14.4
18.0	38.8	12.8
19.0	40.0	11.4
20.0	41.0	10.0
21.0	41.8	9.0
22.0	42.6	8.0
23.0	43.4	7.1
24.0	44.0	6.3
25.0	44.7	5.6
30.0	47.0	3.2
35.0	48.2	1.8
40.0	49.0	1.0
45.0	49.4	0.56
50.0	49.7	0.32
55.0	49.8	0.18
60.0	49.9	0.10

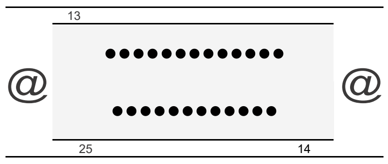


22.8 Bilgisayar konektörleri

Bilgisayarlar ve çevre birimleri arasındaki çoğu bağlantı, bir çeşit çok iletken kablo ile yapılır. Örnekler in- Elude korumalı, korumasız ve şerit kablo. **Tablo 22.59,** bazıları için kullanılanlar da dahil olmak üzere çeşitli bilgisayar konektörlerini ve pin çıkışlarını gösterir. Güç kaynakları ve disk sürücüleri gibi dahili bağlantılar.

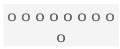
Tablo 22.59
Bilgisayar konektörü Pinouts

Paralel Bağlantı Noktası (DB 25 Kadın



Pin	Sinyal	Pin	Sinyal
	Strobe	10	Kabul etmek
2	Veri 0	11	Meşgul
3	Veri 1	12	Kağıt boş
4	Veri 2	13	Seç
5	Veri 3	14	Otomatik
6	Data4	15	Hata
7	Veri 5	16	İnitialize
8	Veri 6	17	İn'i seçin
9	Veri 7	18-25	GND

Seri Bağlantı Noktası (DB 9 pin) Erkek



Pin	sinyali
	DCD (Veri Taşıyıcı Algılama)
2	RxD (Veri Alma)
3	TxD (Veri İletimi)
4	DTR (Veri Terminali Hazır)
5	GND (Sinyal Zemini)
6	DSR (Veri Seti Hazır)
7	RTS (Gönderme İsteği)
8	CTS (Göndermek için Açık)
9	Rİ (Ring İndicator)

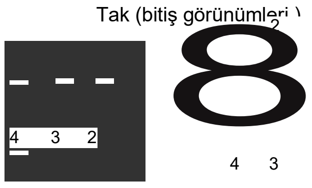
Seri Bağlantı Noktası (DB 25 pin) Erkek



Pin	sinyali
	N/C (bağlı değil)
2	TxD (Veri İletimi)
3	RxD (Veri Alma)
4	RTS (Gönderme İsteği)
5	CTS (Göndermek için Açık)
6	DSR (Veri Seti Hazır)
7	GND (Sinyal Zemini)
8	DCD (Veri Taşıyıcı Algılama)
9-19	N/C

Pin	sinyali
20	DTR (Veri Terminal hazır)
21	N/C
22	Rİ (Halka İndicator)
23	N/C
24	N/C
25	N/C

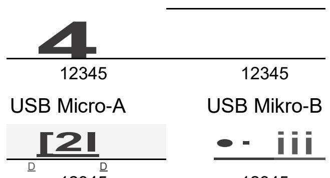
Tak (bitiş görünümleri)



Pin	Sinyal
	VBUS (+ 5 V)
2	D- (Veri -)
3	D + (Veri +)
4	GND (Zemin)

Pin	sinyali
	VBUS (+ 5 V)
2	D- (Veri -)
3	D + (Veri +)
4	İD (host = GND; Slave = N/C)
5	GND (Sinyal Zemini)

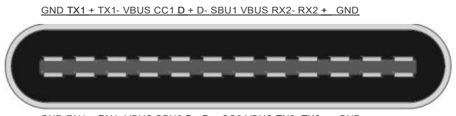
Tak (bitiş görünümleri)



USB Tip-C fiş (son görünüm)



USB Type-C prizi (son görünüm)



USB Type-C yaklaşık boyutu 0.33 x 0.10 in. (8,4 x 2,6 mm)

Tip-C fiş ve priz pinouts

Pin	Adı	Açıklama	Pin	Adı	Açıklama
A1	GND	Yer dönüşü	B12	GND	Yer dönüşü
A2	SSTXp1	SuperSpeed diferansiyel çifti # 1, TX, pozitif	B11	SSRXp1	SuperSpeed diferansiyel çifti # 2, RX, pozitif
A3	SSTXn1	SuperSpeed diferansiyel çifti # 1, TX, negatif	B10	SSRXn1	SuperSpeed diferansiyel çifti # 2, RX, negatif
A4	VBUS	Otobüs gücü	B9	VBUS	Otobüs gücü
A5	CC1	Yapılandırma kanalı	B8	SBU2	Kenar bandı kullanımı (SBU)
A6	D +	SuperSpeed olmayan diferansiyel çifti, konum 1, pozitif	B7	D-	SuperSpeed olmayan diferansiyel çifti, konum 2, negatif *
A7	D-	SuperSpeed olmayan diferansiyel çifti, konum 1, negatif	B6	D +	SuperSpeed olmayan diferansiyel çifti, konum 2, pozitif *
A8	SBU1	Kenar bandı kullanımı (SBU)	B5	CC2	Yapılandırma kanalı
A9	VBUS	Otobüs gücü	B4	VBUS	Otobüs gücü
A10	SSRXn2	SuperSpeed diferansiyel çifti # 4, RX, negatif	B3	SSTXn2	SuperSpeed diferansiyel çifti # 3, TX, negatif
A11	SSRXp2	SuperSpeed diferansiyel çifti # 4, RX, pozitif	B2	SSTXp2	SuperSpeed diferansiyel çifti # 3, TX, pozitif
A12	GND	Yer dönüşü	B1	GND	Yer dönüşü

* Kabloda sadece tek bir SuperSpeed olmayan diferansiyel çifti vardır. Bu pin fişe/kabloya bağlı değildir .

Ethernet Konnektörü

(RJ45-8 pin) Kadın



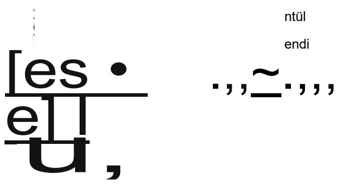
Pin	Sinyal
1	Çıktı İletim Verileri (+)
2	Çıktı İletim Verileri (-)
3	İnput Veri Alma (+)
4	N/C (bağlı değil)
5	N/C
6	İnput Veri Alma (-)
7	N/C
8	N/C

Not: Tüm rakamlar aynı ölçekte çizilmemiştir.

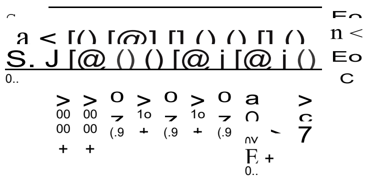
HBK0870

Disk Sürücüsü, CD ve Diğer Aygıt Güç Konnektörü

Connector End Gnd tarafından görüntülendi



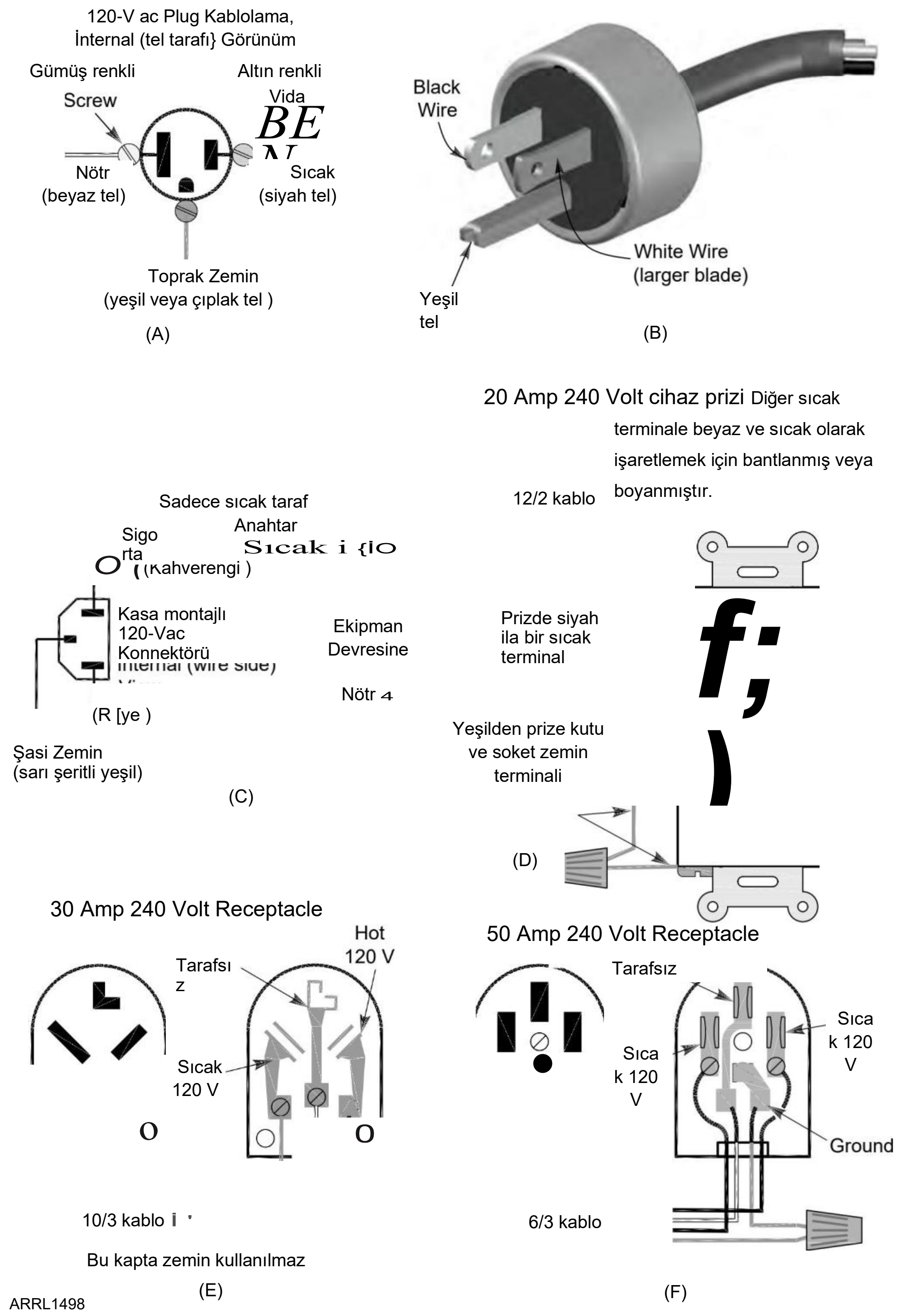
Bağlayıcı Ucundan Görüntülenen PC-ATX Tipi Güç Konektörü



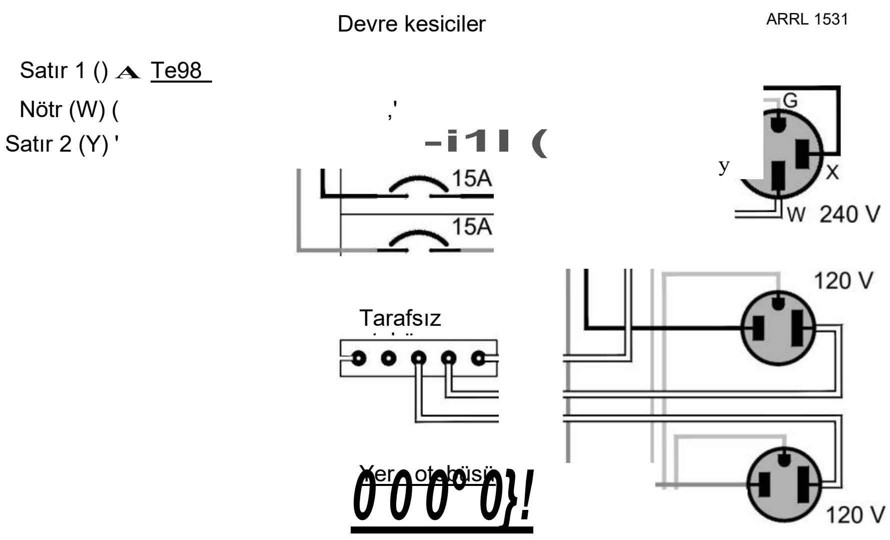
22.9 AC ve Güç Konnektörleri

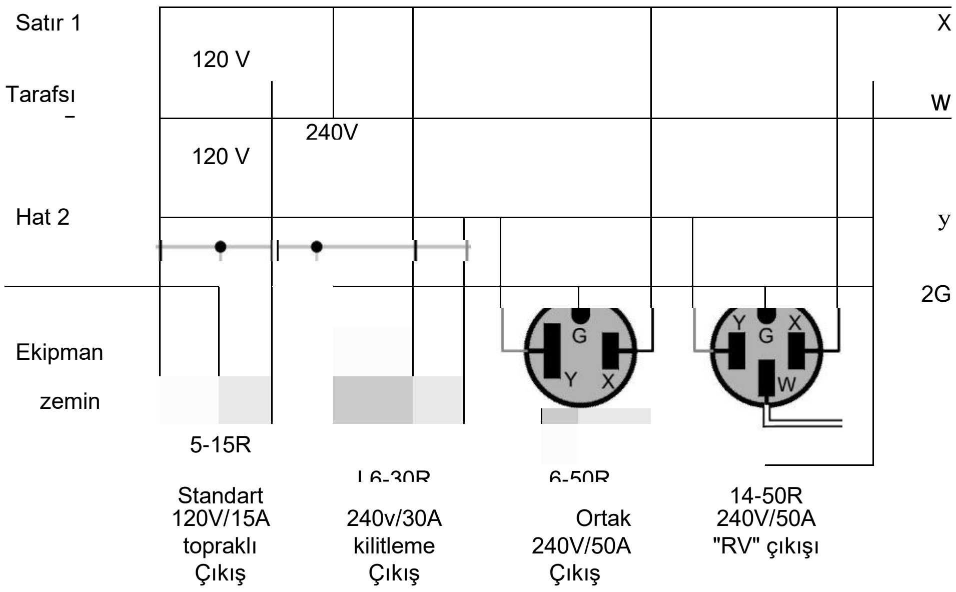
Aşağıdaki tablolarda Amerika Birleşik Devletleri'nde ac gücü için en yaygın konektörler gösterilmektedir. Diyagramın fişi veya prizi gösterip göstermediğine ve Konektörün iç (kablolama) tarafı veya dış tarafı. Kablolamayı nasıl bağlayacağınızdan emin değilseniz, kaçınmak için profesyonel yardım isteyin Bir şok veya yangın tehlikesi. Bu bölüm, gelecekteki sürümlerde ek güç konektörü türlerini içerecek şekilde genişletilecektir.

Masa 22.60A
Ortak ABD AC Güç Kapları



Masa 22.60B
120 V ve 240 V Konnektörler için Devre Kablolaması





NEMA 240 V Kaplar

	Tip 6 2 kutuplu, 3 telli, topraklama (sıcak/sıcak/zemin)		**Type14** 3 kutuplu, 4 telli, topraklama (sıcak/sıcak/nötr/toprak)	
	Düz bıçak	Kilitleme	Şaşırtıcı Blade	Kilitleme
O. F <(L ()	@ 6-15R	~ L6-15R	€3 14-15R	
o.. F <(o N	@ 6-20R	€3 L6-20R	83 14-20R	6 L 14-20R
o.. F <(O C ")	@ 6-30R	E L6-30R	63 14-30R	€2 L 14-30R
O. F <(L ()	{3 6-50R		68 14-50R	

ARRL1532

22.10 RF Konnektörler ve İletim Hatları

Koaksiyel kablo için birçok farklı iletim hattı ve RF konektörü vardır, ancak en yaygın üç foramatör kullanımı UHF, Tip N ve BNC aileleridir. Belirli bir iş için kullanılan konektör tipi, kablonun boyutuna, çalışma sıklığına ve ilgili güç seviyelerine bağlıdır. **Tablo 22.61 birçok** popüler iletim hattının özelliklerini gösterirken, **Tablo 22.62** koaksiyel konektörleri detaylandırır.

22.10.1 UHF Konnektörleri

UHF konektörü (seri adı frekansla ilgili değildir) çoğu HF ve bazı VHF ekipmanlarında bulunur. İt, birçok jambonun koaksiyel kabloda göreceği tek konektördür. UHF erkeği için anothername PL-259 ve dişi de SO-239 olarak bilinir. Bu konektörler HF'de tam yasal amatör güç için derecelendirilmiştir. UHF çalışmaları için zayıftırlar çünkü sabit bir empedans sunmazlar, bu nedenle UHF etiketi yanlış bir isimdir. PL-259 konektörler RG-8 ve RG-11 boyutlu kabloya (0.405 inç OD) uyacak şekilde tasarlanmıştır. Adaptörler daha küçük RG-58, RG-59 andRG-8Xsize kablo ile kullanılabilir. UHF konektörleri hava koşullarına dayanıklı değildir. Çoğu PL-259s nikel kaplıdır, ancak gümüş kaplama konektörlerin lehimlenmesi çok daha kolaydır ve sadece biraz daha pahalıdır.

Şekil 22.19, lehim tipi PL-259 RG-8 kabloya nasıl monte edileceğini göstermektedir. Kablo ucunun uygun şekilde hazırlanması başarının anahtarıdır. Bu basit adımları izleyin. Kablo ucundan yaklaşık ¾ inç geri ölçün ve dış ceketi çevresi etrafında hafifçe puanlayın. Keskin bir bıçakla, kesin Dış ceket, örgüden ve dielektrikten - neredeyse merkez iletkene. Merkez - kondüktörden puan almamaya dikkat edin. Tüm dış katmanları bir kerede kesmek, örgünün ayrılmasını önler. (Hazır ayar bıçak derinliğine sahip bir koaksiyel sıyırma aracı kullanmak, bu ve sonraki kırpma adımlarını çok daha kolay hale getirir.)

Kopan dış ceketi, örgüyü ve dielektriği kablonun ucundan tek parça olarak çekin. Kesimin etrafındaki alanı temizleyin, gevşek asılı herhangi bir örgü ipliği arayın ve koparın. Bıçağınız yeterince keskin olsaydı, hiç olmayacak. Ardından, dış ceketi ilk kesimden yaklaşık % "-inch geri alın. Ceketi hafifçe kesin; Örgüye puan verme. Bu adım pratik gerektirir. Eğer örgüyü atarsan, baştan başla. Dış ceketi çıkarın.

Açığa çıkan örgüyü ve orta iletkeni kalaylayın, ancak lehimi az miktarda uygulayın ve dielektriği eritmekten kaçının. Bağlantı halkasını kabloya kaydırın. Konnektör gövdesini kabloya vidalayın. Kabloyu doğru boyutlara hazırladıysanız, merkez iletken orta pimden çıkıntı yapacak, örgü lehim deliklerinden geçecek ve gövde aslında dış kablo ceketine geçecektir. Kablo ceketindeki çok az miktarda yağlayıcı, diş çıkarma işlemine yardımcı olacaktır.

Örgüyü lehim deliklerinden lehimleyin.

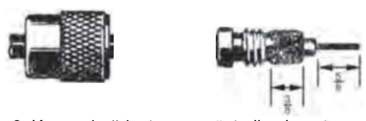
83-1 SP (PL-259) Adaptörlerle birlikte takın (UG-176/U OR UG-175/U)



1. Kablonun ucunu bile kesin. Vinil ceket 3/4 "çıkarın - örgü nick etmeyin. Kablo üzerinde slayt bağlantı halkası ve adaptör.



2. Fan hafifçe örülür ve kablo üzerine geri katlanır.



3. Konum bağdaştırıcısı, gösterilen boyuta. Adaptörün gövdesi üzerinde örgü aşağı basın ve 3/8'e kesin ". İletkenin çıplak 5/8 ". Kalay açıkta merkez iletken .



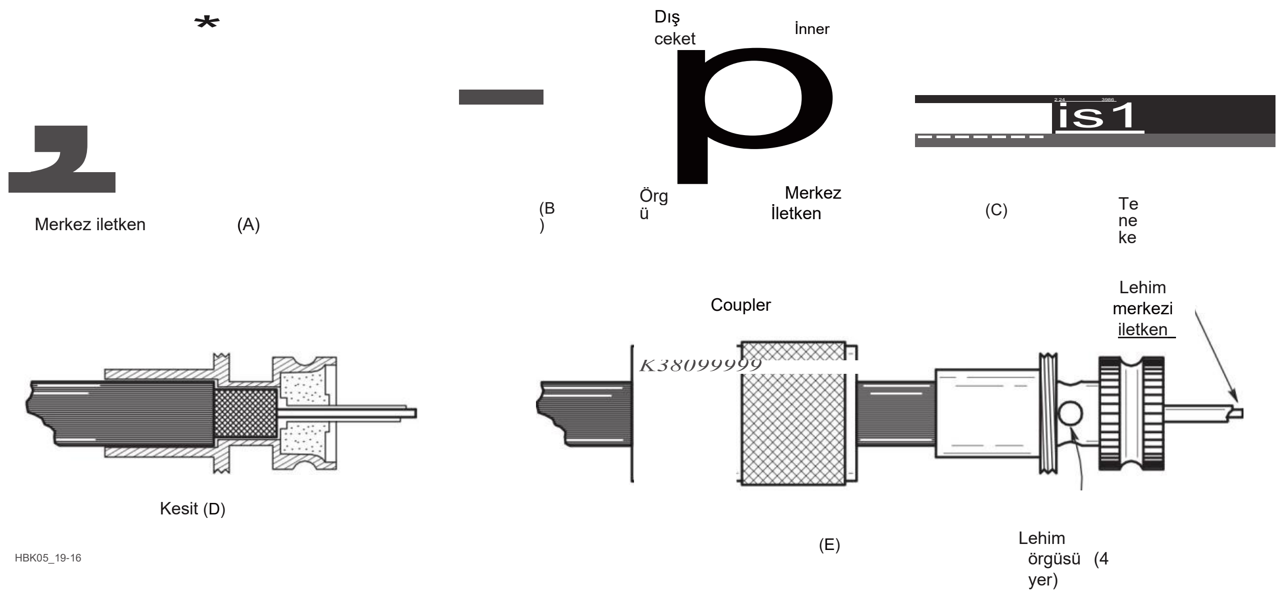
4. Adaptör üzerindeki fiş aksamını vidalayın. Lehim deliklerinden kabuğa lehim örgüsü. Lehim iletkeni kol ile temas edecek.



5. Fiş tertibatında vidalı bağlantı halkası.

Şekil 22.20 - PL-259 veya RG-58 kablo üzerindeki fişleri RG-59, sırasıyla UG-175 veya UG-176 adaptörlerinin kullanılmasını gerektirir.

Adaptör, ceketi daha büyük kablolara bağlayan konnektörün dişlerini kullanarak fiş gövdesine vidalanır. *(Amphenol Elektronik Bileşenleri)*



Şekil 22.19 - PL-259 veya UHF konektörü amatör HF çalışmaları için neredeyse evrenseldir ve VHF aralığında çalışan ekipmanlar için popülerdir. A ile E arasındaki adımlar metinde ayrıntılı olarak açıklanmıştır.

Dört delikten lehim; Örgüye zayıf bağlantı, PL-259 yetmezliğinin en yaygın şeklidir. Konnektör ve örgü arasındaki iyi bir bağlantı, merkez iletken ve konnektör arasındaki kadar önemlidir. Bu iş için büyük bir havya kullanın. Pratik yaparak, ne kadar ısı kullanacağınızı öğreneceksiniz. Çok az ısı kullanırsanız, lehim, konektör gövdesine gerçekten akmayacak şekilde boncuklanacaktır. Çok fazla ısı kullanırsanız, dielektrik eriyecek, örgü ve merkez iletkenin dokunmasına izin verecektir. Lehimlemeden sonra, dielektriğin bozulmasını önlemek için, her ikisi de soğuyana kadar konektörü veya kabloyu hareket ettirmeyin. Konektörü hızlı bir şekilde soğutmak için nemli bir bez veya sünger kullanılabilir.

Orta iletkeni orta pime lehimleyin. Lehim, merkez pimin dışına değil, içine akmalıdır. Konektör gövdesi örgüyü lehimlemekten soğuyana kadar beklerseniz, dielektrik erime ile daha az sorun yaşarsınız. Orta iletkeni, orta - pimin ucuyla eşit olacak şekilde kesin. Ucu yuvarlamak için küçük bir dosya kullanın, dış yüzeyde biriken lehimleri kaldırın- Orta pimin yüzü. Senterpinin dış yüzeyinden herhangi bir lehim akısını çıkarmak için keskin bir bıçak, çok ince zımpara kağıdı veya çelik yün kullanın. Bağlantı halkasını gövdeye vidalarsan işin biter.

Şekil 22.20, bir PL-259 konektörünün RG-58 veya RG-59 kabloya nasıl takılacağını göstermektedir. Standart RG-8 boyutu PL-259s sahip daha küçük kablo için bir adaptör kullanılır. (UG-175 için RG-58, UG-176 için RG-59.) Kabloyu gösterildiği gibi hazırlayın. Örgü hazırlandıktan sonra, adaptörü PL-259 kabuğuna vidalayın ve işi PL-259 kabloda RG-8 gibi bitirin.

Şekil 22.21, tüm ortak koaksiyel kablo boyutlarına uyan kıvrımlı UHF konektörleri için talimatları ve boyutları göstermektedir. Amatörler kıvrımlı konektörleri benimseme konusunda isteksiz olsalar da, kaliteli konektörlerin ve ucuz kıvrım araçlarının bulunması, dışarıda kullanılan konektörler için bile kıvrım teknolojisini iyi bir seçim haline getirmektedir. Orta iletkeni konektör ucuna lehimlemek isteğe bağlıdır.

UHF konektörleri su geçirmez değildir ve Anten ve Kule Güvenliği ile ilgili Güvenlik bölümünün bölümünde gösterildiği gibi lehimli veya kıvrımlı su geçirmez olmalıdır.

22.10.2 BNC, N ve F Konnektörleri

Şekil **22.22'de gösterilen BNC konektörleri,** VHF ve UHF'deki düşük güç seviyeleri için popülerdir. RG-58 ve RG-59 kablo kabul ederler ve hem erkek hem de dişi versiyonlarda kablo montajı için kullanılabilirler. Birkaç farklı stil mevcuttur, bu nedenle sahip olduğunuz türün boyutlarını kullandığınızdan emin olun. Kurulum talimatlarını dikkatlice izleyin. Kabloyu yanlış boyutlara hazırlarsanız, orta pim karşı cinsiyetteki konektörlerle düzgün oturmayacaktır. Keskin makas, örgüyü eşit şekilde kesmek için büyük bir yardımcıdır. Kıvrımlı BNC konektörleri de mevcuttur, çok sayıda

(Metin sayfa 22.54'te devam

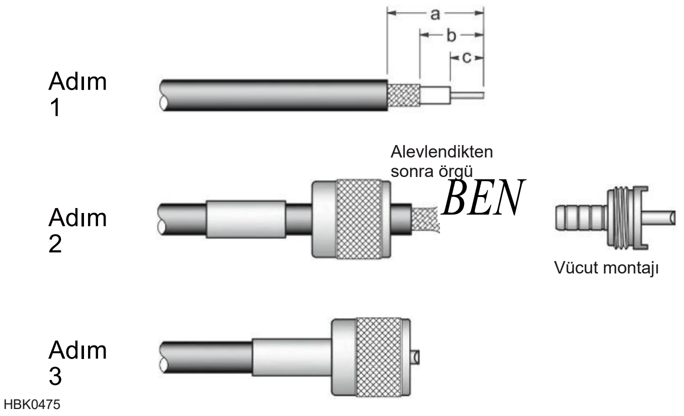
eder)

UHF Konnektörleri
Örgü Crimp - Lehim Merkezi İletişim



Amphenol	Kablo RG-/U	Kablo bağlantısı		Hex Crimp verileri			Sıyırma Dims, inç (mm)		
		Dış	İnner	Dış Boşluk Ferrule	Kalıp Kümesi Aracı 227-994	CTL Serisi Alet hayır.	a	b	c
83-58SP	58,141	Kıvrım	Lehim	0.213(5.4)	227-1221-11	CTL-1	1.14 (29.0)	0.780 (19.9)	0.250 (6.4)
83-58SP-1002	400	Kıvrım	Lehim	0.213(5.4)	227-1221-11	CTL-1	1.14 (29.0)	0.780 (19.9)	0.250 (6.4)
83-59DCP-RFX	59	Kıvrım	Lehim	0255(6.5)	227-1221-13	CTL-1	1.22 (30.9)	0.890* (22.6)	0.543 (13.8)
83-58SCP-RFX	58	Kıvrım	Lehim	0.213(5.4)	227-1221-11	CTL-1	1.22 (30.9)	0.890* (22.6)	0.543 (13.8)
83-59SP	59	Kıvrım	Lehim	0.255(6.5)	227-1221-13	CTL-1	1.22 (30.9)	0.890* (22.6)	0.543 (13.8)

http://www.amphenolrf.com/ Diğer tüm connectore türleri için montaj talimatları için www.AmphenolRF.com bakın. Bu boyutlar sadece Amphenol konektörleri için geçerlidir ve diğer üreticiler için doğru olmayabilir. * Üreticinin montaj boyutları yanlış 0.574 inç gösterir.



Adım 1 Kablonun ucunu bile kesin. Kabloyu tabloda gösterilen boyutlara şerit yapın. Tüm kesikler keskin ve kare olmalıdır. Örgü, dielektrik veya merkez iletkeni kesmeyin. Kalay merkezi iletken aşırı ısıdan kaçınır.

Adım 2 Slayt bağlantı somunu ve kablo ceketi üzerindeki ferrül. Gösterildiği gibi hafifçe düz örgü. Vücut montajına İnstall kablosu, bu yüzden iç ferrül kısmı örgü altında kayar, örgü izmarit omuza kadar. Dış ferrülü omuzdan çıkana kadar örgü üzerine kaydırın. Aletli kıvrım ferrülü ve tabloda belirtilen kalıp seti.

Adım 3 Yumuşak lehim merkezi iletkeni ile temasa geçin. İzolatörün zarar görmesini önlemek için aşırı derecede ısıtma temasından kaçının. Gövde üzerinde somunu kaydırın/vidalayın.

Şekil 22.21 - Crimp-on UHF konektörleri, her boyutta popüler koaksiyel kablo için mevcuttur ve lehimli konektörlere göre önemli ölçüde zaman kazandırır. Bu konektörlerin performansı ve güvenilirliği, düzgün bir şekilde kıvrılırsa lehimli konektörlere eşdeğerdir. (Amphenol *Elektronik Bileşenleri)*

Tablo 22.61

Yaygın Olarak Kullanılan İletim Hatlarının Nominal Özellikleri

RGor Yazı	*Bölüm Numara*	*Nom. Zo* O	*VF %*	*pF/ft*	*Cent.Cond.* ***AWG***	*Diel. Yazı*	*Kalkan* ***Yazı***	*Ceket* ***Mat/***	*OD inç*	***MaxV*** *(RMS)*	*Eşleştirilmiş Kayıp* *1 MHz*	*10*	*100*	*1000*
RG-6	Belden 1694A	75	82	16.2	# 18 Katı BC	FPE	FC	P1	0.275	300	0.3	.7	1.8	5.9
RG-6	Belden 8215	75	66	20.5	# 21 Katı CCS	PE	D	PE	0.332	2700	0.4	0.8	2.7	9.8
RG-8	Belden 7810A	50	86	23.0	# 10 Katı BC	FPE	FC	PE	0.405	300	0.1	0.4	1.2	4.0
RG-8	TMS LMR400	50	85	23.9	# 10 Katı CCA	FPE	FC	PE	0.405	600	0.1	0.4	1.3	4.1
RG-8	Belden 9913	50	84	24.6	# 10 Katı BC	ASPE	FC	P1	0.405	300	0.1	0.4	1.3	4.5
RG-8	CXP1318FX	50	84	24.0	# 10 Flex BC	FPE	FC	P2N	0.405	600	0.1	0.4	1.3	4.5
RG-8	Belden 9913F	50	83	24.6	# 11 Flex BC	FPE	FC	P1	0.405	300	0.2	0.6	1.5	4.8
RG-8	Belden 9914	50	82	24.8	# 10 Katı BC	FPE	FC	P1	0.405	300	0.2	0.5	1.5	4.8
RG-8	TMS LMR400UF	50	85	23.9	# 10 Flex BC	FPE	FC	PE	0.405	600	0.1	0.4	1.4	4.9
RG-8	DRF-BF	50	84	24.5	# 9.5 Flex BC	FPE	FC	PE	0.405	600	0.1	0.5	1.6	5.2
RG-8	WM CQ106	50	84	24.5	# 9.5 Flex BC	FPE	FC	P2N	0.405	600	0.2	0.6	1.8	5.3
RG-8	CXP008	50	78	26.0	# 13 Flex BC	FPE	S	P1	0.405	600	0.1	0.5	1.8	7.1
RG-8	Belden 8237	52	66	29.5	# 13 Flex BC	PE	S	P1	0.405	3700	0.2	0.6	1.9	7.4
RG-8X	Belden 7808A	50	86	23.5	# 15 Katı BC	FPE	FC	PE	0.240	300	0.2	0.7	2.3	7.4
RG-8X	TMS LMR240	50	84	24.2	# 15 Katı BC	FPE	FC	PE	0.242	300	0.2	0.8	2.5	8.0
RG-8X	WM CQ118	50	82	25.0	# 16 Flex BC	FPE	FC	P2N	0.242	300	0.3	0.9	2.8	8.4
RG-8X	TMS LMR240UF	50	84	24.2	# 15 Flex BC	FPE	FC	PE	0.242	300	0.2	0.8	2.8	9.6
RG-8X	Belden 9258	50	82	24.8	# 16 Flex BC	FPE	S	P1	0.242	300	0.3	0.9	3.2	11.2
RG-8X	CXP08XB	50	80	25.3	# 16 Flex BC	FPE	S	P1	0.242	300	0.3	1.0	3.1	14.0
RG-9	Belden 8242	51	66	30.0	# 13 Flex SPC	PE	SCBC	P2N	0.420	5000	0.2	0.6	2.1	8.2
RG-11	Belden 8213	75	84	16.1	# 14 Katı BC	FPE	S	PE	0.405	300	0.1	0.4	1.3	5.2
RG-11	Belden 8238	75	66	20.5	# 18 Flex TC	PE	S	P1	0.405	300	0.2	0.7	2.0	7.1
RG-58	Belden 7807 A	50	85	23.7	# 18 Katı BC	FPE	FC	PE	0.195	300	0.3	1.0	3.0	9.7
RG-58	TMS LMR200	50	83	24.5	# 17 Katı BC	FPE	FC	PE	0.195	300	0.3	1.0	3.2	10.5
RG-58	**WM** CQ124	52	66	28.5	# 20 Katı BC	PE	S	PE	0.195	1400	0.4	1.3	4.3	14.3
RG-58	Belden 8240	52	66	29.9	# 20 Katı BC	PE	S	P1	0.193	1400	0.3	1.1	3.8	14.5
RG-58A	Belden 8219	53	73	26.5	# 20 Flex TC	FPE	S	P1	0.195	300	0.4	1.3	4.5	18.1
RG-58C	Belden 8262	50	66	30.8	# 20 Flex TC	PE	S	P2N	0.195	1400	0.4	1.4	4.9	21.5
RG-58A	Belden 8259	50	66	30.8	# 20 Flex TC	PE	S	P1	0.192	1400	0.5	1.5	5.4	22.8
RG-59	Belden 1426A	75	83	16.3	# 20 Katı BC	FPE	S	P1	0.242	300	0.3	0.9	2.6	8.5
RG-59	CXP 0815	75	82	16.2	# 20 Katı BC	FPE	S	P1	0.232	300	0.5	0.9	2.2	9.1
RG-59	Belden 8212	75	78	17.3	# 20 Katı CCS	FPE	S	P1	0.242	300	0.2	1.0	3.0	10.9
RG-59	Belden 8241	75	66	20.4	# 23 Katı CCS	PE	S	P1	0.242	1700	0.6	1.1	3.4	12.0
RG-62A	Belden 9269	93	84	13.5	# 22 Katı CCS	ASPE	S	P1	0.240	750	0.3	0.9	2.7	8.7
RG-62B	Belden 8255	93	84	13.5	# 24 Flex CCS	ASPE	S	P2N	0.242	750	0.3	0.9	2.9	11.0
RG-63B	Belden 9857	125	84	9.7	# 22 Katı CCS	ASPE	S	P2N	0.405	750	0.2	0.5	1.5	5.8
RG-83	WM165	35	66	44.0	# 10 Katı BC	PE	S	P2	0.405	2000	0.23	0.8	2.8	9.6
RG-142	CXP 183242	50	69.5	29.4	# 19 Katı SEC	TFE	D	FEP	0.195	1900	0.3	1.1	3.8	12.8
RG-142B	Belden 83242	50	69.5	29.0	# 19 Katı SCCS	TFE	D	TFE	0.195	1400	0.3	1.1	3.9	13.5
RG-174	Belden 7805R	50	73.5	26.2	# 25 Katı BC	FPE	FC	P1	0.110	300	0.6	2.0	6.5	21.3
RG-174	Belden 8216	50	66	30.8	# 26 Flex CCS	PE	S	P1	0.110	1100	0.8	2.5	8.6	33.7
RG-213	Belden 8267	50	66	30.8	# 13 Flex BC	PE	S	P2N	0.405	3700	0.2	0.6	2.1	8.0
RG-213	CXP213	50	66	30.8	# 13 Flex BC	PE	S	P2N	0.405	600	0.2	0.6	2.0	8.2
RG-214	Belden 8268	50	66	30.8	# 13 Flex SPC	PE	D	P2N	0.425	3700	0.2	0.7	2.2	8.0
RG-216	Belden 9850	75	66	20.5	# 18 Flex TC	PE	D	P2N	0.425	3700	0.2	0.7	2.0	7.1
RG-217	**WM** CO217F	50	66	30.8	# 10 Flex BC	PE	D	PE	0.545	7000	0.1	0.4	1.4	5.2
RG-217	M 17/ 78-RG217	50	66	30.8	# 10 Katı BC	PE	D	P2N	0.545	7000	0.1	0.4	1.4	5.2
RG-218	M17/79-RG218	50	66	29.5	# 4.5 Katı BC	PE	S	P2N	0.870	11000	0.1	0.2	0.8	3.4
RG-223	Belden 9273	50	66	30.8	# 19 Katı SPC	PE	D	P2N	0.212	1400	0.4	1.2	4.1	14.5
RG-303	Belden 84303	50	69.5	29.0	# 18 Katı SCCS	TFE	S	TFE	0.170	1400	0.3	1.1	3.9	13.5
RG-316	CXP TJ1316	50	69.5	29.4	# 26 Flex BC	TFE	S	FEP	0.098	1200	1.2	2.7	8.0	26.1
RG-316	Belden 84316	50	69.5	29.0	# 26 Flex SD	TFE	S	FEP	0.096	900	0.8	2.5	8.3	26.0
RG-393	M17/127-RG393	50	69.5	29.4	# 12 Flex SPC	TFE	D	FEP	0.390	5000	0.2	0.5	1.7	6.1
RG-400	M17/128-RG400	50	69.5	29.4	# 20 Flex SPC	TFE	D	FEP	0.195	1400	0.4	1.3	4.3	15.0
LMR500	TMS LMR500UF	50	85	23.9	# 7 Flex BC	FPE	FC	PE	0.500	2500	0.1	0.4	1.2	4.0
LMR500	TMS LMR500	50	85	23.9	# 7 Katı CCA	FPE	FC	PE	0.500	2500	0.1	0.3	0.9	3.3
LMR600	TMS LMR600	50	86	23.4	# 5.5 Katı CCA	FPE	FC	PE	0.590	4000	0.1	0.2	0.8	2.7
LMR600	TMS LMR600UF	50	86	23.4	# 5.5 Flex BC	FPE	FC	PE	0.590	4000	0.1	0.2	0.8	2.7
LMR1200	TMS LMR1200	50	88	23.1	# 0 Bakır tüp	FPE	FC	PE	1.200	4500	0.04	0.1	0.4	1.3
Hardline														
1/2"	CATV Hardline	50	81	25.0	# 5.5 BC	FPE	SM	**hiçbir**	0.500	2500	0.05	0.2	0.8	3.2
1/2"	CATV Hardline	75	81	16.7	# 11.5 BC	FPE	SM	**hiçbir**	0.500	2500	0.1	0.2	0.8	3.2
7/8"	CATV Hardline	50	81	25.0	# 1 BC	FPE	SM	**hiçbir**	0.875	4000	0.03	0.1	0.6	2.9
7/8"	CATV Hardline	75	81	16.7	# 5.5 BC	FPE	SM	**hiçbir şey**	0.875	4000	0.03	0.1	0.6	2.9
LDF4-50A	Heliaks- ½ "	50	88	25.9	# 5 Katı BC	FPE	CC	PE	0.630	1400	0.02	0.2	0.6	2.4
LDF5-50A	Heliax - ⅞ "	50	88	25.9	0.355 "BC	FPE	CC	PE	1.090	2100	0.03	0.10	0.4	1.3
LDF6-50A	Heliax-1 ¼ "	50	88	25.9	0.516 "BC	FPE	CC	PE	1.550	3200	0.02	0.08	0.3	1.1
Paralel çizgiler														
TV Twinlead (Belden 9085)		300	80	4.5	# 22 Flex CCS	PE	**hiçbir**	P1	0.400		0.1	0.3	1.4	5.9
Twinlead (Belden 8225)		300	80	4.4	# 20 Flex BC	PE	**hiçbir**	P1	0.400	8000	0.1	0.2	1.1	4.8
Genel Pencere satırı		450	91	2.5	# 18 Katı CCS	PE	**hiçbir**	P1	1.000	10000	0.02	0.08	0.3	1.1
WM CO 554		440	91	2.7	# 14 Flex CCS	PE	**hiçbir**	P1	1.000	10000	0.04	0.01	0.6	3.0
WM CO 552		440	91	2.5	# 16 Flex CCS	PE	**hiçbir**	P1	1.000	10000	0.05	0.2	0.6	2.6
WM CO 553		450	91	2.5	# 18 Flex CCS	PE	**hiçbir**	P1	1.000	10000	0.06	0.2	0.7	2.9
WM CO551		450	91	2.5	# 18 Katı CCS	PE	**hiçbir**	P1	1.000	10000	0.05	0.02	0.6	2.8
Açık Kablo Hattı		600	0.95-99***	1.7	# 12 BC	**hiçbir**	**hiçbir**	**hiçbir**		12000	0.02	0.06	0.2	

(sonraki sayfada devam etti)

Yaklaşık Güç İşleme Kapasitesi (1:1 SWR, 40 ° C Ortam):

	1.8MHz	*7*	*14*	*30*	*50*	*150*	*220*	*450*	*1 GHz*
RG-58 Stili	1350	700	500	350	250	150	120	100	50
RG-59 Stili	2300	1100	800	550	400	250	200	130	90
RG-8X Stili	1830	840	560	360	270	145	115	80	50
RG-8/213 Stili	5900	3000	2000	1500	1000	600	500	350	250
RG-217 Stili	20000	9200	6100	3900	2900	1500	1200	800	500
LDF4-50A	38000	18000	13000	8200	6200	3400	2800	1900	1200
LDF5-50A	67000	32000	22000	14000	11000	5900	4800	3200	2100
LMR500	18000	9200	6500	4400	3400	1900	1600	1100	700
LMR1200	52000	26000	19000	13000	10000	5500	4500	3000	2000

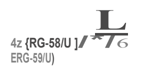
Efsane:

	Kullanılamaz veya değişir	**N**	Kirletici olmayan
	Ara malzeme ve aralığa göre değişir Hava	P1	PVC, Sınıf 1
ASPE	Aralıklı Polietilen	P2	PVC, Sınıf 2
BC	Çıplak bakır	PE	Polietilen
Cc	Oluklu bakır	**S**	Tek Örgülü Kalkan
CCA	Bakır kapak alüminyum	SC	Gümüş Kaplamalı
CCS	Bakır kaplı çelik	SCCS	Örgü
CXP	Kablo X-Perts, İnc.	SM	Gümüş Kaplama Bakır Kaplamalı
D	Çift bakır örgüler	SPC	Çelik Pürüzsüz Alüminyum
DRF	Davis RF	TC	Gümüş kaplama bakır
FC	Folyo + Kalaylı Bakır Örgü	TFE	Konserve bakır
FEP	Tefion ® Tip İX	TMS	Tefion®
Flex	Esnek Telli Tel Köpüklü	UF	Kez Mikrodalga Sistemleri
FPE	Polietilen Andrew Corp	**WM**	Ultra Flex
Heliax	Heliax		Wireman

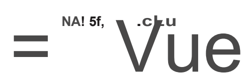
Şekil 22.22 (aşağıda) - BNC konektörleri, düşük güç seviyelerinde VHF ve UHF ekipmanlarında yaygındır. ***(Amphenol Elektronik Bileşenleri)***

BNC KONNEKTÖRLER

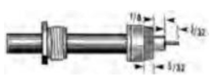
Standart Kelepçe



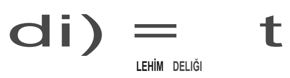
1. Kabloyu bile kesin. Striptiz ceketi. Fray örgü ve şerit dielektrik**. *Örgü veya merkez iletkeni takma.*** Kalay merkezi iletkeni .



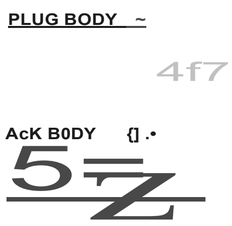
2. Konik örgü. Kaydırma somunu, yıkayıcı, conta ve örgü üzerinde kelepçe. Kelepçeli iç omuz ceketin ucuna tam oturmalıdır.



3. Kelepçe yerinde, örgüyü tarayın, gösterildiği gibi pürüzsüz bir şekilde katlayın. Trim merkezi iletken.

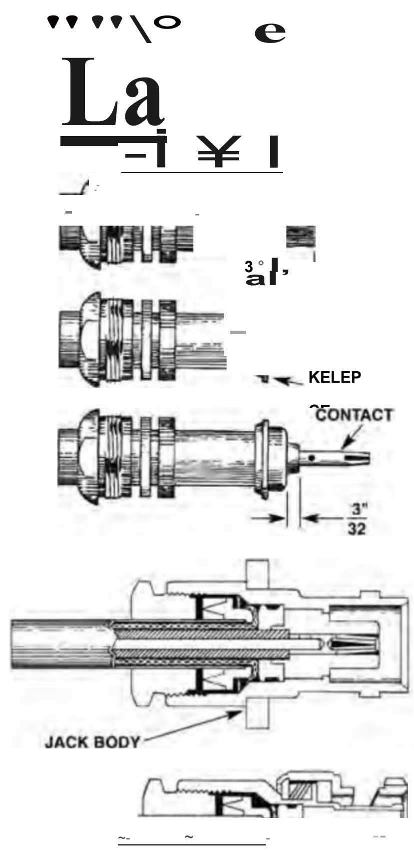


4. Lehim deliğinden iletken üzerinde lehim teması. Temas dielektrik karşı popo gerekir. Fazla lehimi temas dışından çıkarın. Konektör gövdesine müdahale edecek dielektrik şişmesini önlemek için aşırı ısıdan kaçının.



5. Montajı vücuda itin. Somunu sıkı olana kadar İngiliz anahtarı ile gövdeye vidalayın. ***Sıkmak için kablonun gövdesini döndürmeyin.***

İmproved kelepçe

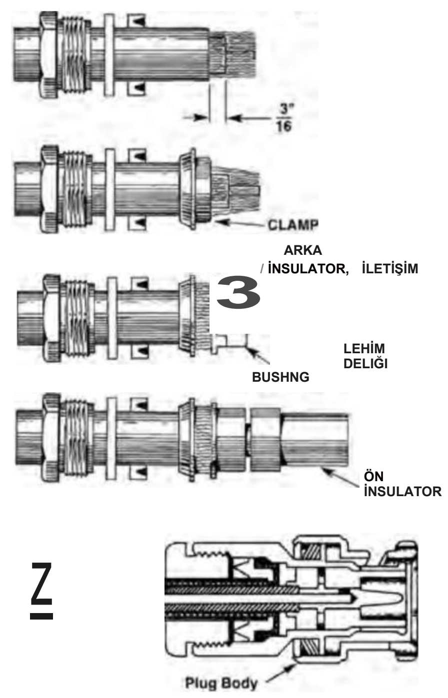


PLUG BODyr

Belirtilen BNC konektörlerinde (standart kelepçe) 1, 2, 3 ve 4'ü izleyin. Gösterildiği gibi şerit kablosu. *Oluğa bakan kelepçeli kablo üzerinde kaydırma contası. Keskin kenarlı conta ile slayt kelepçesi.* Kelepçe düzgün bir şekilde kapatmak için contayı kesmelidir .

C. c kelepçe

1 ga i Konnektörler (**Fişler**) (Krikolar **için 3/8 °)**



1. Standart kelepçe BNC konektörü için belirtilen 1., 2. ve 3. adımları izleyin.

2. Burç, arka izolatör ve temas üzerinde kaydırın. Parçalar, gösterildiği gibi birbirlerine karşı güvenli bir şekilde popo olmalıdır.

3. Orta iletkeni kontağa lehimleyin. Akı ve fazla lehimi çıkarın.

4. Ön izolatörü kontağın üzerine kaydırın, kontak omzuna yaslandığından emin olun.

5. Hazırlanan kabloyu konnektör gövdesine yerleştirin ve somunu sıkın. Kelepçenin keskin kenarının contaya uygun şekilde oturduğundan emin olun.

HBK05_19-18

Tablo 22.62
Koaksiyel Kablo Konnektörleri

UHF Konnektörleri

Askeri hayır.	*Stil*	*Kablo RG - veya Açıklama*
PL-259	Str (m)	8, 9, 11, 13, 63, 87,149,213,214,216, 225
UG-111	Str (m)	59,62, 71,140,210
SO-239	Pnl (f)	Std, mika/fenolik yalıtım
UG-266	Blkhd (f)	Arka montaj, basınçlı, stiren kopolimeri.

Adaptörler

Redüktörler UG-175	Sir (f/f)	Polistiren ins.
UG-176	Blkhd (f/f)	polistiren ins.
	Ang (f/m)	polistiren ins.
	Ang (m/f)	polistiren ins.
	T (f/m/f)	polistiren ins.
		polistiren ins.
		55, 58,141, 142 (except55A)
		59,62, 71,140,210

Aile özellikleri:

Hepsi dayanıklıdır ve sabit olmayan bir empedansa sahiptir. Frekans - aralığı: 0-500 MHz. Maksimum voltaj derecesi: 500 V (tepe).

N Konektörler

Askeri No.	*Stil*	*Kablo RG-*	*Notlar*
UG-21	Str (m)	8, 9,213,214 11,	50 0
UG-94A	Str (m)	13, 149, 216	70 0
UG-536	Str (m)	58,141,142	50 0
UG-603	Str (m)	59,62, 71,140,210	50 0
, B-E , D, E , B, D	Sir (f) Sir (f) Pnl (f)	8, 9, 87,213,214,225	50 0
UG-58, A		59,62, 71,140,210	
UG-997A	Pnl (f)	8, 9,87,213,214,225	
	Pnl (f)	58,141,142	50 0
	Blkhd (f)	59,62, 71,140,210	50 0
	Blkhd (f)	8, 9, 87,213,214,225	50 0
	Pnl (f)	58,141,142	50 0
	Ang (f)		50 0
			50 0

Panel üstü boşluklu panel montajı (f)

M39012/04-	Blkhd (f)	Ön montaj hermetik olarak kapatılmış
UG-680	Blkhd (f)	Ön montaj basınçlı

N Adaptörler

Askeri *No.*	*Stil*	*Notlar*
	Sir (f/f)	50 O, TFE ins.
	Str (m/m)	50 O, TFE ins.
	Ang (f/m)	gönye gövdesi
	Ang (f/m)	Gönye gövdesi
	T (f/m/f)	
	T (f/f/f)	
	T (f/m/f)	

Aile özellikleri:

Contalı n konektörler hava koşullarına dayanıklıdır. RF sızıntısı: -90 dB min @ 3 GHz. Sıcaklık sınırları: TEE: -67 ° - 390 ° F (-55 ° - 199 ° C). İnsertion kaybı 0.15 dB max @ 10 GHz. Stiren kopolimeri: -67 ° ila 185 ° F (-55 ° ila 85 ° C). Frekans aralığı: 0-11 GHz. Maksimum voltaj derecesi: 1500 V P-P Dielektrik dayanımlı voltaj 2500 V RMS. SWR (MIL-C-39012 kablo konnektörleri) 1.3 maks 0-11 GHz.

BNC Bağlayıcıları

Askeri hayır.	*Stil*	*Kablo RG-*	*Notlar*
UG-88C	Str (m)	55, 58,141,142, 223,400	

Askeri hayır	*Stil*	*Kablo RG-*	*Notlar*
UG-959	Str (m)	8,9	
UG-260,A	Str (m)	59, 62, 71,140,210	Rexolite inleri.
UG-262	Pnl (f)	59, 62, 71,140,210	Rexolite inleri.
UG-262A	Pnl (f)	59, 62, 71,140,210	Nwx, Rexolite ins.
UG-291	Pnl (f)	55, 58,141,142,223, 400	
UG-291A	Pnl (f)	55, 58,141,142,223, 400	nwx
UG-624	Blkhd (f)	59, 62, 71,140,210	Ön montaj Rexolite ins.
UG-1094A	Blkhd		Standart
UG-625B	Hazne		
UG-625			

BNC Adaptörleri

Askeri *No.*	*Stil*	*Notlar*
	Str (m/m)	
	Str (m/m)	Berylium, dış temas
	Sir (f/f)	
	Ang (f/m)	
	Ang (f/m)	Berylium dış temas
	Pnl (f/f)	# 3-56 musluklu flanş delikleri
	Ang (f/m)	
	Ang (f/m)	
	T (f/m/f)	Berylium dış temas
	T (f/m/f)	Bervlium dıs temas

Aile özellikleri:

Z = 50 n. Frekans aralığı: 0-4 GHz w/düşük yansıma; 11 GHz'e kadar kullanılabilir. Voltaj derecesi: 500 V P-P Dielektrik dayanımlı voltaj 500 V RMS. SWR: 1.3 maks 0-4 GHz. RF sızıntısı -55 dB min @ 3 GHz. İnsertion kaybı: 0.2 dB max @ 3 GHz. Sıcaklık sınırları: TFE: -67 ° - 390 ° F (-55 ° ila 199 ° C); Rexolite izolatörleri : -67 ° ila 185 ° F (-55 ° ila 85 ° **C). "Nwx" =** hava koşullarına dayanıklı değil.

HN Konnektörleri

Askeri *No.*	*Stil*	*Kablo RG-*	***Notlar***
UG-59A	Str (m)	8, 9,213,214	
UG-1214	Efendi m (f)	8, 9, 87, 213, 214,225	Büyülenmiş temas Stiren kopolimer ins. Büyülenmiş temas
		8, 9,213,214	
		8, 9, 87, 213, 214,225	
UG-60A			
UG-560	Pnl (f)		
UG-496	Pnl (f)		
UG-212C	Ang (f/m)		Berylium dış temas

Aile özellikleri:

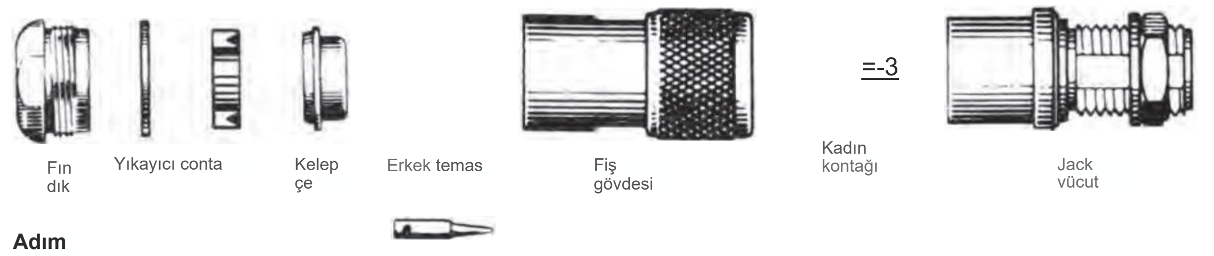
Bağlayıcı Stilleri: Sir = düz; Pnl = panel; Ang = Açı; Blkhd = bölme. Z = 50 Ω. Frekans aralığı = 0-4 GHz. Maksimum voltaj değeri = 1500 V P-P Dielektrik dayanma voltajı = 5000 V RMS SWR = 1.3. Tüm HN serileri hava koşullarına dayanıklıdır. Sıcaklık sınırları: TFE: -67 ° - 390 ° F (-55 ° - 199 ° C); Stiren kopolimeri: -67 ° ila 185 ° F (-55 ° ila 85 ° C).

Aileler arası adaptörler

Aileler	*Açıklama*	*Askeri hayır.*
HN'den BNC'ye	HN-m/BNC-f	
N - BNC	N-m/BNC-f	
	N-f/BNC-m	
	N-m/BNC-m	
N - UHF	N-m/UHF-f	
	N-f/UHF-m	
	N-m/UHF-m	
BNC için UHF	UHF-m/BNC-f	
	UHF-f/BNC-m	

N tipi montaj talimatları KELEPÇE TIPLERİ

HBK05_19-19



Adım

E1724,

Adım 2 +.,



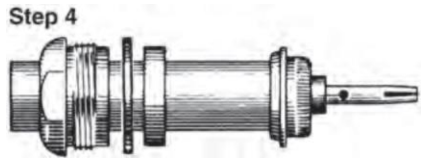
Adım 3

421-0

Amphenol Numara	Bağlayıcı Yazı	Kablo RG-İU	Şerit Dims., inç (mm)	
			a	c
82-61	N Tak	8, 9, 144, 165,213,214,216, 225	0.359(9.1)	0.234(6.0)
82-62	N Panel Jakı	8, 9, 87A, 144,165,213, 214,216,225	0.312(7.9)	0.187(4.7)
82-63	N Jack		0.281(7.1)	0.156(4.0)
82-67	N Bölmeli Jack			
82-202	N Tak	8, 9, 144, 165,213,214,216, 225	0.359(9.1)	0.234(6.0)
82-202-RFX	N Tak	8,213,214	0.315(8.0)	0.177(4.5)
82-202-1006	N Tak	Belden 9913	0.359(9.1)	0.234(6.0)
82-835	N Açı Fişi	8, 9, 87A, 144,165,213, 214,216,225	0.281(7.1)	0.156(4.0)
18750	N Açı Fişi	58,141,142	0.484(123)	0.234(5.9)
34025	N Tak		0.390(9 9)	0.203(5.2)
34525	N Tak	59, 62, 71,140,210	0.410(10.4)	0.230(5.8)
35025	N Jack	58,141,142	0.375(9.5)	0.187(4.7)
36500	N Jack	59, 62, 71,140,210	0.484(12.3)	0.200(5.1)

http://www.amphenolrf.com/ Diğer tüm bağlayıcı türleri için montaj talimatları için www.AmphenolRF.com bakın. Bu boyutlar sadece Amphenol konektörleri için geçerlidir ve diğer üreticiler için doğru olmayabilir.

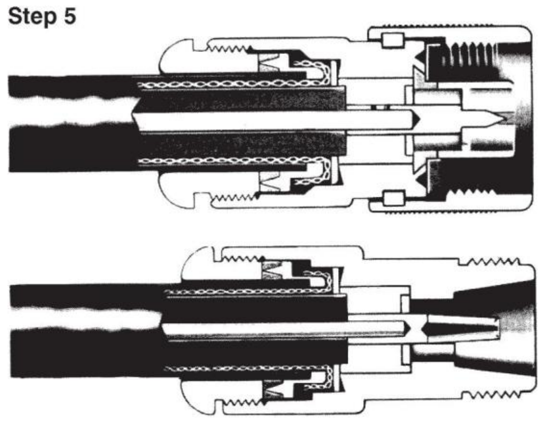
Step 4



Adım 1 Somun, yıkayıcı ve conta yerleştirin, "V" oluğu kelepçeye doğru, kablo üzerinden ve ceketi a boyutuna kadar kesin.

Adım 2 Örgüyü tarayın ve katlayın. Dim kablo dielektrik kesin. c gösterildiği gibi.

Step 5



Adım 3 Örgü tellerini öne doğru çekin ve orta iletkene doğru inceltin. Kelepçeyi örgüye yerleştirin ve kablo ceketine geri itin.

Adım 4 Gösterildiği gibi arka örgü tellerini katlayın, örgüyü uygun uzunlukta kesin ve gösterildiği gibi kelepçe üzerinde şekillendirin. Lehim kontağından merkez iletkene.

Adım 5 İnsert kablosu ve parçaları konektör gövdesine. Kelepçeli koltukların keskin kenarlarının contada düzgün olduğundan emin olun. Somunu sıkın.

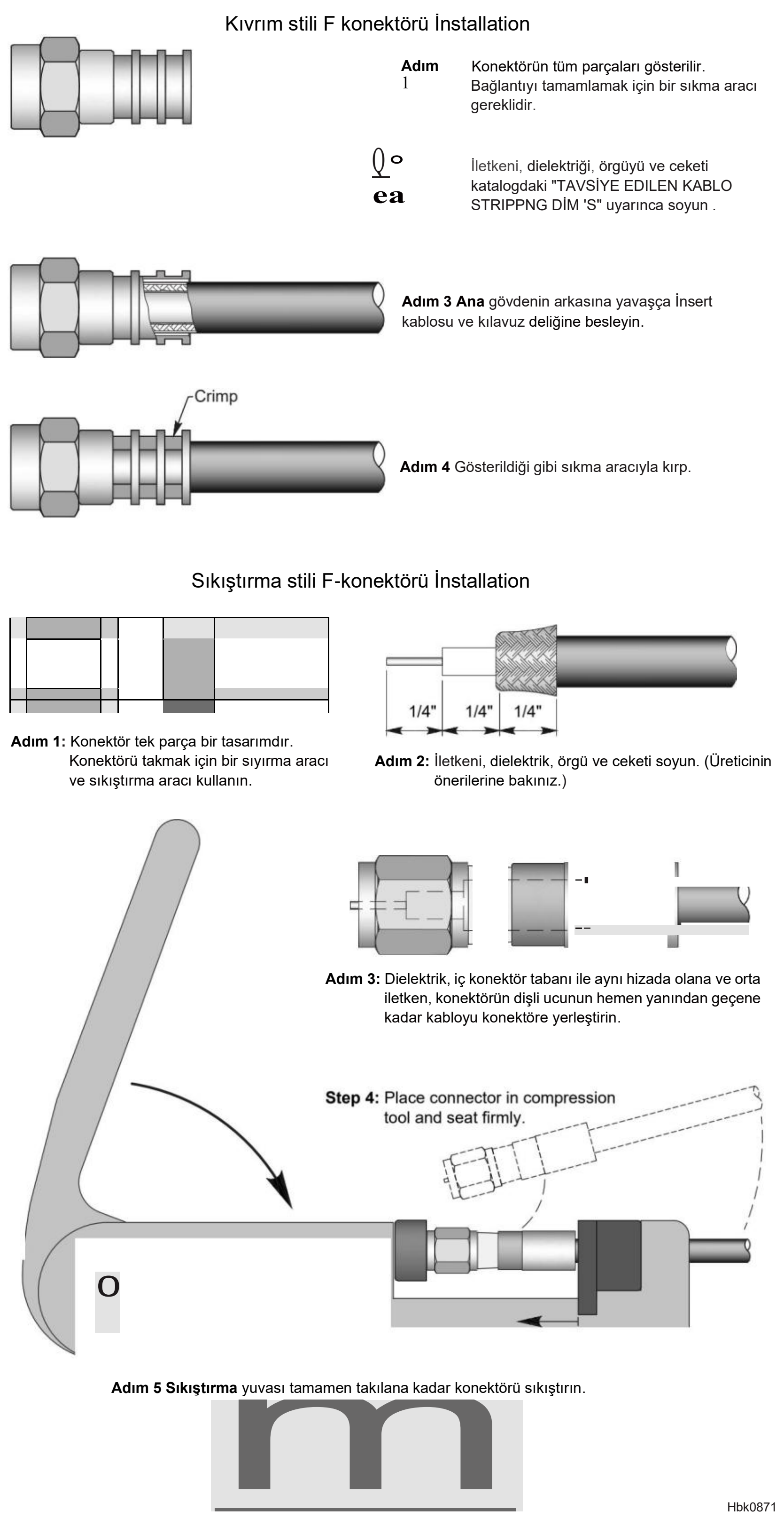
Şekil 22.23 - Tip N konektörleri, yüksek güçlü VHF ve UHF işlemleri için bir zorunluluktur. ***(Amphenol Elektronik Bileşenleri)***

(22.50 sayfasından devam edilmiştir)

Varyasyonlar, twist versiyonu dahil. Bu konektörleri yüklemek için bir kılavuz indirilebilir ek içerik ile kullanılabilir.

Şekil 22.23'te gösterilen Tip N konektörü, yüksek güçlü VHF ve UHF işlemleri için bir zorunluluktur. N konektörler mevcuttur - Kablo montajı için erkek ve dişi versiyonlarda kullanılabilir ve RG-8 boy kablo için tasarlanmıştır. UHF konektörlerinin aksine, kablo bağlantılarında sabit bir empedans sağlamak için tasarlanmıştır. BNC konektörleri gibi, kabloyu doğru boyutlara hazırlamak önemlidir. Orta pin, orta pin ile eşleşecek şekilde doğru konumlandırılmalıdır Karşı cinsin bağlayıcılarının. Sahip olduğunuz bağlayıcı stili için doğru boyutları kullanın. Crimp-on N konektörleri de yine - çok sayıda varyasyonla mevcuttur. Bu konektörleri yüklemek için bir kılavuz - indirilebilir ek içerik ile kullanılabilir.

Öncelikle kabloda kullanılan F tipi konektörler



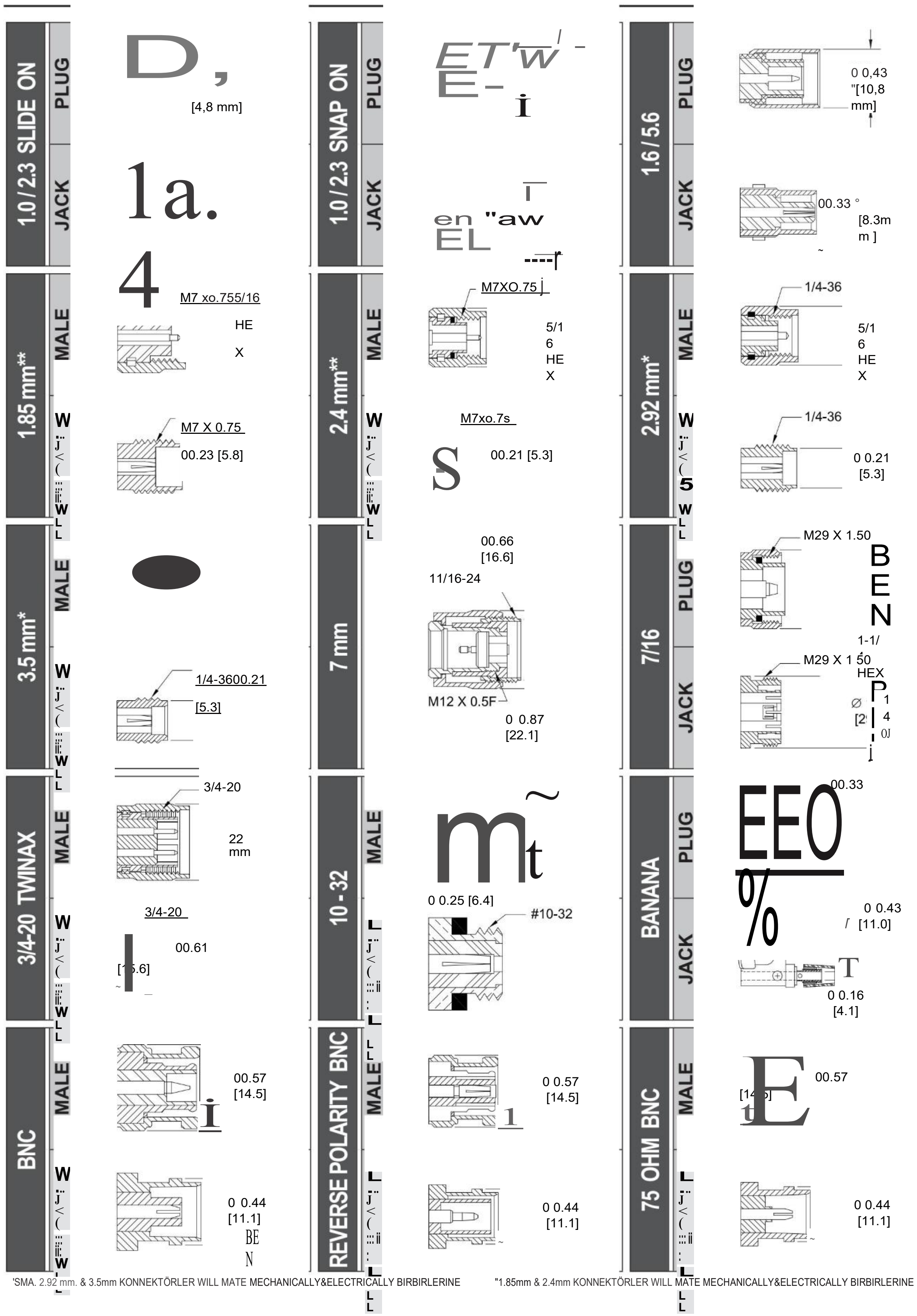
Şekil 22.24 - Kablo TV bağlantıları için yaygın olarak kullanılan F tipi konektörler, ucuz RG-59 ve RG-6 kablo ile sadece alıcı antenler için kullanılabilir. Eski kıvrım tarzı konektörler büyük ölçüde daha güvenilir ve hava koşullarına dayanıklı sıkıştırma tarzı konektörlerle değiştirildi. Seçilen kablo ve konektör için üreticinin talimatlarını izleyin. [Nezaket Amphenol Elektronik Bileşenler ve Tekniks, İnc.]

TV bağlantıları, sadece antenler için de popülerdir ve RG-59 veya giderek daha popüler olan RG-6 kablosuyla düşük maliyetle kullanılabilir. Kıvrımlı konektörler bu konektörler için tek seçenektir ve **Şekil 22.24** - bunları yüklemek için genel bir kılavuz göstermektedir. Tam boyutlar konektör stilleri ve üreticiler arasında değişir - sıkma ile ilgili bilgiler genellikle konektörlerle birlikte verilir. İki tür kıvrım vardır; Ferrül ve kompresyon. Ferrül kıvrım yöntemi, maruz kalan koaksiyel kalkan etrafında bir metal halkanın sıkıştırıldığı UHF, BNC ve N konektörlerinkine benzer. Sıkıştırma kıvrımı, konektörün arkasına bir burç zorlar ve kalkanı konektör gövdesine karşı sıkıştırır. Tüm durumlarda, kablonun maruz kalan merkez iletkeni - sağlam bir tel - konektörün ucuyla aynı hizada olmalıdır. Çok kısa olan bir merkez iletken iyi bir bağlantı kuramayabilir.

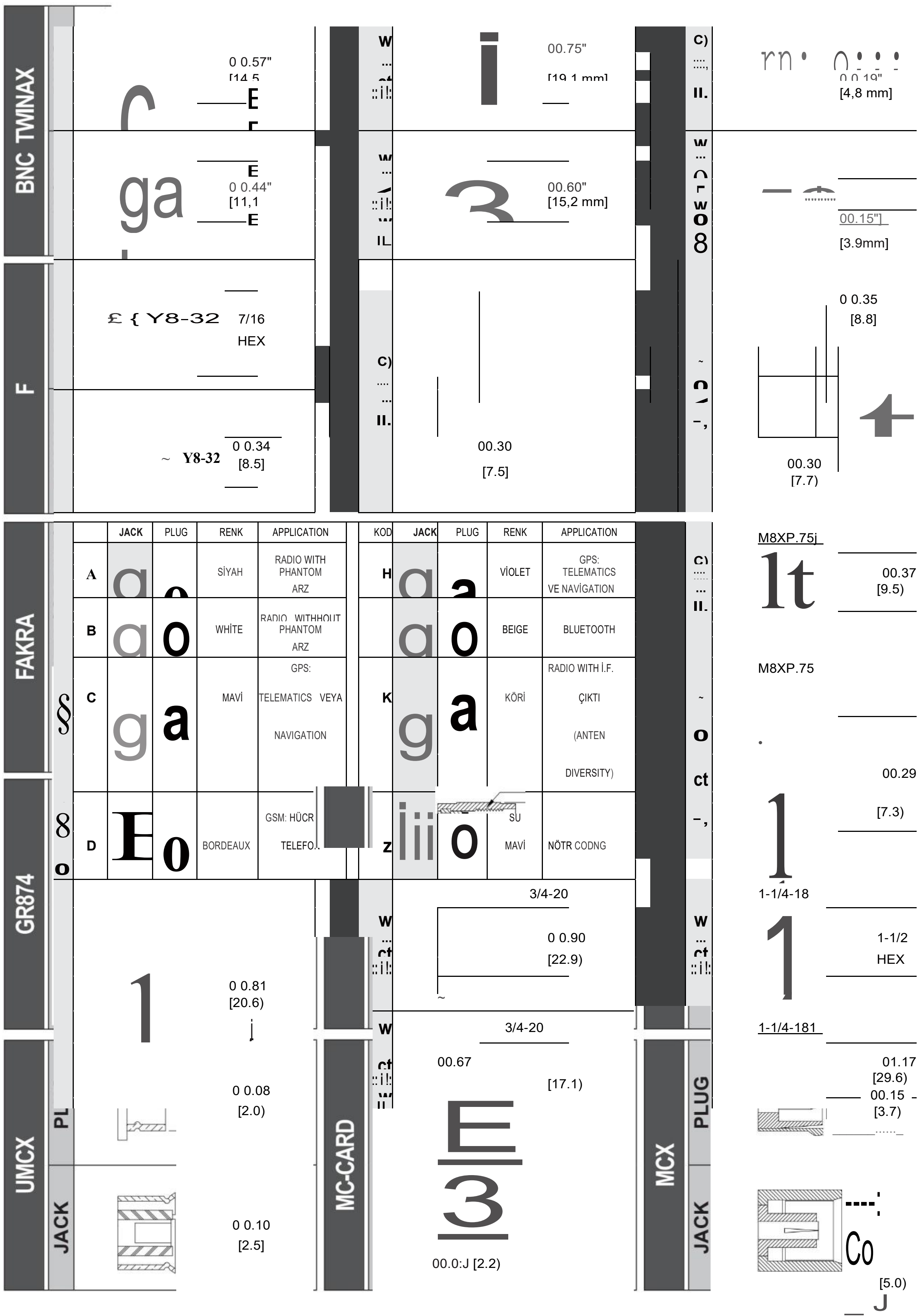
22.10.3 Bağlayıcı Özdeş ve Aralık Tablosu

Aşağıdaki şekil sayfaları, mikrodalga frekansları aracılığıyla RF için kullanılan farklı konektör türlerini tanımlamaya yardımcı olmak için boyutlar ve yan görünümler sağlar. Boyutlar hem emperyal hem de metrik birimlerde uygun şekilde sağlanır. Mm dalga ve mikrodalga konektörleri için, benzer konektörleri ayırt edebilen doğru bir ölçüm sağlamak için kaliperler veya mikrometre gerekebilir. Bu özellikler yalnızca konektör tanımlaması için tasarlanmıştır ve bir devre kartı yerleştirirken veya bir montaj deliği açarken kullanılan tek boyutlar olmamalıdır.

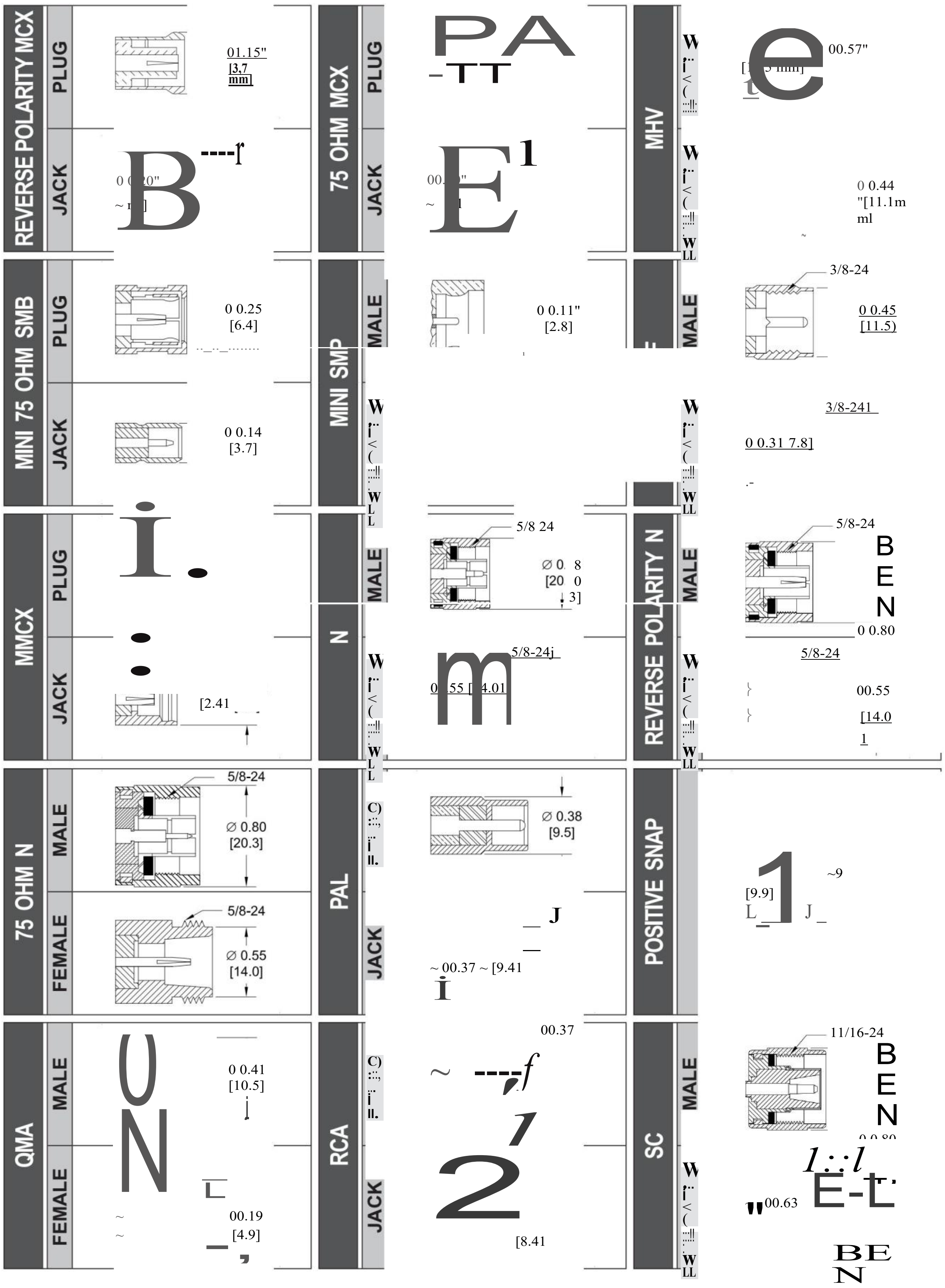
Bu rakamlar ve grafikler, koaksiyel konektörlerin, kablonun, araçların ve diğer RF malzemelerinin ve sarf malzemelerinin büyük bir distribütörü olan Pasternack (www.pasternack.com) tarafından sağlanmıştır.



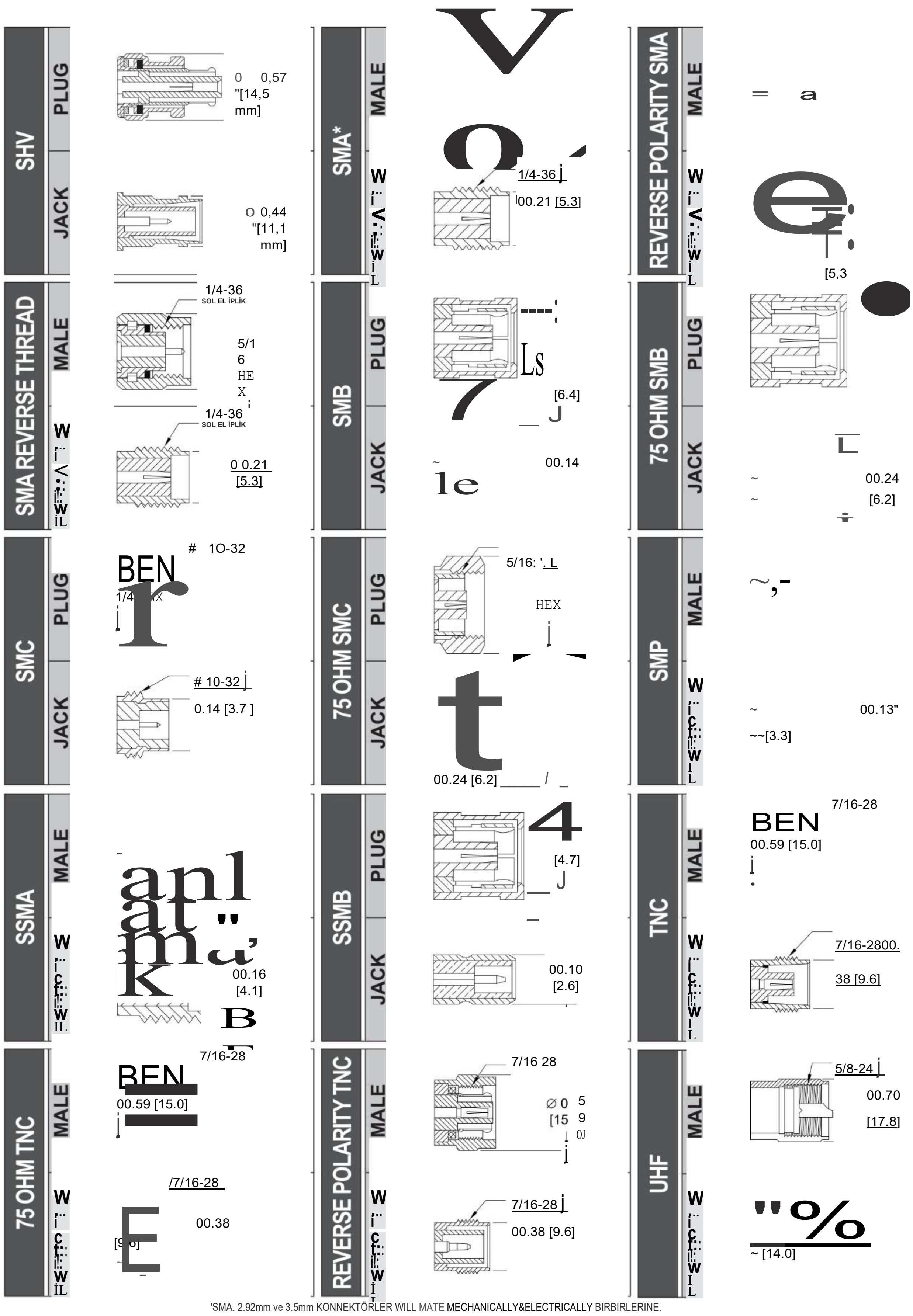
Şekil 22.25A - Bağlayıcı yan görünümleri, set 1/4. [Pasternak'ın izniyle]



Şekil 22.25B - Bağlayıcı yan görünümleri, set 2/4. [Pasternak'ın izniyle]

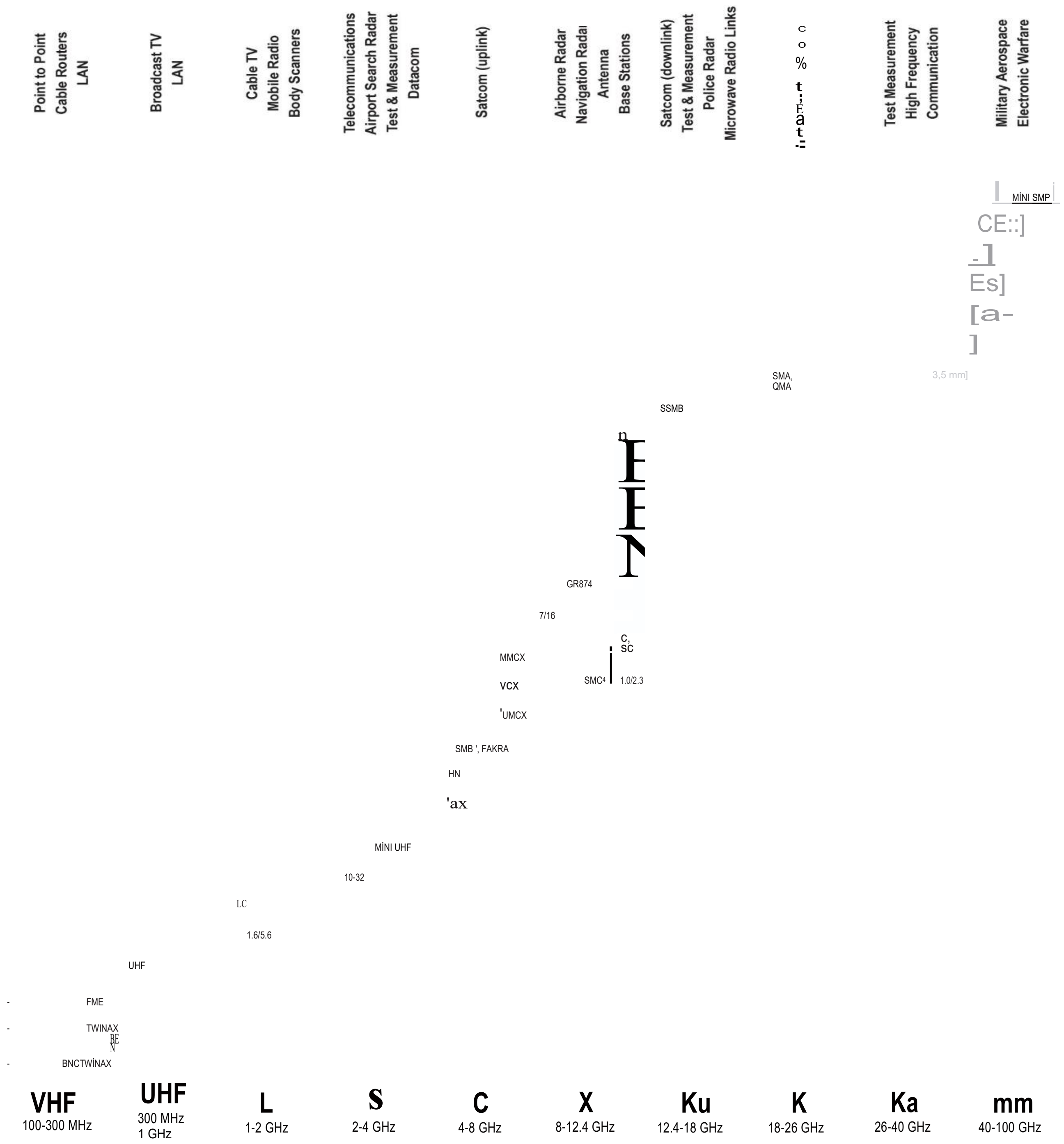


Şekil 22.25C - Bağlayıcı yan görünümleri, set 3/4. [Pasternak'ın izniyle]



'SMA. 2.92mm ve 3.5mm KONNEKTÖRLER WILL MATE MECHANICALLY&ELECTRICALLY BIRBIRLERINE.

Şekil 22.25D - Bağlayıcı yan görünümleri, 4/4 ayarlayın. [Pasternak'ın izniyle]



1: **BNC-75** Ohm konektörleri 1 GHz'e kadar çalışır
2: SMB-75 Ohm ve Mini SMB-75 Ohm konektörleri 4 GHz'e kadar çalışır 3: MCX-75 Ohm konektörleri 6 GHz'e kadar çalışır
4: SMC-75 Ohm konektörleri 10 GHz'e kadar çalışır
5: N-75 Ohm konektörleri 1,5 GHz'e kadar çalışır
6: TNC-75 Ohm konektörleri 1 GHz'e kadar çalışır

Şekil 22.26 - Konektör türüne göre önerilen frekans aralıkları. [Pasternak'ın izniyle]

Düşük Kaliteli UHF Konektörlerinden Kaçınmak

[Bu kılavuz Hal Kennedy, N4GG tarafından sağlanmaktadır ve ***İstasyon İnşaatı*** *bölümünde tekrarlandı. Çok kolay-*
Kaçınılan istasyon sorunları düşük kaliteli veya kötü
Bağlı konektörler veya adaptörler - Ed.]

PL-259s dört parçaya sahiptir: "knurled'adı verilen dış kol
somun, "konnektör gövdesi, yalıtkan/dielektrik ve merkez
Pin. Dört bileşenin tümü şu noktaya kadar tehlikeye girebilir:
Bir pazarlık konektörünü işe yaramaz hale getirmek. Bir SO-239 çiftleşen PL-259 (annulus flanşı) sadece

Sık karşılaşılan sorunlar:

• **Bitiş: Pazarlık** konektörleri bazen bir bitiş var
lehim yapamıyor! Krom benzeri bir görünüme sahip olabilirler, ancak
Kaplama lehimi iyi almayabilir ve bunun için dosyalanması gerekir
İyi bir bağlantı. geliştirmek.

• **Diş açma:** Vücudun arkasındaki iç dişler
Bağlantıyı daraltan UG tarzı bir eki kabul etmek için var-
RG-8X gibi daha küçük çaplı koaksiyel kabul etmek için tor varil veya
RG-58. Konular metrik olabilir! UG ekleri de bazen
ABD pazarında metrik ipliklerle görünür. Her iki durumda da,
Gövdeye vidalanmaz. Dokundu ve dişli - iletkenler birbirine vidalandı

• **Dielektrik:** İyi konektörler kaliteli fenolik veya Teflon kullanır
Orta pim ve vücut arasındaki yalıtım. Pazarlık con-
Nektarlar, polisiye gibi malzemeler de dahil olmak üzere her şeyi kullanabilir.
PL-259s var
Orta pim lehimlendiğinde eriyen rene. sıkıcı bir görünüm. İyi konektörlerin bir parça numarası vardır ve

• **Merkez pin çapı: Bu** en yaygın olanlardan biridir ve
Gizemli PL-259s sinsi sorunlar. Merkez pin dış
Çap (OD) neredeyse her zaman olması gerekenden biraz daha küçüktür
numaralarına sahip
Olmak ve fark etmek zor. Arasındaki merkez pin bağlantısı
Bir PL-259 ve bir SO-239 veya namlu konektörü bağlıdır

Erkek yan pin OD doğru ve eşleşen parmaklar
kadın tarafı doğru çap ve uygun yapılmış
Yay malzemesi.

• Orta **soket yay gerilimi:** SO-239 soket metalini if
Zamanla ve/veya sıcaklıkla rahatlar, aralıklı bir bağlantı
Takip edilmesi çok zor olabilecek yaratılacak.

• Çiftleşme **girintileri:** Çiftleşmenin sonundaki girintiler
üzerindeki kısa uçlarla eşleşecek dört girintiye sahip
Erkek konektörün gövdesi. Kaliteli bir SO-239 veya varil con-
Nektarın her yerinde girinti var. PL-259 ve
SO-239 tamamen oturmayın, aralıklı bir bağlantı muhtemeldir

• Tee **ve dik açılı (dirsek) UHF adaptörleri:** Merkez
İletken, kabuğun içinde dik açılı bir dönüş yapmak zorundadır. İn
Düşük kaliteli adaptörler sağ açılı bağlantı bir
Bahar teması - bunlar dayanmaz. Kaliteli tişört ve sağ-
açı adaptörleri güvenilirdir çünkü iç iletkenler

Vücudun içinde doğru açı kavşağında.

İyi konektörleri nasıl söyleyebiliriz? Eğer fiyat çok iyi
Doğru olmak gerekirse, öyle. İyi gümüş kaplama ile
Üreticinin adı onlara damgalandı. Yukarıya bakabilirsin
İşaretliyse konektörün özellikleri. Bir örnek con-
Amphenol tarafından yapılan nektarlar - hepsi parça
83-1SP (PL-259) veya 83-1R (SO-239) damgalanmış veya
Konektör gövdesine.

İçerik

Bölüm 23 - İndirilebilir Ek İçerik Makaleleri

- 3D Baskılı Antenler Paul Wade, W1GHZ
- 3D Baskılı Koakstan Kabloya Bağlantı Blokları John Portune, W6NBC
- 3D Baskılı Fikstür, John Portune, W6NBC tarafından Zemin-Düzlem Anten Yapımını Basitleştirir
- Özel Olmayan Araçlar SMD Desoldering Tekniği Wayne Yoshida, KH6WZ
- Hams için 3D Baskı John Portune, W6NBC
- Kendi Baskılı Devre Kartlarınızı Yapmak
- Jim Koehler, VE5JP tarafından Radyo Amatör için Reflow Lehimleme
- Radyo Amatörleri için Yeniden Akış Lehimleme - Jim Koehler, VE5FP
- Eski İnstrument Muhafazalarının Yeniden Kullanılması Scott Roleson, KC7CJ
- Lehimleme Yüzey Montaj Cihazları Dino Papas, KL0S
- Yüzey Montaj Teknolojisi - İt ile Çalışabilirsiniz (Bölüm 1 - 4) Sam Ulbing, N4UAU

Bölüm 23

Yapım teknikleri

Ev yapımı elektronik-
ics projeleri ve kitleri Amatör Radyo'nun eğlenceli bir parçası olabilir. Yakın zamanda yapılan bir ARRL araştırması, aktif jambonların yarısından fazlasının elektronik projeler oluşturduğunu göstermektedir. Basit tanıtım projelerinden tam alıcı-vericilere kadar uzanan ürünlere sahip birçok kit satıcısı vardır. Bina uygulamalarına aşina olmak, ticari - ekipmanı da onarmanıza ve kurmanıza yardımcı olacaktır.

Deneyimli yapıcılar bile
Bu bölümde değerli ipuçları bulacaksınız. İt araçları ve kullanımlarını, elektronik inşaat tekniklerini tartışır, bir şematiğin bir çalışma devresine nasıl dönüştürüleceğini anlatır ve daha sonra ortak mekanik inşaat uygulamalarını özetler. Bu bölüm Joe Eisenberg, K0NEB merkezli tarafından sürdürülmektedir
Orijinal olarak Ed Hare, W1RFI ve Jim Duffey, KK6MC tarafından yazılmış ve derlenmiştir. KD8KYZ yaşındaki Dale Grover, PCB tasarım ve düzen yazılımının kullanımına kapsamlı bir giriş yapmaktadır. 3D baskı üzerine malzeme John Portune, W6NBC tarafından katkıda bulunmuştur.

23.1 Elektronik mağaza güvenliği

Ev atölyelerinde ekipman inşa etmek, onarmak ve değiştirmek uzun süredir devam eden bir amatör radyo geleneğidir. Aslında, ilk günlerde, kendi ekipmanınızı oluşturmak mevcut tek seçenekti. Zaman ve ilgi alanları değişirken, radyo ekipmanlarının ve ilgili aksesuarların ev yapımı popüler ve eğlenceli olmaya devam ediyor. Tehlikelere aşina olursanız, gerekli işlevleri nasıl yerine getireceğinizi öğrenirseniz ve aşağıda ve lehimleme bölümünde listelenenler de dahil olmak üzere bazı temel güvenli uygulamaları takip ederseniz, kendi donanımınızı oluşturmanın tehlikeli olması gerekmez. Kendi yeteneklerimizle başlayalım:

Ruh halinizi düşünün. Projelerde çalışmak veya sorun giderme (özellikle yüksek voltajın bulunduğu yerlerde) konsantrasyon gerektirir. Yorgun veya dalgın olduğunuzda çalışmayın. Eldeki işe odaklanma yeteneğiniz konusunda gerçekçi olun. Başka bir deyişle, eğer çok uyanık olamazsak, tehlikelere odaklanana kadar tehlikeli işler yapmayı ertelemeliyiz.

Düşün! Ne yaptığınıza dikkat edin. Hiçbir güvenlik kuralları listesi tüm olasılıkları kapsayamaz. Güvenlik her zaman sizin sorumluluğunuzdadır. Ne yaptığınızı, bunun araçlarla ve eldeki özel durumla nasıl ilişkili olduğunu düşünmelisiniz. Araçlarla çalışırken, işler "doğru" gitmezse yaralanabileceğiniz veya projenin zarar görebileceği durumlar yaratmaktan kaçının.

Acele etmeyin. Acele ederseniz, sadece daha fazla hata yapmayacak ve yeni ekipmanınızın görünümünü bozmayacaksınız, aynı zamanda düşünmek için zamanınız olmayacak. Her zaman önceden plan yapın. Yaptığınız şeye konsantre olamıyorsanız mağaza araçlarıyla çalışmayın - bu bir yarış değil! Yorgun olduğunuzda çalışmak, parçaların yanlış tanımlanması veya zayıf veya hatalı bağlantılar kurma gibi sorunlara da yol açabilir. Çalışırken radyo yayınındaki düzenli zaman bildirimlerini dinlemek, çok yorgun olduğunuzda çalışmamanız için bol miktarda mola vermenizi isteyecektir.

Kendini koru. Matkaplar, testereler, öğütücüler ve diğer ahşap veya metal işleme - ekipmanlarının kullanılması, ciddi göz hasarına neden olabilecek küçük parçaları serbest bırakabilir. Uçan bir nesne tehlikesi oluşturabilecek ve küçük erimiş lehim parçalarının şaşırtıcı bir mesafeye fırlatılabileceği lehimlemeyi içeren işler yaparken daima güvenlik gözlüğü veya gözlük takın. Çekiçler, tel kesiciler, keskiler ve diğer el aletleri kullanırsanız, güvenlik gözlüklerinin sunduğu korumaya da ihtiyacınız olacaktır. Uygun elbise - gevşek giysiler (hatta saçlar) matkap presleri gibi açıkta dönen ekipmanlarda yakalanabilir.

Yalnız çalışmayın. Tehlikeli ekipmanlarla, kimyasallarla veya voltajlarla çalışırken başınız belaya girerse yardımcı olabilecek yakınınızda biri olsun.

Acil bir durumda ne yapacağınızı bilin. Dikkatli olmak için en iyi çabalarınıza rağmen, zaman zaman kazalar meydana gelebilir. Evinizdeki herkesin temel ilk yardım prosedürlerini bildiğinden ve acil durumlarda nasıl yardım çağırılacağını anladığından emin olun. Ayrıca, nerede bulacağınızı ve kulübenizdeki ve dükkanınızdaki elektrik enerjisini nasıl güvenli bir şekilde kapatacağınızı da bilmelidirler. Gerektiğinde tıbbi yardım alın. Her atölye iyi bir ilk yardım çantası içermelidir. Cips veya kıymık oluşturabilecek tehlikeli kimyasalların veya elektrikli aletlerin yakınında bir göz yıkama kiti bulundurun. Yaralanırsanız, ilk yardım uygulayın ve sonra iyi olduğunuzdan emin değilseniz tıbbi yardım alın. Gözünüzdeki küçük bir serseri veya çizik bile derhal tedavi edilmezse ciddi bir soruna dönüşebilir.

Peki ya dükkan işlerinde kullanılan ekipman ve aletler? İşte onlar için de geçerli olan bazı temel güvenlik hususları:

Talimatları ve kılavuzları dikkatlice okuyun... ve onları takip edin. Alet üreticileri, ürünlerini güvenli bir şekilde nasıl kullanacakları konusunda en bilgili olanlardır. Tüm işletim talimatlarını ve uyarıları dikkatlice okuyarak bilgilerine dokunun. Elektrikli aletlerle yaralanmaları önleme

Tablo 23.1
Baraka veya Atölyede Sıklıkla Kullanılan Kimyasalların Özellikleri ve Tehlikeleri

Genel Kimyasal Adı	*Amaç veya Kullanım*	*Tehlikeler*	*Riskleri En Aza İndirmenin Yolları*
Kurşun kalay lehim	*Bağlama* elektrikli bileşenleri	Kurşun maruziyeti (çoğunlukla el temasından) Akı maruziyeti (inhalasyon)	*Lehim veya* lehime dokunduktan sonra daima ellerinizi yıkayın. İyi havalandırma kullanın .
Isopropil alkol	Flux çıkarıcı	Dermatit (deri döküntüsü) Buhar soluma Yangın tehlikesi	Solventler için uygun kalıplanmış eldiven giyin. İyi havalandırma kullanın ve aerosol oluşumunu önleyin. İyi havalandırma kullanın, kullanımı küçük miktarlarla sınırlayın, ateşleme kaynaklarını uzak tutun, paçavra sadece sıkıca kapatılmış Metal kutular.
Freons	Devre soğutma ve genel çözücü	Buhar inhalasyonu Dermatit	Yeterli havalandırma kullanın. Solventler için uygun kalıplanmış eldiven giyin.
Fenoller ve metilen klorür	Emaye tel/boya sıyırıcı	Güçlü cilt aşındırıcı	Cilt temasından kaçının; Uygun kalıplanmış eldiven giyin; Yeterli havalandırma kullanın .
Berilyum oksit	Bazı güç transistörlerinde ve ısıyı iyi ileten vakum tüplerinde bulunan seramik izolatör	İnce toz formunda ve solunduğunda toksik	Öğütmekten, testereden
Berilyum metal	Bakırla alaşımlanmış hafif metal	Berilyum oksit ile aynı	Taşlama, testere, kaynak veya toza indirgemekten kaçının. Özel prosedürler için tedarikçi ile iletişime geçin.
Çeşitli boyalar	Bitirme	Solventlere maruz kalma Hassaslaştırıcılara maruz kalma (özellikle üretan boya) Pigmentlerde toksik metallere (kurşun, kadmiyum, krom vb.) Maruz kalma Yangın tehlikesi (özellikle sprey boyamada)	Yeterli havalandırma; Püskürtme yaparken solunum cihazı kullanın. Yeterli havalandırma ve solunum cihazı kullanın. Yeterli havalandırma ve solunum cihazı kullanın. Yeterli havalandırma; kalıntıların kontrolü; ateşleme kaynaklarını ortadan kaldırın.
Ferrik klorür	Baskılı devre kartı etchant	Cilt ve göz teması	Uygun konteynerler kullanın; Sıçrama gözlüğü takın ve Asitler için uygun kalıplanmış eldivenler.
Amonyum persülfat ve merkürik klorür	Baskılı devre kartı etchants	Cilt ve göz teması	Uygun konteynerler kullanın; Sıçrama gözlüğü takın ve Asitler için uygun kalıplanmış eldivenler.
Epoksi reçineler	Genel amaçlı çimento veya boya	Dermatit ve olası hassaslaştırıcı	Cilt temasından kaçının . Karıştırın sadece gerekli miktar.
Sülfürik asit	Kurşun-asit akülerde elektrolit	Cilt veya gözler üzerinde güçlü aşındırıcı. Şarj olurken hidrojeni serbest bırakır (yangın, patlama tehlikesi).	Kullanım sırasında daima sıçrama gözlüğü ve kalıplanmış plastik eldiven (PVC) kullanın. Şarj olurken ateşleme kaynaklarını bataryadan uzak tutun. Yeterli havalandırma kullanın.

Güvenli takım tasarımının yanı sıra kullanıcının düzgün çalışmasını gerektirir. Talimatları gelecekte başvurabileceğiniz bir yerde saklayın.

Üzerinde çalıştığınız ve kullandığınız ekipmanın güvenlik özelliklerine saygı gösterin. Hiçbir aletin güvenlik özelliğini asla devre dışı bırakmayın. Eğer yaparsanız, er ya da geç siz ya da bir başkası hata yapacaktır. Güvenlik özelliği önlemek için tasarlanmıştır.

Dükkanınızı veya çalışma alanınızı düzenli ve düzenli tutun. Dağınık bir dükkan tehlikeli bir mağazadır. Çekmecede bırakılan bir bıçak, başka bir alet arayan birini kesebilir; Bir rafın üstünde bırakılan bir çekiç mümkün olan en kötü anda düşebilir; Bir sandalyede bırakılan keskin bir alet yorgun yapıcı için tehlikeli bir sürpriz olabilir kim oturur.

Aletlerinizi iyi durumda tutun. Yatırımınıza her zaman dikkat edin. Araçları, eğitimsiz kişilerin (örneğin küçük çocuklar) zarar görmesini veya kullanılmasını önleyecek şekilde saklayın. Testerelerin, keskilerin ve matkap uçlarının kesme kenarlarını keskin tutun. Metal yüzeyleri korozyondan koruyun. Kabloları ve fişleri sık sık kontrol edin

Elektrikli ekipman ve gerekli onarımları yapmak. Güç kablosunun aşındığını fark ederseniz, hemen onarın. Bir çözüm, önceden takılı kalıplanmış bir konektör ile yedek bir kablo satın almaktır.

Mağazanızın iyi havalandırıldığından emin olun.
Boya, çözücüler, temizleyiciler veya diğer kimyasallar tehlikeli dumanlar oluşturabilir. Başınız dönüyorsa, hemen temiz havaya çıkın ve hızlı bir şekilde iyileşmezseniz tıbbi yardım alın.

Elektrikli aletlere saygı gösterin. Elektrikli aletler bağışlayıcı değildir. Bir matkap elinizden metalden çok daha kolay geçebilir. Bir elektrikli testere bir parmağı kolaylıkla çıkarabilir. Elektrikli el aletlerinden uzak durun. Gömleğinizi giyin, kollarınızı sıvayın ve herhangi bir elektrikli aleti kullanmadan önce kravatınızı çıkarın.

23.1.1 Kimyasallar

güç ekipmanına karışmaz

Temizleyiciler, yapıştırıcılar, inşaat malzemeleri ve soğutucular gibi kimyasallar her gün amatörler tarafından kötü etkileri olmadan kullanılmaktadır. Bu malzemelerle ilgili tehlikeler hakkında bilgi sahibi olma ve onlara saygılı davranma fırsatını kullanın. **Tablo 23.1,** jambon kulübesinde kullanılan kimyasalların ve diğer malzemelerin kullanımlarını ve tehlikelerini özetlemektedir. Bu, riski en aza indirebilecek önleyici tedbirler içerir. Gelişmiş bilgi için, - Hastalık Önleme ve Kontrol Merkezleri şu **adreste kapsamlı bir veritabanı tutar www.cdc.gov.** Meridian Engineering, **www.meridianeng.com.'da malzeme güvenliği bilgilerinin bir koleksiyonunu tutar** Şüpheniz olduğunda, üretici veya

Zehir kontrolü

Kimyasal bir acil durumunuz olduğunu düşünüyorsanız, derhal yerel zehir kontrol merkezinizi arayın. 1-800-222- 1222 numaralı telefonu arayın, 911'i arayın veya **www.poison.org. adresindeki çevrimiçi araçları kullanın**

Güvenlik bilgileri için malzemenin dağıtıcısı veya arama penceresine malzeme adı ve "güvenlik" girerek bir İnternet arama motoru kullanın.

Kimyasalların güvenli bir şekilde depolanması, kullanılması ve kullanılması için birkaç önemli öneri:

Kimyasal maddeye eşlik eden bilgileri okuyun ve üreticinin tavsiye ettiği güvenlik uygulamalarını takip edin. Etikette yazılı olandan daha fazla bilgi istiyorsanız, malzeme güvenlik bilgi formu (MSDS) isteyin. Markalı kimyasal ürünlerin üreticileri genellikle ürün web sitelerinde bir MSDS yayınlamaktadır.

Kimyasalları güneş ışığından ve ısı kaynaklarından uzakta uygun şekilde saklayın. Dökülmeleri önlemek için konteynırlarını emniyete alın ve böylece çocuklar ve eğitimsiz kişiler erişemez. Kapları her zaman etiketli tutun, böylece içerikle ilgili karışıklık olmaz. Kimyasalın satın alındığı kabı kullanmak en iyisidir. Solventleri yıkama şişeleri gibi diğer kaplara aktarırsanız, yeni kabı tam olarak içerdiği şeyle etiketleyin.

Dökülmeleri önlemek için kimyasalları dikkatli kullanın.

Herhangi bir sızıntı veya sızıntıyı derhal temizleyin, ancak süreçte kendinizi aşırı göstermeyin. Kimyasalları asla evsel lavabolara veya drenajlara atmayın. İnstead, bölgeniz için uygun bertaraf prosedürlerini belirlemek için yerel atık tesisi operatörünüze, transfer istasyonuna veya itfaiyeye başvurun. Birçok topluluğun evsel tehlikeli atık toplama programları vardır. Tabii ki, en iyi çözüm sadece ihtiyacınız olan kimyasal miktarını satın almak ve mümkünse hepsini kullanmaktır. Her zaman atık kimyasalları etiketleyin, özellikle de artık orijinal kaplarında değillerse. Yağ dolu kapasitörler ve transformatörler bir zamanlar yaygın olarak PCB'leri içeren yağ ile doldurulmuştur. PCB'leri içerebilecek bu tür eşyaları asla çöp sahalarına atmayın - uygun bertaraf hakkında bilgi için ilçe veya şehir geri dönüşüm ofisinize veya yerel elektrik kuruluşunuza başvurun.

Her zaman önerilen kişisel koruyucu - ekipmanı kullanın (eldiven, yüz kalkanı, sıçrama gözlüğü ve önlük gibi). Eğer aşındırıcılar (asitler veya kostikler), cildi iyice yıkamak için en az 15 dakika boyunca soğuk suyla durulayın. Gözlere sıçraması durumunda, en az 15 dakika boyunca gözlere hafif bir soğuk su akışı yönlendirin. Göz kapaklarını nazikçe kaldırın, böylece sıkışan sıvılar tamamen boşaltılabilir. Kirlenmiş giysileri çıkarmadan önce yıkanmaya başlayın. Profesyonel tıbbi yardım alın. Tehlikeli kimyasallar kullanıyorsanız, kimyasallarla sıçrayan insanlar başka bir kişinin sakin etkisine ihtiyaç duyduklarından, yalnız çalışmak akıllıca değildir.

Gıda ve kimyasallar karışmaz. Yiyecek, içecek ve sigaraları kimyasalların kullanıldığı alanlardan uzak tutun ve yemek yediğiniz yerlere kimyasal madde getirmeyin.

23.2 Araçlar ve Kullanımları

Tüm elektronik yapı, şasi imalatı için mekanik aletlerden devre montajı için kullanılan lehimleme aletlerine kadar araçları kullanır. Araçların ve kullanımlarının iyi bir şekilde anlaşılması, çoğu inşaat görevini yerine getirmenizi sağlayacaktır.

Sofistike ve pahalı aletler genellikle basit el aletlerinden daha iyi veya daha hızlı çalışsa da, uygun kullanımla basit el aletleri ince bir ekipman parçası çıkarabilir. **Tablo 23.2,** - elektronik ekipman yapımı için vazgeçilmez araçları listeler. Bu araçlar hemen hemen her inşaat görevini yerine getirmek için kullanılabilir. Mali durumun izin verdiği şekilde zaman zaman koleksiyonunuza araçlar ekleyin.

23.2.1 Araçların Kaynakları

Elektronik tedarik evleri, mail-order/web mağazaları ve çoğu donanım mağazası, Amatör inşa etmek veya hizmet vermek için gerekli araçları taşır

Telsiz ekipmanı. Pazarlıklar ham bit pazarlarında veya yerel mahalle satışlarında mevcuttur, ancak dikkat! Bazı bit pazarı pazarlıkları gerçekten kalitesizdir ve çok iyi çalışmaz veya çok uzun sürmez. Bazı kullanılmış araçlar, sahibi performanslarından memnun olmadığı için satışa sunulmaktadır.

Kalitenin yerini hiçbir şey tutamaz! - Yüksek kaliteli bir araç, biraz daha pahalı olsa da, ömür boyu sürecektir. Düşük kaliteli araçlar uzun sürmez ve yeni olsa bile genellikle kötü bir iş çıkarır. Makinist sınıfı aletler almanıza gerek yok, ancak ucuz aletlerden uzak durun; Göründüğü gibi pazarlıklar değiller.

ARAÇLARIN BAKIMI

Aletlerin doğru bakımı, önemli bir gururdan daha fazlasıdır. Uygun şekilde bakılmayan aletler uzun sürmeyecek veya iyi çalışmayacaktır. Donuk veya kırık aletler güvenlik tehlikesi oluşturabilir. İyi durumda olan araçlar işi yapar

senin için; Yanlış kullanılan veya donuk olan araçları kullanmak zordur .

Aletleri kuru bir yerde saklayın. Aletler çoğu oturma odası dekoruna uymaz, bu nedenle genellikle bodrum katına veya garaja indirilirler. Ne yazık ki, birçok bodrum katı veya garaj aletleri depolamak için iyi yerler değildir; rutubet ve toz aletler için iyi değildir. Aletleriniz nemli bir yerde saklanırsa, bir nem giderici kullanın. Bazen aletlerinizi hafifçe yağlayarak paslanmayı en aza indirebilirsiniz, ancak bu ikinci bir - çözümdür. Aletlerinizi yağlarsanız, paslanmayabilirler, ancak her kullandığınızda yağ ile kaplanırsınız. Balmumu veya silikon sprey daha iyi bir alternatiftir .

Aletleri düzgün bir şekilde saklayın. Gelişigüzel yayılmış aletlerle dağınık bir alet çantası, bir rahatsızlıktan daha fazlası olabilir. Doğru aleti aramak için çok zaman harcayabilirsiniz ve keskin kenarlar, kutunun

körelebilir veya çentiklenebilir.

Tablo 23.2
Önerilen Araçlar ve Malzemeler Basit

El Aletleri

Tornavidalar

Oluklu, 3-in, % -in blade Oluklu, 8-in, % -in blade Oluklu, 3-in, % -in blade Oluklu, inatçı, ¼ -in blade Oluklu, 4-in, ¼ -in blade Oluklu, 6-in, % -in blade
Phillips, 2 ½ -in, # 0 (cep klipsi)
Phillips, 3-in , # 1
Phillips, stubby, # 2
Phillips, 4-in, # 2
Tutma klipsli uzun saplı tornavida Blade
kuyumcu seti
Dik açı, oluklu ve Phillips

Pense, Prizler ve Anahtarlar

Uzun burunlu pense, 6- ve 4'lü
Diyagonal kesiciler, 6- ve 4'lü
Kanal kilidi pense, 6'lı Kayma eklemi pense
Kilitleme pensesi (Vise Grip veya eşdeğeri) Soket somun-sürücü seti,'/-to'/2-in
Onaltılık fındık için soket anahtarlarının seti Allen (onaltılık) anahtar seti
Anahtar seti
Ayarlanabilir anahtarlar, 6 ve 10 inç
Cımbız, düzenli ve ters hareketli Alma aracı/parça tutucu, esnek pençe Alma aracı, manyetik

Kesme ve Taşlama Aletleri

Düz, yuvarlak, yarım yuvarlak ve üçgenden oluşan dosya seti. Büyük ve minyatür türleri önerilir
Parlatma aracı
Tel sıyırıcılar Tel kıvırıcı Hemostat, düz Makas
Kalay makası, 10-in
Demir testeresi ve bıçaklar
El kemirme aleti (şasi deliği kesimi için)

Scratch awl veya scriber (metal işaretleme için) Ağır hizmet jackknife
Bıçak bıçağı seti (X-ACTO veya eşdeğeri)
Makine vidalı musluklar, # 4-40 # 10-32 iplik
Soket yumrukları, ½ giriş, *% giriş*, ¾ giriş, %1 giriş, %1 giriş ve ½ 1 giriş
Konik reamer, T-kolu, ½ -in maksimum **genişlik**
Dışa aktarma aracı

Çeşitli el aletleri

Kombinasyon kare, 12-in, düzen çalışması için Çekiç, top-peen, 12-oz kafa
Çekiç, tack
Bench vise, 4'lü jaws veya daha büyük Center punch
Plastik hizalama araçları Ayna, muayene
El feneri, penlight ve standart
Büyüteç
Cetvel veya mezura
Diş seçimi
Kaliperler
Fırça, tel
Fırça, yumuşak
Küçük boya fırçası İC-puller aracı

Elle çalışan araçlar

El matkabı,'/-in chuck veya daha büyük
Yüksek hızlı matkap uçları, # 60 - % - in çap

Elektrikli el aletleri

Taşlama için motorlu zımpara tekerleği
Elektrikli matkap, el tipi
Matkap basın
Minyatür elektrik motorlu alet (Dremel veya eşdeğeri) ve aksesuar matkap presi

Lehimleme Araçları ve Malzemeleri

Lehim istasyonu, ayarlanabilir sıcaklık, çeşitli ipuçları
Havya, 100 W veya daha yüksek, % -in ucu
Lehim tabancası, 200 W veya daha yüksek Lehim, 60/40, rosin çekirdek Desoldering aracı
Íssız fitil, % -in ve ¼ - genişlik Sıvı akı, kalem veya şişe
Akı giderimi için Isopropil alkol

Güvenlik

Güvenlik gözlükleri
İşitme koruyucusu, kulaklık veya kulak tıkacı Yangın söndürücü
İlk yardım çantası

Faydalı malzemeler

Orta ağırlıklı makine yağı
Kontakt temizleyici, sıvı veya sprey
RTV sızdırmazlık maddesi veya eşdeğeri olabilir
Elektrik bandı, vinil plastik
Zımpara kağıdı, çeşitli
Emery kumaş
Çelik yün, çeşitli
Temizleme pedi, Scotchbrite veya eşdeğer Temizleyiciler ve yağ çözücüler
Temas yağlayıcı
Sac alüminyum, katı ve delikli, 16 veya 18-gauge, parantez ve kalkan için.
Alüminyum açılı stok, ½ x ½ -in ve ¼ -in çapında yuvarlak pirinç veya alüminyum çubuk (şaft uzantıları için)
Makine vidaları: Yuvarlak kafa ve düz kafa, fındık ve lockwashers ile sığacak. En kullanışlı boyutlar: 4-40, 6-32 ve 8-32,'/-in'den %11'e kadar uzunluklarda (Nikel kaplı çelik, pirinç kullanılması gereken güçlü RF alanları dışında tatmin edicidir.)
Bakalit, Lucite, polistiren ve bakır kaplı PC kartı artıkları.
Lehimleme pabuçları, panel yatakları, kauçuk - grommetler, terminal-lug kablolama şeritleri, varnishedcambric yalıtım borusu, ısı büzülebilir boru
Korumalı ve korumasız tel Kalaylı çıplak tel, # 22, # 14 ve # 12 Emaye tel, # 20'den # 30'a kadar

Eski atasözünün dediği gibi, her aracın bir yeri olmalı ve her araç yerinde olmalıdır. Doğru tornavidayı bulmak için tezgahı, garajı, tavan arasını ve arabayı aramanız gerekiyorsa, '11 bina projelerinden daha fazla araç aramak için daha fazla zaman harcarsınız.

SHARPENİNG

Birçok kesici alet keskinleştirilebilir. Profesyonel bir bileme hizmetine ciddi şekilde körelmiş bir araç gönderin. Bu hizmetler testere bıçaklarını, bazı dosyaları, matkap uçlarını ve çoğu kesme bıçağını keskinleştirebilir. Bileme arasındaki süreyi uzatmak için kesici aletlerin kenarına bir whetstone ile dokunun.

Her seferinde çıkarılması gereken malzeme miktarını en aza indirmek için matkap uçlarını sık sık keskinleştirin. Sık bileme, en az aşınmayla en iyi kesim için gereken kritik yüzey açılarını korumayı da

Dükkan kullanımı için mevcut olan ucuz matkap ucu kalemtıraşları, bileme aletinin kalitesizliğinden veya operatörün deneyimsizliğinden dolayı kötü bir iş çıkarır. Ayrıca, matkaplar farklı uygulamalar için farklı açılarda keskinleştirilmelidir. Ticari bileme hizmetleri çok daha iyi bir iş yapar .

İNTENDED AMAÇ

Araçları amaçlarından başka bir şey için kullanmayın! Sac kesmek için bir çift tel kesici kullanırsanız, mengene olarak pense veya pry bar olarak tornavida kullanırsanız, iyi bir aleti ve bazen de iş parçasını mahvedersiniz. Deneyimli bir inşaatçı araçlarla doğaçlama yapabilse de, çoğu onları kötüye kullanmamaktan gurur duyar. Emrinizde çok çeşitli iyi araçlara sahip olmak, iş için yanlış aracı kullanma sorununu en aza indirir.

23.2.2 Araç Açıklamaları ve Kullanımları

Araçlar için özel uygulamalar bu bölüm boyunca tartışılmıştır. El aletleri, ilk önce tartışıldığı birçok farklı uygulama için kullanılır, ardından elektrikli aletlerin doğru kullanımı için bazı ipuçları verilir.

TORNAVİDALAR VE FINDIKÇILAR

İnşaat veya onarım için, çeşitli tornavidalara sahip olmanız gerekir. Her bıçak boyutu, belirli bir vida kafası boyutuna uyacak şekilde tasarlanmıştır. Yanlış boyutta bıçak kullanmak genellikle bıçağa, vida kafasına veya her ikisine de zarar verir. Dar alanlara sığdırmak için stubby boyutlarına da ihtiyacınız olabilir. Dik açılı tornavidalar ucuzdur ve başka türlü ulaşılamayan dar alanlara girebilir.

Elektrikli tornavidalar nispeten ucuzdur ve özellikle yeniden kullanım için çok kullanışlıdır.

Küçük görevler. Sabitlemek için çok fazla vidanız varsa, çok fazla zaman ve çaba tasarrufu sağlayabilirler. Çok çeşitli tornavida ve ceviz parçaları ile geliyorlar. Bir elektrikli matkap aynı zamanda bir elektrikli tornavida olarak da işlev görebilir, ancak birçok uygulama için ağır ve aşırı güçlü olabilir.

Tornavida bıçaklarını iyi durumda tutun. Bir bıçak kırılır veya yıpranırsa, tornavidayı değiştirin. Bir tornavida sadece birkaç dolara mal olur; Mükemmel durumda olmayan birini kullanmayın. Eski tornavidaları pry barlar ve kollar olarak kullanmak için kaydedin, ancak vidalarda sadece iyi olanları kullanın. Aşınmış bir bıçağı doldurmak nadiren iyi sonuçlar verir.

Tornavidaların tamamlayıcısı olan nutdrivers, özellikle % inç'ten daha küçük somunlar için bir anahtardan daha kolay kullanılır. Ayrıca somuna herhangi bir pense türünden daha az zarar verirler, somun üzerinde daha iyi bir tutuş vardır. Nutdrivers ayrıca kontrol millerindeki somunları sıkarken ön panellere zarar verme olasılığını en aza indirir. Paylaşılan bir tutamağa sahip bir dizi değiştirilebilir nutdriver, araç kutusuna çok kullanışlı bir ektir.

PLIERS VE LOCKİNG-GRIP PLIERS

Penseler ve kilitleme kavrama penseleri şeyleri tutmak veya bükmek için kullanılır. Onlar anahtar değil! İf pense bir somun veya cıvata çıkarmak için kullanılır, somun veya pense genellikle zarar görür. Bir somunu çıkarmak için, bir İngiliz anahtarı veya nutdriver kullanın. Bu kuralın bir istisnası vardır: Bir anahtar için çok kötü soyulmuş bir somunu çıkarmak için, somunu ısırmak ve dönmeye başlamak için bir çift pense, kilitleme kavrama pense veya çapraz bir kesici kullanın. Eski bir aracı veya sadece bu amaca adanmış bir aracı, araç için iyi olmadığı için ayırın .

Pense ağır iş uygulamaları için tasarlanmamıştır. Ağır metali bükmek için metal bir fren kullanın; Ağır bir bileşeni tutmak için bir mengene kullanın. Eğer pense çeneleri veya dişleri aşınırsa, aleti değiştirin.

Genellikle "iğne-burun" pense veya benzeri bir şey olarak adlandırılan, elektronik işlerde özellikle yararlı olan birçok farklı ince pense türü vardır. Bunlar, kabloların veya küçük iş parçalarının bükülmesi veya tutulması gibi hafif işler için tasarlanmıştır. Farklı boyutlarda çeneye sahip bu aletlerden iki veya üçü çoğu iş için yeterli olacaktır.

WIRE CUTTERS VE STRIPPERS Tel

kesiciler öncelikle telleri veya bileşen uçlarını kesmek için kullanılır. Blade stilinin seçimi uygulamaya bağlıdır. Çapraz bıçaklar veya "setler" genellikle teli kesmek için kullanılır. Bazı hassas bileşenler, kesimin ani şoku nedeniyle uçlarını setlerle keserek zarar görebilir. Bunun yerine tel kesmek için tasarlanmış makas veya makaslar kullanılmalıdır.

Devre kartlarındaki kablo uçlarını kesmek için özel tel kesiciler mevcuttur. Bu kesikler... Terler genellikle "floş kesiciler'olarak adlandırılır. Kesme uçları daha kalın telleri kesmek için tasarlanmamıştır. Bunları *yalnızca* devrelerde kullanılan bileşenler gibi daha küçük ölçü tellerini klipslemek için kullanın.

Tel sıyırıcılar manuel ve otomatik stillerde mevcuttur. Manuel sıyırıcılar, yalıtımı belirli bir tel göstergesinden çıkarmak için tasarlanmış bir dizi deliğe sahiptir. Çok büyük veya çok küçük deliklerin kullanılması telde çentikler oluşturur ve bu da genellikle telin çentikte kırılmasına neden olur. Otomatik striptizciler teli tutarlı bir şerit için yakalar ve tutar - hatta bazıları tel kalınlığını otomatik olarak değerlendirir. Çok fazla kablo çıkarırsanız, otomatik bir striptizci ekstra masrafa değebilir .

Tel sıyırıcılar kullanışlıdır, ancak küçük bir uygulama ile genellikle çapraz bir kesici veya bıçak kullanarak telleri soyabilirsiniz. Bu bir bıçak için tek kullanım değildir, bu yüzden bir ürün yelpazesini el altında bulundurun. Tel kesiciler veya striptizciler tel dışında bir şey kullanmayın! Çıkıntılı bir vida kafasını kesmek veya sertleştirilmiş çelik bir yay kesmek için bir kesici kullanırsanız, genellikle bıçaklara zarar verirsiniz.

FILES

Dosyalar çok çeşitli görevler için kullanılır. Deliklerin ve yuvaların büyütülmesine ek olarak, çapakları çıkarmak, metal, ahşap veya plastik şekillendirmek ve lehimlemeye hazırlık için bazı yüzeyleri temizlemek için kullanılırlar. Dosyalar özellikle pas ve nemden zarar görmeye eğilimlidir. Kuru bir yerde saklayın. Bıçakların kesme kenarı, çıkardığınız malzeme ile de tıkanabilir. Dosyaları temiz tutmak için dosya fırçalarını (dosya kartları olarak adlandırılır) kullanın. Çoğu dosya kolayca keskinleştirilemez, bu nedenle dişler aşındığında dosyanın değiştirilmesi gerekir.

DRILL BITS

Matkap uçları karbon çeliğinden, yüksek hızlı çelikten veya karbürden yapılır. Karbon çeliği daha yaygındır ve genellikle yüksek hızlı bitler için özel bir istek yapılmadıkça tedarik edilir. Karbon çelik matkap uçları yüksek hızlı veya karbür türlerinden daha düşük maliyetlidir; Çoğu ekipman inşaat işi için yeterlidir. Karbür matkap uçları ağır kullanımda çok daha uzun süre dayanır. Karbür uçların bir dezavantajı, özellikle elle tutulan bir elektrikli matkap kullanıyorsanız, kırılgan olmaları ve kolayca kırılmalarıdır. Fiberglas gibi aşındırıcı malzeme delinirken, karbür uçları çelik uçlardan çok daha uzun süre dayanır .

Büküm matkapları **Tablo 23.3'te listelenen çeşitli boyutlarda mevcuttur.** Kalın tipte listelenenler amatör ekipman yapımında en yaygın kullanılanlardır. Tüm matkapları standart bir sette kullanmayabilirsiniz, ancak elinizde tam bir setin olması güzel. Ayrıca daha yaygın boyutlardan birkaç yedek parça satın almalısınız. Tablo 23.3, # 54'e kadar matkapları listelese de, seri # 80'e kadar uzanır. Daha küçük boyutlar genellikle olamazken

Tablo 23.3
Numaralı matkap

	Çap (Mils)	*Temizleyec Vida*	*İçin delindi Dokunarak Çelik veya*
1	228.0	12-24	
2	221.0		
3	213.0		14-24
4	209.0	12-20	
5	205.0		
6	204.0		
7	201.0		
8	199.0		
9	196.0		
10	193.5		
1	**191.0**	**10-24**	
		10-32	
12	189.0		
13	185.0		
14	182.0		
15	180.0		
16	177.0		12-24
17	173.0		
18	169.5		
19	166.0	8-32	12-20
20	161.0		
2	**159.0**		**10-32**
22	157.0		
23	154.0		
24	152.0		
25	**149.5**		**10-24**
26	147.0		
27	144.0		
28	**140.0**	**6-32**	
29	**136.0**		**8-32**
30	128.5		
3	120.0		
32	116.0		
33	**113.0**	**4-40**	
34	111.0		
35	110.0		
36	**106.5**		**6-32**
37	104.0		
38	101.5		
39	**099.5**	**3-48**	
40	098.0		
4	096.0		
42	093.5		
43	**089.0**		**4-40**
44	**086.0**	**2-56**	
45	082.0		
46	081.0		
47	078.5		3-48
48	076.0		
49	073.0		
50	**070.0**		**2-56**
5	067.0		
52	063.5		
53	059.5		
54	055.0		

Donanım mağazalarında veya ev geliştirme - mağazalarında bulunurlar, genellikle endüstriyel araç tedarikçileri ve İnternet'teki çeşitli kaynaklar aracılığıyla bulunurlar.

Bir "adım matkap", bir bit olarak istiflenmiş, bir Noel ağacı gibi görünen çoklu matkap çaplarından oluşur. Bu bitler, radyo projelerinde kullanılan metal kasa malzemesini yivli kenarı olarak delmek için çok kullanışlıdır.

Boyutlar arasındaki bit, deldiğiniz delikten tüm çapakları olmasa da çoğunu kaldırır. Çapakları çıkarma yeteneklerinden yararlanmak için bunları dikkatlice ve yavaşça kullanın. Bir kademeli matkap, biti değiştirmek zorunda kalmadan bir dizi farklı standart boyutta delik açabilme avantajına da sahiptir.

ÖZEL ARAÇLAR

Çoğu inşaatçı tornavidalar, anahtarlar ve çekiçler gibi ortak araçların nasıl kullanılacağını bilir. Özel araçlar genellikle diğer araçlarla yapılabilecek bir iş yapsa da, özel araç kullanıldığında, işi onsuz nasıl yaptığınızı merak edeceksiniz! Bu kadar yaygın olmayan diğer araçları tartışalım.

Bir el kemirme aracı **Şekil 23.lA'da gösterilmiştir.** Metalin küçük "nibbles" kaldırmak için bu aracı kullanın. Kullanımı kolaydır; Aleti metali çıkarmak ve sapı sıkmak istediğiniz yere yerleştirin. Alet metalden küçük bir ısırık alır. Bir nibbler kullandığınızda, çok fazla metal çıkarmamaya dikkat edin, sac metale monte edilmiş bir bileşenin kenarını klipsleyin veya bir kasanın kenarına yakın yönlendirilmiş bir tel alın. Kırık bir kabloyu sabitlemek kolaydır, ancak mümkünse kaçınılması gereken bir şeydir. Metalin çıkarılması kolaydır, ancak geri koymak neredeyse imkansızdır. İlk seferinde doğru yap!

Dışa Aktarma Aracı

Bir de burring aracı, delme veya delme işlemlerinden sonra bir delikte kalan keskin kenarları çıkarmak için sadece bir şeydir. Bkz. **Şekil 23.1B.** Aleti deliğin üzerine getirin ve çapakları veya pürüzlü kenarları çıkarmak için deliğin kenarının etrafında döndürün. Alternatif olarak, delikten biraz daha büyük bir matkap ucu seçin, deliğin üzerine yerleştirin ve çapağı çıkarmak için hafifçe döndürün. Deliğin her iki tarafını da ayıkladığınızdan emin olun.

Soket veya Kasa Zımbaları

Greenlee, soket zımba üreticilerinin en çok bilinenidir. Soket yumruklarının çoğu yuvarlaktır, ancak başka şekillerde gelirler. Birini kullanmak için, delikten geçen cıvatayı temizlemek için yeterince büyük bir pilot delik açın. Ardından, punch'ı **Şekil 23.lC'de gösterildiği gibi, sac** metalin bir tarafındaki kesici ve diğer taraftaki soket ile monte edin. Kesici sac boyunca tamamen kesene kadar somunu bir İngiliz anahtarı ile sıkın. Bu yumruklar genellikle ayrı olarak satın alınan aynı yumruklara önemli bir indirimle set halinde satılmaktadır. Sıkarak çalışan el yumrukları ayrıca hafif gauge sac metal, printedcircuit panoları ve plastikte elle küçük delikler açacaktır.

Sıkma araçları

Kıvrımlı konektörlerin kullanımı elektronik endüstrisinde yaygındır. Birçok com

Mercial ve havacılık uygulamaları, lehimli derzler artık kullanılmamaktadır. Hams, büyük ölçüde lehimlenmemiş kontakların güvensizliği, tüketici elektroniğinde ucuz kıvrım konektörlerinin kullanımı ve kaliteli kıvrım araçlarının veya "kıvrımların" yüksek maliyeti nedeniyle kıvrımlı bağlantıları uyarlamak konusunda isteksiz olmuştur. Eğer yüksek kaliteli konektörler ve aletler kullanılırsa, kıvrımlı konektör lehimlenmiş bir bağlantı kadar güvenilir bir bağlantı olacaktır. Kıvrılmış



Şekil 23.1 - A'da, sac metalin küçük bölümlerini çıkarmak için bir nibbling aracı kullanılır. B'de, bir delik açtıktan sonra kalan çapakları çıkarmak için bir çapak açma aracı kullanılır. C'de, sac metalde temiz, yuvarlak bir delik açmak için bir soket delgisi kullanılır.

Çoğu durumda lehimli olandan bağlantı yapmak daha kolaydır.

Kıvrımlı koaksiyel konektörler en yaygın kıvrımlı konektörlerdir. MIL-spec veya eşdeğer kıvrım konektörleri UHF, BNC, F ve N-serisi MIL-spec konektörleri için mevcuttur. Anderson PowerPoles ve Molex konnektörleri gibi güç konnektörleri muhtemelen en sık kullanılan ikinci kıvrımlı bağlantılardır.

Bir crimper satın alırken, kullanacağınız konektörler için tasarlanmış kalıplara sahip bir cırcır modeli arayın. Ev tipi elektrik terminalleri için tasarlanan ortak pense tipi kıstırıcı, güç konektörlerini sıkıştırmada sorun yaşayacak ve koaksiyel konektörler için uygun olmayacaktır. İyi bir cırcır bükücü, gerekli değiştirilebilir kalıplarla 50 ila 100 $ arasında elde edilebilir. Daha büyük koaksiyel konektörler için uygun büyük mandallı kıvrımlar birkaç yüz dolara mal olabilir. İyi bir crimper ve bir dizi kalıp, bir kulüp veya benzer fikirli jambon grubu için mükemmel bir yatırımdır.

Sıkıştırma araçları artık Tip F konektörlerini takmanın en yaygın yöntemidir. (Bileşen **Verileri ve Referanslar** bölümüne bakın.) BNC, TNC ve SMA konektörleri artık sıkıştırma konektörleri ve araçları kullanılarak da kurulabilir. Dört korumalı RG-6 bu amaçla kullanılan en yaygın kablodur ve bir sıkıştırma aracı işi çok kolaylaştırır. Bir sıkıştırma sıkma aracı, kalkanla temas kurmak için konektörün gövdesine bir iç manşon bastırdığından farklı çalışır. Çoğu sıkıştırma aleti, geleneksel cırcır aletlerinden daha düşük maliyetlidir ve çoğu ev geliştirme mağazasında mevcuttur. Seçtiğiniz alet ve kablo tipiyle çalışacak şekilde tasarlanmış sıkıştırma konektörleri satın almanız gerekecektir. İnstallasyon talimatları genellikle aracın paketinde ve konektör paketleriyle birlikte sağlanır.

Faydalı mağaza malzemeleri

Elektronik ekipman inşa ederken çeşitli malzemelerin küçük stokları kullanılır. Bunların çoğu donanım veya radyo tedarik mağazalarından temin edilebilir. Temsili bir liste Tablo 23.2'nin sonunda gösterilir.

Makine vidaları, somunlar, yıkayıcılar ve lehimleme memeleri gibi küçük parçalar ekonomik olarak büyük miktarlarda satın alınabilir (ömür boyu tedarikten daha fazlasını satın almak için ödeme yapmaz). Sık kullanmadığınız ürünler için, birçok radyo tedarik mağazası veya donanım mağazası küçük miktarlarda ve çeşitler satar. Paslanmaz çelik donanım dış mekan kullanımı için el altında tutulabilir.

Ayarlama ve Hizalama Araçları

Değişken kapasitörleri, indüktörleri ve potansiyometreleri ayarlamak için çeşitli özel aletlere sahip olmak yararlıdır. Bu bölümün ilerleyen bölümlerinde Ayarlama ve Hizalama bölümüne bakın.

23.3 Lehimleme Araçları ve Teknikleri

23.3.1 Lehimleme Araçları

Bir lehimleme aracı - belirli bir araç türünü tartışmadıkça genel "demir" terimini kullanacağız - işi yapmak için yeterince sıcak ve çeviklik ve rahatlık için yeterince hafif olmalıdır. Lehim ütüsü çeşitleri, çok çeşitli lehimleme görevlerini doğru bir şekilde yapmanıza yardımcı olacaktır. Tel antenleri monte etmek için ihtiyacınız olan güçlü lehimleme aracı, örneğin PC kartı çalışması için çok büyükken, küçük ince uçlu bir araç daha küçük işler için iyi çalışır. Anahtar, işi yapmak için doğru miktarda ısı sağlayabilmektir: Çok fazla iş parçasına zarar verebilir ve çok az şey zayıf bağlantılara neden olabilir .

Statik duyarlı bileşenler içeren devrelerde kullanılmak üzere bir demir satın alırsanız, topraklanmış bir ucu olan bir demir alın ve bunu statik bir iş tezgahı matında kullanın. Aksi takdirde, statik deşarjdan zarar görme riskiniz vardır. AC kaçak akımı da bileşenlere zarar verebilir. Bu ütüler genellikle topraklanmış bir uca sahip olarak belirtilir ve üç uçlu bir ac güç fişine sahip olacaktır. Yüksek güçlü bir demir veya havya tabancasında topraklanmış bir ucun olması genellikle gerekli değildir, çünkü bunlar normalde hassas bileşenlerde kullanılmaz .

PCB lehimleme için, 60/40 veya 63/37 kurşunlu lehim kullanıldığında ideal sıcaklık yaklaşık 600 ° F ve kurşunsuz lehim için yaklaşık 700 ° F'dir. Desoldering sırasında lehim fitili ile kullanım için, bağlantının boyutuna bağlı olarak daha yüksek bir sıcaklık ayarı gerekli olabilir. Bu sıcaklıklar lehimin hızlı erimesini ve bileşen uçlarının yanı sıra lehimlenen PCB pedlerinin veya terminallerinin ısıtılmasını sağlar. Aşırı ısı kullanmak veya çok uzun süre ısı uygulamak PCB pedlerine, terminallerine veya bileşenlerin kendilerine zarar verebilir. Çok düşük bir sıcaklık, düzgün çalışmayan veya mekanik olarak başarısız olan soğuk lehim derzlerine neden olur. Daha fazla tartışma için Lehim ve Lehimleme bölümlerine bakın.

SOLDERIN IRONS

Lehim kalemleri ve *lehim istasyonları (bakınız* **Şekil 23.2A** ve B)PCB ve küçük bileşen lehimleme için en yaygın lehimleme araçlarıdır. Kalem ütüler 20 W ila 40 W arasında çeşitli güç derecelerinde gelir. Lehimleme eğitim kitlerinde sağlanan ucuz kalem ütüler başlamanıza yardımcı olur, ancak kitlerin ve projelerin düzenli lehimlenmesi için daha kaliteli bir ütüyle değiştirilmelidir.

Bazı kalem ütüler, tutamaçta veya kordona monte bir modülde değişken sıcaklık kontrolü ile mevcuttur. Lehimleme sıcaklığının doğru kontrolüne sahip ironlar, çeşitli bileşenlerin başarılı bir şekilde lehimlenmesi için en iyi şans için bir zorunluluktur. Sıcaklığın doğru kontrolü olmadan, uçlar aşırı ısınabilir ve -aşınabilir, çok daha hızlı aşınabilir ve bağlantılarınızı aşırı ısıtabilir veya ısıtabilir.

Tezgahtan uzakta yararlı olan küçük pille çalışan kalem ütüler de vardır. Pille çalışan ütüler genellikle daha büyük bağlantılar için yeterince güçlü değildir ve şarj edilmesi zaman alır. 12 V de sigara çakmak tapası ile güçlendirilmiş kalem ütüler, mobil istasyonlarda çalışmak ve acil durumlar için bir kit içinde tutmak için kullanışlıdır.

Bir lehim istasyonu, çoğu kit ve proje için en çok tercih edilen lehim aracıdır. Lehim istasyonları, kontrolleri, güç kaynağını, bir uç temizleyiciyi barındıran bir tabana sahiptir ve ütüyü kullanımlar arasında güvenli bir şekilde yerleştirmek için bir tutucu içerir. Bazı lehim istasyonları bile bir rulo lehim için bir tutucuya sahiptir. Sıcaklık kontrolleri, basit bir düğmeden, Demirin sıcaklığı 2 ° C içinde ayarlanır. Bazı lehimleme istasyonları, kullanıcının önceden ayarlanmış farklı ısı seviyelerini ve boşta soğuma zamanlamasını belirtmesine izin veren programlanabilir sıcaklık ayarlarına sahiptir. Aranacak özellikler arasında sıcaklık anıları, otomatik rölantide soğuma ve el aleti kullanım için kaldırıldığında boşta kaldıktan sonra otomatik hızlı ısıtma bulunur .

Metcal RF ile çalışan lehim istasyonları, hızlı ısıtma, çok doğru sıcaklık kontrolü ve kullanım kolaylığı için ucu RF ile ısıtır. Bu tip lehimleme istasyonu en çok ticari olarak bulunur



(A)



(B)



(C)

Şekil 23.2 - Amatör radyoda yararlı lehim aletlerinin türleri - (A) kalem demir; (B) lehim istasyonu; (C) lehim tabancası.

Sıcaklık ve Isı Kapasitesi

İf iki farklı ipucu her ikisi de 600 ° F, neden daha büyük olan diğerinden daha büyük bir bağlantıyı lehimleyebiliyor? Sıcaklık, uçtaki moleküllerin ne kadar hızlı hareket ettiğinin bir ölçümüdür ve uç boyutuna bakılmaksızın aynı olabilir. Ancak daha büyük uçta, enerjilerini bağlantıya aktarabilen daha fazla hareketli molekül vardır, böylece *daha fazla ısı kapasitesine sahiptir. (Termal kütle* benzer bir kavramdır.) Sıcaklığı voltaj ve ısı kapasitesini güç olarak düşünün. Uç sıcaklığı, bağlantının maksimum sıcaklığını gösterir. Isı kapasitesi, bağlantının ne kadar hızlı ısınacağını ve bir bağlantının ne kadar büyük bir sıcaklığa ısıtılabileceğini gösterir .

Üretim ve ürün geliştirme ancak genellikle kullanılan veya yenilenmiş olarak mevcuttur. Çok fazla lehim yaparsanız, bunlardan biri yatırıma değer olabilir.

Bir *lehim* ***tabancası (Şekil*** **23.2C),** daha küçük bir lehim demiri, iyi lehim akışı için gereken ısı miktarını sağlayamadığında kullanılır. Tipik güç değerleri 100 ila 250 W arasındadır. Bir tabanca için tipik işler arasında anten telleri, daha büyük koaksiyel konektörler ve vakum tüpü ekipmanı gibi ağır noktadan noktaya kablolama bulunur. Lehimleme tabancaları, bakır tel ucu tarafından oluşturulan düşük voltajlı, yüksek akımlı ikincil bir ac transformatörden oluşur. Yüksek akım ucu ısıtır. Uçlar, lehim tabancasının önüne toterminalleri takar. Birçok lehim tabancası, çalışma sırasında tetiğin ne kadar çekildiğini kontrol eden yüksek ve düşük güç ayarına sahiptir. Lehim tabancaları genellikle tetiklenmediklerinde ısı sağlamazlar .

Daha büyük ac-powered lehim ütüler de 250 W veya daha fazla güç dereceleri ile mevcuttur. Bu ütüler çoğunlukla çok ağır bağlantıları veya boru ve sac metalleri lehimlemek için kullanılır. Bu tip demir, lehimin bağlantıya tam olarak akmasını sağlamak için kapsamlı ısıtmanın gerekli olduğu yerlerde kullanılır. Çok sayıda PL-259 koaksiyel konektörü lehimlemeyi planlıyorsanız, büyük bir demir, kablo dielektriğini aşırı ısıtmadan iyi bir bağlantı yapmak için konektör gövdesini hızlı bir

SOLDERİNG IRONS İÇİN TIPS

Kalem ütüler ve lehim istasyonları çeşitli uç şekil ve boyutlarda kullanılır. Birkaç yaygın tip **Şekil 23.3'te gösterilmiştir.** *Konik bir uç* küçük bir yuvarlak noktaya gelir, *keski* ucu *veya mini keski* ucu da kullanışlıdır. Düşük voltajlı kalem ütüler genellikle

Çeşitli boyut ve geometrilere sahip değiştirilebilir ipuçları mevcuttur. Baskılı devre kartı çalışması için, iyi bir kural, lehimlenecek bileşen uçlarıyla aynı boyutta bir noktaya sahip bir uç kullanmaktır. 100 Wand daha büyük olan yüksek güçlü ütüler genellikle değiştirilemez bir keski ucuna sahiptir.

Yüzey montaj teknolojisi (SMT) bileşenleri ile kullanım için özel ipuçları mevcuttur. Bu ipuçları, kare İC paketleriyle çalışmak için kare bir uç veya SMT dirençleri ve kapasitörleriyle çalışmak için özel bir uç gibi lehimlenen bileşenin şeklini alabilir. SMT montajları üzerinde çalışırken, sıcak hava tabancası veya reflow fırını, Yüzey Montaj Teknolojisi bölümünde tartışılan bir başka yaygın tekniktir.

ALEV GÜCÜNDE LEHİM

Açık havada lehimleme yaparken ve daha büyük bağlantılarla çalışırken, daha güçlü bir demir gerekir. Ek olarak, açık havada uzun bir uzatma kablosu çalıştırmak bir sorun olabilir. Bakır borudan anten yapmak, lehimin bağlantının içine ve içinden tamamen akmasına izin vermek için çok fazla ısı gerektirir. Havaya maruz kalan lehimli bağlantılar, gümüş taşıyan, yüksek sıcaklıkta bir lehim kullanmalıdır. Bunların hepsi, direnç ısıtması yerine en iyi yanma ile sağlanan büyük miktarda ısı gerektirir.

Bu durumda, bir *bütan demir veya bütan meşale,* özellikle anten teli veya koaksiyel konektörler için açık havada çalışmak için idealdir. Rüzgar geleneksel bir tabancayı veya kalemi soğutur, ancak hareketli hava yanmayı artırırsa bütan demiri daha sıcak olabilir. Bütan demirleri, yeniden doldurulabilir sigara çakmaklarıyla aynı yakıt bidonlarını kullanır. Yakıt hızlı ve yararlı bir süre için ısı sağlayabilir. Çoğu bütan demiri, valf açıldıktan sonra yakıtı tutuşturmak için çakmaktaşı tipte bir striker kullanır. Bütan ütüler genellikle lehimleme ve kesme için çeşitli farklı uçlarla birlikte gelir.

Gerçekten büyük işler için, bir *propan meşalesi* gerekebilir. Propan meşaleleri çoğu donanım mağazasında bulunabilir ve en yaygın olanıdır! Ev veya ticari tesisat için kullanılır. Bir propan torcu kısa sürede bol miktarda ısı verebilir, bu da lehimi bağlantıda boşluklar veya düzensizlikler olmadan eşit şekilde akıtmak için yeterli zaman verir. Verilen talimatları, doğru miktarda gaz akışı ve gazı tutuşturmanın doğru yolu da dahil olmak üzere bir propan meşalesi ile dikkatlice takip ettiğinizden emin olun. Bir propan torçunun açık alevi, konektörleri aşırı ısıtabilir, koaksiyel kabloyu eritebilir ve plastik bileşenlere zarar verebilir. (Bazı meşalelerin lehim stili ucu vardır, ancak bu bağlantıya verebilecekleri ısı miktarını sınırlar.) Onları çok dikkatli kullanın ve verebilecekleri ısı miktarına saygı gösterin.

Daha büyük meşalelerde en sık kullanılan iki gaz türü MAPP gazı ve propandır. MAPP gaz serserileri propandan daha sıcak



Şekil 23.3 - Tipik havya uçları (bu grup Weller, weller-tools'dan alınmıştır. com). Konik uçlar sol üstte ve keski uçları sağ üstte gösterilir. Daha büyük bağlantılar daha ağır uçlar gerektirir.

Ve yüksek sıcaklıkta lehim ile kullanılır. Propan veya MAPP gazı, ilgili metal türüne bağlı olarak lehimleme veya kaynak bağlantıları için kullanılabilir. Lehimleme üzerine informasyon, başarılı lehimleme için **www.thefabricator.com/ thewelder/article/tubepipefabrication/6- adımda bulunabilir.**

Son olarak, yer sistemlerinde ve toprak çubuklarında kullanılan çok büyük bağlantılar için termit *kaynağı* kullanılır. Elektrik müteahhitleri tarafından'tek atış'olarak bilinen, bakır telleri ve toprak çubuklarını gömülebilen katı, kaynaklı bir bağlantıya eritmek için ekzotermik bir kimyasal reaksiyon kullanırlar. Amatörler tarafından kullanılan en yaygın türler ERİCO ("Cadweld") ve Harger ("Uni-Shot") tarafından yapılır.

MAİNTAAİNİNG SOLDERİNG TIPS

Havya ve tabanca uçlarını lehim ile iyi kalaylı tutarak iyi durumda tutun. Kalaylama, lehimi doğrudan uç üzerine eriterek ve bir kaplama oluşturmasına izin vererek gerçekleştirilir. Uçları kullanılmadığı zaman uzun süre tam sıcaklıkta tutmayın. Otomatik soğuma, ucu kalaylama ihtiyacını azaltan harika bir özelliktir.

Orta derecede kullanımdan sonra, ucu çıkarın ve birikmiş olabilecek herhangi bir ölçeği temizleyin. Bu işlev için de kullanılabilecek "ipucu tinner" ürünleri mevcuttur. Bir uç kalaylayıcı genellikle küçük bir kutuda gelir ve bir lehim ve akı ve temizleyici karışımından oluşur. Ucun kalaycıda yuvarlanması, tekrar yeni gibi görünmesini ve çalışmasını sağlar.

Kullanım sırasında bir uç oksitlenirse, ucu nemli bir sünger veya bezle silerek ve daha sonra yeniden kalaylanarak parlak durumuna geri getirilebilir. (Bazı ipuçlarının suyla temizlenmemesi gerekir - üreticinin - önerilerini kontrol edin.) İnatçı vakalar için nazik bir kazıma da yararlıdır. Bakır veya paslanmaz çelik bobin mutfak yıkayıcı (sabun içeren bir yıkayıcı kullanmayın) iyi çalışır

Bunun için. Temizlemek için ütüyü temizleyiciden geçirin. En azından bir lehim süngeri kullanmanın yanı sıra performans gösteren sarmal pirinç uç temizleyicileri mevcuttur. Pirinç bir temizleyici veya sünger temiz bir ton balığı kutusuna yerleştirilebilir ve lehim istasyonunun yanına yerleştirilebilir .

Tekrarlanan kullanımdan sonra bir bakır ucu çukurlaşırsa, pürüzsüz ve parlak bir şekilde dosyalayın ve hemen lehimle kalay yapın. Lehim ucun daha fazla oksidasyonunu önler. Çoğu modem havya ucu nikel veya demir kaplıdır ve kaplama ucu çukurdan

23.3.2 Lehim

Lehimler, kalayın kurşuna oranına bağlı olarak farklı erime noktalarına sahiptir. Kalay 450 ° F'de erir ve kurşun 621 ° F'de. Lehim %63 kalay ve %37 kurşun 361 ° F, bir kalay ve kurşun karışımı için en düşük erime noktasında erir. 63-37 (veya ötektik) olarak adlandırılan bu tip lehim aynı zamanda en hızlı katı-toliquid geçişini ve en iyi stres direncini sağlar. 63-37 lehim de plastik durumda en kısa süre kalır, böylece el lehimleme için idealdir, çünkü eşit olmayan şekilde soğuması daha az olasıdır .

Farklı kurşun/kalay oranlarıyla yapılan lehimler, bazı sıcaklıklarda plastik bir duruma sahiptir. Lehim plastik durumdayken deforme olursa, lehim katı halde donduğunda deformasyon kalır. "Plastik lehim'e uygulanan herhangi bir stres veya hareket, zayıf bir lehim eklemine neden olur.

60-40 lehim en iyi ıslatma özelliklerine sahiptir.

Islatma, hızla yayılma, birleştirilecek yüzeyleri kaplama ve malzemeleri düzgün bir şekilde bağlama yeteneğidir. 60-40 lehim de düşük bir erime noktasına sahiptir. Bu faktörler onu elektronikte en çok kullanılan lehim haline getirir. Ancak, 63-37 lehim manuel inşaat teknikleri için en uygun olanıdır.

Yüksek akım taşıyan bazı bağlantılar sıradan kalay-kurşun lehim ile yapılamaz, çünkü akımın ürettiği ısı lehimi eritir. Otomotiv marş fırçaları ve verici tank devreleri iki örnektir. Gümüş taşıyan lehimler daha yüksek erime noktalarına sahiptir ve bu nedenle bu sorunu önler. Yüksek sıcaklık gümüş alaşımları 1100 ° F ila 1200 ° F aralığında sıvı hale gelir ve gümüş-manganez (85-15) alaşımı neredeyse 1800 ° F gerektirir.

Gümüş **kalay içinde kolayca çözündüğü için,** kalaylayıcı lehimler gümüş kaplamayı bileşenlerden süzebilir. Bu sorun, lehimdeki kalayın kısmen gümüşle doyurulması veya **kalayın ortadan kaldırılmasıyla büyük ölçüde azaltılabilir.** Bu özellikleri içeren ticari lehimler mevcuttur. Kalay-silverortin-leadsilver alaşımları, 96.5-3.5 (kalay-gümüş) için 430 ° F'den, 1.0-97.5-1.5 (kalay-kurşun-gümüş) için 588 ° F'ye kadar olan sıcaklıklarda sıvı hale gelir. Lead-indiyum-gümüşün 15,0-80,0- 5 ,0 bir alaşımı 314 ° F'de erir.

Rosin çekirdekli tel tipi lehim, içinde bir akı bileşiği olan bir tüp haline getirilir. Bir lehimdeki reçine (genellikle lehimde "rosin'olarak adlandırılır) bir *akıdır.* Akı lehimden daha düşük bir sıcaklıkta erir, bu nedenle lehim eklem yüzeylerini kaplamak için erimeden önce eklem üzerine akar. Yüzeye monte lehimleme için kullanılan lehim (daha sonra tartışılmıştır) bir krem veya macundur ve akı, eğer ayrı olarak eklemin içine eklenmelidir .

Akı, oksiti solüsyonda askıya alarak ve en üste yüzdürerek giderir. Flux bir temizlik maddesi değil! Lehimlemeden önce lehimlenecek yüzeyleri daima temizleyin. - Pamuklu çubuğa alkol sürmek iyi bir temizlik yardımcısıdır. Bileşenleri kurmaya başlamadan önce tüm bir kartın temizlenmesi kolaydır ve yüzeyi en iyi lehimleme için hazırlar. Akı lehimlenmiş bir bağlantının bir parçası değildir - sadece lehimleme işlemine yardımcı olur. Temizledikten sonra tahtaya parmaklarınızla dokunmayın.

Lehimledikten sonra, kalan akıyı çıkarın. Rosin akısı izopropil veya denatüre alkol ile giderilebilir. Bir pamuklu çubuk, alkolü uygulamak ve fazla akıyı uzaklaştırmak için iyi bir araçtır. Ticari akı giderme spreyleri çoğu elektronik parça distribütöründe mevcuttur. Suda çözünen akılar da mevcuttur. Lehim artık "temiz olmayan" akı ile kullanılabilir. Bu tip akı, lehimlemeden sonra tahtada kalan akı miktarını en aza indirir.

Elektrik işleri için asla asit akısı veya asit çekirdekli lehim kullanmayın. Sadece sıhhi tesisat veya şasi işleri için kullanılmalıdır. Elektronikte kullanılırsa, akı aşınır ve ekipmana zarar verir. Devre yapımı için, yalnızca elektronik lehimleme için etiketlenmiş akılar veya lehim akısı kombinasyonları kullanın.

Bir video gösterimi de dahil olmak üzere "Lehimleme 101'ile ilgili temel bir öğretici Sparkfun Electronics'ten temin edilebilir **learn.sparkfun.com/tutorials/how-to-solder-throughhole-soldering .**

KURŞUNSUZ LEHİM

2006 yılında Avrupa Birliği Tehlikeli Maddelerin Sınırlandırılması Direktifi (RoHS) yürürlüğe girmiştir. Bu direktif, - elektronik montajda kullanılan ortak kalay-kurşun lehim de dahil olmak üzere kurşun içeren tüketici elektroniğinin üretimini ve ithalatını yasaklamaktadır. Kaliforniya yakın zamanda benzer bir Ro HS yasasını yürürlüğe koydu. Bu direktiflerin bir sonucu olarak, ticari kullanımda kurşunsuz lehimlere doğru bir hareket olmuştur. Kurşun kadar tehlikeli olmayan, kalay, bakır, gümüş, bizmut, indiyum, çinko, antimon ve diğer metallerin izleri de dahil olmak üzere iki veya daha fazla element içerebilirler. Elektronik kullanım için yaygın olarak kullanılan iki kurşunsuz lehim SnAgCu alaşımlı SAC305 ve kalay-copperalloy Snl 00'dir. SAC305 %96.5 kalay, %3 gümüş ve %0.5 bakır içerir ve 217 ° C'de erir. Snl00 %99.3 kalay, %0.6 bakır, ayrıca nikel ve gümüş izleri içerir ve 228 ° C'de erir. Bu eriyiklerin ikisi de...

Çekme noktaları, 60-40 ve 63-37 kurşun taşıyan lehimin 176 ° C erime noktasından daha yüksektir, ancak geleneksel lehim istasyonları yeni lehimlerin erime noktalarına kolayca ulaşabilecektir. Kalay-kurşun lehimciler hala mevcuttur, ancak ticari üreticiler tarafından onlardan uzaklaşmak, muhtemelen kendi viteslerini üreten jambonların kullanılamayacağı güne yol açacaktır. Hazırlıklı olun .

Yeni Ro HS lehimler, geleneksel lehimlerle aynı şekilde kullanılabilir. Elde edilen lehim eklemi, geleneksel bir lehim ekleminden biraz daha donuk görünür ve kurşunsuz lehimler, kurşun kalay lehimlerinden daha yüksek fitil eğilimindedir. Daha yüksek ısı nedeniyle, lehim demirinin ucunun temiz, parlak ve taze kalaylı olması önemlidir, böylece lehimlenen parçaların aşırı ısınmasını önlemek için ısının mümkün olduğunca çabuk lehimlenmesi için derzlere aktarılması gerekir. Havya 700 ° F ile 800 ° F arasında ayarlanmalıdır.

Lehim ve lehim ekipmanı satıcıları, - kurşunsuz lehimlerle lehimleme yapmak için çok sayıda kılavuz sağlar. Weller'ın "Weller Üniversitesi" çevrimiçi sunumu **www.elexp. com/media/wysiwyg/cms-pdfs/Weller_ Coping _ with _ Lead _ Free.pdf,** havya uçlarının kurşunsuz lehimle nasıl çalıştığı hakkında çok fazla ayrıntı sağlar. Daha fazla bilgi için: Kester **(www.kester. com)** El Lehimleme bağlantısı altındaki Bilgi Tabanında .

Hepsi olmasa da, Ro HS uyumlu - bileşenlerin çoğu kurşun kalay lehim ile lehimlenebilir. Eğer RoHS parçası, lehimlemeyi kolaylaştırmak için kalaylanmış veya bir alaşımla kaplanmış uçlara sahipse, kurşun kalay lehimlemede normalde gerekenden daha sıcak bir demir kullanmak gerekir. Kurşun kalay lehimli RoHS parçalarının lehimlenmesi için 315 ° C (600 ° F) veya daha yüksek bir havya ucu sıcaklığı yeterli olacaktır. Aksine, 275 ° C'lik bir

23.3.3 Lehimleme

Kalite lehimlemede iki temel faktör zaman ve sıcaklıktır. Eklemin tüm parçalarının, lehimin eklem yüzeyleri üzerinde akarken erimiş kalması için yeterince sıcak olması için hızlı ısıtma istenir. Çoğu başarısız lehim işi, yetersiz ısı uygulandığı için başarısız olur. Hızlı ısıtma elde etmek için, havya ucu lehimin erime noktasından daha sıcak olmalı ve ısının soğutucu eklem malzemelerine aktarılmasının hızlı bir şekilde gerçekleşmesi için yeterince büyük olmalıdır. Lehim erime noktasının yaklaşık 100 ° F (60 ° C) üzerinde bir uç sıcaklığı, PC kartlarındaki bileşenlerin montajı için doğrudur .

İş için uygun boyutta lehim kullanın. Lehimin enine kesiti azaldıkça, onu eritmek için gereken ısı miktarı da azalır. 0.025 ila 0.040 inç arasındaki çaplar neredeyse tüm devre kabloları için iyidir.

Amatör projeler için uygun olan en yaygın boyutlar 0.031 veya 0.025 inçtir. Hassas ve daha küçük bileşenler zarar görebilir veya ısı çok uzun süre uygulanırsa yüzeyler yeniden oksitlenebilir. Çok kalın lehim, yakın bağlantılar arasında şortlara neden olabilir. (Daha ağır bir lehim, antenler, konektörler ve kalkanlar gibi hafif metal işler üzerinde çalışmak için kullanışlıdır.)

Yeni başlayan biriyseniz, birçok elektronik parça ve kit satıcısından temin edilebilecek çok sayıda "Lehimlemeyi Öğrenin" kitinden biriyle başlamak isteyebilirsiniz. Kitler bir printedcircuit - board, temel bir lehim demiri, lehim ve basit bir elektronik projeyi tamamlamak için bileşenler ile birlikte gelir. Veya, QRP ARCI tarafından yıllık Dayton Hamvention'da veya bir hamfest veya uzmanlık kongresinde yerel veya bölgesel bir grup tarafından yapılanlar gibi bir grup kiti oluşturma oturumu arayın. Robotik ve yapımcı grupların genellikle lehim seansları da vardır .

Lehimleme ile ilgili yönergelere genel bir bakış sağlayan "Lehimleme Sanatı'adlı çevrimiçi makaleyi de indirebilirsiniz **(www. arr l.o rg/files/file/Tech nology/tis/in fol** *pdf/0102072.pdf***).**

İşte iyi bir lehim eklemi nasıl yapılır.
Bu açıklama, İC pimi gibi tipik bir PC kartı bağlantısını lehimlemek için akı çekirdekli lehimin kullanıldığını varsayar.

• Eklemi hazırlayın. Tüm iletkenleri ince çelik yün veya plastik bir ovma pedi ile iyice temizleyin. Devre kartını montajın başlangıcında ve lehimlemeden hemen önce dirençler ve kapasitörler gibi ayrı parçaları temizleyin. Bazı parçalar (İC'ler ve yüzeye monte bileşenler gibi) kolayca temizlenemez; Son derece kirli olmadıkça endişelenmeyin.

• Aleti hazırlayın. Hızlı bir şekilde ucuna uygulanan lehimi eritecek kadar sıcak olmalıdır (kuruduğunda yarım saniye, lehimle ıslandığında anında). Yüzeyin parlak olması için doğrudan ucuna biraz lehim uygulayın. Bu işleme aracı "kalaylamak" denir. Lehim kaplaması, ısının uçtan eklemlere iletilmesine yardımcı olur ve ucun oksitlenmesini önler.

• Ucunu eklemin bir tarafına temas ettirin. Eğer ucu eklemin alt tarafına yerleştirebilirseniz, bunu yapın. Eklemin altındaki aletle konveksiyon, ısının bağlantıya aktarılmasına yardımcı olur.

• Lehimi, lehim aletinin tam karşısındaki bağlantıya yerleştirin. Normal PC bağlantıları için bir saniye içinde, diğer çoğu bağlantı için iki saniye içinde erimelidir. Erimesi daha uzun sürerse, eldeki iş için yeterli ısı yoktur. Değişken bir ısı havya varsa, lehimlediğiniz tel ve derzlerin boyutu için lehimin hızlı bir şekilde akması için ayarlayın. Muchmore ısısı bileşenlere ve panoya zarar verebilir.

• Aleti eklem yerine kadar tutun

Lehim eklem boyunca serbestçe akar. Serbestçe aktığında, lehim iletkenler arasında "fileto'adı verilen içbükey derzler oluşturma eğilimindedir. Yetersiz ısı lehimi ile serbestçe akmaz; dışbükey şekiller oluşturur - kabarcıklar. Lehim şekli dışbükeyden içbükeyliğe dönüştüğünde, aleti eklemden çıkarın. İfa fileto oluşmaz, eklemin ek temizliğe ihtiyacı olabilir. Doğru yapılıp yapılmadığını bilmek için "Hershey's Kiss" şeklini arayın.

• Eklemi oda sıcaklığında hareket etmeden soğutun. Genellikle birkaç saniyeden fazla sürmez. Eğer eklem soğumadan önce hareket ettirilirse, "soğuk'bir lehim ekleminin özelliği olan donuk, saten veya grenli bir görünüm alabilir. Lehim serbestçe akana kadar soğuk eklemleri yeniden ısıtın ve soğuyana kadar sabit tutun. 63-37 lehim kullanmak, lehim tekrar katı olana kadar süreyi azaltmaya yardımcı olacaktır.

• Ütü bir kenara bırakıldığında veya parlak görünümünü kaybederse, nemli bir bez veya süngerle kirleri silin. Temizledikten sonra donuk kalırsa, tekrar teneke.

• Adafruit, birçok yaygın lehimleme problemini ve bunların nasıl onarılacağını gösteren iyi bir fotoğraf koleksiyonu yayınladı.
learn.adafruit.com/adafruit-guideexcellent-soldering/common-problems. bakın

Lehimleme sırasında bir transistörün veya diyotun aşırı ısınması kalıcı hasara neden olabilir, ancak lehimlemede daha iyi hale geldikçe, bileşenler için çok az riskle çok hızlı bir şekilde lehim yapabilirsiniz. Havya birkaç saniyeden daha uzun süre uygulanacaksa, transistörleri, diyotları veya bileşenleri eriyebilen plastik parçalarla lehimlerken küçük bir soğutucu kullanın. Bileşen ucunu, üniteye yakın bir çift iğne burun pense ile kavrayın, böylece ısı uzaklaştırılır (dikkatli olun - hassas bileşen uçlarına zarar vermek kolaydır). Pense saplarının etrafına sarılmış bir lastik bant, pense telin üzerinde tutacaktır. Küçük bir timsah klipsi veya düz bir yay tipi ataş da iyi bir ısı emici yapar.

Mekanik stres de bileşenlere zarar verebilir. Bileşenleri monte edin, böylece - uçlarda kayda değer bir mekanik zorlanma olmaz. Küçük cam diyotlara ve küçük disk kapasitörlerine özellikle dikkat edin, çünkü bu bileşenlerin uçları oluştururken kırılması kolaydır.

Konnektörler veya modüller ve devre kartları arasındaki tel jumperları durdurmak basit olabilir veya bir sıçan yuvasına yol açabilir. Bu temel görev hakkında bazı mükemmel tavsiyeler ve rehberlik için, w8zr'de "W8ZR'nin Devre Kartı Jumper'larını Kablolama İpuçları'nı okuyun**. net/stationpro/images/download %20files/Tips %20for %20Wiring %20Circuit %20 Board %20Jumpers.pdf**. Bu, ekipman yapımında yaygın bir görevdir, bu yüzden neden iyi yapmayı öğrenmiyorsunuz?

Konnektörlerde bulunan içi boş pimlere lehimleme, özellikle konnektör daha önce kullanılmışsa veya oksitlenmişse zor olabilir. Uygun bir küçük bükümlü matkap kullanın

Pimin içini temizlemek ve sonra kalaylamak için. Lehim hala erimişken, her pimden fazla lehimi bir çırpma hareketiyle veya pimin içinden konektörün içinden üfleyerek temizleyin. Uçan sıcak lehime dikkat edin - güvenlik gözlüğü kullanın ve çalışma yüzeyini, kollarınızı ve bacaklarınızı koruyun! Bir cam küllük veya küçük pişirme kabı gevşek lehimi yakalamak için harika çalışır. Gevşek lehim kolayca kısa devreler oluşturabileceğinden, bu işlemi açık elektronik ekipmanın yakınında yapmayın. Pin yüzeyi kaplanırsa, kaplamayı pin ucundan dosyalayın. Sonra teli yerleştirin ve lehimleyin. Lehimledikten sonra, gerekirse fazla lehimi bir dosyayla çıkarın.

Plastik konektörlerin veya diğer montajların pimlerine lehimlerken, pimi plastik gövde ile temas ettiği tabandaki iğne burun pense ile ısıtın. Pimin aşırı ısınmasına izin vermeyin; Gevşeyecek ve yanlış hizalanacaktır. Muhafazayı eritme endişeleri nedeniyle çok hızlı bir şekilde lehimlemeniz gerekiyorsa, önce hem pimi hem de teli kalay. Teli takarken pimi yeniden ısıtın. Bu, lehimi hem pim hem de tel üzerinde eritir ve pimi aşırı ısıtmadan sağlam bir bağlantı sağlar.

23.3.4 Çözülme

Lehimli bileşenlerin çıkarılması gereken zamanlar vardır. Parçalar kötü olabilir, yanlış monte edilmiş olabilir veya başka bir projede kullanılmak üzere bunları kaldırmak isteyebilirsiniz.

Bozulma için çeşitli teknikler vardır. En kolay yol, ıssız bir örgü kullanmaktır. Issız örgü, genellikle akı içeren ince bakır örgüdür. İt, lehimleme malzemelerinin satıldığı her yerde çok çeşitli ticari isimler altında mevcuttur. İyi bir kural, ıssız olan bağlantının boyutuna uyan bir desoldering örgü genişliği ve kalınlığı seçmektir.

Lehim örgüsü, ıssız olması için eklemin üzerine yerleştirilir. Örgünün üzerine sıcak bir demir bastırılır. Değişken sıcaklık - lehimleme istasyonunuz varsa, fitil ve bağlantı kombinasyonu daha fazla ısı emdiği için sıcaklığı artırarak daha iyi sonuçlar alabilirsiniz. Lehim eridikçe, örgüye ve eklemden uzaklaşır. Bakır mükemmel bir ısı iletkenidir ve örgü oldukça ısınabilir, bu nedenle desoldering için örgü kullanırken parmaklarınızı izleyin. Tüm potansiyel müşteriler bu şekilde tedavi edildikten sonra parça çıkarılabilir. (İnce bir lehim filmi kalabilir, ancak needle-nose pense kullanımı ile kolayca gevşek kırılır.) Örgünün lehimi kötüleyen kısmı kesilir.

Örgünün kullanılan kısmının çok uzun olmasına izin vermeyin, çünkü çok fazla ısı emer ve lehim çıkarıcı bir iş olarak iyi yapmaz. Kurşunsuz veya "RoHS" lehim kullanılarak yapılmış bağlantıları ıslah ederken,

Bazen lehim fitilini kullanmak için gereken yüksek sıcaklığı elde etmek zor olabilir, demir ısısı tamamen yukarı çevrilmiş olsa bile. Bu durumda iyi bir ipucu, önce eklemin içine az miktarda geleneksel kurşunlu lehim ekleyerek karışmasına izin vermektir. Bu, erime noktasını lehim fitili veya diğer yöntemleri kullanarak çok daha kolay desoldering sağlayan bir seviyeye düşürür.

Bir ıssız vakum pompası da kullanılabilir. İki tip ıssız vakum aleti, yüksek sıcaklıkta plastik uçlu basit bir kauçuk şırınga ampulü ve ıssız bir pompa vardır. Çözücü pompa, pompanın ucundaki yüksek sıcaklıkta plastik bir ucun içindeki metal bir çubuğa bağlı yaylı bir piston içeren bir silindirden oluşan basit bir manuel vakum pompasıdır. Bir eklemi çözmek için, piston aşağı itilir ve yerine kilitlenir. Uç tekrar yerleştirilirbir lehim demiriyle birlikte ıssız hale getirilecek eklem. Lehim eridiğinde, pompa üzerindeki bir düğme, çubuğu geri çeken pistonu serbest bırakır ve erimiş lehimi uç boyunca emen bir vakum oluşturur. Bozulan kısım daha sonra kaldırılabilir. Pistonu tekrar itmek lehimi ıssız uçtan çıkarır.

Issız ampul benzer bir konsept kullanır: eklemi ıslatmak, ampulü sıkmak, ucu eklem üzerine yerleştirmek ve lehimi emmek için serbest bırakmak. Issız olan kısmı kaldırın. Issız pompanın ilk uygulaması tüm lehimi emmez, eklemi yeniden ısıtmaz ve gerisini emmez.

Issız alet lehim emiyor gibi görünüyorsa, uç lehimle tıkanmış olabilir. Lehim itilerek ucu açılabilir. Birçok eklemi çözmeyi gerektiren bir iş yaparken ucu birkaç kez temizlemeniz gerekebilir. Sapta, demir ucuna bitişik bir uca yol açan bir ampul içeren küçük ıssız ütüler satın alınabilir. Bu ıssız - demir kombinasyonu, ayrı ampul ve demirden biraz daha kolaydır ve etkili bir iş yapar. Tekrar kullanmadan önce bu aletten fazla lehimi üflemek için bir kap için bir cam kül tablası kullanın, çünkü bir kül tablası genellikle ısıyı işlemek için tasarlanmıştır.

Issız istasyonlar da mevcuttur.
Bir tip, bir lehim istasyonu gibi bir konsolda bir vakum pompası içerir. Lehim demirinin ucuna bir vakum hattı bağlanır. Lehim eritildiğinde ucu vakuma açmak için kullanılan demir üzerinde bir valf tetiği vardır. Lehim emildi Hat, istasyondaki veya el parçasındaki bir hazneye yerleştirilir.

DESOLDERİNG SURFACE-MOUNT DEVICES

Yüzeye monte edilen parçaların çözülmesi ve değiştirilmesi için özel aletler mevcuttur. (Yüzey Montaj Cihazlarını Lehimleme Araçları ile ilgili önceki bölüme bakın.) En yaygın iki "sıcak cımbız", gerçekten bileşenin boyutuna uyacak şekilde sıkılmış özel bir çift uçlu havya demiridir. Sıcak cımbız sadece çıkarmak için değil, aynı zamanda yüzeye monte parçaları değiştirmek için de kullanılabilir. Bu amaç için başka bir araç, sıcak havayı tek bir bileşene odaklayan küçük bir ucu olan bir sıcak hava aracıdır. Bu araç, bir yüzeye montaj parçasını çıkarmak ve değiştirmek için kullanılabilir. Sıcak hava aleti eklemi sıcak hava ile ısıtır, böylece bileşen cımbız veya iğne burun pense ile kaldırılabilir.

Lehimleme ve çözme tekniklerini uygulamak için fazla devre kartları kullanın. Her türlü elektronik eşyadan eski tahtalar genellikle çok düşük maliyetlidir veya birçok bit pazarında ücretsizdir. Bir projeye zarar vermekten endişe etmeden farklı lehimleme ve çözme teknikleri uygulamak için bu fazla tahtaları kullanın. Bilgisayar panoları genellikle kurşunsuz lehim ile yapılır ve bozulmadan önce bağlantılara kurşunlu lehim ekleyerek çözme yöntemlerini uygulamak için idealdir.

23.3.5 Lehimleme güvenliği

Lehimleme belirli bir uygulama derecesi - ve elbette doğru araçları gerektirir. Hangi - potansiyel tehlikeler söz konusu?

Hemen hemen tüm elektronik bileşenler için kullanılan lehim kurşun-kalay alaşımı olduğundan, çoğu insanın aklındaki ilk şey, iyi bilinen bir sağlık tehlikesi olan kurşundur. Lehim yaparken kurşunun vücudumuza girmesinin iki ana yolu vardır: kurşun dumanlarını akciğerlerimize soluyabilir veya kurşun veya kurşun kontamine yiyecekleri yutabiliriz. Lead dumanlarının İnhalasyonu son derece düşüktür, çünkü elektronik lehimlemede normalde kullanılan sıcaklıklar kurşunu buharlaştırmak için gerekenlerin çok altındadır. Bununla birlikte, kurşun yumuşak olduğundan ve parmaklarımızla idare etme eğiliminde olabileceğimizden, yiyeceklerimizi kirletmek gerçek bir olasılıktır. Bu nedenle, herhangi bir lehimlemeden (veya lehim bağlantılarına dokunduktan) sonra ellerinizi dikkatlice yıkayın.

Küçük bir fan kullanmak dumanı gözlerinizden uzak tutabilir ve lehim dumanına maruz kalmanızı azaltabilir. Genellikle sadece bir inç veya iki genişliğinde küçük bir bilgisayar yonga seti fanı kullanılabilir. Fanı besleyen voltajı azaltarak, Hız ve gürültü azaltılabilir, dumanların üflenmesine izin verir, ancak hava akışında başka bir sorun yaratmaz. Bu küçük fanlar için eski bilgisayarlara bakın, genellikle video kartlarına veya anakarttaki veri yolu çiplerine bağlı. CPU veya kasa fanları da kullanılabilir, ancak istenen hava akışı seviyesini oluşturmak için bunları sağlayan voltajın kesinlikle azaltılması gerekecektir. Bu amaç için tasarlanmış yerleşik filtrelere sahip ticari olarak temin edilebilen özel fanlar da vardır - lehimleme "duman çıkarıcı" arayın.

Lehim ekipmanı *ısınıyor! Dikkatli olun*.
Bir havya başka bir sıcak nesne gibi davranın. Bir havya standı yararlıdır, tercihen demirin ucunu çevreleyen bir kafesi olan bir tane. İşte yararlı bir ipucu - eğer havya tezgahtan düşerse, kendinizi bunun için yakalamamak için eğitin, çünkü şansınız iyidir, 'sıcak ucu kaparım!

Isıtıldığında, lehimdeki akı, açık gri duman benzeri bir tüy şeklinde bir buhar verir. Genellikle aldehitler içeren bu akı buharı, güçlü bir tahriş edicidir ve astım gibi solunum hassasiyeti durumlarından muzdarip kişiler için potansiyel olarak ciddi sorunlara neden olabilir. Çoğu durumda, akı buharını gözlerinizden ve yüzünüzden uzaklaştırmak için daha önce açıklanan küçük bilgisayar fanları gibi küçük bir fan kullanmak nispeten kolaydır. Bir pencerenin açılması ek hava değişimi sağlar.

Çözücüler genellikle parçalar oda sıcaklığına soğutulduktan sonra fazla akıyı gidermek için kullanılır. Çözücüye dayanıklı kalıplanmış eldivenler giyerek çözücülerle cilt temasını en aza indirin. Akıyı gidermek için bir çözücü kullanırsanız, işi yapan en hafif olanı kullanmak en iyisidir. İsopropil alkol veya sürtünme alkolü genellikle yeterlidir. Çoğu akı türünün giderilmesinde iyi çalışan yerel ilaç depolarında %70 ila %92 konsantrasyon arasında değişen alkol satın alabilirsiniz. Suda çözünen bazı lehim akıları su ile giderilebilir.

Kendinizi ve başkalarını korumak için şu önlemleri alın:

• Çalışma alanını uygun şekilde havalandırın. Duman kokusu alıyorsanız, onları soluyorsunuz demektir .

• Lehimlemeden sonra, özellikle yiyecekleri kullanmadan önce ellerinizi yıkayın.

• Akı ve akı çözücüleri ile doğrudan teması en aza indirin. Solventleri kullanırken tek kullanımlık cerrahi eldiven kullanın.

Lehimleme tehlikeleri ve lehimlemeyi daha güvenli hale getirme yolları hakkında daha fazla bilgi için, Brian P. Bergeron, MD, NUl N (Mar 1991 *QST,* pp28- 30) ve Gary E. Meyers, K9CZB (Aug 1991 *QST,* p 42) tarafından "Daha Güvenli Lehimleme Hakkında Daha Fazla Bilgi" başlıklı makaleye bakın.

23.4 Yüzey Montaj Teknolojisi (SMT)

Günümüzde neredeyse tüm tüketici elektroniği cihazları yüzeye montaj teknolojisi ile üretilmektedir. Hams, bu teknolojiyi benimsemede büyük ölçüde zor olduğu, kapsamlı uygulama gerektirdiği ve özel ekipman gerektirdiği yanılgısı nedeniyle geride kalmıştır. Aslında, yüzeye montaj cihazları yaygın olarak bulunan ekipmanlarla kolayca lehimlenebilir. Yüzeye monteli (SM) cihazlarla bir devre üretmek için yeterince yetkin olmak için, delikli (kurşunlu) bileşenlerin lehimlenmesinden daha fazla pratik yapılması gerekmez.

SMT ile çalışmanın birçok avantajı vardır:

• Projeler, delikten geçen bileşenlerin kullanılmasından çok daha kompakttır

• Delikli paketlerde bulunmayan SM parçaları mevcuttur

• Daha az ve daha az delikli parçalar üretiliyor

• Eşdeğer SM bileşenleri genellikle delikli parçalardan daha ucuzdur ve

• SM parçaları daha az öz endüktans, daha az öz kapasitans ve daha iyi termal özelliklere sahiptir.

SM bileşenleriyle çalışmak için etkili bir şekilde kullanılabilecek birkaç teknik vardır: geleneksel havya, sıcak hava yeniden akışı ve sıcak plaka/sıcak hava yeniden akışı. Bu bölüm havya tekniğini açıklar. Yeniden akış tekniklerinin çevrimiçi açıklamaları, bunları denemek isteyen gelişmiş oluşturucu için kullanılabilir. Delikli lehimleme için olduğu gibi, yeni başlayanlara SMT bileşenlerinin nasıl lehimleneceğini öğretmek için kitler mevcuttur.

Yüzey montaj teknolojisi ile çalışma aşağıdaki malzeme alıntılar içerir fromaseriesofQSTarticles, "Yüzey Montaj Teknolojisi - Sen İt ile Çalışabilir! Bölüm 1 "yazan Sam Ulbing, N4UAU, Nisan 1999 sayısında yayınlandı. (Dört makaleden oluşan dizinin tamamı çevrimiçi ek içerikle kullanılabilir. SMT hakkında ek bilgi **www.arrl.org/ yüzey montaj teknolojisinde mevcuttur.) Ek** bilgi ve illüstrasyonlar George Heron, N2APB tarafından sağlanmıştır.

23.4.1 Gerekli ekipman

SM cihazlarıyla çalışmak için çok fazla pahalı ekipmana ihtiyacınız yoktur.

• SM çalışması için temel bir ekipman parçası aydınlatmalı bir büyüteçtir. 5 inç çapında bir lens ile ucuz bir tane kullanabilirsiniz ve büyüteci sadece SM kullanımı için değil, tüm lehimleme çalışmaları için kullanmak uygundur. Bu tür büyüteçler yaklaşık 25 $'dan yaygın olarak bulunur. Çoğu 3x büyütme sunar ve dahili dairesel ışığa sahiptir. Floresan veya LED tabanlı bir ışık kullandığınızdan emin olun. İncandescent ışıklar çok daha sıcaktır ve bileşen işaretlerinin doğru rengini tespit etmeyi zorlaştırır.

• Düşük güçlü, sıcaklık kontrollü bir havya gereklidir. Çoğu SM parçası CMOS cihazı olduğundan ve olası ESD (statik) arızasına maruz kaldığından topraklanmış uçlu bir havya kullanın.

• İnce (0.020 inç çap) rosincore lehim kullanımı tercih edilir, çünkü parçalar o kadar küçüktür ki, normal 0.031 inç çaplı lehim bir lehim pedine su basar ve köprülemeye neden olur. Lehim macunu veya krem de kullanılabilir.

• Bir akı kalemi, ihtiyaç duyulan bir noktada sadece küçük bir akı uygulamak için kullanışlıdır.

• Bir ped üzerinde çok fazla alırsanız fazla lehimi çıkarmak için iyi desoldering örgü gereklidir. 0,100 inç geniş örgü iyi çalışır. • Kuru bir alanda yaşıyorsanız ve statik bir sorun varsa, bilek kayışları gibi ESD koruyucu cihazlar gerekli olabilir.

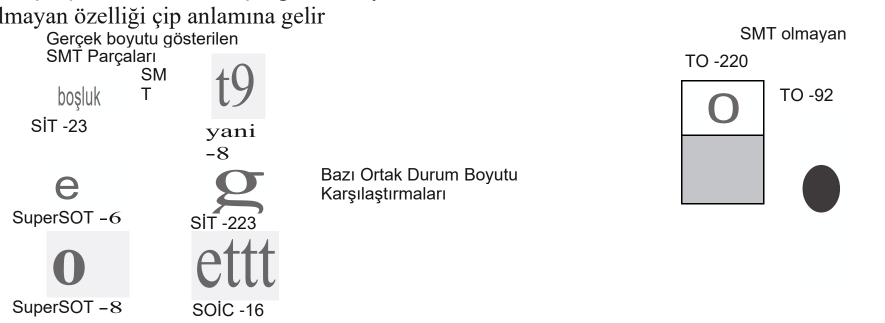
• Cımbız parçaları almaya ve konumlandırmaya yardımcı olur. Manyetik olmayan, paslanmaz çelik taslak ayırıcılar da iyi çalışır. Paslanmaz çeliğin manyetik olmayan özelliği çip anlamına gelir Bölücülere ilgi duymaz.

• Bazı jambonlar, parçayı cımbızla tutmak yerine lehimlerken DAP Blue-Stik gibi geçici bir yapıştırıcı ile bileşenleri yerinde tutmayı tercih eder.

23.4.2 Yüzeye monte parçalar

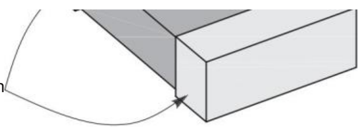
Şekil 23.4 bazı ortak SM parçalarını göstermektedir. (Bileşen **Verileri ve Referanslar bölümünde** bileşen paketleri hakkında daha fazla bilgi vardır.) Dirençler ve seramik kapasitörler birçok farklı boyutta gelir ve iki nedenden dolayı parça boyutunu bilmek önemlidir: Daha büyük parçaları kullanırsanız, SM cihazlarıyla elle çalışmak daha kolaydır; PC kartı ped boyutunun parçadan daha büyük olması önemlidir.

Ayrık bileşen ambalajı, bir kuruşa kıyasla Şekil 23.5'teki "1206 ° kapasitörde gösterildiği gibi 0.12 x 0.06 inç'e kadar küçüldü. Günümüzde daha küçük paketler bile yaygındır ve aynı eşdeğer devreler için çok daha az PC kartı alanı gerektirir. İntegrated devre ambalajı da minyatür hale getirilmiştir .



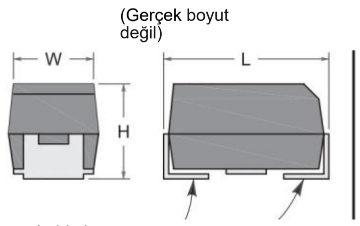
SMT Direnç ve Seramik Kondansatörler, Bazı Ortak Boyut Kodları
Şekil ve Features_w

aw.nn		waw <
0603	0.06	0.03
0805	0.08	0.05
1206	0.12	0.06
1210	0.12	0.10
2512	20.5	0.12 Metal uçları



SMT Katı Tantal Kapasitörler, Bazı Kasa Boyutları
Şekil ve Özellikler

KEMET Tarafından Kullanılan Kasa Boyutu	EIA kodu	Uzunluk (mm)	Genişlik (mm)
A	3216	3.	1.
B	3528	2	6
	6032	3.	2.
C	7343	5	8
		6.	3.
D		0	2



Şekil 23.4 - Bazı yüzey montajlı cihazların boyut karşılaştırmaları ve boyutları. Bileşen - paketleri ve etiketleme hakkında daha fazla bilgi için Bileşen Verileri ve Referanslar bölümüne bakın.



Şekil 23.5 - SMT bileşenleri küçüktür. Soldan saat yönünde: MMİC RF amp, 1206 direnç, SOİC entegre devre, 1206 kapasitör ve ferrit indüktör.

10 x 5 mm ağrılı paketleri 0.025 inç kurşun ayrımlarıyla yedi.

Tantal kapasitörler daha büyük SM parçalarından biridir. Genellikle bir harf olan kasa kodları, farklı kalınlıklar nedeniyle genellikle üreticiden üreticiye değişir. Seramik kapasitörler ve dirençler için EIA kodu, inç cinsinden uzunluk ve genişliğin bir ölçümüdür, ancak tantal parçaları için bu ölçümler milimetre çarpı 10'dur! Tantal kapasitörlerin polarize olduğunu unutmayın; Davanın genellikle olumlu sonu belirtmek için bir işareti veya şeridi vardır. Delikten geçiş teknolojisinde kullanılan hemen hemen her parça bir SM paketinde mevcuttur.

Eğer yeni başlayan biriyseniz, muhtemelen daha büyük boyutlarla başlamak en iyisidir - 1206 forresistörler ve kapasitörler, transistörler için SOT-23 ve İC'ler için S0-8. Bu parçalarla ustalaştığınızda daha küçük parçalara geçe

SMT ÇALIŞMASI İÇİN HAZIRLIK

Herhangi bir inşaat projesinde başarının anahtarı, uygun araçları seçmek ve kullanmaktır. Bir büyüteç lambası, bileşenler üzerinde iyi aydınlatılmış, yakın çekim çalışması için gereklidir. **Şekil 23.6** uygun bir büyüteç vizörü göstermektedir. Cımbız veya ince uçlu pense, küçük çip bileşenlerini el becerisiyle yakalamanıza izin verir.

Temiz bir çalışma yüzeyi çok önemlidir, - çünkü SMT bileşenleri pense veya cımbızdan kayma ve en üst düzeyde özenle tutulduğunda bile uçma eğilimindedir. Masanız açıksa, yolsuz parçanızı kurtarmak için en iyi şansa sahip olacaksınız. Kaçınılmaz olan gerçekleştiğinde, parça bir halıya düşerse onu bulmakta çok zorlanacaksınız. Çalışma alanınızı halısız bir odada bulundurmak, bu nedenle statik olarak hassas parçaları korumak en iyisidir. Yükseltilmiş dudaklı bir çerez sayfası kullanmak, başıboş SMT parçalarının içerilmesine yardımcı olur.



Şekil 23.6 - Bir büyüteç vizör, bir devre kartı üzerinde yakın çekim çalışması için mükemmeldir. Bu kulaklıklar genellikle hamfestlerde 10 dolardan daha az bir fiyata satılıyor ve hatta bazıları süper sağ LED'lerle monte ediliyor. lehimlenen bileşenleri aydınlatmak için yan tarafta.

23.4.3 SMT Lehimleme Temelleri

Proje hem SM parçalarını hem de geleneksel delikli parçaları içeriyorsa ve - yeniden akış lehimleme için bir ısı tabancası veya fırın kullanmayı düşünüyorsanız, her zaman önce SM parçalarını monte edin, çünkü delikli bileşenler her zaman daha yüksek yeniden akış ısı seviyelerini işlemek için tasarlanmamıştır. Kendi projenize rahatça başlayana kadar SM parçaları için lehimleme ve çözme tekniklerinizi uygulamak için önemsiz PC kartlarını kullanın.

SMT lehimleme teknikleri, Mart 2019 QSTarticle "Lehimleme Yüzey Montaj - Cihazları" Dino Papas, KL0S. Yeniden akış lehimleme, *QSTand QEX* makalelerinde "Radyo Amatörleri için Yeniden Akış Lehimleme" (Ocak *2011 QS7)* ve "Radyo - Amatörleri İçin Yeniden Akış Lehimleme" (Mar 2019 *QEX)* Jim Koehler, VE5FP. Üçü de bu bölüm için indirilebilir ek bilgilere dahil edilmiştir.

USİNG A SOLDERİNG IRON

Bir lehimleme demiri ile İC'nin yüzeye nasıl monte edileceğine bakalım. Tahta önceden kalaylanmamışsa, PC kartı pedlerini önceden kalaylamak için küçük bir lehim kullanın. İşin püf noktası, yeterince lehim eklemektir, böylece tekrar ısıttığınızda, İC'ye akar, ancak bir lehim köprüsü ile sonuçlanacak kadar değil. Tahtaya ve İC bacaklarına (çok) az akı koymak, daha iyi lehim akışı sağlar ve pürüzsüz bir tabaka sağlar. Lehim 1,5 ila 3,5 saniye içinde erirse, uygun havya ucu sıcaklığına sahip olup olmadığınızı söyleyebilirsiniz.

Parçayı tahtaya yerleştirin ve ardından yongayı itmek ve yerleştirmek için bölücüler (veya parmaklar) kullanın. İC çok küçük ve hafif olduğundan, havyaya yapışmaya ve PC kartından uzaklaşmaya eğilimlidir. Bunu önlemek için, çapraz olarak zıt gelenlere iki İC ayağı takarken çipi basılı tutmak için bölücüleri kullanın. Her tack sonra, kontrol edin

Parça hala aynı hizada. Kuru ve temiz bir havya ile PC kartını bacağın yakınında ısıtın. Eğer doğru yaparsanız, lehim eridiğinde, İC'ye akacaktır.

İC'nin bacakları tahtada düz durmalıdır. Bacaklar kolayca bükülür, bu yüzden çok sert bastırmayın. Her bağlantıyı, bir ucunu tahtaya diğerini İC bacağına yerleştiren bir süreklilik denetleyicisi ile kontrol edin. Köprü olmadığından emin olmak için tüm bitişik pimleri kontrol edin. Erken hataları düzeltmek daha kolaydır, bu nedenle bu kontrolü sık sık yapın.

Eğer tahtada parçaya akması için yeterli lehiminiz olmadığını görürseniz, biraz lehim ekleyin. Parçanın yakınındaki iz üzerine bir damla koymak, ardından izi ısıtmak ve demir ve erimiş lehimi parçaya doğru kaydırmak en iyisidir. Bu, bir köprü oluşturma şansını azaltır. Lehimleme dirençleri ve kondansatörleri, bir İC'nin uçlarını lehimlemeye benzer, ancak dirençler ve kondansatörler açık uçlara sahip değildir. Re akış yöntemi bu parçalar için de iyi çalışır.

Kartın dışındaki noktalara bağlanan telleri takmak biraz zor olabilir, çünkü # 24 AWG telli tel bile SM parçalarına kıyasla büyüktür. İlk önce, tüm tel tellerin birbirine yakın olduğundan emin olun, ardından teli pretin. Pedi önceden kalaylayın, teli dikkatlice ped üzerine yerleştirin, ardından lehim eriyene kadar havya ile ısıtın .

USNG REFLOWTECHNİQUES

SMT projeleri geleneksel lehim ve ince nokta lehim demiri ile inşa edilebilirken, yeniden akış tekniklerine geçerseniz lehim macunu kullanmanız gerekecektir. Lehim macunu, akı ve lehim karışımından yapılmış grimsi görünümlü bir macundur. Bir bileşenin lehimlenmesi gereken her yerde tahtaya küçük bir lehim macunu noktası konur. Bileşenler daha sonra dikkatlice tahtaya yerleştirilir, macun gevşek bir şekilde parçaları yerinde tutar. Tüm tahta daha sonra bir fırında ısıtılır veya monte edilen tahtanın alanı bir ısı tabancası ile ısıtılır. Yeterli ısıyla, lehim macunu erir ve ped ve bileşen kontakları üzerine akar, daha sonra tahta soğutulur ve tüm bileşenler yerinde lehimlenir.

Bir tost makinesi fırını, *QST'nin Ocak 2011 sayısında Jim Koehler, VE5FP tarafından "Radyo Amatörleri için Yeniden Akış Lehimleme" makalesinde açıklandığı gibi yeniden akış lehimleme yapmak için de değiştirilebilir* (bu makale çevrimiçi ek içeriğe dahil edilmiştir). Www.ins **tru eta b gibi bir tost makinesini uyarlamak ve kullanmak için birçok çevrimiçi eğitim vardır Jes.com/id/Hack-aToaster-Oven-for-Reflow-Soldering/. SparkFun ayrıca** wwW'de bir tost makinesine nasıl sıcaklık kontrolü ekleneceğini de gösterir**. sparkfun.com/tutorials/60. Çok** fazla SMT montajı yapmayı planlıyorsanız, yeniden akış

Ara sıra SMT kullanımı için, bir ısı tabancası daha iyi bir seçimdir. Birçok hobi/el sanatları mağazası, scrapbooking'de kullanılan kabartma mürekkeplerini eritmek için kullanılan özel bir ısı aracı satmaktadır. Bu mağazaların scrapbooking bölümünde bir kabartma ısı aracı arayın. İsı tabancasını tahtaya çok yaklaştırmayın, çünkü hava akımı bileşenlerinizi yerinden çıkarabilir. Lehim macunu tum gümüşünü görene kadar aleti tahtanın birkaç inç üzerinde sabit tutun ve bileşenin yerinde lehimlenmiş gibi göründüğünü görün, ardından ısı tabancasını yavaş yavaş çıkarın. Asla boya sıyırma için tasarlanmış bir ısı tabancası kullanmayın, çünkü hava akışı bu amaç için çok güçlüdür ve SM parçalarını karttan çıkaracaktır .

Sadece az miktarda lehim macunu gereklidir. Kester Easy Profile 256, başlamak için iyi bir lehim ezmesidir. İt, ince bir iğne noktası aplikatörü olan küçük bir şırıngada makul bir maliyetle mevcuttur. Her lehim eklemi için sadece küçük bir miktar gerektiğinden, bu küçük miktar birkaç orta - ölçekli proje boyunca sürecektir. Lehim macunu soğuk tutulmalı veya bozulmalıdır. Bir ev buzdolabında veya dondurucuda saklanır, en az bir yıl raf ömrüne sahiptir.

Sıcak cımbız, SMT parçalarını lehimlemek ve çıkarmak için kullanılan çift uçlu bir havya. Sıcak cımbız, en yaygın iki ve üç terminalli yüzey montaj cihazlarını çok daha düşük tahta hasarı riski ile çıkarma ve değiştirme konusunda çok hızlı bir çalışma yapabilir.

23.4.4 SMT Bileşenlerinin Çıkarılması

Ticari ekipmanlarda kullanılan yüzey montajlı İ C'ler, deneycilerin yerini alması kolay değildir. Hassas PC kartları için tasarlanmış küçük pimlere sahiptirler. Er ya da geç, birini değiştirmeniz gerekebilir. Eğer yaparsan, eski İC'yi tek parça halinde çıkarmaya çalışma! Bu, kullanımın ötesinde İC'ye zarar verecek ve muhtemelen işlem sırasında PC kartına zarar verecektir.

Hassas bir dokunuş ve küçük aletler gerektirse de, evde bir yüzey montajı İC'yi değiştirmek mümkündür. Eskisini çıkarmak için, İC pimlerini İC ile aynı hizada kesmek için küçük, keskin tel kesiciler kullanın. Bu genellikle cımbızla kapmak için eski pimden yeterince bırakır. Lehimli bağlantıyı küçük bir ütüyle ısıtın ve pimi hafifçe çekmek için pense kullanın PC kartından. Fazla lehimi pedlerden çıkarmak için ıssız örgü kullanın ve sürtünme alkolüyle çıkarın ve akın. Yukarıda tartışılan teknikleri kullanarak yeni bileşende lehim.

SM parçalarını, özellikle İ C'leri çıkarmak için daha önce açıklanan kabartma ısı tabancasını da kullanabilirsiniz. Sadece istenen bileşenin değil, bazı bitişik parçaların da bu işlemle gevşetilebileceğini unutmayın, bu nedenle diğer bileşenlerin yerinde kalmasına izin vermek için yeniden ısıtma sırasında kartı hareket ettirmediğinizden emin olun. Lehimin tekrar gümüşümsü hale geldiğini gördüğünüzde bir bileşeni çıkarmak için uzun saplı bir cımbız kullanın. Bitişik bileşenleri rahatsız etmemeye dikkat edin. Tabanın, lehim tekrar katılaşmadan önce yanlışlıkla diğer bileşenlerin kaymasını önlemek için hareket ettirmeden önce iyice soğumasına izin verin.

Tek tek bileşenleri bir ısı tabancası olmadan çıkarmak için, önce desoldering örgü kullanarak fazla lehimi pedlerden çıkarın. Daha sonra, bir hobi bıçağı veya diş aleti ile hafifçe kaldırılırsa, bileşen genellikle pedlerden gevşeyecektir. Bileşen pede bağlı kalırsa, pede havya ile dokunun ve bileşeni pedden kaldırın. Bileşeni tüm pedlerden serbest bırakmak için bir veya iki deneme alabilir. Aşırı durumlarda, bileşeni tamamen gevşetmek için pede lehim eklemek gerekebilir. **CHIPQUIK (www.chipquik.com) adı verilen bir ürün,** - çok düşük sıcaklıktaki bir lehimde karıştırılarak mevcut lehimin erime noktasını azaltır. Bir CHIPQUIK kiti ile birlikte gelen akı ve lehimi kullanarak, bir sıcak hava aracı olmadan bir SMD eşilyt desold sağlar.

23.4.5 SMT İnşaat Örnekleri

İlk proje örneği, çeşitli projeler için hassas RF sinyalleri üreten küçük bir modül olan DDS Daughtercard'dır. Bu kit, homebrew çevrelerinde son derece popüler hale geldi ve küçük parçaları tanımlamayı ve kolay bir iş yapan, bir kit tedarikçisi tarafından hoş bir dokunuş yapan, renkli kodlu ambalajda bulunan çip bileşenleri ile birlikte verildi.

Şekil 23.7A, SMT bileşenleri için tipik bir düzen olan DDS PC kartını göstermektedir. Tüm izler bir tarafta, çünkü bileşen Kurşunlar "delikten" değildir. Küçük kare pedler, 1206 packagestyle yongalarının sonunda lehimleneceği yerlerdir. Bu proje lehimleme demiri kullanarak yeniden akış tekniğini göstermektedir. **Şekil 23. 7B** bu tekniğin nasıl kullanılacağını göstermektedir.

(A) Ön lehim ("kalay"), bileşenin nihayetinde küçük bir lehim bloğu yerleştirerek gideceği tahtadaki pedlerden biridir. (b) Kalaylı ped üzerindeki küçük iğne burun pense veya keskin cımbızla bileşeni yerinde dikkatlice tutun.

(c) Lehimi bileşen ucuna yeniden akıtmak için kalaylı pedi ve bileşeni yeniden ısıtın, böylece bileşeni geçici olarak yerinde tutun.

(d) Bileşenin diğer ucunu pedine lehimleyin.

(e) Son olarak, köprü veya şort olmadığından emin olmak için tüm bağlantıları kontrol edin.

Şekil 23.7C, tamamlanmış DDS kartını göstermektedir.

İkinci proje örneği, K8IQY Audio Amp'dir - küçük pedlerin yapıştırıldığı veya - lehimlendiği bölümde daha sonra açıklandığı gibi homebrew tarafından oluşturulan "Manhattan tarzı'bir ayrık bileşen ses amplifikatörü. Bkz. **Şekil 23.7D.**

Pedler için küçük kareler veya PC kartı malzemesinin noktalarını kullanarak, bir uç değirmen veya ped kesici kullanarak bakırda bir'ada "keserek izole bağlantı noktaları oluşturmaya karar verebilirsiniz. Pedler nasıl oluşturulursa oluşturulsun, SMT bileşenleri - devreyi oluşturmak için ped-ped veya ped-toground düzleminden kolayca lehimlenebilir. **Şekil 23. 7E,** SMT ve kurşunlu bileşenleri birleştiren tamamlanmış panoyu gösterir.

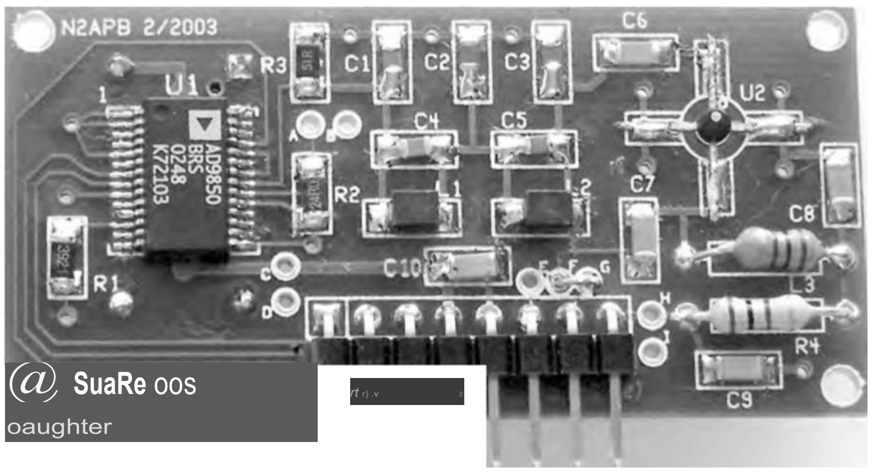
SOİC paketlenmiş entegre devrelerle homebrewing biraz daha zordur ve tipik olarak, yüzeye monte entegre devrenizi lehimlediğiniz Şekil 23.7F'de gösterilenler gibi bir "SOİC taşıyıcı kartının" kullanılmasını gerektirir. Daha sonra taşıyıcı kartı temel kartınıza veya diğer devre bileşenlerinizi tutmak için kullandığınız her şeye bağlayabilirsiniz.

DDS Daughtercard, K8IQYislander Audio Amp ve İslander Pad Cutter ile ilgili tüm ayrıntılar **www'de bulunabilir. njqrp.org.**

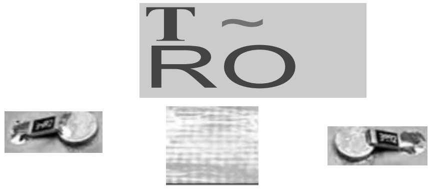
814.



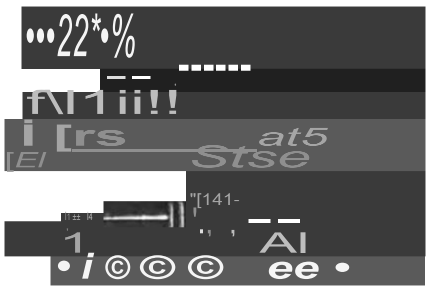
Şekil 23.7A -Bu DDS Daughtercard üst tarafında tüm bağlantıları vardır. Tahtanın arka tarafındaki zemin düzlemine bağlantılar, PC kartı aracılığıyla teller olan "vias" kullanılarak yapılır. SMT İC'nin 28 numaralı pini, tahtaya tutmak için sarkıtılmış olarak gösterilir ve diğer tüm pimleri pedlerine dikkatlice hizalar. Daha sonra diğer pimler, pin 14 (karşıt pin 28) ile başlayarak dikkatlice lehimlenir. Son olarak, pin 28 orada iyi bir bağlantı sağlamak için yeniden ısıtılır. Eğer bitişik pedler veya pimler arasında lehim köprülerseniz, fazla lehimi çekmek için lehim fitili veya vakum lehim emici kullanın.



Şekil 23.7C - Tam nüfuslu DDS Daughtercard PC kartı, her iki ambalaj teknolojisinin birlikte nasıl kullanılabileceğini gösteren SMT ve delikli parçaların bir karışımını içerir.

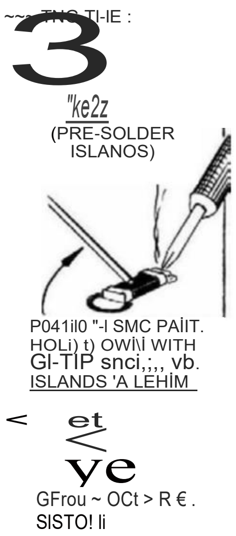


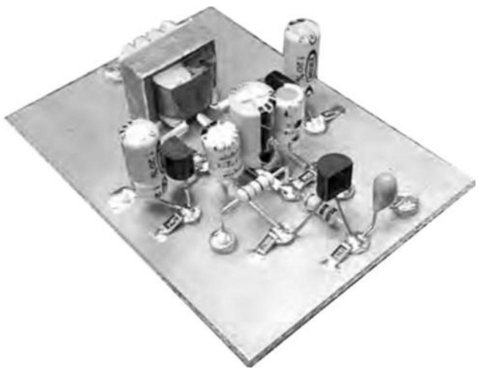
Şekil 23. 7D - SMT dirençleri, montajın başlangıç aşamalarında Audio Amp'nin temel panosuna lehimlenmiştir.



Şekil 23.7F - Yüzey montaj İCs can Genel amaçlı taşıyıcı levhalara monte edilebilir, daha sonra homebrew projesinin temel panosuna tellerle bir alt modül olarak takılır.

Şekil 23.7B - Bir SMT parçasının takılması. İt, kapasitörler, dirençler ve diğer ayrık bileşenlerin eklenmesi çok daha kolaydır com Çok uçlu İC'lere ayrılmış. Bileşeni dikkatlice yerinde tutun ve iğne burun pense veya cımbız kullanarak düzgün bir şekilde hizalayın ve ardından bileşenin bir ucunu lehimleyin. Daha sonra eklemi yeniden ısıtırken, pense ile bileşeni hafifçe bastırırken veya Tahtada düz durduğundan Bileşen. için bir Q ucu çubuğu. Son olarak, lehim diğer tarafı





Şekil 23.7E - Tamamlanan homebrew Audio Amp montajı, "Manhattan tarzı" inşa edildiğinde geleneksel kurşunlu bileşenlerle birlikte kullanılan SMT bileşenlerinin basit ve etkili kullanımını göstermektedir.

23.5 Elektronik Devrelerin İnşası

Ortalama amatör tarafından üstlenilen inşaat projelerinin çoğu elektronik devre içerir. Devre, çoğu amatör ekipmanın "kalbi'dir. Bu açık görünebilir, ancak onu inşa etmeniz için devrenin çalışması gerekir! Her zaman bir uygulama notunda veya elektronik dergisinde görünen bir "yemek kitabı" devresinin kusursuz olduğunu varsaymayın. Bunlar bazen her zaman tam olarak hata ayıklanmamış tasarım örnekleridir. Birçok ev inşaatı projesi bir kerelik anlaşmalardır; Yazar bir araya getirdi ve işe yaradı. Bazı durumlarda, bileşen toleransları veya küçük düzen değişiklikleri ikinci bir ünitenin çalışmasını zorlaştırabilir. Lehimsiz bir breadboard kullanmak, bu tür devre tasarımını test etmeyi kolaylaştırabilir. Birkaç MHz'in üzerindeki RF devreleri için, lehimsiz bir breadboard, sonuçta ortaya çıkan uzun kurşun uzunlukları nedeniyle her zaman pratik değildir.

Devre yapımında kullandığınız elektronik ve mekanik bileşenleri korumak için adımlar atın. Bazı bileşenler kaba kullanım nedeniyle zarar görebilir. Bir ¼ W direncinin düşürülmesi zarar vermez, ancak bir vakum tüpünün veya diğer hassas alt montajların düşürülmesi genellikle hasara neden olur .

Bazı bileşenler ısıdan kolayca zarar görür. Elektronik bileşenleri temizlemek için kullanılan bazı kimyasallar (akı gidericiler, yağ gidericiler veya kontrol yağlama spreyleri gibi) plastiğe zarar verebilir. - Kullanmadan önce uygunluk açısından kontrol edin.

23.5.1 Elektrostatik Boşalma (ESD)

Bazı bileşenler, özellikle FET'ler ve CMOS kapıları gibi yüksek impedans bileşenleri, elektrostatik deşarj (ESD) ile zarar görebilir. Bu parçaları statik yüklerden koruyun. Çoğu insan, bir halı üzerinde yürüdüğünde oluşan statik yüke aşinadır, daha sonra metal bir nesneye dokunur; Ortaya çıkan kıvılcım oldukça canlı olabilir. Kuru bir günde halı üzerinde yürümek 35 kV üretebilir! Bir bankta oturan bir işçi, bağıl nemin %20'den az olması gibi koşullara bağlı olarak 6 kV'a kadar voltaj üretebilir.

Hassas bir elektronik bileşene zarar vermek için bu kadar voltaja ihtiyacınız yoktur; Hasar 30 V kadar az olabilir. Hasar her zaman felaket değildir. Bir MOSFET gürültülü olabilir veya kazanç kaybedebilir; Bir İC, erken başarısızlığa neden olan hasara uğrayabilir. Bu tür bir hasarı önlemek için, bazı önlemler almanız gerekir.

Bir kıvılcımdan gelen enerji, iç bileşenleri etkilemek için bir ekipman parçası içinde seyahat edebilir. Hassas elektronik bileşenlerin korunması, statiğin önlenmesini içerir Biriken herhangi bir enerjiyi dağıtarak mevcut herhangi bir yükün kaldırılmasıyla birlikte birikir.

MİNİIMİZİNG STATİC BUILD-UP

Statik birikimi en aza indirmek için çeşitli teknikler kullanılabilir. Çalışma alanlarınızdaki halıları kaldırarak başlayın. Özel antistatik halı ile değiştirebilirsiniz, ancak bu pahalıdır. Halıyı, elektronik toptancılarından temin edilebilen antistatik sprey ile tedavi etmek daha ucuzdur. Havaya nem eklemek, statik yüklerin varlığını azaltmaya da yardımcı olabilir.

Giydiğiniz kıyafet seçimi bile ESD miktarını etkileyebilir. Polyester, pamuktan çok daha fazla ESD potansiyeline sahiptir.

Tezgahlarını beton bir zemine yerleştiren birçok inşaatçı, AC hattından elektrik çarpması riskini en aza indirmek için kauçuk bir mat kullanır. Ne yazık ki, kauçuk mat ESD riskini artırır. Bir antistatik kauçuk mat her iki amaca da hizmet edebilir.

Birçok bileşen antistatik ambalajda gönderilir. Bileşenleri iletken ambalajlarında bırakın. Diğer bileşenler, özellikle MOSFET'ler, tüm uçları geçici olarak bir araya getiren küçük bir metal halka ile birlikte gönderilir. Cihaz devreye tam olarak kurulana kadar bu halkayı yerinde bırakın.

Hassas bileşenleri veya ekipmanı taşımak için antistatik torbalar kullanın. Tezgahınızı kağıt, plastik ve diğer statik üreten öğeler gibi nesnelerden uzak tutun. Con- kullan Ekipman depolaması için dağıtıcı yüzey kaplamalı ductive konteynerler. Kısmen monte edilmiş projelerin antistatik torbalarda saklanması da iyi bir fikirdir.

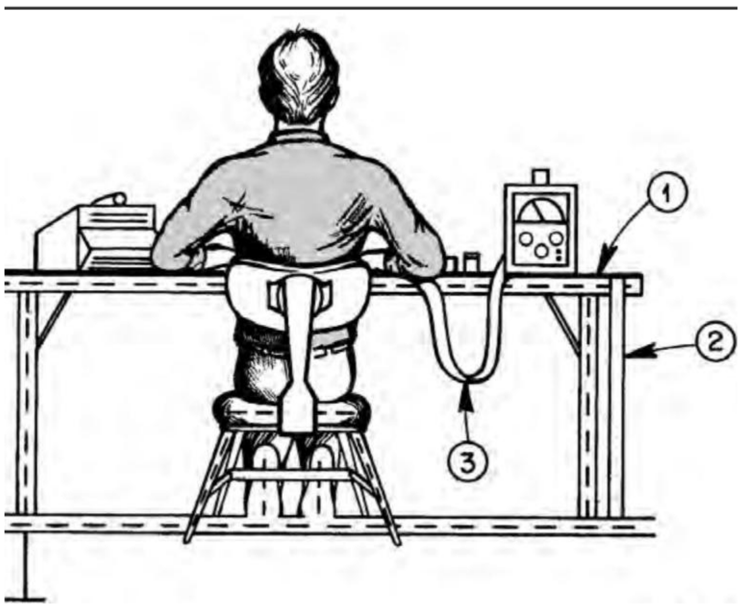
Bu önlemler elektrostatik yüklerin birikimini azaltmaya yardımcı olur. Diğer teknikler, yükler için yavaş bir deşarj yolu sunar veya bileşenleri ve bunları kullanan operatörü aynı zemin potansiyelinde tutar.

DISSSIPATİNG STATİC

En iyi tekniklerden biri, operatörü ve kullanılan cihazları toprak zemine veya ortak bir referans noktasına bağlamaktır. Bununla birlikte, elektronik ekipman üzerinde çalışan bir operatörü doğrudan topraklamak iyi bir fikir değildir; Şok riski çok fazla. Operatör - 100 k © ila 1 MO gibi yüksek değerli bir dirençle topraklanırsa, ESD koruması hala sunulur, ancak şok riski yoktur .

Operatör genellikle iletken bir bilek kayışı ile topraklanır. Bu bilek bandı bir ek-on zemin kurşun ile donatılmıştır. A 1M0 Canlı bir devre ile temasa geçildiğinde kullanıcıyı korumak için kayışın çıtçıtına direnç yerleştirilmiştir. Herhangi bir ev yapımı zemin kayışına benzer bir direnç oluşturun.

Kullanılan cihazlar ve ekipmanlar da toprağa bağlı bir yük dağıtan mat üzerinde çalışarak topraklanır. Mat, bir direnç malzemesi ile emprenye edilmiş bir yalıtkan olmalıdır. Uygun paspaslar ve bilek kayışları çoğu elektronik tedarik evinden temin edilebilir. **Şekil 23.8** gösterir



HBK05_08-09

Şekil 23.8 - **ESD özelliklerini en aza indirmek için kurulmuş bir iş istasyonu (1) topraklanmış bir dağıtıcı iş paspası ve (2) işçiyi (3) yüksek dirençle topraklayan bir bilek kayışı.**

Tipik bir ESD güvenli iş istasyonu .

Çalışma alanı ayrıca doğrudan veya iletken bir paspas aracılığıyla topraklanmalıdır. Hassas bileşenleri lehimlemek için topraklanmış uçlu bir havya kullanın. Üç telli güç kablolarına sahip çoğu ütü uygun şekilde topraklanır. Statik duyarlı cihazları lehimlerken, iki veya üç jumper kullanın: biri sizi topraklamak için, biri işi topraklamak için ve biri de demiri topraklamak için. Demirin güç kablosunda bir toprak teli yoksa, demirin metal kısmından sapın yakınındaki metal kısımdan sıcaklığı barındıran metal kutuya bir jumper takın kontrol. Başka bir jumper kutuyu işe bağlar. Son olarak, bir jumper kutudan statik topraklama için elastik bir bilek bandına gider.

23.5.2 Parçaları sıralama

Özellikle kit olarak paketlenmiş bir proje oluştururken, bileşenlerinizi sıralamak için uygun kabı bulmak bir sorun olabilir. Bu görevi çok daha kolay ve düşük maliyetle yapan birçok şey var.

Plastik bir yumurta kartonu kullanmak veya dürtmek

Ponent, parçaların sıralanması için oldukça iyi çalışır, ancak her iki yöntem de hassas bileşenlerin ESD hasarına yol açabilir. Bu yöntemi, ESD'ye nispeten bağışık olan dirençler, kapasitörler ve indüktörler gibi bileşenler için kullanın.

Metal kek tepsileri idealdir, çünkü tepsinin kendisi statik birikmeyi önlemek için 1 MQ dirençle topraklanabilir. Cupcake tepsileri tipik olarak üç boyutta gelir: 6, 12 ve 16 bardak. En iyi sıralama tekniği, en yaygın veya ilk kullanılan bileşenleri, üreticiye en yakın bardaklara yerleştirmektir (genellikle dirençler),

Ortak standart parçalar

Bir proje oluştururken veya ekipmanı onarırken, yardımcı olur Devre tasarımlarını ve ince ayar performansını değiştirmede kullanılmak üzere çeşitli standart ve ortak parçalara sahip olmak. Onarım yapmak veya bir parçası eksik olan bir kiti tamamlamak, çeşitli parçaları elinizde tutmak için iyi bir nedendir. Mümkün olan her gerekli parçaya sahip olmak mümkün değildir, ancak çoğunluk Herhangi bir projedeki bileşenlerden biri genellikle ortak standart değerlerden biridir.

Dirençler, kapasitörler gibi yeni parçaların çeşitleri, Yarı iletkenler DigiKey, Mouser, Newark ve Jameco gibi elektronik distribütörlerden ve Velleman gibi parça şirketlerinden temin edilebilir. Bunlar genellikle bir saklama kabı veya kabini ile de mevcuttur. Parça dolabının ve parçaların kendilerinin maliyetini dikkate alırken,
Bu şekilde standart parçalar satın almak çok ekonomik. İf parça dolapları mevcut değildir, zanaat mağazaları ve balıkçılık tedarik mağazaları genellikle küçük parçaları sıralamak ve depolamak için ideal olan düşük maliyetli bölümlere ayrılmış kaplara sahiptir. Takım kutuları, özellikle sezon sonu satışları sırasında satın alındığında bileşenleri ve malzemeleri depolamak için de kullanışlıdır.

Başka bir öneri sipariş verirken miktarda satın almaktır Bir projenin parçaları. Sadece bireysel bileşenler üzerinde sık sık bir fiyat molası almakla kalmaz, aynı zamanda yol boyunca bileşen mağazanızı inşa edersiniz.

Birçok satıcı ayrıca elektronik üretimden bir veya daha fazla artı parça değerine sahip torbalara sahiptir. Çoğu zaman, bir torba fazla parça satın almak için olduğundan daha ucuzdur.
Bir iki tane de başka yerden alın. Bazıları genellikle "yakalama çantaları'olarak adlandırılan gerçekten rastgele çeşitler olarak gelir ve diğerleri parça yerleştirme makinesi için hazırlanmış" bantlar'olarak satılabilir. Bileşenleri ayırmanız gerekecek, ancak fiyat buna değer !

Ham radyo bit pazarlarında iyi bir parça seçimi yapabilirsiniz. Parça dolaplarını tüm bileşen ve donanım koleksiyonlarıyla birlikte görmek yaygındır! Kap torbaları ve parçaları çöp kutuları da burada yaygındır ve bileşenleri sıralamaya istekli iseniz genellikle çok iyi bir değerdir.

Bu kenar çubuğundaki tablolar birçok projede kullanılan ortak parçaları listeler. Bu parçaları biriktirmek ve el altında tutmak iyi bir fikirdir. Bu parçaların her birine sahip olmanız gerekmediğini unutmayın, ancak parçalar için alışveriş yaparken listeyi aklınızda bulundurun. (Parça türleri hakkında daha fazla bilgi için Bileşen Verileri ve Referanslar bölümüne bakın.)

Dirençler (ohm cinsinden değerler)

				27	33	39	47	56	68	82	100	12 0
10	15	18	22	390	470	560	680	820	5.6 k	6.8k	8.2 k	
150	180	220	270	2.2k	2.7k	3.3k	3.9k	4.7k	56k	68k	82k	
1.0k	1,2k	1.5k	1.8k	22k	27k	33k	39k	47k	1M	4.7 M		
10k bin	12k	15k	18	220 k	470 k	560 k	680 k	820 k				

Potansiyometreler (ohm cinsinden değerler)

500	1k	5k	10k	100k
	1M			

Seramik disk kondansatörler (pF cinsinden değerler)

33	39	47	56	68	82	100	12 0
68 0	100 0	470 0					

Seramik disk kapasitörler (µF cinsinden değerler)

0.001	0.005	0.01	0.022	0.05	0.1

Elektrolitik ve tantal kapasitörler (µF cinsinden değerler)

12.2	4.7	10	22	33	47	10 0	22 0	47 0	100 0	220 0

Diyotlar ve doğrultucular

1N34A 1N914

Transistörler

Voltaj regülatörleri

78L05	7805	7812	781 5	LM317	723

Operasyonel amplifikatörler ve çeşitli İC'ler

324 741 747 TL081
555 (zamanlayıcı)
ULN2001 (sürücü dizisi)

En az kullanılan parçalarla (genellikle donanım montajı) uzak bardaklarda.

Parça sıralama için bir başka harika fikir, çıkarılabilir tepsilere sahip bir olta takımı kutusu kullanmaktır. İnexpensive takım kutuları açık tedarik evlerinde ve mağazalarda mevcuttur ve bunları genellikle satışta bulabilirsiniz. Takım kutusu, - parçalarınızı her hareketli tepsi içinde farklı bölmelere ayırmanıza izin vermenin belirgin bir avantajına sahiptir ve bazı tepsiler, - bölümlerinizi projenizin parçalarına daha iyi uyacak şekilde yeniden boyutlandırmanıza izin veren parçalara sahiptir. Birçok takım kutusu, üstte kısmen bitmiş panolarınızı saklamanıza izin veren daha büyük bir açık alana sahiptir, kalan bileşenler altındaki kapatılabilir tepsilerde bulunur. Bu düzenleme, projenizi hasardan korumak için idealdir ve çalışma oturumları arasında güvenli bir şekilde saklanabilir.

23.5.3 İnşaat siparişi

Bir kit veya DIY projesi oluştururken, genellikle parçaların hangi sırayla monte edilmesi gerektiği sorusu ortaya çıkar. Bir kit olduğunda, kılavuz genellikle çok açıktır ve inşaatçının projeyi aşama aşama inşa etmesini gerektirir. Diğer kit kılavuzları, üreticiye bırakarak yalnızca minimum yol tarifi sunar. Kılavuzu, referans için yakındaki bir dizüstü bilgisayarda veya tablette basılı olarak kullanın.

Aşama aşama inşaat aşamasında, inşaatçının, monte edilen tüm bileşenlerle çözmek için daha karmaşık bir sorun yaşamadan projenin bu alanını test etmesini ve gidermesini sağlamak için projedeki her aşama tamamlanır. Bu yöntem aynı zamanda inşaatçının projede yer alan ilkeleri ve devrenin her bir parçasının güç kaynağından çıkışa kadar nasıl çalıştığını öğrenmesini sağlar. Bu, gelecekteki değişiklik ve onarım için büyük bir yardımcıdır.

Aşamalar halinde bir kit oluştururken, - parçaları aşamalara göre sıralamak, her aşamadaki parçaları kendi alanlarına yerleştirmek genellikle daha iyidir. Bu şekilde, her aşama tamamlandığında, o aşamanın kabında fazladan parça kalmamalıdır. Zaten kılavuzda numaralandırılmamışlarsa aşamaları numaralandırın ve her bir bölmeye, bu parçaların ait olduğu aşamayı gösteren, bu numaraya sahip küçük bir kağıt parçası yerleştirin.

Minimum montaj talimatı verildiğinde, en iyi yaklaşım önce dirençleri, sonra kapasitörleri ve ardından yarı iletkenleri, ardından daha benzersiz bileşenleri monte etmektir. Bu şekilde, parçaların çoğu işlemin başlarında monte edilir, bu nedenle kalan parça yerlerini bulmak çok daha kolaydır. Bu teknik aynı zamanda inşaatçının parçaların kullanımını iki kez kontrol etmesini sağlar. Büyük parçaları daha küçük çevre - parçalarından sonra monte etmeye çalışın, böylece hepsini düzgün bir şekilde monte etme yeteneğini engellemeyin.

İnşaat başlamadan önce parçaları İnventory. İn kitleri veya DIY projeleri, eğer bir

Bir dizi kit monte edildikten sonra değişiklik yapılır, hata olasılığı vardır, böylece parça listesi veya kart düzenleri devrenin tasarımındaki değişiklikleri yansıtmaz. Bazen, kapsanan bantların seçimi gibi farklı seçenekleri kolaylaştırmak için bir dizi ekstra parça bir kit ile birlikte verilir. Bazen parçalar devredeki diğer bileşenlerin değiştirilmesi ile elimine edilir veya değiştirilir. Neden boş bir alana veya fazla parçaya sahip olduğunuzdan emin değilseniz, kit tedarikçisine sorduğunuzdan emin olun. Bazen kitte - önceden paketlenmiş eski değerlerin yerine yeni parça değerleri eklenir ve eski değerler fazlalaşır. Tamamlanmış bir projeye güç vermeden önce bileşen yerleşimi ile ilgili soruları çözün.

23.5.4 Bileşen montajı

Çok sayıda bileşenle çalışırken, sorun giderme gerektiğinde yardımcı olabilecek birkaç teknik vardır. Dirençler polarize olmamasına rağmen, doğru konumda olmayan bir parçayı tespit etmeyi kolaylaştırmak için aynı yönü okuyan renk kodlarıyla monte etmek iyi bir fikirdir. Diyotlar, elektrolitik kapasitörler ve İC'ler gibi polariteye duyarlı parçalar belirtilen yönlerine yerleştirilmelidir. Genel olarak, bileşenleri monte edin, böylece bileşenleri anakarttan çıkarmak veya bükmek zorunda kalmadan değerleri okunabilir ve olası hasara neden olur.

Dirençler gibi eksenel-kurşun bileşenler, dik ve düz olmak üzere iki yöntemden birine monte edilir. Bir PC kartında yer kazanmak için, dirençler genellikle bir saç tokasına benzeyen bir şekilde çift bükülmüş bir kurşun ile dik olarak monte edilir. En iyi uygulama, bu bükülmeyi direnç değerini gösteren renk şeritlerinin üstten başlaması ve hassas şeridin (genellikle gümüş veya altın) altta olması ve monte edildikten sonra değerlerin okunmasını kolaylaştırmasıdır. Diyotlar gibi alfanümerik işaretlere sahip bileşenler, işaretler görünür olacak şekilde monte edilmelidir.

Polarize olmayan kondansatörler, işaretler başka bir bileşen tarafından engellenmediği sürece, aynı yöne bakan işaretlerle en iyi şekilde yerleştirilir.

Polarize parçalar için lehimlemeden önce konumunu her zaman iki kez kontrol edin. Ticari olarak hazırlanmış bir PC kartı genellikle diyot etiketleri üzerinde şeritlere sahiptir, bu da katot şeridini diyot üzerine hangi ucun yerleştireceğini gösterir. Bir kondansatör için dairenin içindeki veya yanındaki tahtadaki "+" işareti, genellikle daha uzun olacak olan pozitif kurşunu gösterir. LED'ler katodu tanımlamak için bir kurşun üzerinde düz bir noktaya veya bir çentiğe sahip olacaktır. Bileşen gövdesi stilleri hakkında daha fazla bilgi için Bileşen Verileri ve Referanslar bölümüne ve üreticilerin veri sayfalarına bakın.

İC'leri monte ederken, bir pin düzleştirici kullanmak, uçları yerleştirme için hizalamaya yardımcı olur. İf bir mevcut değil, hizalamak için düz bir yüzey kullanın

Hemen onları. Bir pimin içe doğru bükülmediğinden ve tüm pimlerin sokete veya PC kartı deliklerine girdiğinden emin olun.

Straight-pin "header" konektörleri - projelerde ve kitlerde yaygın olarak kullanılır. Bu amaç için özel bir jig'iniz yoksa, bu tür bir konektörün lehimlenmesi zor görünebilir. Kolay bir teknik, konektörün tam olarak ne kadar düz olduğuna bakılmaksızın, parçayı tahtada tutmak için bir pimi lehimlemektir. Bir parmak kullanarak, çözülmemiş bir pim veya pimlere baskı uygulayın ve daha önce lehimlenmiş olan solo pimi yeniden ısıtın. Konektör düz ve dikey olarak yerine yerleştirildiğinde hissedebilirsiniz. Sadece çok sıcak olabileceğinden ısıtılmayan bir pime dokunduğunuzdan emin olun! (K0NEB, ek - rehberlik olarak kitabın çevrimiçi ek materyalinde bulunan fotoğraflara katkıda bulunmuştur.)

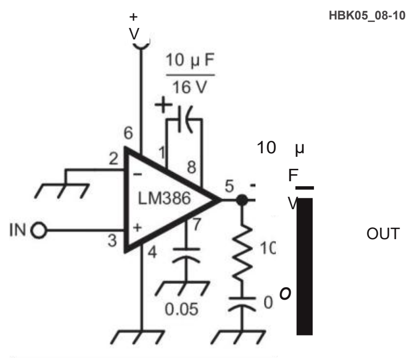
Konektör doğru konuma geldiğinde ve sadece bir pim lehimlendiğinde, diğer pimler konektörü tamamlayarak lehimlenebilir. Bu aynı işlem, fişler ve jaklar gibi şeyleri bir PC kartına lehimlemek için de kullanılabilir. Geçici olarak veya bir pimi lehimleyin, ardından konumunu ayarlarken yeniden ısıtın, ardından konektör üzerindeki diğer

23.5.5 Elektronik yapım teknikleri

Elektronik devreleri inşa etmek için birkaç farklı noktadan noktaya kablolama tekniği veya baskılı devre kartları (PC kartları) kullanılabilir. Çoğu devre projesi tekniklerin bir kombinasyonunu kullanır. Tekniklerin seçimi birçok farklı faktöre ve oluşturucu tercihlerine bağlıdır.

Bir kerelik inşaat için, PC kartları gerçekten gerekli değildir. Bir PC kartını yerleştirmek, delmek ve kazmak zaman alır. Fikirlerinizi değiştirirseniz veya bir hata yaparsanız değişiklik yapmak zordur.

Şekil 23.9'da gösterilen basit ses amplifikatörü, çeşitli noktasal nokta veya PC kartı teknikleri kullanılarak inşa edilecektir. Bu gösterir



Şekil 23.9 - Çeşitli yapım tekniklerinin tasarım örneği olarak kullanılan ses amplifikatörünün şematik diyagramı.

Farklı inşaat yöntemlerinin tipik bir devreye nasıl uygulandığı. (Yüzey montaj teknikleri önceki bölümde tartışılmıştır.)

POIGNT-TO-POIGNT TEKNİKLERİ

Noktadan noktaya teknikler, bir devre oluşturmak için bağlantı noktalarına ve kablolara veya bileşen uçlarına dayanan tüm devre yapım tekniklerini içerir. Bu, çoğu ev yapımı inşaat projesinde kullanılan tekniktir. İt bazen eski vakum tüpü alıcıları ve modem tüp amplifikatörleri gibi ticari yapılarda kullanılır.

Noktadan noktaya kablolama, bir baskılı devre projesinde kullanılan "off-board" bileşenlerini bağlamak için de kullanılır. Daha karmaşık elektronik sistemlerde kullanılan çeşitli modülleri ve yazdırılmış devre kartlarını birbirine bağlamak için kullanılabilir. Çoğu elektronik ekipman parçası en azından bazı noktadan noktaya kablolara sahiptir .

YER-DÜZLEM YAPIMI

Elektrik bağlantıları için bağlantı noktaları olarak bileşenlerin uçlarını kullanan bir noktadan noktaya yapım tekniği, "zemin düzlemi", "ölü böcek" veya "çirkin" yapı olarak bilinir. "Dead-bug construction" adını, uçları havaya yapışan bir İC'nin görünümünden alır**.** **Çoğu** durumda, bu teknik, noktadan noktaya kablolama kullanarak bir devre inşa etmek için temel ve zemin düzlemi olarak bakır kaplı devre kartı malzemesi kullanır, bu nedenle **bu bölümde** "zemin düzlemi yapısı'olarak adlandırılır. Bir örnek **Şekil 23.10'da gösterilmiştir.**

Zemin düzlemi yapımı hızlı ve basittir: Devreyi kazınmamış bir bakır kaplı devre kartı parçası üzerine inşa edersiniz. Bir bileşen toprağa bağlandığında, onu bakır tahtaya lehimlersiniz. Bileşenler arasındaki topraklanmamış bağlantılar nokta noktası yapılır. Bir zemin düzlemi tahtasıyla nasıl inşa edileceğini öğrendikten sonra, bir parça devre kartı alabilir ve ilginç bir devre gördüğünüz her an inşa etmeye başlayabilirsiniz.

Bir PC kartının katı boyut sınırları vardır; Bileşenler ayrılan alana sığmalıdır. Zemin düzlemi yapısı daha esnektir; Eldeki parçaları kullanmanızı sağlar. Devre kolayca değiştirilebilir - deney yaparken büyük bir yardım. Yer düzlemi yapımının en büyük erdemi hızlı olmasıdır.

Zemin düzlemi yapımı model bina gibi bir şeydir, lehim almost- ama tam olarak değil - tutkal gibi parçaları birleştirir. Zemin düzlemi yapısı, devreyi doğrudan şemadan oluşturursunuz, böylece bir devreye ve nasıl çalıştığına aşina olmanıza yardımcı olabilir. Küçük bir yer düzlemi modülleri üzerinde büyük bir devrenin alt bölümlerini oluşturabilir ve bunları daha büyük bir tasarıma dizebilirsiniz.

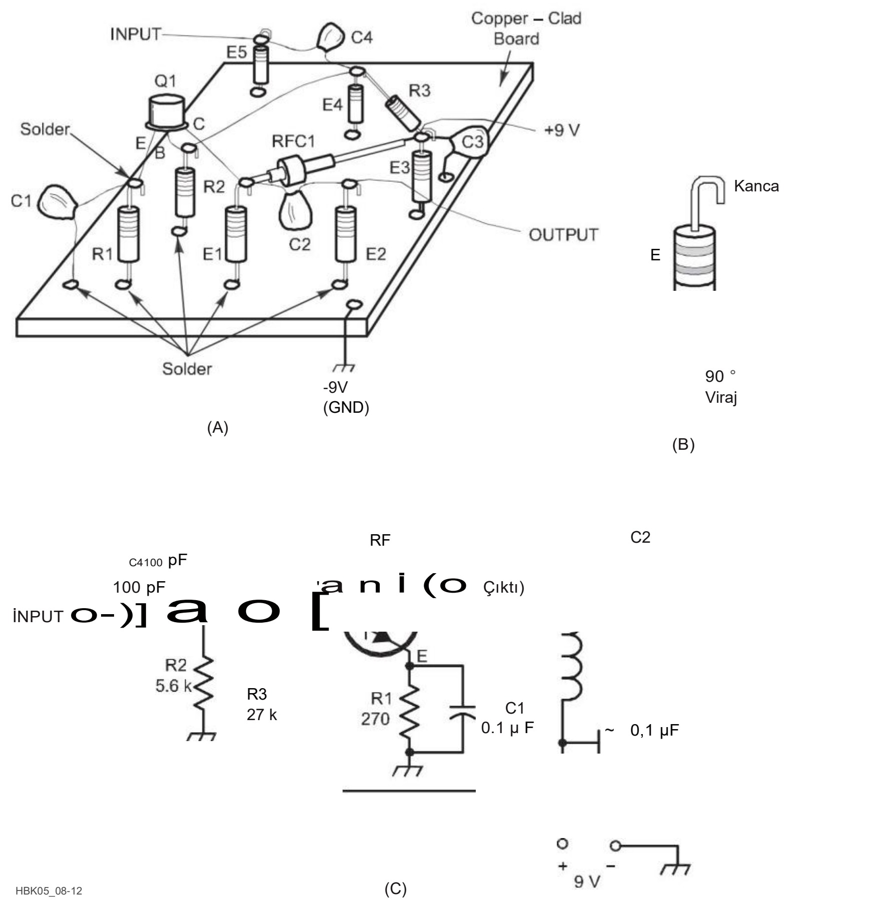
Devre bağlantıları doğrudan yapılır, bileşen kurşun uzunluğunu en aza indirir. Kısa kurşun uzunlukları ve düşük empedanslı toprak iletkeni devre kararsızlığını önlemeye yardımcı olur. Genellikle PC kartı izleri arasında bulunandan daha az bileşenli kapasitif bağlantı vardır, bu nedenle RF, yüksek kazançlı veya hassas devreler için PC kartı yapımından daha iyidir.

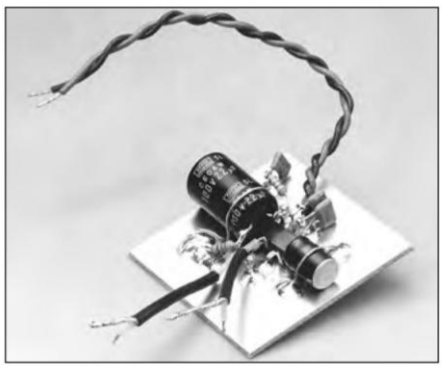
Diğerlerini desteklemek için devre bileşenlerini kullanın

devre bileşenleri. Bir bileşeni zemin düzlemine monte ederek başlayın, oradan inşa edin. Bir bileşeni zemin düzlemine monte etmek için gerçekten sadece iki yönlü bir teknik vardır. Bileşen uçlarından birini 90 °'lik bir açıyla bükün ve sonra fazlalığı kesin. Lehim levha yüzeyine lehim bir blob, belki çapı yaklaşık 0.1 inç, lehim küçük bir kubbe bırakarak. Bir elinizi kullanarak, bileşeni lehimli noktanın üstünde yerinde tutun ve bileşeni ve lehimi yeniden ısıtın. İt, bileşeni güvenli bir şekilde lehimleyerek güzelce akmalıdır. Demir ucunu çıkarın ve lehim soğuyana kadar bileşeni tamamen sabit tutun. Daha sonra ilk bölümle bağlantı kurabilirsiniz .

Lehimlemeden önce bağlantılar mekanik olarak güvenli olmalıdır. Bir bileşenin ucundaki küçük bir kancayı bükün, ardından bir sonraki bileşene "kıvrın". Mekanik mukavemet sağlamak için sadece lehim bağlantılarına güvenmeyin; Er ya da geç bu bağlantılardan biri başarısız olacak ve ölü bir devreyle sonuçlanacak .

Çoğu durumda, her devre, devredeki tüm bileşenleri desteklemek için yeterli topraklanmış bileşenlere sahiptir. Bu her zaman değil





Şekil 23.10 - Zemin **düzlemi - konstrüksiyonu kullanılarak inşa edilen Şekil 23.9'un örnek ses amplifikatörü.**

Şekil 23.11 - Zemin düzlemi konstrüksiyonunu kullanan bir devre kartının resimsel görünümü A'da gösterilmektedir. A. Standoff dirençlerinden birinin yakın plan görünümü B. Uçların nasıl büküldüğüne dikkat edin. C'deki şematik diyagram, A'da gösterilen devreyi gösterir.

Ancak mümkün. **Bazı devrelerde**, yüksek değerli dirençler standoff **izolatörleri olarak kullanılabilir**. Bir direnç kurşun bakır zemin düzlemine lehimlenir; Diğer kurşun bir devre bağlantı noktası olarak kullanılır. ¼ veya ½ W dirençlerini 1 ila 10 MQ arasındaki değerlerde kullanabilirsiniz. Bu tür yüksek değerli dirençler neredeyse hiç akımın akmasına izin vermez ve düşük empedanslı devrelerde dirençlerden çok yalıtkan gibi davranırlar. Genel bir kural olarak, standoff izolatörleri olarak kullanılan dirençler, devrenin o noktasındaki devre empedansının en az 10 katı olan bir değere sahip olmalıdır .

Şekil 23.1 İA, Şekil 23.llC'de gösterilen devreyi bağlamak için standoff tekniğinin nasıl kullanılacağını göstermektedir. Şekil 23.llB, standoff bileşeni zemin düzlemine lehimlenmeden önce direnç uçlarının nasıl büküldüğünü gösterir. ES aracılığıyla El bileşenleri, standoff izolatörleri olarak kullanılan dirençlerdir. Şematik diyagramda görünmezler. Şekil 23.llA Ql'deki temel devre, çizimdeki dağınıklığı azaltmak için uzatılmıştır. Pratik bir devrede, tüm sinyal uçları mümkün olduğunca kısa tutulmalıdır. Bu nedenle E4, Q 1'e çizimin gösterdiğinden çok daha yakın yerleştirilecektir.

Şekil 23.11'in Rl ve R2'si yakınında hiçbir standoff post gerekmez. Bu iki direnç iki amaca hizmet eder: Sadece normal devre dirençleri değil, aynı zamanda standoff direkleri olarak da işlev görürler. Çift rolde bir kondansatör veya direnç kullanılabileceği yerlerde bu uygulamayı

"MANHATTAN" CONSTRUCTION Bir devre oluşturmak için başka bir çözüm, daha önce Yüzey Montaj Bileşenleri bölümünde Şekil 23.7E olarak gösterilen "Manhattan" yapısı olarak adlandırılır. Bu yöntem, adını bir şehirdeki yüksek binaları andıran bitmiş ürünün görünümünden almıştır. Manhattan inşaatı, hem ana kartı hem de bileşen bağlantı - noktalarını yapmak için düz, kazınmamış bakır kaplı PC kartı malzemesi kullanır. Kullanılan PC kartı malzemesi tek veya çift taraflı olabilir.

Proje için gerekli olan tahtanın istenen boyutunu ve şeklini kestikten sonra, yalıtımlı temas pedlerini yapmak için kalan artıkları kullanın. Bu pedler çeşitli şekillerde yapılabilir, en yaygın olanı malzemeyi yaklaşık % veya % inç çapında küçük kareler halinde kesmektir. Pedleri oluşturmak için başka bir yöntem, ağır hizmet tipi bir delik delme kullanmaktır. Bu tür bir zımba genellikle sac gibi malzemelerde çeşitli boyutlarda yuvarlak delikler oluşturmak için değiştirilebilir kalıplara sahiptir ve birçok takım satıcısında mevcuttur. Kesildikten sonra, pedler bağlanacak parçaların kurşun uzunluklarını barındıran bir desende tahtaya yapıştırılabilir.

Pedler taban kartına yapıştırılabilir veya - pedler çift taraflı PC kartı malzemesi ise lehimlenebilir. Pedleri tahtaya monte etmek için siyanoakrilat "süper tutkal'gibi küçük bir anlık tutkal damlası kullanın. Pedlere lehimleme yaparken, Pedlerin gevşemesini önlemek için gereken minimum ısı miktarını kullanın.

Bileşen uçları pedlere lehimlenir ve zaten orada bulunan bağlantıyı basitçe yeniden ısıtarak bir pedin içine ilave uçlar eklenebilir. Ana tahta, tüm zemin uçları tahtaya lehimlenmiş zemin düzlemi olarak kullanılır. Bu inşaat yöntemi UHF'ye kadar RF devreleri ile iyi çalışır.

WIRED TRACES - TEMBEL PC KARTI

Zaten bir PC kartı tasarımınız varsa, ancak tüm devreyi kopyalamak istemiyorsanız - veya çift taraflı bir PC kartı yapmak istemiyorsanız - en kolay yapım tekniği çıplak bir tahta veya perfboard kullanmak ve izleri sağlamlaştırmaktır.

Gerekli delikleri tek taraflı bir tahta parçasına delin, bakır zemin düzlemini deliklerin etrafından çıkarın ve ardından kazınmış izler yerine bileşen uçlarını ve tel bitlerini kullanarak sırtını bağlayın **(Şekil 23.12)**.

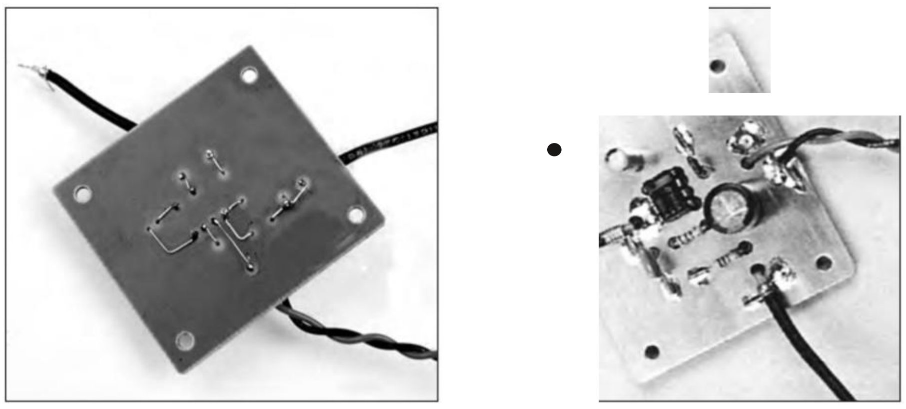
Mevcut bir kart düzenini aktarmak için, **1:1 fotokopi çekin** ve PC kartınıza bantlayın. Deliklerden otomatik (tek elle) merkezi bir zımba ile veya keskin bir scriber ile sert bir basınçla delin, fotokopiyi çıkarın ve tüm delikleri açın. Zemin uçları için delikler isteğe bağlıdır - genellikle elde edersiniz Bileşen ucunu düz bir şekilde tahtaya bükerek ve lehimleyerek daha iyi bir RF zemini. Deliklerin geri kalanının etrafındaki bakırı, deliğe hafifçe bir matkap ucu bastırarak ve parmaklarınız arasında bükerek çıkarın. Bir matkap presi de kullanılabilir, ancak her iki durumda da çok fazla tahta malzemesini çıkarmayın. Sonra kartın altındaki devreyi bağlayın. Sonuçlar çok düzgün ve düzenli görünüyor - en azından yukarıdan!

Başlangıçta PC kartı montajı için tasarlanmış bileşenleri içeren devreler bu teknik için iyi adaylardır. Kablolu izler, çok uçlu RF İC'leri, çift dengeli karıştırıcıları ve benzeri bileşenleri içeren devreler için de uygun olacaktır. Bu bileşenlerin pimlerini toprağa atlamak için, - kartın altındaki minyatür bir seramik kapasitörü doğrudan bypass piminden zemin düzlemine bağlayın.

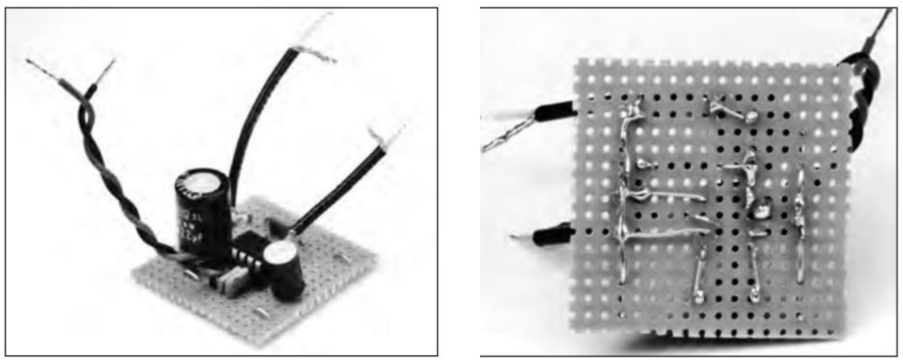
Kablolu bir iz tahtası oldukça sağlamdır, ancak bileşenlerin çoğu sadece bükülmüş uçları ve lehim lekeleri tarafından tutulur. Bir damla siyanoakrilat "süper tutkal", daha büyük bileşenleri, kırılgan uçlu bileşenleri veya hareket edebilecek uzun uçları veya telleri tutabilir.

DELİKLİ KONSTRÜKTYON LEVHA

Devre oluşturma kullanımlarına basit bir yaklaşım



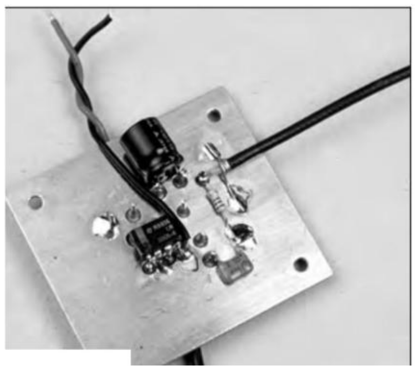
Şekil 23.12 - Kablolu izler konstrüksiyonu kullanılarak inşa edilen ses amplifikatörü.

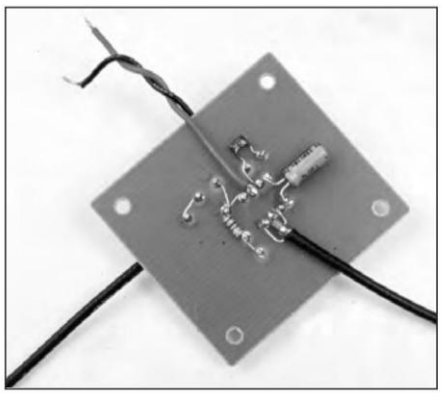


Şekil 23.13 - Delikli tahta üzerine inşa edilmiş ses amplifikatörü. Sol üst görünüm; Sağ alt görünüm.

Perfboard olarak bilinen delikli bir fenolik veya epoksi reçine tahtası. Perfboard birçok farklı delik deseni ile mevcuttur. İhtiyaçlarınıza uygun olanı seçin. Perfboard genellikle unclad, lehimlemeyi kolaylaştıran pedlerle yapılmış olmasına rağmen.

Delikli tahta üzerinde devre yapımı kolaydır. Bileşenleri tahtaya gevşek bir şekilde yerleştirerek ve tatmin edici bir düzen elde edilene kadar hareket ettirerek başlayın. Bu bölümde açıklanan inşaat tekniklerinin çoğu perfboard'a uygulanabilir. Ses





Şekil 23.9'un yükselticisi yapılandırılmış olarak gösterilmiştir • Şekil **23.13'teki bu teknikle.**

Perfboard ve aksesuarlar yaygın olarak bulunur **- Şekil 23.14 - Terminal ve tel konstrüksiyon kullanılarak inşa edilmiş ses amplifikatörü.** muktedir. Aksesuarlar montaj donanımını içerir lehim ve lehimsiz yapı için çeşitli bağlantı terminalleri.

TERMİNAL VE WIRE

Bu teknik için genellikle bir perfboard kullanılır. İtme terminalleri bir perfboard içindeki deliğe yerleştirilir. Bileşenler daha sonra terminallere kolayca lehimlenebilir. Alternatif olarak, ihtiyaç duyulan her yerde çıplak veya bakır kaplı bir tahtaya delikler açın **(Şekil 23.14).** Bileşenler genellikle kartın bir tarafına monte edilir ve teller, kablolu PC kartı "izleri'olarak hareket ederek kartın altına lehimlenir. Bir bileşenin, diğer bileşenleri ekleyebileceğiniz makul derecede sert bir ucu varsa, bunu bir itme terminali yerine kullanın - zemin düzlemi yapım tekniğinin bir modifikasyonu.

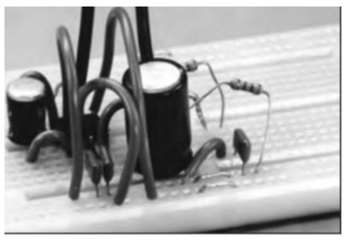
Bir zemin düzlemi sağlamak için çıplak bir tahta kullanıyorsanız, terminalleriniz için yüksek hızlı bir PC kartlı matkap ve matkap presi ile delikler açın. Delginin kaymasını önlemek için deliğin konumunu bir orta zımba ile işaretleyin. Delik, itme terminali için rahat bir uyum sağlamalıdır.

RF bileşenlerini kartın üstüne monte edin, de bileşenlerini ve bağlantı kablolarının çoğunu altında tutun. Anakartın üstünde bypass kondansatörleri bulunan terminallerle besleme bağlantıları yapın. Daha kritik uygulamalar için küçük lehim beslemeli kapasitörler kullanın.

LEHİMSİZ PROTOTIP PANOSU

Ses ve dijital devreler için iyi çalışan bir inşaat alternatifi, **Şekil 23.15'te gösterilen lehimsiz prototip tahtasıdır (protoboard).** İt genellikle birkaç MHz'in üzerindeki RF devreleri için uygun değildir.

Bir protoboard, tahtanın içinde yaylı metal şeritler bulunan delik sıralarına sahiptir. Devre bileşenleri ve bağlantı teli deliklere yerleştirilir ve metal şeritlerle temas eder. Aynı satıra eklenen bileşenler birbirine bağlanır. Bileşen ve ara bağlantı değişiklikleri yapmak kolaydır. Önceden yapılmış ve renk kodlu jumper'lar bu panoları kablolamayı kolaylaştırır. (Dört katılı bir telefon sistemi kablosu uzunluğu-



Şekil 23.15 - Lehimsiz bir prototipleme panosu üzerine inşa edilmiş ses amplifikatörü.

İletken teller mükemmel bir renkli jumper teli kaynağı yapar.) Daha kolay bağlantı için üzerlerine monte edilmiş güç kaynağı terminallerine sahip bir protoboard arayın.

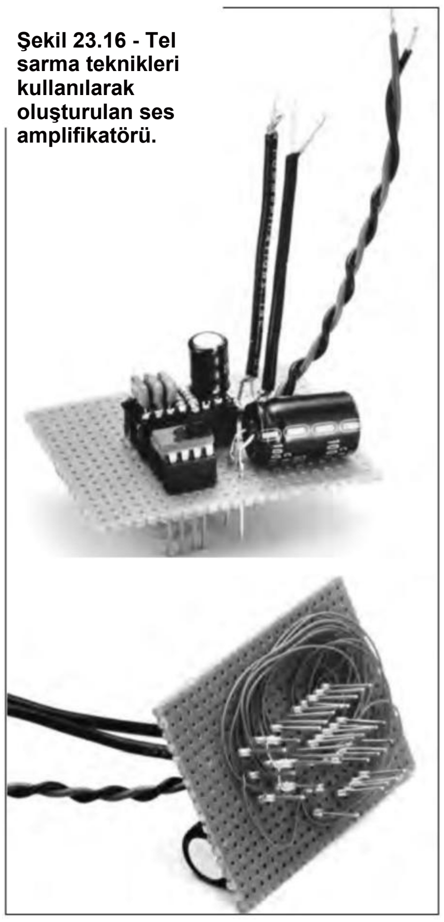
Protoboardların bazı küçük dezavantajları vardır. Metal şeritler devreye başıboş kapasite ekler ve jumper uzunlukları uzun olabilir. Büyük çaplı bileşen uçları şeritlerin metal kontaklarını deforme edebilir - üreticinin önerdiğinden daha büyük olmayan bir tel taktığınızdan emin olun.

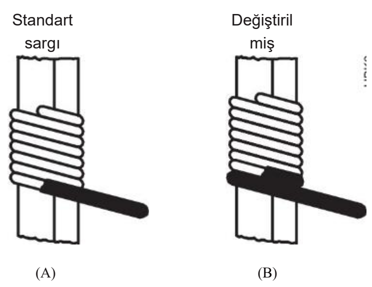
WIRE-WRAP CONSTRUCTION

Tel sarma teknikleri, lehimsiz bir devreyi hızlı bir şekilde inşa etmek için kullanılabilir. Düşük ve orta hızlı dijital devreler genellikle bir tel sarma tahtası üzerine monte edilir. Bununla birlikte, teknik dijital devrelerle sınırlı değildir. **Şekil 23.16,** tel sargı kullanılarak oluşturulan ses amplifikatörünü göstermektedir. Devre değişiklikleri yapmak kolaydır, ancak yöntem kalıcı montajlar için uygundur.

Tel sarma, her bağlantıyı yapmak için küçük bir kare direğin etrafına bir tel sarılarak yapılır. Bir sarma aleti kalın bir kaleme benzer. Elektrikli tel sarma tabancaları, birçok bağlantı yapılması gerektiğinde uygundur. Tel neredeyse her zaman # 30 AWG telidir

Şekil 23.16 - Tel sarma teknikleri kullanılarak oluşturulan ses amplifikatörü.





Şekil 23.17 -Wire-wrap bağlantıları. Standart sargı A'da gösterilir; B'de değiştirilmiş sargı.

İnce yalıtım ile. İki tel sarma yöntemi kullanılır: standart ve modifiye sargı **(Şekil 23.17).** Değiştirilmiş sargı, bağlantıya biraz stres tahliyesi sağlayan bir yalıtımlı tel tum ekler. Sarma sonrası terminalleri karedir (tel sargı sadece keskin gelenlere sahip direklerde çalışır). En az iki bağlantı için yeterince uzun olmalıdır. Şekil 23.17 ve **Şekil 23.18** uygun ve uygun olmayan tel sarma tekniklerini göstermektedir. Küçük bileşenleri bir İC başlık fişine takın. Başlığı, Şekil 23.16'da gösterildiği gibi tel sargılı bir İC soketine yerleştirin. Bu şekildeki büyük kapasitör, uçlarını doğrudan tel sarma direklerine lehimlemiştir.

"HAZIR" UTILITY PC ANAKARTLARI

"Utility" PC anakartları, özel olarak tasarlanmış kazınmış PC anakartlarına bir alternatiftir. Delikli tahta konstrüksiyonunun esnekliğini ve kazınmış devre bağlantı pedlerinin mekanik ve elektriksel avantajlarını sunarlar. Yardımcı PC kartları, basit pasif filtre devrelerinden bilgisayarlara kadar her şeyi oluşturmak için kullanılabilir.

Devreler, bakır kaplamanın bağlantı - pedlerine bölündüğü levhalar üzerine inşa edilebilir. Güç kaynağı voltajları otobüs şeritlerine dağıtılabilir. **Şekil 23.19'da gösterilenler gibi kartlar ticari olarak** temin edilebilir.

Yardımcı bir PC kartı üzerine inşa edilmiş bir ses amplifikatörü **Şekil 23.20'de gösterilmiştir.** Bileşen uçları tahtaya yerleştirilir ve kazınmış pedlere lehimlenir. Tel jumper'lar devreyi tamamlamak için pedleri birbirine bağlar.

Bilgisayar veriyolu, arayüz ve genel amaçlı uygulamalarda kullanılmak üzere bir veya daha fazla kazınmış fişe sahip kullanım panoları yaygın olarak mevcuttur. Konektörler, montaj donanımı ve diğer aksesuarlar da mevcuttur. Ayrıntılar için

23.5.6 Baskılı Devre (PC) Kartları

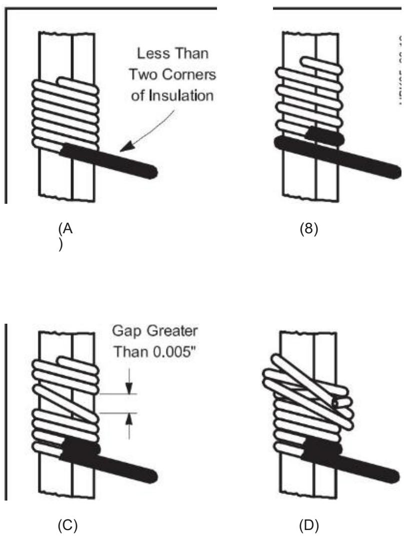
PC kartları her yerde - her türlü tüketici elektroniğinde, Amatör Radyo ekipmanlarınızın çoğunda. Ayrıca çoğu kitte ve inşaat projesinde kullanılırlar. Elektroniğe yeni başlayanlar, başka bir şekilde ekipman inşa etmeye karşı yazılı olmayan bir yasa olduğunu düşünebilir!

Her şeyin bir baskılı devre kartı üzerine inşa edilmesi gerektiği yanılgısı, genellikle kolay proje yapımı için bir engeldir. Aslında, bir PC kartı muhtemelen bir kerelik bir proje için en kötü seçimdir. Gerçekte, orta derecede karmaşık bir proje (bir QRP vericisi gibi), önceki bölümde açıklananlar gibi diğer teknikler kullanılarak çok daha kısa sürede inşa edilebilir. Ek tasarım, düzen ve üretim genellikle gerekenden çok daha fazla çalışmadır.

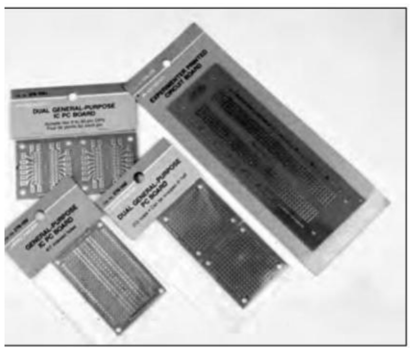
Projeyi elle inşa etmek.

Peki neden herkes PC kartlarını kullanıyor?

Bunun en önemli nedeni tekrarlanabilir olmasıdır. Birçok ünitenin tam olarak aynı düzende seri üretilmesine izin verir, geleneksel kablolamanın zamanını ve çalışmasını azaltır ve kablolama hatalarının olanaklarını en aza indirir. Projeniz için hazır bir PC kartı veya kiti satın alabilirseniz, çok fazla inşaat süresi kazandırabilir. Bu doğrudur, çünkü bir başkası gerçek işin çoğunu yapmıştır - PC kartı düzenini tasarlamak ve izler arası kapasitif kuplaj, zemin döngüleri ve benzeri sorunların neden olduğu "hataları" düzeltmek. Çoğu durumda, hazır bir tahta mevcut değilse, zemin düzlemi inşaatı tasarım, hata ayıklamadan çok daha az iştir.



Şekil 23.18 - İmproper tel sarma bağlantıları. Modifiye sargı için İnsufficient yalıtım A'da gösterilir; bir spiral sarma at B, dönüşler arasında çok fazla boşluk olduğunda; C'de bir veya daha fazla dönüşün yanlış aralıklı olduğu ve D'de bir veya daha fazla dönüşün üst üste geldiği bir açık sarma.



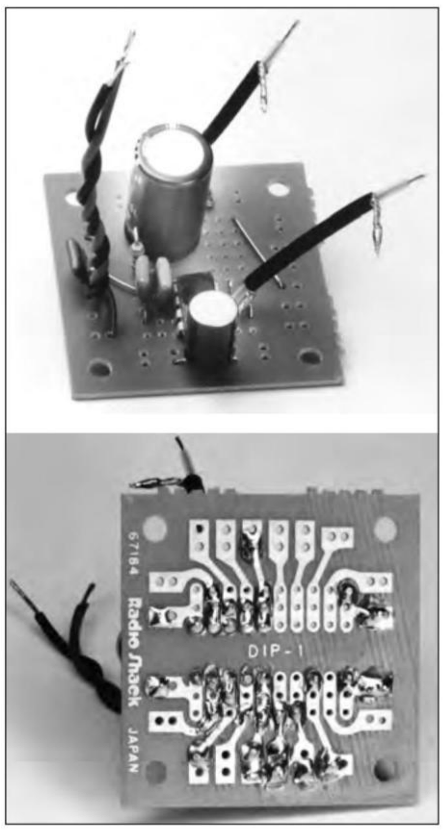
Şekil 23.19 - Bunun gibi yardımcı PC kartları birçok tedarikçiden temin edilebilir.

Ging ve sonra bir PC kartı yapmak.

Bir PC kartı kullanmak genellikle kablolama hataları veya diğer inşaat hataları riskini en aza indirerek proje yapımını kolaylaştırır. İnexperienced constructors genellikle inşaat bir PC kartı üzerine bileşenlerin montaj basitleştirilmiş olduğunda daha emin hissediyorum. Ev inşaatına başlamanın en iyi yollarından biri (bazıları için Amatör Radyo'nun en iyi kısmı), PC kartlarını kullanarak birkaç kit monte ederek başlamaktır. Kit üreticilerinin bir listesi QRP ARCI web sitesinde **www.qrparci.org** "Bağlantılar" altında bulunabilir. Ardından "QRP Kits Bits and Supplies" üzerine tıklayın.

ON-LINE PC BOARD FABRICATİON SERVISLERİ

Son birkaç yıldır, çevrimiçi PC kartı üretim hizmetleri, hobiler ve profesyonel tasarımcılar arasında popüler hale geldi. PCB tasarım yazılımı ve hizmetlerinin tartışılması için bu bölümün PCB Tasarımı için CAD bölümüne bakın. Bu hizmetler, düşük miktarlarda küçük panoların hızlı geri dönüşünde (tipik olarak iki veya üç gün) uzmanlaşmıştır. Bazıları sanat dosyalarını standart değişim biçimlerinde kabul eder ve diğerleri özel yazılım paketlerine sahiptir. Yönetim kurulu başına maliyet, bakım masrafı göz önüne alındığında oldukça makul



Şekil 23.20 - Çok amaçlı bir PC breadboard üzerine inşa edilmiş ses amplifikatörü. A'da üst görünüm; B'de alt görünüm

Bir ev dükkanında tahtalar inşa etmek için gereken araçlar ve teknikler. Sonuçlar - profesyonel ve kaliteli.

PC-BOARD ASSEMBLY TECHNİQUES

Temizlik

PC anakartınızın ve bileşen uçlarınızın temiz olduğundan emin olun. Montajdan önce tüm PC kartını temizleyin; Yüklemeden önce her bileşeni temizleyin. Korozyon parlak ve parlak yerine karanlık görünüyor. Tahtanızı temizlemek için zımpara kağıdı kullanmayın. Birlikte lehimlemeden önce bileşen uçlarını veya PC kartını temizlemek için bir parça ince çelik yün veya bir Scotchbrite temizleme yastığı kullanın.

İnstalling Bileşenleri

Bir PC kartı kullanan bir inşaat projesinde, bileşenlerin çoğu anakartta kurulur. İnstalling bileşenleri kolaydır - bileşenleri sağ tahta deliklerine yapıştırın, uçları lehimleyin ve ekstra kurşun uzunluğunu kesin. Çoğu inşaat projesinde, her bileşenin nereye kurulduğunu gösteren bir parça yerleştirme diyagramı vardır.

Bileşenleri doğru deliklere almak, devre kartını "doldurma'olarak adlandırılır. Bir seferde bir bileşeni lehimlemek ve lehimlemek çok uzun sürer. Bazı insanlar - bileşenleri bir kerede koymaktan hoşlanır ve sonra tahtayı üzerine koyup tüm uçları lehimlemekten hoşlanır. Eğer tahtayı ittikten sonra uçları alt taraftan biraz (yaklaşık 20 °) bükerseniz, tahtayı bastırdığınızda bileşenlerin düşmesi muhtemel değildir .

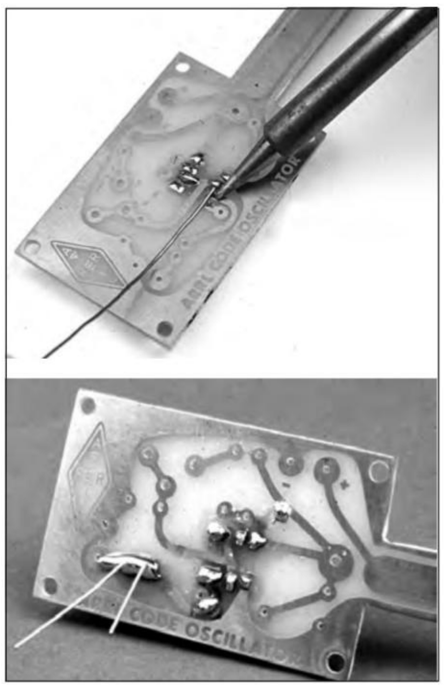
En kısa bileşenlerle başlayın - yatay olarak monte edilmiş diyotlar ve dirençler. Daha büyük bileşenler bazen daha küçük - bileşenleri kapsar, bu nedenle önce bu küçük parçaların takılması gerekir. Bir kit oluşturuyorsanız, sağlanmışsa parçalarınızı monte etmek için önerilen siparişi izleyin. Lehim yaparken zor bileşenleri geçici olarak yerinde tutmak için yapışkan bant kullanın.

PC-Board Lehimleme

Bileşenleri bir PC kartına lehimlemek için, uçları hafif bir açıyla bükün; Havya demirini kurşunun bir tarafına uygulayın ve lehimi kurşunun diğer tarafından akıtın. Bkz. **Şekil 23.21A.** Çok az ısı kötü veya "soğuk" lehim eklemine neden olur; Çok fazla ısı PC kartına zarar verebilir. İlk PC kartı projenizi ele almadan önce biraz yedek bakır stoğu üzerinde biraz pratik yapın. Bağlantı düzgün bir şekilde lehimlendikten sonra, kurşunu lehimle aynı hizada tutun.

Lehimlemeden önce bileşenlerin doğru deliklerde olduğundan emin olun. Diyotlar, İC'ler ve bazı kapasitörler gibi polariteye sahip bileşenler, parça yerleştirme diyagramında gösterildiği gibi yönlendirilmelidir.

İnspect lehim bağlantıları. Kötü lehim



Şekil 23.21 - Üst fotoğraf, bir bileşenin bir PC kartına nasıl lehimleneceğini gösterir. Bileşenin diğer taraftaki kartla aynı hizada olduğundan emin olun. Aşağıda bir lehim köprüsü PC kartı izleri arasında kısa bir devre oluşturmuştur.

Ortak PC kartı bir kasaya monte edilmeden önce bulmak çok daha kolaydır. Lehimleme ile PC kartına verilen hasarları arayın. Bitişik devre kartı izleri arasında lehim "köprüler" arayın. Lehim köprüleri (Şekil 23.2 lB), lehim yanlışlıkla izole edilmesi gereken iki veya daha fazla iletkeni bağladığında ortaya çıkar. Bir lehim köprüsünü kalay kaplı bir tahta üzerindeki iletken bir izden ayırt etmek genellikle zordur. Eğer bir köprü bulursanız, onu yeniden eritin ve lehimin yüzey geriliminin onu emmesine izin vermek için bitişik iz veya izler. Her bileşenin anakart üzerindeki uygun deliklere monte edildiğini ve yönlendirmenin doğru olduğunu iki kez kontrol edin. Hiçbir bileşen ucunun veya transistör sekmesinin diğer bileşenlere veya PC kartı bağlantılarına dokunmadığından emin olun. İC'leri soketlerine takmadan önce devre voltajlarını kontrol edin. İC'lerin doğru yönlendirildiğinden ve doğru soketlere monte edildiğinden emin olun.

23.5.7 Şematikten Çalışma Devresine

Bir şemayı bir çalışma devresine dönüştürmek, şemayı bileşenlerle kopyalamaktan daha fazlasıdır. Bir şey genellikle doğrudur - şemada göründüğü gibi inşa edemezsiniz. Şematik elektrik bağlantılarını tanımlar, ancak devrenin mekanik düzenini tanımlamaz. Birçok Pratik elektroniklerin gerçek dünyasında geçerli olan tasarım ve düzen hususları şemada görünmez.

HOWTO DESİGN İYİ BİR CIRCUIT DÜZEN

Bir devre diyagramı, uygun bir düzen için zayıf bir kılavuzdur. Devre diyagramları okunabilir olmak ve elektrik bağlantılarını tanımlamak için çizilir. Devrenin çalışma şekliyle çok az ilgisi olan taslak sözleşmeleri takip ederler. Şematik olarak, zemin ve besleme voltajı sembolleri her yere dağılmıştır. RF düzeninin ilk kuralı - *şemaları çizilirken RF devrelerini yerleştirmeyin! Bir* devrenin pratikte nasıl çalıştığı, düzene bağlıdır. Kötü düzen, iyi tasarlanmış bir devrenin bile performansını mahvedebilir.

İyi düzen uygulamalarını açıklamanın en kolay yolu sizi bir örnekten geçirmektir**. Şekil 23.22,** çift kapılı MOSFET'leri kullanan bir ikilik alıcı İF amplifikatörünün devre şemasıdır. Bu sadece bir tasarım örneğidir, bu nedenle değerler sadece tipiktir. Bu devrenin düzeni için hangi şeylerin önemli olduğunu analiz etmek için şu soruları sorun :

• RF bileşenleri hangileridir ve yalnızca AF veya de ile ilgilidir?

• Hangi bileşenler ana RF sinyal yolundadır?

• Zemin dönüş yollarında hangi bileşenler var?

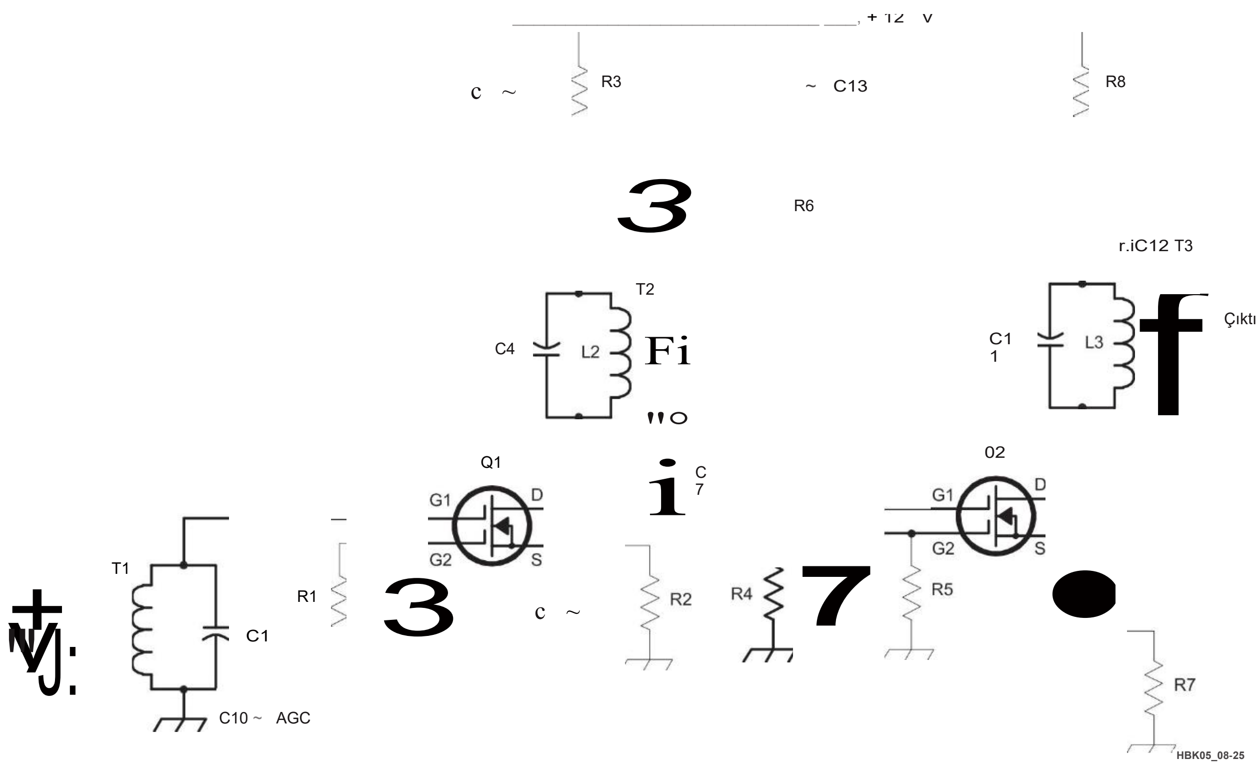
Düzeni planlamak için bu soruların cevaplarını kullanın. Ana RF sinyal yolundaki RF bileşenleri genellikle en kritik olanlardır. AF veya de bileşenleri genellikle herhangi bir yere yerleştirilebilir. Zemin dönüş yolundaki bileşenler, devre alanına kolayca bağlanacak şekilde konumlandırılmalıdır. Soruları cevaplayın, cevapları düzene uygulayın ve ardından şu yönergeleri izleyin:

• Giriş ve çıkışları birbirine yakın olacak şekilde devreleri yerleştirmekten kaçının. Bir aşamanın çıkışı bir önceki aşamanın girişine çok yakınsa, çıkış sinyali girişe geri bildirim verebilir ve sorunlara neden olabilir .

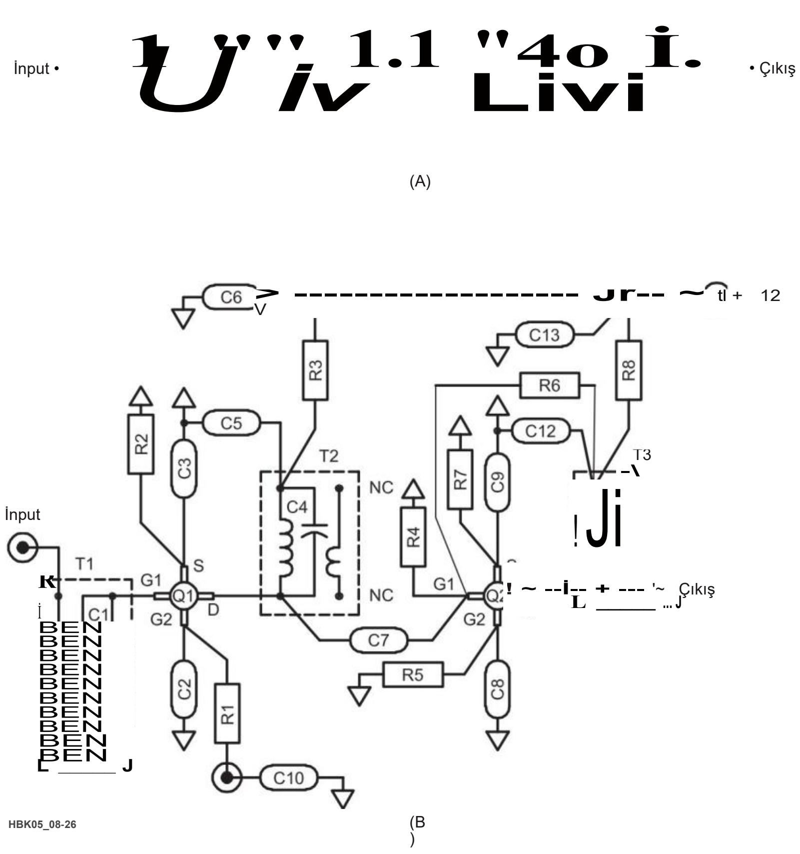
• Bileşen uçlarını pratik olduğu kadar kısa tutun. Bu mutlaka mümkün olduğunca kısa anlamına gelmez, sadece kurşun uzunluğunu tasarımınızın bir parçası olarak düşünün.

• Metal transistör durumlarının yürütüldüğünü ve bir transistörün metal kutusunun genellikle uçlarından birine bağlı olduğunu unutmayın. Tasarımda istenmedikçe, vakaların zemine veya diğer bileşenlere dokunmasını önleyin.

Tasarım örneğimizde, RF bileşenleri ağır hatlarda gösterilir, ancak bu bileşenlerin tümü ana RF sinyal yolunda değildir. RF sinyal yolu Tl/Cl, Ql, T2/C4, C7, Q2 T3/Cl 1'den oluşur. Bunların, çıkıştan girişe geri bildirimden kaçınmak için neredeyse düz bir çizgide konumlandırılması gerekir. **Şekil 23.23A'de gösterildiği gibi** düzenin



Şekil 23.22 - Tasarım örneğinde kullanılan İF amplifikatörü. C1, C4 ve C11, İF transformatörlerinin içinde oldukları için belirtilmemiştir.



Şekil 23.23 - Yerleşim eskizleri. Ön diziliş A'da gösterilmiştir; B'deki son düzen.

Zemin yollarıyla ilgili soru biraz daha düşünmeyi gerektirir - "zemin've" zemin dönüş yolları'ile gerçekte ne kastedilmektedir? Devredeki bazı noktaların RF toprak potansiyelinde tutulması gerekir. Bir PC kartındaki en iyi RF toprak potansiyeli, bir tarafın tamamını kaplayan bir bakır toprak düzlemidir. Devrede, sebepsiz yere doğrudan toprağa bağlanamayan noktalar, RF için toprak dönüş yolları sağlayan kapasitörler tarafından toprağa bypass edilmelidir ("ayrıştırılmalıdır").

Şekil 23.23, zemin dönüş yollarındaki bileşenler RF bypass kapasitörler C2, C3, C5, C8, C9 ve Cl 2'dir. R4 öncelikle bir de biasing bileşenidir, ancak aynı zamanda RF için bir toprak geri dönüşüdür, bu nedenle konumu önemlidir. RF bypass kapasitörlerinin değerleri, kullanılan frekansta düşük reaktansa sahip olacak şekilde seçilir; Tipik değerler 0.1 µFat LF, 0.01 µFat HF ve 0.001 µVHF'de daha az olacaktır. Tüm kapasitörler RF dekuplaj için uygun değildir; En yaygın olanları disk seramik kapasitörlerdir. RF dekuplaj kapasitörleri her zaman kısa uçlara sahip olmalıdır. Hiçbir kurşun ile yüzey montaj kapasitörler bypass için idealdir.

Hemen hemen her RF devresinin bir girişi, bir çıkışı ve ortak bir zemin bağlantısı vardır. Birçok devrenin hem giriş tarafında hem de çıkış tarafında ek zemin bağlantıları vardır. Giriş ve çıkış zemin bağlantıları arasında düşük empedanslı bir yol tutun. Q **1 için giriş zemin bağlantıları**

C 1'in topraklanmış uçları ve Tl'nin iki sargısıdır. Bir İF transformatör sargısının iki ucu genellikle değiştirilebilir değildir; Biri "sıcak" uç olarak belirlenir ve diğeri RF toprağına bağlanmalı veya atlanmalıdır.) Ayarlanabilir bobin ile rezonansa giren kapasitör genellikle İF transformatörünün kutusunun içine monte edilir, Şekil 23.22B'de gösterildiği gibi topraklanacak sadece iki bileşen ucu bırakır.

Q **1 için RF zemini,** C3 üzerinden kaynak bağlantısıdır. Ql, herhangi bir yönde monte edilebilen plastik bir pakette olduğundan, devre şeması altta kaynağı gösterse de, Şekil 23.23B'deki sinyal yolunun üstünde veya altında ortak zemin oluşturabilirsiniz. Pratik devre, T2'ye bağlantılar nedeniyle üstteki kaynakla çok daha iyi çalışır.

Ana sargının sıcak ucunu transistör paketinin drenaj ucuna yakın bulmak iyi bir fikirdir, bu nedenle diğer uç Şekil 23.23B'nin tepesine doğrudur. Eğer Ql kaynağı da düzenin tepesine doğru ise, C3 (kaynak bypass kondansatörü) ve çıkış bypass kondansatörü CS için ortak bir zemin noktası vardır. Ql Kapısı 2, düzenin altına doğru güvenli bir şekilde atlanabilir.

C7, sinyali Q 1 çıkışından Q2 girişine eşleştirir. Q2 kaynağı, tam olarak Q 1 kaynağı ile aynı şekilde, düzenin tepesine doğru atlanmalıdır. **R4** kritik değildir, ancak diğer bileşenlerle aynı tarafa bağlanmalıdır. T3 pinout'unun çıkış bağlantısını girişten mümkün olduğunca uzağa nasıl yerleştirdiğine dikkat edin. Sinyal yolu ve kritik RF bileşenleri için bu düzen ile, devrenin düzgün çalışması için mükemmel bir şansı vardır.

DC Bileşenleri

Bileşenlerin geri kalanı de taşır, bu nedenle düzenleri çok daha az kritiktir. Buna rağmen, her şeyi ana RF sinyal yolundan iyi ayırmaya çalışın. İyi bir seçim, 12 V bağlantılarını düzenin üst kısmına ve AGC bağlantısını alt kısma yerleştirmektir. Kaynak önyargı dirençleri R2 ve R 7, C3 ve C9'un yanına yerleştirilebilir. Q2, R5 ve R6 için kapı-2 önyargı dirençleri RF bileşenleri değildir, bu nedenle konumları çok kritik değildir. R 7, C12'ye ulaşmak için sinyal yolunu geçmelidir ve sinyal alımını önlemenin en iyi yolu, R 7'yi sinyal kablolarından bakır toprak düzleminin karşı tarafına monte etmektir. Genel olarak konuşursak, *4 W veya ¼* W metal film veya karbon film dirençleri düşük seviyeli RF devreleri için en iyisidir .

Aslında, R3 ve R8 gibi dirençlerin "RF" bileşenleri olmadığını söylemek oldukça doğru değildir. Pozitif besleme kurşununda RF'ye yüksek bir empedans sağlarlar. Örneğin, R8 nedeniyle, T2'deki RF sinyali, 12 V hattında sona ermek yerine, CS üzerinden toprağa iletilir, muhtemelen İstenmeyen RF geri bildirimi. Emin olmak için, C6, R3 ve C 13'ü atlayarak R8 için aynı işlevi görür. Kapı-İ önyargı direnci R6'nın, R8 ve Cl2 tarafından sağlanan ekstra ayrıştırmadan yararlanmak için doğrudan 12 V kaynağına değil, Cl3 bağlandığını unutmayın.

Eğer bir şey inşa ederseniz, ilk kez çalışmasını istersiniz, bu yüzden gelenleri kesmeyin! Bazı ticari PC panoları, düzen, atlama ve ayırma ile özgürlükler alır. - Aynısını yapabileceğinizi varsaymayın. Hepsi kesinlikle gerekli olmasa bile, R3, C6, R8 ve Cl3 gibi "ekstra" ayrıştırma bileşenlerini ortadan kaldırmaya çalışmayın. Eğer başkalarının tasarımları onları dışarıda bıraktıysa, tekrar koyun. Uzun vadede, devrenizin çalışacağı bazı sigortalar oluşturmak için biraz daha fazla zaman ayırmak ve birkaç ekstra bileşen kullanmak çok daha kolaydır. Bir kerelik bir proje için, birkaç ekstra parça cebinize çok fazla zarar vermez; Hata ayıklama süresinde anlatılmamış saatlerden tasarruf edebilirler.

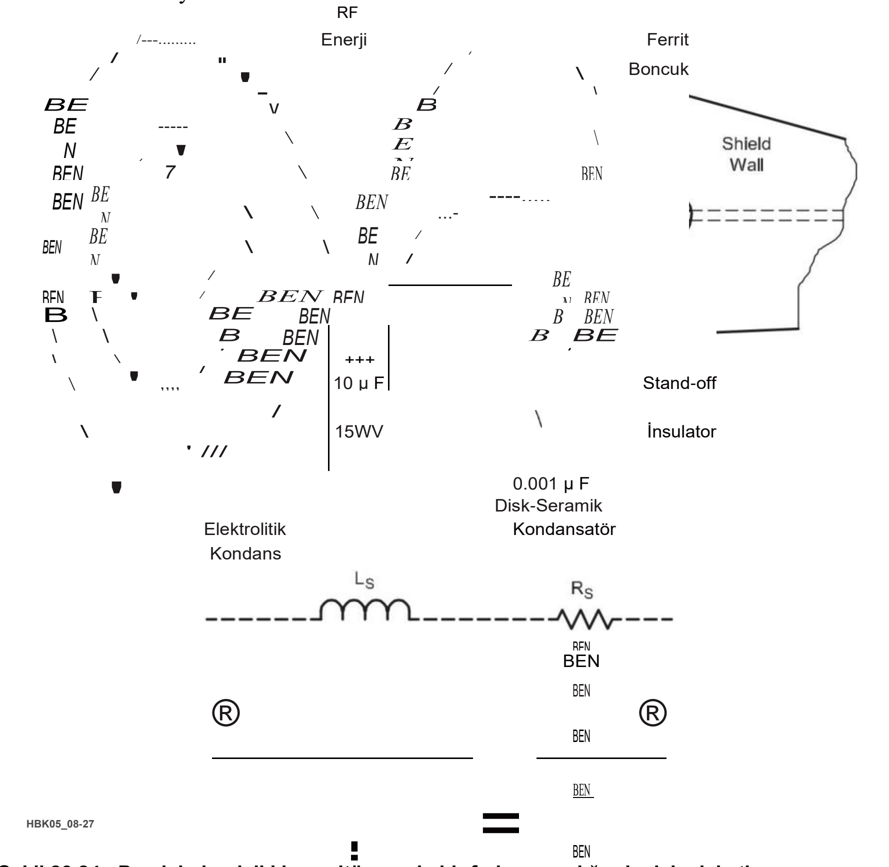
Gerçek bir kapasitör geniş bir frekans aralığında iyi çalışmaz. Bir 10-µF elektrolitik kapasitör, RF sinyallerini atlamak veya ayırmak için kullanılamaz. A0. 1-µF kapasitör UHF veya mikrodalga sinyallerini atlamaz. Aralığa sığacak bileşen değerlerini seçin. Üst frekans sınırı seri indüktans, Ls ile sınırlıdır. İn aslında, kapasitör ve onun frekansından daha yüksek frekanslarda Seri indüktans bir rezonant devre oluşturur, kapasitör aslında bir indüktör olarak işlev görür. Bu nedenle, **Şekil 23.24'te gösterildiği gibi, baypas için paralel olarak iki kapasitör kullanmak yaygın bir uygulamadır.** İlk bakışta, bu gereksiz gibi görünebilir. Bununla birlikte, Cl'nin kendinden rezonans frekansı genellikle 1 MHz veya daha azdır; bu frekansın üzerinde herhangi bir bypass sağlayamaz. Bununla birlikte, C2 sinyalleri daha düşük VHF aralığına atlayabilir. (Bu teknik, **RF Teknikleri** bölümünde Atlama bölümünde tartışıldığı gibi her koşulda uygulanmamalıdır.)

Şekil 23.22'den Şekil 23.23B'e nasıl geldiğimizi özetleyelim:

- Sinyal yolunu düz bir çizgiye yerleştirin.
- RF sinyal yolundaki bileşenlerin yerleştirilmesi ve yönlendirilmesi ile deney yaparak, giriş ve çıkış alanlarını karıştırmadan, her aşama için RF toprak bağlantılarını birbirine yakın olarak gruplayın.
- RF olmayan bileşenleri sinyal yolundan iyice uzak tutun, ekstra önlem için ayrıştırma bileşenlerini serbestçe kullanın.

Pratik inşaat ipuçları

Şimdi gerçekten bir proje yapma zamanı. Daha önce tartışılan düzen kavramları hemen hemen her inşaat tekniğine uygulanabilir. Sonunda kendi deneyimlerinizden öğrenecek olsanız da,



Şekil 23.24 - Paralel olarak iki kapasitör, geniş bir frekans aralığında daha iyi atlamayı sağlar.

Yönergeler iyi bir başlangıç sağlar:

• Üniteyi ayrı korumalı muhafazalara yerleştirilmiş modüllere bölün - örneğin RF, İF, VFO. Modüler yapı RF kararlılığını artırır ve ayrı modüllerin oluşturulmasını ve test edilmesini kolaylaştırır. Ayrıca, tüm birimi yeniden inşa etmeden büyük değişiklikler yapabileceğiniz anlamına gelir. Modüller arasındaki RF sinyalleri genellikle küçük koaksiyel kablo kullanılarak bağlanabilir.

• Tam bir bakır zemin düzlemi kullanın. Bu, RF kararlılığı ve iyi performans için en büyük tek güvencenizdir.

• Giriş ve çıkışları her aşama ve tüm ünite için iyi ayrılmış tutun. Mümkünse, tüm aşamaları düz bir çizgide yerleştirin. Bir RF sinyal yolu iki katına çıkarsa veya kendini yeniden geçerse, genellikle kararsızlığa neden olur.

• Aşamalar arası eşleşmeyi ve sahte sinyalleri en aza indirmek için aşamaları farklı frekanslarda iyi ayırın.

• Gerektiğinde sahneler arası kalkanlar kullanın, ancak kötü bir düzeni iyileştirmek için bunlara güvenmeyin.

• Yer düzlemine olan tüm bağlantıları kısa ve doğrudan yapın. Giriş ve çıkış zemini arasındaki her aşama için ortak zemini bulun. Tek noktalı topraklama tek bir aşamada çalışabilir, ancak karmaşık bir RF sisteminde nadiren etkilidir.

• Frekans belirleyici bileşenleri ısı kaynaklarından uzağa yerleştirin ve mekanik mukavemeti en üst düzeye çıkarmak için monte edin.

• Ayarlanmış devreler arasında istenmeyen bağlantılardan kaçının. Açık bobinler yerine korumalı indüktörler veya toroidler kullanın. RF yüksek voltaj noktalarını zemin düzlemine yakın tutun. Orient hava-yara bobinleri karşılıklı birleşmeyi en aza indirmek için dik açılarda .

• Özellikle de tedarik hatlarında çok sayıda ekstra RF atlaması kullanın.

• RF ve de kablolamayı kartın karşı taraflarında tutmaya çalışın, böylece de kablolama RF alanlarından uzaktır.

• Kompakt tasarımlar uygundur, ancak aşırıya kaçmayın! Yukarıda belirtilen kurallar, bir birimin daha büyük olması, daha büyük olması gerektiği anlamına gelir.

COMBİNİNG TEKNİK

Aynı tahtada bir inşaat teknikleri karışımı kullanabilirsiniz ve çoğu durumda muhtemelen yapmalısınız. Kablolamanın çoğu için bir stil seçseniz bile, muhtemelen diğer tekniklerin daha iyi olacağı yerler olacaktır. Eğer öyleyse, devrenin o kısmı için en iyi olanı yapın. Ortaya çıkan melez güzel olmayabilir (bu teknikler boşuna "çirkin yapı'olarak adlandırılmaz), ama işe yarayacak!

Çift sıralı paket (DIP) İC'lerini bir dizi delinmiş deliğe monte edin, daha sonra daha önce açıklandığı gibi kablolu izler kullanarak bağlayın. Bir zemin düzlemi yöntemi, itme [illegible]i ve[illegible]rgısı kullanarak bazı bileşenleri monte etmek iyidir. Herhangi bir tahtada, kullanabilirsiniz

Bu tekniklerin bir kombinasyonu, bazı İC'ler için delikler açmak veya diğerlerini baş aşağı yapıştırmak, daha sonra bazı pimleri yüzeye monte etmek ve yeniden bağlamak için diğer teknikler. Bu kombinasyon teknikleri genellikle ses, RF ve dijital devreyi birleştiren bir projede bulunur.

Son bir kontrol

Hangi yapım tekniği seçilirse seçilsin, devreye güç uygulamadan önce son bir kontrol yapın! İşler ters gider ve dikkatli bir inceleme, bir projenin başlama ve ömrünü duman üflemesi olarak sona erdirme riskini en aza indirir! Kabloları dikkatlice kontrol edin. Şematiğin fotokopisini çekin ve her bağlantıyı işaretleyin ve şemada kırmızı bir X ile yönlendirin veya düzgün bir şekilde bağlandığını doğruladığınızda devreyi işaretlemek için vurgulayıcı kullanın.

23.5.8 Ayarlama ve Hizalama

Ayarlama veya hizalama yapma görevi, uygun araçları kullanmadığınız sürece zor olabilir. Çeşitli boyut ve tipte değişken indüktörler ve farklı tipte değişken kapasitörler ve ayrıca ayarlanacak özel potansiyometreler vardır. Her farklı tipte ayarlanabilir bileşen, ayarlamayı yapmak için kendi özel aracını gerektirir. Uygun aracın doğru şekilde kullanılmaması, bileşenin zarar görmesine neden olabilir.

RF devreleri, elinizin veya metal bir nesnenin yakınlığı, değişken bileşenin görünür değerini büyük ölçüde etkileyebilir ve ayarlanması imkansız olmasa da zorlaştırabilir. Bu nedenle, bu görevi mümkün olduğunca kolay ve çok düşük bir maliyetle yapmak için bir dizi plastik veya seramik alet mevcuttur. Örnek olarak, **çevrimiçi olarak bulunabilen Velleman "Plastik Ayar İğne Seti'dir (www.velleman. AB) ve** birkaç dolar için yaygın olarak kullanılabilir. Mouser, Digi-Key, Newark ve Allied gibi kaynaklar hem bireysel araçlar hem de çeşitli araçlar satmaktadır. Gerekirse, özel araçlar genellikle ayarlanabilir bileşeni satan aynı satıcıdan temin edilebilir.

Bir ayarlama aracı seçerken, ayar deliğine veya yuvasına en uygun aracı kullanın. Çok küçük olan uçlar, ayar yuvasının veya deliğin içine zarar verebilir ve çok büyük olan aletler de bu küçük bileşenlere veya ayar mekanizmalarına zarar verebilir. Bileşenle tam olarak eşleşen bir ucu olan bir ayarlama aracı seçin.

VARİABLE İNDUKTÖRLER

Düşük güçlü RF devrelerinde kullanılan çoğu değişken indüktör, plastik bir formun etrafına sarılmış, merkezinde dişli bir ferrit (veya bazen pirinç) sümüklü böcek bulunan küçük bir tel bobindir. Ferrit sümüklü böcek bobinleri için, sümüklü böceğin bobine yerleştirilmesi indüktansı arttırır ve bunun tersi de geçerlidir. (Pirinç sümüklü böcekler zıt çalışır ve Nadir.) Bazı değişken indüktörler, yakındaki bileşenlere bağlanmayı azaltmak için bir kalkan görevi gören metal kutuların içindedir. Sümüklü böcek ya altıgen bir deliğe ya da bir vida döndürmek gibi sümüklüböceğin konumunu ayarlamak için bir ayar aracı için bir yuvaya sahiptir.

Bu bobinleri ayarlamak için küçük metal tornavidalar veya altıgen anahtarlar (Allen anahtarları) kullanmayın. Metal alet yerleştirildiğinde indüktansı değiştirecek, ayarlamayı öngörülemez ve sinir bozucu hale getirecektir. Bir metal alet, aynı zamanda, ferrit sümüklü böceklerin oldukça kırılgan olması ve indüktörün bozulması nedeniyle çatlayarak sümüklü böceğe zarar verebilir. Plastik orplastiktipli aletler, elinizi uzak tutarken ve sümüklü böceğe zarar vermeden ayarlama yapmanızı sağlar. Çoğu ayar aracının üzerinde, aracı kaç kez döndürdüğünüzü saymanıza yardımcı olacak bir gamze, logo/tanımlama veya şerit şeklinde bir işaret bulunur.

DEĞİŞKEN KAPASİTÖRLER

Bir şaft ve topuz ile ayarlanmamış değişken kapasitörler genellikle ayar için bir vida yuvasına sahiptir. Bunlar seramik ve mika düzelticileri, piston düzelticileri ve küçük hava değişkenlerini içerir. Önce plastik bir alet kullanmayı deneyin, ancak bu ayarlamalar bazen plastik bir alet kullanmak için çok serttir. Seramik ve plastik uçlu aletler mevcuttur, ancak çoğu elektronik - mağazasında yaygın değildir. Metal tornavidalar, bu küçük kapasitörlerin değerini değiştirmek için yeterli kapasitans sağlar, ancak bir dizi küçük ayarlamada kullanılabilir .

POTENTİOMETRELER

Multi-tum minyatür potansiyometreler (a.k.a "trimpots") genellikle küçük metal ayar vidalarına sahiptir. Direnç değerleri metal aletlere nadiren duyarlıdır ve bu nedenle minyatür bir kuyumcunun tornavidası kullanılabilir. Bununla birlikte, RF devreleri için, sinyallerle olası etkileşimleri önlemek için plastik veya seramik bir tornavida kullanın.

Ekipmanın içinde bulunan ve şaftı olmayan daha büyük potansiyometreler, bir tornavida tarzı aletle ayarlanacak şekilde tasarlanmıştır. Bir metal tornavida kullanılabilirken, plastik bir alet, metal tornavidanın kayma ve yakındaki bileşenlerle veya kablolarla temas etme şansını ortadan kaldırır. Metal tornavidanın şaftı, ekipmanın içindeki kablolarla yanlışlıkla temas edebilir.

AYARLI HIGH VOLTAJ CIRCUITS

Tüp nötralizasyonu veya önyargı voltajı ayarı gibi yüksek voltajlar söz konusuysa, - güvenlik önlemleri önemlidir. Ayarlanabilir bileşen bir RF aşamasının yakınında bulunuyorsa, elinizin varlığı da devreyi etkileyebilir. Hem oluklu hem de Philips tipi vidalar için plastik veya seramik tornavidalar kullanın. Ellerinizi herhangi bir yüksek voltaj kaynağından uzak tutmak için yeterince uzun bir araç kullandığınızdan emin olun! Orada

Yüksek voltaj alanlarında kullanım için ekstra uzun aletler mevcuttur. Vakum tüpü müzik aleti amplifikatörlerini tamir eden dükkanlar, uygun araçların bulunmasına yardımcı olabilir - önce güvenlik!

AYARLAMAYA SAYGI DUYUN LIMITS

Herhangi bir değişken bileşen üzerinde ayarlamalar yaparken, kalıcı hasara neden olabileceğinden, aralığının ötesinde bir ayarlamayı zorlamadığınızdan emin olun. Örneğin, bir sümüklüböceği ayarlanabilir bir indüktörün içine veya dışına tamamen çevirmek, sümüklü böceği tutan küçük iplikleri soymaya başlayabilir ve bu da gelecekteki ayarlamaları gerçekleştirmeyi zorlaştırır. Direnç hissederseniz, durun, sonra ayarlamanın bir sınırda olup olmadığına bakın. Bir ayar bir bileşenin sınırına ulaştığında, bu genellikle devrenin başka bir yerindeki bir sorunun veya daha az sıklıkla bileşen değerinin değiştiğinin bir göstergesidir. Devam etmeden önce durumun böyle olup olmadığını belirleyin.

Bazı devrelerde, ayarlama oldukça pürüzsüz ve kolaydır, diğerleri ise oldukça hassas olabilir, devreyi düzgün bir şekilde ayarlamak için sabır ve sabit bir el gerektirir. Zaman ayırın ve istenen değişiklikler için ölçüm cihazınızı veya osiloskopunuzu izleyin. Ayarın nasıl ayarlandığına dair görsel bir gösterge vermek veya çoklu tum ayarının dönüşlerini saymak için araç üzerindeki çukurları veya işaretleri kullanın. Birden fazla ayarlama yapıyorsanız veya farklı ayarlamalar etkileşiyorsa not tutun.

Son olarak, parçaları görünüşte rastgele ayarlayan, şanslı olmayı ve bir sorunu düzeltmeyi ümit eden bir "tornavida teknisyeni" olmayın. Bu genellikle daha fazla soruna ve hatta profesyonel yeniden düzenleme veya onarım gerektiren tamamen işlevsel olmayan bir ekipman parçasına ... n ve ... ız, - devam etmeden o... layın.

23.5.9 Diğer yapım teknikleri

WIRİNG

Amatör ekipmanın bağlanmasında kullanılan teli göz önünde bulundurarak seçin: taşıması gereken maksimum akım, yalıtımının dayanması gereken voltaj ve kullanımı.

EMİ'ye neden olan RF sızıntısını en aza indirmek için, tüm vericilerin güç kabloları ve düşük seviyeli sinyal kabloları, korumalı tel veya koaksiyel kablo kullanmalıdır. Alıcı ve ses devreleri, stabilite veya bitişik devrelere bağlanmanın ortadan kaldırılması için bazı noktalarda korumalı tel kullanılmasını da gerektirebilir. 50 92 devrenin tümü için koaksiyel kablo önerilir. İt ayrıca yüksek empedanslı ses kablolamasının kısa koşuları için de kullanılabilir.

Tel seçerken, ne kadar akım taşıyacağını düşünün. (Maksimum cur- için Bileşen Verileri ve Referanslar bölümündeki Bakır Tel Özellikleri tablosuna bakın. *Ampacity olarak adlandırılan kira taşıma özelliği.)* Telli tel genellikle sağlam tel üzerinde tercih edilir, çünkü telli tel bir devrenin inşa edilmesinin ve giderilmesinin bir parçası olan kaçınılmaz bükülmeye daha iyi dayanır. Sağlam tel, telli telden daha serttir; Mekanik sertliğin gerekli olduğu veya istendiği yerlerde kullanın.

Tipik plastik yalıtımlı tel, yaklaşık 500 V'a kadar voltajlar için iyidir. Daha yüksek voltajlar için Teflon yalıtımlı veya diğer yüksek voltajlı telleri kullanın. Teflon yalıtım, havya uygulandığında erimez. Bu, özellikle dar yerlerde veya büyük kablo demetlerinde yardımcı olur. Teflon yalıtımlı tel daha pahalı olmasına rağmen, genellikle endüstriyel fazla evlerden temin edilebilir.

Katı tel genellikle hem alıcılarda hem de vericilerde RF devrelerini bağlamak için kullanılır. Çıplak softdrawn kalaylı tel, # 22 - # 12 AW G (mekanik gereksinimlere bağlı olarak) uygundur. 10 veya 15 feet uzunluğunda bir parçayı gererek ve daha sonra kısa, uygun uzunluklara keserek bükülmelerden kaçının. RF kablolarını doğrudan noktadan noktaya en az keskin virajla çalıştırın ve kabloyu kasadan veya diğer topraklanmış metal yüzeylerden iyi aralıklı tutun. Kablolamanın bir şasi duvarından veya kalkanından geçmesi gerektiğinde, bir boşluk deliği kesin ve kauçuk bir grommet ile hizalayın. İf yalıtım gereklidir, tel üzerinde kayma spagetti yalıtımı veya ısı küçültme borusu. Güç kaynağı uçları için, teli bir besleme kapasitörü aracılığıyla duvarlardan veya bariyerlerden geçirin.

Tepe voltajının 500 V'u geçmediği İn vericiler, korumalı tel tatmin edici forpowercircuits. Korumalı tel, daha yüksek voltajlar için hazır değildir - bunun yerine nokta üstü kablolama kullanın. Ağır akım taşıyan filament devreleri durumunda, # 10 veya # 12 AWG çıplak veya emaye tel kullanmak gerekir. Çıplak teli spagettiden geçirin, ardından spagettinin üzerine sıkıca çekilmiş bakır örgüyle örtün. Kalkanı yalıtımın üzerine geri kaydırın ve lehimi örgünün sonuna doğru akıtın; Örgü yerinde kalacak,

ENAMELED WIRE

Emaye tel uçları bağlarken, iyi bir bağlantı yapıldığından emin olmak için özen gösterilmelidir. Yalıtımı kaldırmak için kullanılabilecek iki yöntem vardır. Thermaleze tipi emaye ile, bir havya ısısı yalıtımı kaldırmak için kullanılabilir. En iyi sonuç için önce havya üzerindeki ısıyı artırmanız gerekecektir. Lehim ucunuza bir miktar erimiş lehim ekledikten sonra, düşüşü tel ucunun istenen uzunluğu boyunca yavaşça hareket ettirin. Yavaşça hareket ettirmek, yalıtım zamanının erimesini ve lehimin şimdi maruz kalan teli kalaylama şansını verir. Kalaylı uçlar daha sonra bir PC kartına veya başka bir montaj sistemine kolayca lehimlenir.

Diğer emaye tel türlerini kullanarak, - yalıtımı kaldırmak için bir zımpara tahtası veya küçük bir dosya kullanılabilir. (Emayeyi kazımak için bir bıçak kullanmak genellikle o noktada kırılacak olan teli keser.) İstediğiniz kurşundan tamamen çıkardığınızdan emin olun. İnce bir lehim kaplaması kullanarak teli kalaylamak için havya ve lehiminizle takip edin. Kalaylı yüzeyi, kurşunun PC kartı deliklerinden geçemeyeceği kadar kalın yapmadığınızdan emin olun. Potansiyel müşterileri bu şekilde hazırlamak, temiz ve güvenli bir bağlantı için en iyi olasılığı verecektir.

HGH-VOLTAJ TEKNİK

Yüksek voltajlı kablolama ve inşaat özel bakım gerektirir. **Güç Kaynakları** bölümündeki yüksek voltajlı yapı için yönergeleri okuyun ve izleyin. Taşıdığı voltaj için yalıtımlı tel kullanmalısınız. Çoğu standart bağlantı teli 300 veya 600 V üzerinde yetersizdir. Yüksek voltajlı tel genellikle Teflon veya özel çok katmanlı plastik ile yalıtılmıştır. Bazı koaksiyel kablo, merkez iletken ve kalkan arasında dahili olarak 3 700 V RMS (veya daha fazla) olarak derecelendirilmiştir, ancak dış ceket derecesi genellikle oldukça düşüktür.

KABLO RUTİNİ

Güç veya kontrol uçları birkaç inçten fazla birlikte çalıştığında, tek bir kabloda birbirine bağlandığında daha iyi bir görünüm sunar. Plastik kablo bağları veya spiral şeklinde kesilmiş boru, kablolamayı sınırlamak ve gruplamak için kullanılır. Stokta bulunan ürünler için yerel elektronik parça tedarikçinize danışın.

Herhangi bir ünitenin kablolarına ticari bir görünüm vermek için, herhangi bir de lead'i ve korumalı sinyal uçlarını kasanın kenarı boyunca yönlendirin. Bu mümkün değilse, kablolu uçlar daha sonra kasanın bir kenarına paralel olarak çalışmalıdır. Ayrıca, kasanın bir kenarına paralel olarak monte edilen bağlantı noktalarının cömert kullanımı, bir direnç veya sabit kondansatörün bir veya her iki ucunun desteklenmesi için bitmiş ünitenin görünümüne katkıda bulunur. Benzer bir şekilde, küçük bileşenleri kasanın paneline veya kenarlarına paralel olacak şekilde düzenleyin.

Kravat noktaları

Güç uçları kasada birkaç dala sahip olduğunda, bağlantı noktaları için fiber yalıtımlı terminal şeritlerinin çapa olarak kullanılması uygundur. Bu tür şeritler, dirençler, RF boğumları ve kapasitörler için yalıtımlı destekler olarak da kullanışlıdır. Maruz kal...

WİNDING COILS

Robert Johns, W3JIP tarafından Ağustos - 1997 *QST'den "Homebrew Your Own İnductors!" Başlıklı sarma bobinleri için ayrıntılı bir öğretici,* ARRL TIS'in Radyo Teknolojisi bölümünde bulunabilir.

http://www.arrl.org/radio-technology-topicsDevre Yapımı altındaki www.arrl.org/radio-technology-topics. Bu teknikleri anlamak, bobin yapımını büyük ölçüde basitleştirir.

Yakın sargılı bobinler, tel uzunluğunun bir ucunu (mengenede veya kapı kolunda) ve diğer ucunu bobin formuna tutturarak belirtilen formda kolayca sarılır. Teldeki kıvrımları düzeltin ve sonra teli hafif gerginlik altında tutmak için çekin. Bobini, -çapa doğru yürürken, her zaman tel üzerinde hafif bir gerginlik sağlayarak, gerekli sayıda dönüşe sarın.

Bobini uzay-sarmak için, bobini aynı anda yukarıda açıklanan şekilde uygun bir aralık ortamı (ağır iplik, tel veya tel) ile sarın. Sarma tamamlandığında, bobinin ucunu coilform terminaline sabitleyin ve ardından aralık malzemesini dikkatlice gevşetin. Bobin uygun gerilim altında sarılırsa, aralık malzemesi sargıyı bozmadan kolayca çıkarılabilir. Dönüşleri yerinde tutmak için RTV dolgu macunu veya sıcak eriyik tutkalın akıllıca uygulamaları ile uzay-yara bobinlerini bitirin.

Bir bobinin "soğuk" ucu, şasi veya zemin potansiyelindeki (veya buna yakın) uçtur. Kapasitif bağlanmayı en aza indirmek için bir bobinin soğuk ucundaki rüzgar bağlantı bağlantıları .

Sarma Toroidal İndüktörler

Toroidal indüktörler ve transformatörler bu *El Kitabında birçok proje için belirtilmiştir*. Bu çekirdeklerin avantajları kompaktlık ve kendinden koruma özelliği içerir. **Figures23.25** ve **23.26,** toroidal bir çekirdekte rüzgar ve sayımın doğru yolunu göstermektedir.

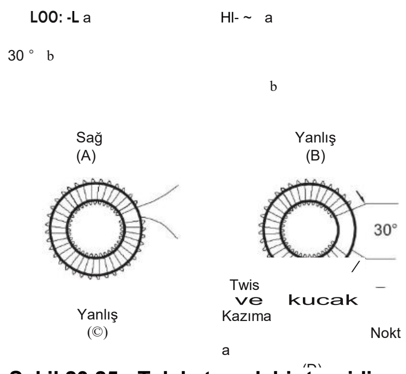
Toroidal bir çekirdeği sarma görevi, sadece birkaç turdan daha fazlası gerektiğinde, telin ilk sarıldığı ev yapımı bir bobin kullanılarak büyük ölçüde basitleştirilebilir. Basit ama etkili bir bobin ahşap bir popsicle çubuğundan yapılabilir. Her iki ucunda bir "V" çentik kesin ve önce buzlu çubuk üzerindeki tel bobini çentikler boyunca uzunlamasına sarın. Bu yapıldıktan sonra, yara bobini toroidin iç çapından kolayca geçirilebilir. Tel uçlarından birini toroidal çekirdeğe karşı sıkıca kavrarken, bobin, tel bobinden tamamen aktarılana kadar toroidal çekirdek boyunca tekrar tekrar hareket ettirilebilir. Kullanılan bobin seçimi, toroidin iç çapına, tel boyutuna ve gerekli dönüş sayısına bağlıdır .

Başka bir yöntem, çekirdeği tutmanıza izin veren bir tutucu oluşturmaktır, ancak teli etrafına kolayca geçirir. Toroidleri sararken, teli çekirdeğin şeklini saracak şekilde yerleştirdiğinizden emin olun ve bifiler veya trifiller sargılarda olduğu gibi bükülmüş bir tel grubunun parçası olmadıkça dönüşlerin üst üste gelmesine izin vermeyin. Teli çok sıkı çekmeyin, çünkü bazı toroidlerde kullanılan ince tel çok sıkı çekilirse kırılabilir.

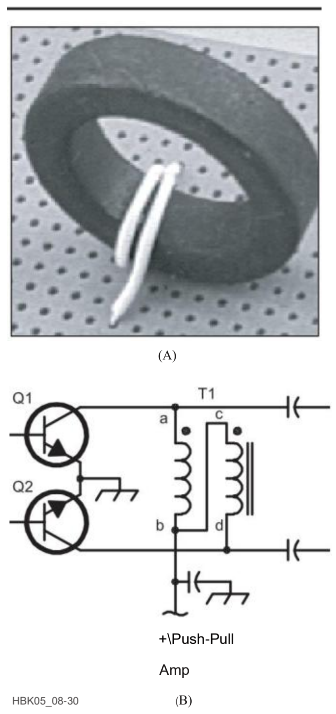
Telin her geçişi bir tum olarak toroid merkezinden geçer. Telin çekirdeğin merkezinden geçme sayısını sayarak dönüş sayısını sayabilirsiniz. Bkz. Şekil 23.26A.

Multiwire sargıları

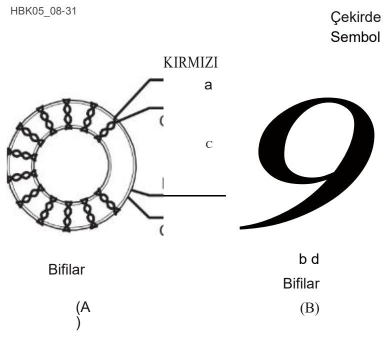
Bifilarwinding, iki aynı uzunlukta tele sahip olan ve çekirdeğe yerleştirildiğinde her tel için aynı sayıda dönüşle sonuçlanan bir tanesidir. İki tel aynı anda çekirdek üzerinde yan yana sarılır, tıpkı ifa tek sarım uygulandığı gibi. Daha kolay



Şekil 23.25 - **Tek katmanlı bir toroidi sarmak için maksimum-Q yöntemi A. gösterilir A 30** ° boşluk en iyisidir. B ve C'deki yöntemler daha büyük dağıtılmış kapasitansa sahiptir .
D, bir toroidal bobin sargısına nasıl bir musluk yerleştirileceğini gösterir.



Şekil 23.26 - **A, iki tel dönüşlü bir toroidal çekirdeği gösterir (metne bakınız).** B'deki T1'deki gibi büyük siyah noktalar, **sargı polaritesini gösterir (metne bakınız).**



Şekil 23.27 - **Bir bifilar-yara toroidal transformatörün şematik ve resimsel sunumu.**

Ve daha popüler yöntem, iki telin bükülmesidir (inç başına 8 ila 15 dönüş yeterlidir), daha sonra bükülmüş çifti çekirdeğe sarın. Teller, her birinin bir ucunu bir tezgah mengenesine yerleştirerek elle bükülebilir. Küçük bir el matkabının ucundaki kalan uçları sıkın ve çifti bükmek için matkabı sıkın.

Bir trifilar sargının üç teli vardır ve bir quadrifilar sargısının dört teli vardır. Hazırlama ve sarma prosedürü aksi takdirde bir bifilar sarım ile aynıdır**. Şekil 23.27,** şematik ve resimsel formda bir bifilar toroid göstermektedir. Teller, çekirdeğe yerleştirilmeden önce birbirine bükülmüştür. İt, hiçbir şekilde gerekli olmasa da, multifilar sargılar için farklı renkteki telleri kullanmak için yararlıdır. İt, yaralandıktan sonra bir çekirdek üzerindeki çoklu sargıları tanımlamak daha zordur. Emaye yalıtımının çeşitli renkleri mevcuttur, ancak amatörlerin bu teli yerel olarak veya küçük miktarlarda bulmaları kolay değildir. Bu sorun, tel uzunluklarını (emaye mıknatıs teli) alarak, kir ve gresi gidermek için uçları temizleyerek, daha sonra sprey boyayarak çözülebilir. Sıradan aerosol-kutu sprey emaye iyi çalışır. Sprey lake kadar tatmin edici değildir, çünkü kuru olduğunda kırılgandır ve telden dökülme eğilimindedir.

Ayrıca bir süreklilik denetleyicisi kullanarak bifilar ve trifilar toroid kurşun çiftlerini tanımlayabilirsiniz. Farklı sargılar arasında şort olmadığından ve her sargının uçlarında iyi bir bağlantı olduğundan emin olmak için tüm toroidleri bir ohmmetre veya süreklilik test cihazı ile kontrol etmek iyi bir fikirdir. Montajdan sonra uçların test edilmesi devre düzenleri nedeniyle zor olabilir, bu nedenle montajdan önce tüm toroidleri test ettiğinizden emin olun.

Multifilar toroidal transformatörün sargı hissi çoğu devrede önemlidir. Şekil 23.26B bu prensibi göstermektedir. Tl sargılarının üstündeki siyah noktalar (aşamalı noktalar olarak adlandırılır) polariteyi gösterir. Yani, a ve c noktalarının her ikisi de kendi sargılarının başlangıç veya bitiş uçlarıdır. Bu örnekte, Ql ve Q2'den pushpull voltaj çıkışı sağlamak için zıt polaritenin a ve cesaretini gösterir.

PCB Tasarımı için 23.6 CAD

[Çok sayıda PCB tasarım yazılım paketleri mevcut ve düşük miktarda, elektronik sipariş kabul düşük maliyetli PCB üretim hizmetleri ile, PCB'lerin geliştirilmesi amatör için hiç bu kadar kolay olmamıştı. Herhangi bir montaj veya üretim sürecinde olduğu gibi, istenen sonucu elde etmek için kelime ve teknolojiyi anlamak önemlidir. Bu nedenle, bu bölüm PCB tasarımının tüm sürecinin ayrıntılı bir açıklamasını sağlar. - *Ed.]*

Baskılı devre kartı (PCB) tasarımı için yazılım kullanmanın birincil amacı, PCB resmi olarak adlandırılan - PCB üzerinde bağlantı kuran izlerin kalıplarını oluşturmak için kullanılan grafik tasarım - üretilmesidir. Tarihsel olarak, PCB sanat eseri, daha sonra fotografik olarak azaltılan siyah bant ve özel çıkartmalar kullanılarak şeffaf film üzerinde elle oluşturuldu. Bununla birlikte, özellikle PCB tasarım süreci için ücretsiz ve düşük maliyetli programlar artık yaygın olarak mevcuttur. Bu programlar sadece sanat eserinin verimli ve doğru bir şekilde oluşturulmasına izin vermekle kalmaz, aynı zamanda ticari üretim için gerekli yardımcı dosyaları üretir, şematik yakalama yazılımı ile bilgi alışverişinde bulunur, Malzeme Bildirimleri (parça listeleri) üretir ve hatta bitmiş kartın üç boyutlu görselleştirilmesi gibi özellikleri içerir. Sanat dosyaları PCB üretimi için diğer kişilerle paylaşılabilirken, CAD programı tarafından kullanılan "kaynak" dosyalar genellikle yalnızca aynı programı paylaşan diğer kişiler tarafından kullanılabilir.

Bir PCB üretme kararı, devrenin kendisinin doğasını dikkate almalıdır (örneğin, yüksek frekans, düşük gürültü ve yüksek akım devreleri ek bakım gerektirir). Diğer hususlar, mevcut zaman, masraf, mevcut alternatifler, gerekli miktar, tasarımı paylaşma ve çoğaltma yeteneği ve termal ve mekanik gibi elektrik dışı özelliklerin yanı sıra istenen sağlamlıktır.

23.6.1 Genel bakış PCB Tasarım Süreci

PCB tasarım süreci, devredeki bileşenlerin listesini, bileşenler arasındaki bağlantıları, kartın fiziksel taslağını/boyutunu ve diğer fiziksel, termal ve elektrik Kısıtlamalar veya tasarım hedefleri. Bağlantı ve bileşen bilgilerinin çoğu, bir devre için şemaya yansıtılır, bu nedenle çoğu durumda PCB yerleşim süreci, şemaya PCB CAD programı veya bağımsız olarak entegre edilebilecek bir şematik yakalama programına girerek başlar. (PCB düzeni için şematik yakalama gerekli değildir.) Şematik girildikten sonra, devrenin önceki bölümlerde açıklandığı gibi simüle edilmesi gibi başka seçenekler de olabilir. Kolayca değiştirilebilen temiz, iyi organize edilmiş bir şematik, devre üretim ve inşaat yöntemlerinden bağımsız olarak bir varlıktır.

Şematik ve diğer bilgilerden gelen girdilerle, anakart taslağı oluşturulur, monte edilir ve diğer delikler yerleştirilir, bileşenler konumlandırılır ve oluşturulan izlerin deseni oluşturulur. Düzen tamamlandıktan sonra, birçok durumda bir tasarım kuralları kontrolü çalıştırmak mümkündür - bir "yazım denetleyicisinin eşdeğeri. "Tasarım kuralları, bağlantı ve üretilebilirlikle ilgili sorunları kontrol etmek için bileşen bağlantılarını ve diğer bilgileri içerir. Bu adım, elle düzeltilebilecek hataları yakalayarak çok fazla zaman ve masraf tasarrufu sağlayabilir, ancak aksi takdirde bir PCB'nin bazı faydalarını ortadan kaldırır.

PCB düzeni programındaki son adım, PCB üretimi için gereken bir düzine kadar farklı dosyanın toplanmasını sağlamaktır. Kısa olarak, liste, izlerin deseni için resim, tahta anahattı üretmek için dosyalar, lehim maskeleri, ipek ekranlar ve delikler içerir.

Kullanıcı daha sonra dosya kümesini bir PCB üreticisine yükler. Çabuk ol! Y, iki ila üç gün sonra bir zarf, yeni basılmış levhalar hazır olarak teslim edilecektir. Alternatif olarak, kullanıcı, yazılımdan çıkış dosyalarına dayanan fotomekanik veya diğer işlemleri kullanarak "evde" kartını oluşturabilir.

23.6.2 PCB Tasarım Yazılımı Türleri

PCB yazılımı özelliklere, işlevlere ve maliyete göre değişir, ancak radyo amatörleri için tanıtım amaçlı kullanım için en ilginç yazılım aşağıdaki kategorilere ayrılır: (Bkz. **Tablo 23.4)**

1) Açık Kaynak: GNU PCB ***(pcb.geda-project.org)*** ve *KiCad* **(kicad.org) gibi PCB tasarım yazılımlarının** kullanımı ücretsizdir ve yapay kısıtlamaları yoktur. Destek, kullanıcı forumları aracılığıyla sağlanır. Kaynak kodu, kullanıcının değiştirmesi için kullanılabilir. *Gschem, GNU PCB'nin şematik yakalama kardeş programıdır.*

2) Ücretsiz, kısıtlı kullanım/kısıtlı özellik ticari: En az bir şirket ticari olmayan amaçlar için kullanmak için ücretsiz kendi PCB ve şematik yazılım bir sürümünü yapar. Sayıca kısıtlı olmasına rağmenKatmanlar (iki) ve maksimum tahta boyutu (4 x 3, 2 inç), *Eagle PCB çok* popülerBir hobi. Dosyalar başkalarıyla paylaşılabilir; Ortaya çıkan endüstri standardı dosyaları hemen hemen her PCB üreticisine gönderilebilir. *Eagle ayrıca* şematik bir giriş programı içerir.

3) Ücretsiz, sınırlı çıkış ticari:
Çeşitli PCB üreticileri, PCB üretim - *hizmetlerine bağlı özel bir çıkış formatı ile şematik ve PCB yazılımı sunar.* Sunstone Circuits'den PCB] 23 (Windows **için www. sunstone.com),** dört katmana kadar şematik yakalama ve düzen yazılımı ve 12 x 18 inç'e kadar (çift taraflı) kart boyutları dahil olmak üzere böyle bir tekliftir. Ek bir ücret karşılığında (tasarım başına), endüstri - standardı dosyalar dışa aktarılabilir. Şematik giriş dahildir. *Ekspres PCB (www.expresspcb.* **com,** Windows için) ayrıca sabit boyutlu (3.8 x 2.5 inç) Miniboard hizmeti de dahil olmak üzere Express PCB kartı üretim hizmetlerine bağlı şematik yakalama ve PCB düzeni yeteneği sağlar. Advanced Circuit'in tescilli *PCB Artist yazılımı* **(www.4pcb. com, Windows için),** netlist içe aktarma özelliğini içerir.

4. Düşük maliyetli ticari: Birçok şirket - PCB ve şematik yazılımı 50 dolardan binlerce dolara kadar çeşitli fiyatlarla sunmaktadır. Genellikle her şirketten, genellikle anakart boyutu, şematik boyut/karmaşıklık ve otomatik yönlendirme gibi özellikler üzerindeki sınırlamalara dayanan çeşitli sürümler sunulur. Şematik giriş bazı paketlere dahil edilebilir veya ayrı bir satın alma olabilir .

PCB tasarım yazılımı kılavuzları ve öğreticileri, temel işlemi, aynı zamanda özel tuş vuruşlarını ve yönlendirme izleri gibi işlemleri çok daha verimli hale getiren diğer kısayolları tartışır.

Tablo 23.4
Bazı Freeware/Demoware PCB CAD Yazılımı Kaynakları

Kaynak	*Adres*	*Kaynak*
Autodesk	***eagle.autodesk.com/***	EAGLE şematik ve düzen tasarımı
Cadence Tasarım	**www.orcad.com**	OrCAD (şematik, SPİCE simülatörü, düzen [PCB] tasarımı)
Sistemleri Kicad	**kicad.org**	GPLed tam işlevli şematik ve düzen tasarımı

Bir PCB'yi ilk kez tasarlamak ve sipariş etmek göz korkutucu olabilir, bu nedenle ilk işi basit tutun ve ayrıntılara dikkat edin (ve talimatları okuyun). Belirli bir yazılım paketini kullanmaya başlarken, varsa bir kullanıcının destek grubuna veya forumuna katılın. Diğer kullanıcılardan örnek tasarımlar isteyin ve bunların nasıl oluşturulduğunu ve çıktı veri kümesinde hangi dosyaların gerekli olduğunu görmek için onlarla denemeler yapın. Araçlarla rahat olduğunuzda, kendi tasarımınıza

23.6.3 Şematik Yakalama

PCB tasarımında ilk adım bir şematik oluşturmaktır. Bir düzeni doğrudan bir kağıt şemasından tasarlamak mümkündür, ancak şematik elektronik formda girilirse (veya "yakalanırsa") çok daha kolaydır. Şematik yakalama yazılımının iki çıkışı vardır - görsel şematik ve sonraki PCB düzeni için bileşen ve bağlantı verileri. Bu iki ayrı gereksinim, şematik giriş sırasında bazı işlemleri ilk bakışta gerekli görünenden daha karmaşık hale getirebilir. Bununla birlikte, kullanıcının sadece devrenin net bir grafik gösterimini değil, aynı zamanda altta yatan elektrik bağlantısını da yarattığını unutmayın.

Şemalar genellikle yaygın kağıt boyutlarına karşılık gelen (sanal) bir sayfaya girilir - örneğin, 11 x 17 inç. Daha karmaşık şemalar, hem görsel hem de elektriksel bağlantıyı belirtmek için özel etiketler veya bileşenler kullanarak birden fazla sayfayı kapsayabilir. Genellikle mantıksal olarak ilişkili öğeleri, daha sonra daha üst düzey bir şemada'kara kutu'olarak atıfta bulunulabilecek bir modüle gruplandırılabilir. Karmaşık devreler için, bu özellikler son derece kullanışlıdır ve kullanımı zor olan karışık bir diyagram ile devrenin işlevini ve çalışmasını verimli bir şekilde ileten organize, kompakt bir diyagram arasındaki farkı yaratır.

BILEŞENLER

Bir şemadaki bileşenler (dirençler, kapasitörler vb.) mevcut bir kütüphaneden seçilir veya kullanıcı tarafından oluşturulur ve özel bir kütüphanede saklanır. Her programın kendine özgü bir biçimi olmasına rağmen, İnternet'te bileşenleri ve/veya ek kütüphaneleri bulmak da mümkündür.

Her bileşen, şekil ve pin numaralarından çok daha fazlasını içerir. Tipik bir bileşen kitaplığı girişi şunları içerir:

Sembol - Bu, şemada gösterilen grafik temsilidir. Birçok bileşen aynı sembole sahip olabilir (örneğin, op amp sembolü birçok farklı op amper türü tarafından paylaşılabilir)

Pimler Her bir pim veya elektrik noktası için
cal bağlantısı, bileşen modeli pin numarasını belirtebilir, etiket (örneğin, "Vpp"), Pin türü (ters çevirme, girmeme) veya pin -işlevleri (ortak).

PCB ayak izi-A verilen bir bileşen mevcut olabilirFarklı paketlerden (örneğin, DIP veya yüzey montajı). Birçok bileşen aynı fiziksel ayak izine sahip olabilir (örneğin, op amper, karşılaştırıcılar ve optoizolatların hepsi aynı sekiz pimli DIP ayak izine eşlenebilir). Ayak izleri, elektrik bağlantılarının (pimler) yanı sıra mekanik montaj deliklerini ve ped boyutlarını ve bileşen anahattını içerir .

Değer - Dirençler ve kapasitörler gibi birçok bileşen, değer farkı dışında aynı bilgiye sahip olacaktır. Tüm ¼ W dirençleri aynı bileşenin örnekleri olabilir, sadece değer ve belirteç bakımından farklılık gösterebilir.

Belirteç - R1, C7, D3 gibi bileşene benzersiz başvuru. Bu, bileşen kullanıldığında atanır (genellikle otomatik olarak ve sırayla).

Kaynak bilgileri - Parça numarası, satıcı, maliyet vb. Bu bilgi Malzeme Faturası içindir.

Bileşenler genellikle bir kütüphane açarak ve istenen bileşeni arayarak şemaya yerleştirilir. Yeni başlayanların, bazı kütüphanelerde uzun bir bileşen listesiyle karşılaştıklarında "yaklaşık doğru" görünen bir bileşen seçmeleri cazip gelebilir. Bununla birlikte, bu erken aşamada bile, fiziksel PCB sıklıkla dikkate alınmalıdır. Örneğin, "l/8W Direnç, Eksenel" veya "1 W Direnç, Dik", şemada aynı düzgün çizilmiş direnç sembolüyle sonuçlanacaktır, ancak bir sonraki adımda bileşen verilerini bir PCB oluşturmak için kullanmak, ayak izleri önemli ölçüde farklı olacaktır.

Bir şematik oluşturma sırasında kütüphaneye yeni bileşenler eklemek hiç de nadir değildir. Birçok bileşen mevcut cihazlarla yakından ilişkili olduğundan, işlem genellikle mevcut bir şematik sembol seçmek, şekil ve/veya bileşen verilerini düzenlemek, yeni bir etiket oluşturmak ve parçayı mevcut bir ayak iziyle ilişkilendirmekten oluşur. Belirli bir op amp türü eklemek bir örnektir. Bu genellikle yalnızca bir kez yapılmalıdır, çünkü semboller kişisel bir kütüphaneye kaydedilebilir (ve başkalarıyla paylaşılabilir). İstendiğine yakın bir parçayı değiştirmek, sıfırdan yeni bir parça "inşa etmekten" genellikle daha kolaydır.

Bileşen sembolleri genellikle, bileşen -örneğini şemaya yerleştirirken döndürülebilir ve çevrilebilir. Atayıcılar (Rl, T34, vb.) kullanıcı tarafından atanabilir ve değiştirilebilir, ancak varsayılan atayıcılar genellikle sırayla seçilir.

BAĞLANTILAR

Şematik yazılım, elektrik bağlantıları yapmak için bir moda sahip olacak, denir "Ağlar". Örneğin, "draw net" sembolüne tıklanabilir, ardından fareyi bir pimden diğerine kullanarak bir çizgi çizilebilir, -çizgiyi düzgün bir ızgarada 90 ° dönüşle düzgün bir şekilde yönlendirmek için ara fare tıklamaları kullanılır. Yazılım sadece görsel çizgiyi çizmemeli, aynı zamanda bu bağlantının hangi elektriksel bağlantıyı temsil ettiğini de tanımalıdır. Bu nedenle, bir satırı başlatmak veya bitirmek için bir bileşen pimini (tam olarak) tıklatmanız veya kesişen iki çizgi arasında bir bağlantı kurarken, net-net bir bağlantıyı (genellikle özel bir "nokta" bileşeniyle) açıkça belirtmeniz gerekir. Bir şemadaki bağlantılara genellikle PCB'deki bu bağlantı için istenen iz genişliği veya kullanıcı tarafından atanan "giriş sinyali'gibi bir ad gibi ek bilgiler atanabilir.

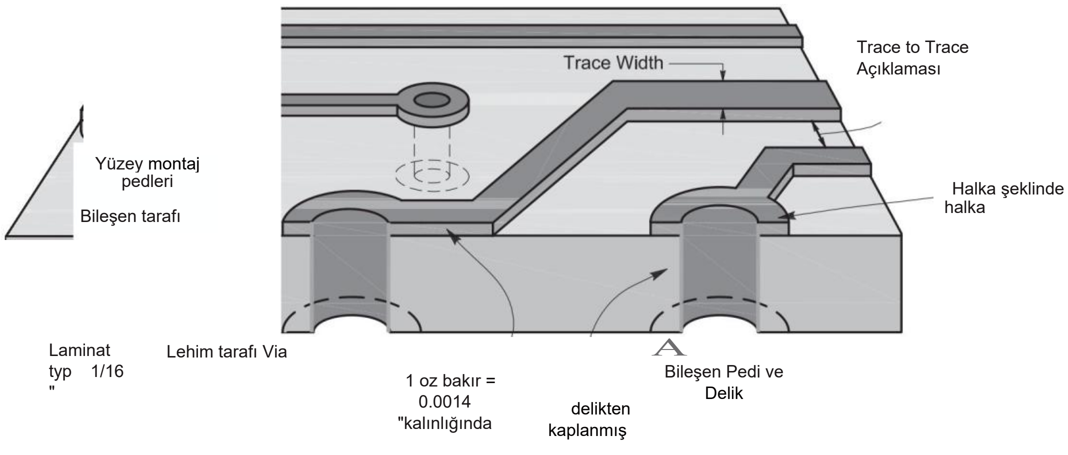
Bir şemadaki tüm bağlantılar çizilmez. Herhangi bir şematik - elektronik veya elle çizilmiş - daha okunabilir hale getirmek için, genellikle zemin veya güç sembolleri veya benzer bağlantıları otobüsler halinde gruplandırma gibi sözleşmeler kullanılır. Şematik yakalama yazılımı genellikle bu kuralları destekler**.** **Bazı** durumlarda, bileşenler örtük güç bağlantıları ile oluşturulabilir**; Bu durumlarda** bağlantılar şemada bile belirtilmeyebilir, ancak PCB yazılımına aktarılacaktır. Bununla birlikte, genel bir kural olarak, PCB tasarımcılarına başlamayı amaçlayan yazılımlar bu gelişmiş özelliklerin kullanılmasını gerektirmeyecektir .

Bileşen pinlerinin "güç girişi", "çıkış", "giriş'gibi niteliklere atanması genellikle mümkün olduğundan, bazı şematik giriş programları birinin erken tasarım kontrolü yapmasına izin verir. Program daha sonra iki çıkış arasındaki bağlantıları, bağlantıları eksik olan girişleri vb. Bu, aşağıda tartışılan Tasarım Kuralı Kontrolü kadar yararlı veya eksiksiz değildir.

Şematik üzerine ücretsiz metin yerleştirilebilir ve tarih, tasarımcı, sürüm, başlık ve şemayı tanımlayan diğer bilgiler

NETLIST'LER

Bileşenler yerleştirildikten ve bağlantılar yapıldıktan sonra, şematik yazdırılabilir ve PCB düzeni yazılımı için herhangi bir çıkış dosyası üretilebilir. PCB düzeni için gereken bağlantı ve bileşen bilgileri bir *netlist* dosyasında yakalanır. Şematik girişten PCB'ye akış sıkı bir şekilde entegre edilebilir, bu durumda kullanıcı şematik ve PCB arasında aynı tasarımın iki görünümü gibi geçiş yapabilir (ki bunlar). Bununla birlikte, çoğu şematik yazılım, entegre veya ayrı bir program olsun, PCB düzen yazılımı tarafından kullanılmak üzere ayrı bir netlist oluşturacaktır. Netlist ayrıca harici bir devre simülasyon programına aktarılabilir veya entegre bir simülatör programı tarafından kullanılabilir. (Bilgisayar Destekli **Devre Tasarımı bölümüne bakın**



Şekil 23.28 - PCB yapımı ve spesifikasyonunun çeşitli unsurları.

Devre simülasyonu hakkında daha fazla bilgi için.)

Netlists genellikle insan tarafından okunabilir metin dosyalarıdır ve çoğu durumda manuel olarak bir netlist dosyası oluşturmak mümkündür. Bir şematik giriş programının yokluğunda, bu, kullanıcının şematik çizilmiş bir el almasını, bağlantı bilgilerini çıkarmasını ve PCB programının tasarım kural kontrollerini gerçekleştirmesi için netlist oluşturmasını sağlar. Bununla birlikte, PCB düzeni yazılımı için genellikle bir netlist gerekli değildir; Kullanıcı ayrıca, anında bir PCB oluşturma seçeneğine de sahi **MATERYALLERİN** r ve bağ **AÇIKLAMALARİ VE BİLL**

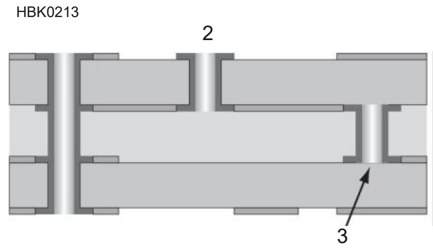
İleri ve *geri notlamanın önemli özellikleri,* şematik giriş ve PCB düzeni arasındaki arayüze girer. PCB düzeni sürecinde, bazı tasarım eksikliklerine rastlamak ya da şemadaki bir değişikliğin, ortaya konması daha kolay bir tasarım üretebileceğini belirtmek nadir değildir. Benzer şekilde, PCB düzeni süreci boyunca şematik yolun gözden geçirilmesi, bazı gerekli tasarım değişikliklerini ortaya çıkarabilir. PCB'deki değişiklikler durumunda (belki de - yönlendirmeyi kolaylaştırmak için bir konektör üzerindeki bazı pimleri değiştirerek), geri açıklama, değişiklikleri "geriye doğru" şemaya yayabilir. Bağlantı verileri güncellenecektir; Bununla birlikte, kullanıcının şemayı düzeltmek için bağlantı hatlarını manuel olarak yönlendirmesi gerekebilir. Benzer şekilde, PCB zaten (kısmen) yönlendirildiğinde şemada yapılan değişiklikler, ileri ek açıklamalar olarak bilinir ve şematik gibi, bağlantı güncellenirken, kullanıcının izleri manuel olarak yönlendirmesi gerekecektir. Ne ileri ne de geri ek açıklama gereklidir, ancak tutmada yararlıdır Şematik ve PCB tutarlı. Onların yokluğunda, kullanıcı şiddetle daha sonra zaman alıcı sorunları önlemek için manuel olarak güncel şematik ve PCB tutmak için teşvik edilir.

Son olarak, şemadaki temel veriler bir - *Malzeme Listesi* (BOM) üretmek için kullanılabilir. Bir BOM, tipik olarak referans belirteçleri tarafından sipariş edilen şematiğin tüm bileşenlerini listeler ve hatta çevrimiçi sipariş için ihraç edilebilir olabilir.

23.6.4 PCB Özellikleri PCB CONSTRUCTION

PCB tasarım sürecini anlamlandırmak için PCB yapısı hakkında biraz bilgi sahibi olmak yararlıdır**. Şekil 23.28, bir** PCB'nin temel yapısını ve bazı tasarım öğelerini (daha sonraki bölümlerde tartışılmıştır) göstermektedir. Laminat malzeme, bilinen diğer özelliklere (termal, dielektrik, vb.) Sahip stabil, yalıtkan bir substrat sağlar. Bakır bir veya iki tarafa bağlanır ve iz ve ped bırakmak için seçici olarak (genellikle kimyasal olarak) çıkarılır. Pedler, bileşenler için bağlantı noktaları sağlar. Elektrik bağlantısı çok önemli olsa da, lehim ve pedlerin mekanik ve termal bağlantı sağladığını hatırlamak önemlidir. Pedler, - *delik bileşenlerini monte etmek için delinebilir* veya yüzey akış bileşenleri için boşaltılmadan bırakılabilir.

Ayrı bir elektrokimyasal işlem, üst ve alt pedler arasında bağlantı sağlamak için kaplanmış deliklerin iç yüzeyini kaplar. Tek amacı bir PCB katmanları arasında elektrik bağlantısı sağlamak olan kaplama delikleri, **Şekil 23.29'da gösterilen vias olarak bilinir. Bir** bileşen kablosunu barındırmaları gerekmediğinden, delik ve ped boyutları daha küçüktür.



Şekil 23.29 - ***Via, bir*** **tahta katmanını diğerine bağlayan bir taban deliğini ifade eder. Vialar sinyal, güç veya zemin bağlantıları ve hatta havalandırma için kullanılır. Farklı geçiş tipleri arasında delikten (1); kör (2) ve gömülü (3).**

İki katman kartı bileşenleri her iki tarafa da monte edebilirken, çoğu PCB, bileşenlerin çoğunun yerleştirileceği bileşen tarafı olarak adlandırılan birincil bir tarafa ve lehimli pimler ve izlerin hakim olduğu bir lehim tarafına sahip olacaktır. Yüksek yoğunluğun gerekli olduğu yerlerde, yüzeye montaj (ve bazen delikten) cihazları her iki tarafa da monte edilir, ancak bu oldukça karmaşıktır .

Çok katmanlı levhalar esasen iki veya daha fazla iki katmanlı levhanın bir yığınıdır ve - her bir levha arasında bir yalıtım tabakası bulunur. Kaplanmış delikler, her katmanda bağlantıları mümkün kılar ve laminat malzeme orantılı olarak daha incedir, böylece tüm çok katmanlı tahta, normal bir iki katmanlı tahta ile kabaca aynı kalınlıktadır. Katmanların tüm yığınını bağlamadan seçilen, bitişik bakır katmanlarını birleştiren vialara "gömülü" veya "kör" vialar denir ve genellikle sadece çok yoğun tasarımlar için gereklidir. Çok katmanlı anakartlar, yönlendirme sinyallerinde çok daha fazla esneklik sağlar ve

Güç dağıtımı ve topraklama için özel katmanlar gibi diğer bazı avantajlar, ancak genellikle önemli ek maliyetlerle.

PCB İMALATİ SPECİFİCATİONS

Tahta hobi tarafından üretilmedikçe, PCB dosyaları bir *yönetim kurulu tarafından üretilmek üzere gönderilir.* Amatör için en önemli konu yönetim kurulunun fiyat politikaları olabilir. Tahta boyutu, miktarı, teslim süresi, katman sayısı, delik sayısı ve/veya yoğunluğu, lehim maskeleri ve ipek ekranların varlığı, minimum iz/ayırma genişliği, tahta malzemesinin tipi ve bakır kalınlığı fiyatlandırmayı etkileyecektir. Geçmişin bir maliyet tasarrufu seçeneği, tek katmanlı bir tahta, düşük maliyetli, düşük hacimli hizmetlerle sunulmayabilir - iki katman en basit seçenek olabilir ve daha sağlam bir tahta ile sonuçlanır. [Çoğu sipariş spesifikasyonunun İngilizce birim ve ons kullandığını unutmayın. Offshore yönetim kurulu evleri hem İngilizce hem de metrik birimleri kullanabilir veya yalnızca metrik olabilir. İngilizce birimler burada kullanılır, çünkü hobiler tarafından en sık karşılaşılan şeylerdir. *-Ed.]*

Göz önünde bulundurulması gereken ikinci konu, üretim yetenekleri ve sipariş seçenekleridir. Bunlar fiyatlandırma ve teslimat sürelerine göre değişir, ancak aşağıdakileri içerir:

Tahta malzemesi ve kalınlığı - FR-4, düşük hacimli PCB'ler için en popüler tahta malzemesidir; epoksi bağlayıcı ile aleve dayanıklı dokuma fiberglastan oluşur. Tipik kalınlık 0.062 inç (inç)'dir, ancak bazen daha ince malzeme mevcuttur. Esnek laminatlar daha yüksek maliyetle ve daha uzun teslim süresinde de mevcuttur. Mikrodalga kullanımı veya yüksek sıcaklık uygulamaları için özel tahta laminatları da mevcuttur.

Bakır kalınlığı - Metrekare başına ons cinsinden ifade edilen tipik değerler 1-2 0z'dir (1 oz, 0.0014 inç kalınlığa karşılık gelir.) Diğer değerler küçük hacimler için ucuz olmayabilir. Çok katmanlı panolardaki İnner katmanları daha ince olabilir - bunun önemli olup olmadığını kontrol edin. Çoğu tahta tasarımı, çift taraflı tahtalar için en az 1 oz bakır alabilir; İz genişliği daha sonra - herhangi bir yüksek akım gereksinimlerini karşılamak için değiştirilir .

Katmanlar -İki katmanlı panolar en yaygın olanlarıdır. PCB'lerin üretilme şekli nedeniyle, bakır tabakaların sayısı ikisinin katları olacaktır. Hızlı tum tahta evler için, genellikle sadece iki veya dört katmanlı panolar mevcuttur. İkiden fazla katmana sahip PCB'ler her zaman daha pahalı olacak ve genellikle üretimi daha uzun sürecektir.

Minimum delik boyutu, sayısı ve ***delik yoğunluğu*** -Minimum delik boyutu nadiren bir sorun olacaktır, ancak yüksek delik yoğunluğuna veya birçok farklı delik boyutuna sahip olağandışı tahta tasarımları ek maliyetlere neden olabilir. Minimum delik boyutunu belirlerken vias eklediğinizden emin olun. Bazı Yönetim kurulu evleri, destekledikleri matkap boyutlarının belirli bir listesine sahip olabilir. Farklı matkap boyutlarının sayısını azaltmak için genellikle matkap dosyasını düzenleyebileceğinizi unutmayın.

Minimum iz genişliği ve boşluğu - Genellikle bu iki sayı değerlidir. Çoğu tahta ev, en az 0,010 inç genişliğinde izlerle rahattır, ancak bazen daha yüksek bir maliyetle 0,008 ve 0,006 inç sıklıkla mevcuttur.

Minimum halka şeklindeki halka - PCB üretim süreci varyasyonlara sahip olduğundan, her kaplama deliğinin etrafında minimum miktarda bakır gereklidir. Bu, ped boyutunun delik boyutuna oranı olarak ifade edilebilir, ancak daha yaygın olarak halkanın genişliği olarak ifade edilebilir.

Kenar açıklıkları - Delikler, pedler ve izler kartın kenarına çok yakın olmayabilir.

Pano anahatları ve kopyaları - Tahtanın anahattını bir dikdörtgenden başka şekillerde yönlendirmek, belki de belirli bir muhafazayı barındırmak veya alanı optimize etmek için seçenekler olabilir. Bir kartın birden fazla kopyası sipariş edilirse, bazı tahta evler bir - *PCB'yi panelleştirebilir,* daha büyük bir PCB üzerinde birden çok kez çoğaltabilir (kart başına maliyette bir azalma ile). Bu kopyalar, pano evinde veya panoları bağlamak için bırakılan küçük sekmelerde kesilebilir, böylece birden fazla panonun montajı tek bir ünite olarak yapılabilir.

Kalay kaplama - İzler ve pedler kazınıp delindikten sonra, kalay kaplama genellikle - iyi lehimleme için maruz kalan bakır yüzeylere uygulanır.

Lehim maskesi - Bu, parça montaj pedleri hariç her şeyi kaplayan kartın her iki tarafına kalay kaplamasından sonra uygulanan lehime dayanıklı bir kaplamadır. İt, erimiş lehimin pedler ve izler arasındaki boşlukları köprülemesini önler. Lehim maskesi en hızlı tum hizmetleri dışında sunulmaktadır. Yeşil en yaygın renktir, ancak diğer renkler mevcut olabilir.

Silkscreen - Bu, bileşen şekillerini ve belirteçlerini ve diğer sembolleri veya metni yerleştiren lehim maskesinin üstündeki genellikle beyaz olan mürekkep katmanıdır. Minimum çizgi genişliği belirtilebilir - belirtilmezse, ince çizgilerden kaçınmaya çalışın. En hızlı tum hizmetleri hariç hepsi

23.6.5 PCB Tasarım Elemanları

Şematik, bir parçanın belirli paketini veya bir bağlantının genişliğini veya uzunluğunu not edemez. Fiziksel bir nesne olan PCB, belirli bileşen örneklerinden (örneğin "sadece bir direnç'değil," yatay olarak monte edilmiş 4W, eksenel-kurşun direnç ") ve ayrıca belirli bir genişliğe sahip bileşenlerin pimleri arasındaki traktör bağlantılarından oluşur ve diğer iletkenlerden ayrılır. Düzen sürecini tartışmadan önce, kısaca PCB'deki bileşenlerin ve bağlantıların doğasını tartışın.

BILEŞENLER

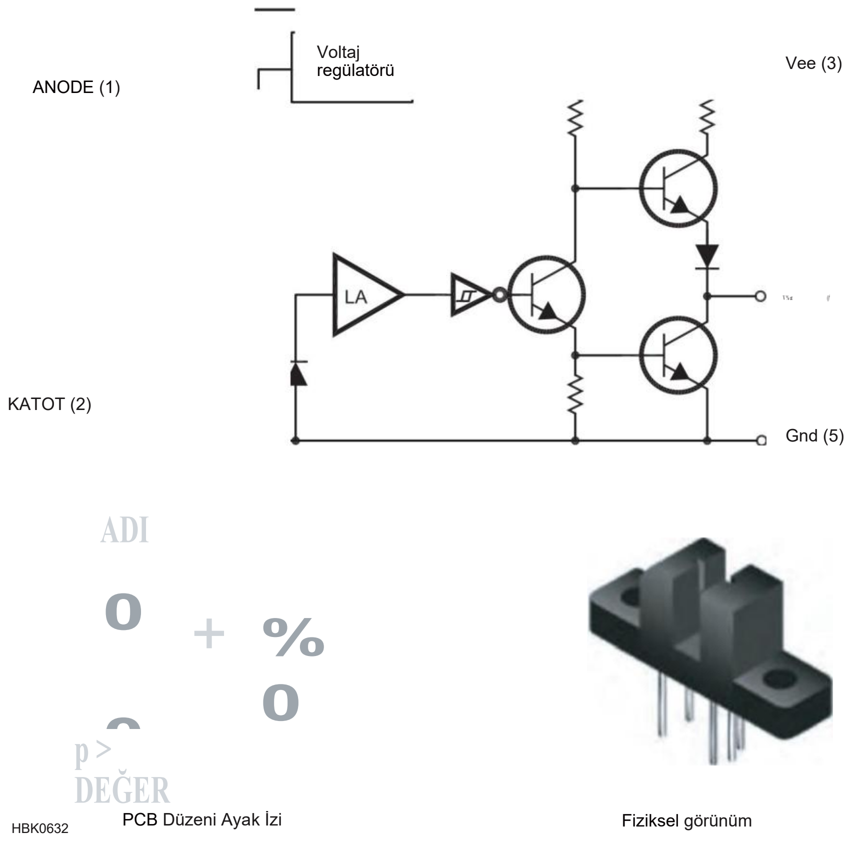
Bir PCB tasarımındaki bir bileşen, şemadaki muadiline çok benzer**. Şekil 23.30,** grafikler ve bağlantı bilgileri de dahil olmak üzere bir opto kesicinin PCB ayak izini göstermektedir. Bir bileşenin ayak izi, geçerli tüm bakır katmanlarda, elektrik olmayan montaj delikleri veya yuvaları dahil olmak üzere gerekli tüm deliklerde ve serigrafi katmanı gibi ek grafiklerde ayak izinin nasıl olduğunu belirtmelidir.

Örnek olarak ortak bir ¼ W eksenel-kurşun direnci alın. Bu ayak izinin, her biri bir ped ile ilişkili, direncin iki ipucuna karşılık gelen iki pimi olacaktır. Bu ped, tahtanın hem üst hem de alt katmanlarında görünecek, ancak iç katmanlarla ilişkili daha küçük bir ped de olacaktır. Deliğin boyutu, nominal kurşun çapına ve bir miktar ödeneğe (tipik olarak 0) dayanacaktır. 006 inç). Ped boyutu makul bir halka halka halka sağlayacak kadar büyük olacaktır, ancak genellikle kaliteli lehimleme sağlamak için çok daha büyüktür. Pimler, şematik sembol üzerindeki pin numaralandırmasına karşılık gelecek şekilde etiketlenecektir (bu bileşen için polarite olmamasına rağmen). Bir serigrafi katmanı tanımlanacaktır, genellikle içinde değer veya işaretçinin görüneceği bir kutu. Serigrafi katmanı özellikle polariteli parçaların yönünü belirtmek için kullanışlıdır.

Daha karmaşık parçalar, şematik bir pimle (örneğin montaj deliği) ilişkilendirilmeyecek ek delikler gerektirebilir. Bunlar genellikle parçaya bir ped ile bir delik eklemekten farklı olarak eklenir - bu durumda, delik halka şeklinde bir halka veya kaplama olmadan istenir. Serigrafi katmanı yukarıdaki kısmı özetlemek için kullanılabilir ve

PCB Tasarım ve EMC

Amatör projeler nadiren elektromanyetik uyumluluk (EMC) standartlarına tabi olsa da, kartı tasarlarken iyi mühendislik uygulamaları kullanmak istenmeyen RF emisyonlarını ve RF parazitine duyarlılığı azaltır. Örneğin, bir mikroişlemci devresinin gücünün ve toprak izlerinin uygun şekilde yerleştirilmesi RF emisyonlarını önemli ölçüde azaltabilir. Yer düzlemlerinin, bypass kondansatörlerinin ve özellikle kalkan bağlantılarının uygun şekilde uygulanması, RFI performansı üzerinde dramatik bir etkiye sahip olabilir. (RFI hakkında daha fazla bilgi için RF İnterference bölümüne bakın.) RFI ve PCB tasarımında iyi bir referans, Henry tarafından Elektromanyetik Uyumluluk Mühendisliğidir.
Ott, WA21RQ.



Şekil 23.30 - Burada gösterilen opto-interrupter gibi bir bileşen için PCB ayak izi, parçanın şemasında ve parçanın fiziksel özelliklerinde tanımlandığı gibi elektrik bağlantısını birleştirir.

Pedlerden açık olanın ötesinde, örneğin, sırtında yatan TO-220 bir güç transistörü veya Şekil 23.30'daki opto-kesicinin etrafındaki plastik ambalaj.

Şematik girişte olduğu gibi, yeni bir PCB ayak izini değiştirmek veya oluşturmak zorunda kalmak nadir değildir. Elektronik parçalar için iyi teknik çizimler genellikle mevcuttur; Mümkün olduğunda, kullanıcı bu boyutları ucuz bir kadran kaliperi ile gerçek bir parçaya karşı doğrulamalıdır. Ayrıca bitmiş devre kartı resmini gerçek boyutta yazdırmak ve yeni veya sıra dışı parçalara karşı hızlı bir kontrol yapmak için de kullanışlıdır.

İZLER

İzler PCB yapısının diğer ana elemanıdır - bileşenleri elektriksel olarak bağlayan bakır yollar. PCB izleri sadece düzlemsel, düz tellerdir - eşdeğer bir bakır tel kalınlığına kıyasla büyülü özelliklere sahip değildirler. VHF/UHF/mikrodalga frekanslarında ve yüksek hızlı dijital sinyaller için, PCB izleri iletim hatları gibi davranır ve bu özelliklerin tasarımda hesaba katılması gerekir ve avantaj sağlamak için kullanılabilir.

Yönetim kurulu tarafından uygulanan minimum genişlik ve açıklık gibi izlerin dışında izler üzerinde çok az kısıtlama vardır. Kimyasal aşındırma ile oluşturulurlar ve keyfi şekiller alabilirler. İn gerçek, metin ve semboller olabilir

Bir serigrafi dahil değilse kullanışlı olabilecek bakır katmanlarda oluşturulur. İzler herhangi bir uzunlukta olabilir, genişliği değişebilir, dönüşleri veya eğrileri birleştirebilir vb. Bununla birlikte, çoğu iz, tüm uzunlukları (benzer sinyalleri taşıyan diğer izlerle paylaşacakları bir genişlik) düzgün bir genişlik olacak, düzgün 45 ° veya 90) ° köşeler yapacak ve iki katmanlı panolarda genel bir tercih olacaktır. bileşen tarafında yatay seyahat veya lehim tarafında dikey seyahat .

Diğer yöntemlerde bir devre inşa ederken aynı hususlar PCB tasarımı için de geçerlidir; mevcut kapasite (iz genişliği, kopper kalınlığı), voltaj (diğer sinyallere açıklık), gürültü (koruma, koruma, diğer sinyallere yakınlık), zemin ve güç kaynaklarının empedansı vb.

23.6.6 PCB Düzeni

Şematik ve netlist hazır ve tanımlanan tüm PCB özellikleri ile PCB'nin gerçek düzeni başlayabilir.

KURUL SIZE VE KATMANLARI

PCB düzenindeki ilk adım, yalnızca devrenin kendisini ve montaj delikleri gibi ek özellikleri içermeyecek şekilde kart taslağını oluşturmaktır. Prototip veya tek seferlik tasarımlar için, tahta genellikle en iyi şekilde yapılır

Test ve hata ayıklama kolaylığı için bileşenler arasında daha fazla alana izin vermek için daha büyük. (Bazı düşük maliyetli veya ücretsiz ticari PCB yazılımı, anakart boyutu ve bileşen sayısı üzerinde sınırlar getirir.) Anakart anahattı, kullanıcının değiştirebileceği varsayılan bir boyutta sağlanabilir veya kullanıcının anahattı sıfırdan girmesi gerekebilir.

Yukarıda tartışıldığı gibi, dikdörtgen tahta şekilleri genellikle kabul edilebilir, ancak birçok tahta ev eğriler de dahil olmak üzere daha karmaşık ana hatları barındırabilir. Bu anahatlar makul bir doğrulukla yönlendirilecek ve PCB'nin belirli bir yere sığması için kesme veya tek bir şekle ihtiyaç duyması durumunda bir montaj adımını kaydedebilir.

Yazılım başlangıçta PCB'nin kaç katman kullanacağına karar vermeyi gerektirmese de, bu, kullanıcının mümkün olduğunca erken yapması gereken bir karardır, çünkü iki ila dört veya daha fazla sıçrama, izleri ve maliyeti yönlendirmede büyük bir etkiye sahip olacaktır!

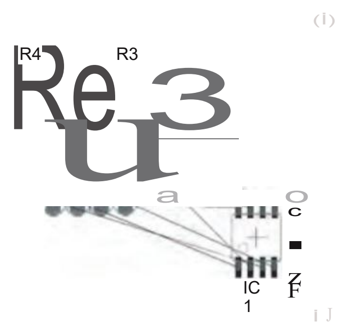
İlk tasarımınız için, daha önce oluşturduğunuz ve test ettiğiniz basit bir devre için iki katmanlı bir kartla başlayın. Bu, vermeniz gereken karar sayısını azalta

BİLEŞEN YERLEŞTİRME

İyi bileşen yerleşimi, PCB düzeni savaşının yarısından fazlasıdır. Kötü - yerleştirme, izlerin karmaşık bir şekilde yönlendirilmesini gerektirir ve montajı zorlaştırırken, iyi yerleştirme temiz, kolay toassemble tasarımlarına yol açabilir.

Yerleştirilen ilk elemanlar montaj delikleri veya diğer sabit konum özellikleri olmalıdır. Bunlar genellikle bir kütüphaneden parçalar olarak değil, yazılımdaki bir araç paletinden seçilen özel bir seçenek kullanılarak yerleştirilir. Yeterli fora # 4 veya # 6 vida delikleri genellikle iyidir; Vidaların ve somun sürücüsünün veya standoffbelow kafaları için etraflarında yer bıraktığınızdan emin olun. Bunlar, ped olmadan kaplanmamış delikler olacaktır (ancak yönetim kurulu, bir tahtadaki tüm delikleri ne olursa olsun kaplayabilir).

Yazılıma ve şematik yakalamanın gerçekleştirilip gerçekleştirilmediğine bağlı olarak, kart anahattı zaten tüm devre bileşenlerinin ayak izlerini içerebilir (bazen kartın bir köşesinde bir yığın halinde istiflenir) ve netlist zaten yüklenir. Bu durumda, bileşenler, bileşenleri anakart üzerinde istenen yere tıklayıp sürükleyerek yerleştirilebilir. Çoğu PCB programı, bir bileşenin her bir netlist bağlantısı için düz bir çizgi çizen bir "sıçan yuvası" seçeneğine sahiptir ve bu, bileşenler arasında dolaşırken bileşenler arasındaki bağlantılar belirgin olduğu için yerleştirmede büyük bir yardımcıdır. (Bkz Şekil 23.31) Ancak, bağlantılar bu elektrik bağlantısını paylaşan en yakın pime gösterilir; Böylece, ayrıştırma kapa... (gen... kastedilen



Şekil 23.31 - PCB düzeni sırasında sıçan yuvası görünümü, bileşen pimleri arasındaki doğrudan bağlantıları gösterir. Bu yardımcı olur
En uygun yönlendirme için bileşen yerleştirme ve yönlendirme ile tasarımcı.

Belirli bir bileşenin yakınında olmak), farelerin, tasarımcının amaçlamış olabileceği pimleri değil, en yakın güç ve toprak pimlerine yuva bağlantılarını gösterecektir. Bunların manuel olarak düzenlenmesi gerekir.

PCB düzeni yazılımı, bileşenlerin başlangıçta otomatik olarak düzenlendiği otomatik işlem sunabilir. Yeni başlayanlar kesinlikle bu aracın ne kadar iyi performans gösterdiğini denemekten ve görmekten çekinmemelidir, ancak tasarımların çoğu için yararlı değildir.

PCB'lerin şemayı tam olarak taklit edecek şekilde düzenlenmesi gerekmez, ancak sinyal yolundaki izlerin uzunluğunu en aza indirmek için bileşenlerin mümkün olduğunda mantıksal bir akışa yerleştirilmesi uygundur. Hassas bileşenlerin diğer bileşenlerden izole edilmesi veya korunması gerekebilir ve topraklama ve ayrıştırma, tıpkı noktasal noktalı lehimli bir versiyonda olduğu gibi yapılabilir .

PCB "on-the-fly" veya ithal bir netlist kullanılarak tasarlanıyorsa, bileşenlerin PCB yazılımındaki parçaların kütüphaneleri kullanılarak manuel olarak seçilmesi ve tahtaya yerleştirilmesi gerekebilir. Tüm tasarım yazılımları bu görevi basit veya hızlı hale getirmez - özellikle, bileşen ayak izlerinin açıklaması kafa karıştırıcı olabilir. Yüksek yoğunlaştırılmış endüstri standardı veya düzgün olmayan adlandırma kurallarının kullanılması, kullanıcının farklı bileşen türlerini görmek için bileşen kitaplığına göz atması gerektiği anlamına gelir. Dirençler, diyotlar ve kapasitörler özellikle şaşırtıcı seçeneklerin yayılmasına eğilimli görünmektedir. Bir çözüm, örnek bir PCB düzenini açmak ve tasarımcının dirençler, LED'ler ve benzeri için kullandığı kütüphane elemanını görmektir. Burada, hobilere yönelik PCB düzeni yazılımı, profesyonel programlardan daha fazla feweroption olduğu için üstün olabilir.

Yerleştirme sırasında kullanıcı, bileşenlerin farklı yönelimlerinin yönlendirmeyi basitleştirdiğini görecektir (örneğin, birbirinin üzerinden geçmesi gereken izlerin sayısını en aza indirmek veya iz uzunluklarını azaltmak). Bileşenler genellikle 90 °'lik artışlarla döndürülür, ancak serbest döndürme bir seçenek olabilir. Kullanıcının, benzer cihazlarda mümkün olduğunca aynı yönlendirmeyi sürdürmesi şiddetle tavsiye edilir. Pin 1'in İC paketlerindeki konumunu karıştırmak veya kapasitörleri, diyotları ve LED'leri rastgele yönlendirmeyle yerleştirmek, montaj ve test sırasında tutarlı, mantıksal düzenle en aza indirilebilecek zaman alıcı sorunlara neden olur .

Bileşenlerin yerleştirilmesi ve yönlendirilmesi, son PCB'nin ne kadar kolay monte edilebileceğini de etkileyebilir. Örneğin soketler için ve İC'lerin yerleştirilmesi ve çıkarılması için bol miktarda alan bırakın. Potansiyometreler ve anahtarlar gibi mekanik bir arayüze sahip bileşenler, ayar için erişime izin verecek şekilde konumlandırılmalıdır. Konektörler, anahtarlar veya göstergeler (örneğin, LED'ler) gibi herhangi bir bileşen, özellikle bir panelden çıkıntı yapacaklarsa, dikkatlice konumlandırılmalıdır. Genellikle bu, bileşenin PCB'nin kenarından çıkmasını içerir. (PCB kenarına bakır izleri ve pedler arasında gerekli boşluk dikkat edin.)

Bileşenler, tüm bileşenin boyutunu gösteren bir serigrafi taslağı içermelidir - örneğin, PCB'ye düz monte edilmiş bir TO-220 paketindeki bir transistör, montaj deliğini ve montaj sekmesinin kapsamını gösteren bir taslağa sahip olmalıdır. Kullanıcı, somun sürücüleri veya diğer montaj araçları için boşluk da dahil olmak üzere somun ve cıvata veya soğutucu gibi bir bileşenin montajı için herhangi bir ek donanımın gerektirdiği boşluğu da dikkate almalıdır.

PCB üzerindeki mekanik stresi en aza indirmeye özen gösterin, çünkü bu çatlaklara, ayrılmış pedlere veya diğer sorunlara neden olabilir. Konektörler, anahtarlar, saksılar gibi bileşenler için mümkün olduğunda montaj deliklerinden veya sekmelerden yararlanın. Tasarım tek katmanlı olsa bile kaplama delikli iki katmanlı panolar kullanın. Kaplanmış deliklere lehimlenmiş bileşen uçları, - lehimlenmiş pedin yalnızca bakır ve laminat arasındaki bağ tarafından tutulduğu ve çok fazla ısı veya stres uygulandığında kolayca kaldırıldığı tek katmanlı kartlardan çok daha güçlü mekanik bağlantılar üretir.

Yeni bir tasarım prototiplerken, ekstra bileşenler için devre kartına birkaç bağlantısız ped ekleyin (örneğin, bir 16 pin DIP, dirençler ve diğer ayrık bileşenler için 0, 4 inç aralıklı pedler). İncude test noktaları ve yer bağlantıları. Bunlar, kesme uçlarının zemin klipsleri için uygun test noktaları sağlamak veya sinyalleri izlemek için lehimlenebileceği basit pedler olabilir.

Teller veya kablolar doğrudan PCB'ye lehimlenebilir, ancak bu panoları değiştirirken sakıncalıdır ve çok sağlam değildir. Konektörler mümkün olduğunda çok tercih edilir ve genellikle tel veya kablo için gerilme tahliyesi sağlar. Ancak, bir tel doğrudan ise PCB'ye lehimlenmiş olan kullanıcı, yalıtım da dahil olmak üzere teli geçirebilecek kadar büyük bir plakasız delik eklemeyi düşünmelidir. Tel daha sonra lehim tarafından plakasız delikten geçirilebilir, daha sonra normal kaplama deliğine lehimlenebilir. Bu, istenirse bir tutkal dolgusu ile artırılabilen bir miktar gerinim giderme sağlar.

ROUTNG İZLER

Bileşenleri, montaj deliklerini ve bileşen veya iz yerleşimini sınırlayan diğer sabit konum özelliklerini yerleştirdikten sonra, izler *yönlendirilebilir. Yani,* kısa devreler üretmeden pimler arasındaki tüm bağlantıları tamamlamak.

Çoğu PCB tasarım programı, bileşenlerin ve izlerin çizim programlarına benzer şekilde düzenli bir ızgaraya yerleştirilmesine izin verir. İki ızgara olabilir - görünür bir kaba perde ızgarası ve yerleştirildiğinde bileşenlerin ve diğer nesnelerin hizalanacağı bir "snap'ince perde ızgarası. Parça yerleşimi için 0.1 veya 0.050 inç ızgara kullanmak ve 0.025 inç ızgara üzerindeki izleri yönlendirmek için iyi bir uygulamadır. "İzgaraya yapışma" özelliği genellikle yerleşimin ince ayarına izin vermek için kapatılabilirken, bir ızgaraya yönlendirilen bir kartın daha temiz görünmesi ve yönlendirilmesinin daha kolay olması muhtemeldir.

İz, bir bileşen piminde başlar ve bağlanması gereken diğer pimlere doğru yol alır. İzler, bir pedin kenarında değil, pedlerin merkezinde başlamalı ve bitmelidir, böylece bağlantı programın veritabanına düzgün bir şekilde kaydedilir. Bir netlist yüklenmişse, çoğu PCB yazılımı pedler arasında doğrudan bir bağlantı gösteren bir sıçan yuvası çizgisi gösterecektir. Rota tamamlandığında, bu bağlantı için sıçan yuva hattı kaybolur. Sıçanın yuva çizgisi nadiren iz için istenen yoldur ve çoğu zaman doğru hedef değildir. Örneğin, güç izlerini yönlendirirken, kullanıcı kör bir şekilde pimleri rastgele sırayla birbirine bağlayan bir Bizans rotası oluşturmak yerine iyi tasarım anlayışı kullanmalıdır. Bu nedenle, gücü ve zemini erken yönlendirmek iyi bir uygulamadır.

Yüksek hız, yüksek frekans ve düşük gürültü devreleri, yönlendirmede ek dikkat gerektirir. **Genel olarak,** mikroişlemciler ve anılar gibi dijital devreleri birbirine bağlayan izler, analog veya RF sinyalleri taşıyan izlere geçmemeli veya yakın olmamalıdır. Lütfen **RF Teknikleri bölümüne** ve bu bölümün önceki bölümlerine ve bu bölümün sonunda listelenen referanslara bakın.

Manuel yönlendirme PCB tasarımının temel bir becerisidir, otomatik yönlendirme kullanılmaz. İşlem genellikle yazılımda mümkün olduğunca basit yapılır, çünkü yönlendirme PCB tasarım süresinin çoğunu alacaktır. Seçili olan bakır katmanda bir iz yönlendirilecektir. Tek taraflı bir anakart için, yönlendirme için yalnızca bir katman vardır; İki katmanlı bir tahta için

Bileşen tarafı ve lehim tarafı izler olabilir; Ve çok katmanlı panolar için ek iç katmanlar izleri olabilir. Genellikle tek bir tuş vuruşu aktif bakır tabakayı değiştirebilir (bazen bir rota devam ediyorsa otomatik olarak bir yol ekleyebilir). İz düz parçalar halinde çizilir ve hedef pimde biter. Yönlendirme sırasında normalde 90 °'lik köşelerden kaçınılır - bir çift 45 ° açı normdur. **Şekil 23.32** bazı örnek izleri göstermektedir .

İki taraflı bir tahtada, tahtanın bir tarafının çoğunlukla yatay izlerle, diğer tarafının ise çoğunlukla dikey izlerle döşenmesi iyi bir uygulamadır. Öncelikle dikey olarak hareket etmesi gereken bir iz, dikey izleri olan tarafta bunu yapabilir ve rotanın yatay kısmını tamamlamak için diğer tarafa geçmek için bir yol kullanabilir.

İt, anakartın alt (lehim) tarafındaki çoğu izi yönlendirmek için test etme ve hata ayıklama sırasında en kolay olanıdır - bileşen tarafındaki izler genellikle İ Cs veya diğer bileşenler altında çalışır, bu da erişilmesini veya takip edilmesini zorlaştırır. İt, bir ped bırakan, İC veya konektörden uzaklaşan bir iz yönlendirerek bitişik İC veya konektör pimlerini bağlamak için genellikle çok daha nettir, daha sonra bağlanmak üzere bitişik pede geri döner. Bu, monte edilmiş tahta üzerindeki bağlantının, iki ped arasındaki doğrudan bir bağlantının benzeyeceği bir lehim köprüsü olmadığını netleştirir .

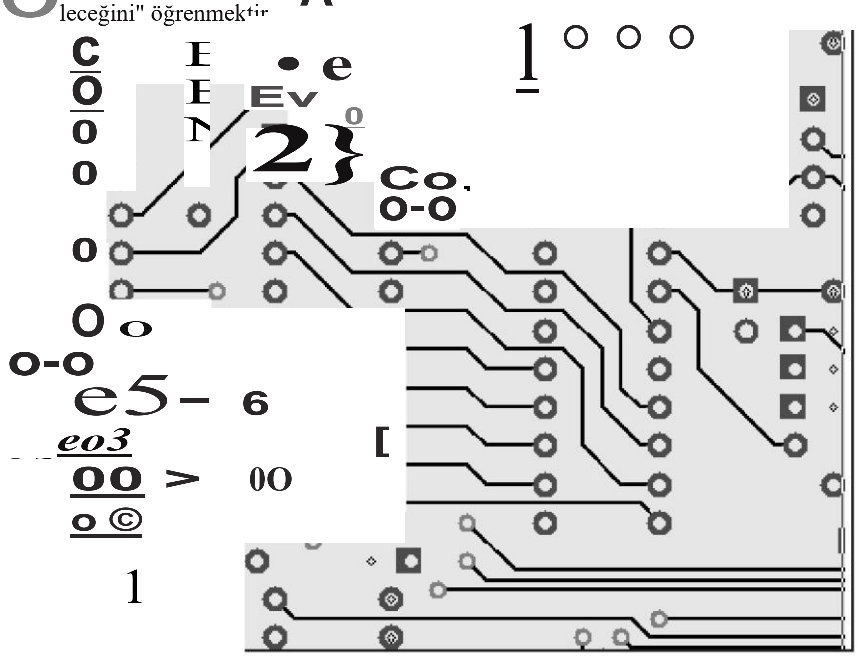
Hiçbir vias veya wending yolunun bir rotayı tamamlayamayacağı durum olabilir. PCB tasarımcısı için kalan bir araç bir jumper - montaj sırasında sadece tahtadaki iki nokta arasında bir bağlantı kurmak amacıyla bir bileşen olarak eklenen bir tel. Jumper'lar çoğunlukla singlesided tahtalar için gereklidir; "Atlama" oldukça küçük olduğunda, yalıtılmamış tel kullanılabilir. Atlayıcılar genellikle düz çizgilerdir ve yatay veya dikey olabilir. Profesyonel üretim PCB'leri, jumper olarak makine takılabilir sıfır ohm dirençleri kullanır. Çift taraflı levhalardaki kazaklar genellikle çok olumlu görülmez, ancak bu işlevsel değil, estetik ve verimlilik sorunudur.

Çok katmanlı anakartlar açıkça ek yönlendirme seçenekleri sunar, ancak karıştırma yönleri yönlendirme sorunlarına neden olma eğiliminde olduğundan, yine her katmanda bazı baskın yönlendirme yönlerinin (dikey veya yatay) olması önerilir. Bununla birlikte, sinyalleri yönlendirmek için sadece ek katmanlar olmak yerine, bir veya iki iç katmanı güç ve toprağa ayırmak nadir değildir. Bu, güç ve zeminin minimum dirençle yönlendirilmesine izin verir ve problanabilecekleri veya değiştirilebilecekleri bileşen ve lehim taraflarında ilginç sinyaller taşıyan izleri ortaya çıkarır. İç katmanlardaki izleri değiştirmek çok zordur, söylemeye gerek yok!

Çok fazla iz yönlendirmeden önce, anakart üzerinde Tasarım Kuralı Denetimi'ni (DRC) çalıştırmak yararlıdır. (Tasarım Kuralı bölümüne bakın Aşağıdan kontrol ediyorum.) Erken ve sıklıkla uygulanan DRC, düzeltilmesi en kolay olduğunda endişe alanlarını belirleyebilir. Örneğin, belirli bir iz genişliği, iki İC pedi arasında geçerken yetersiz açıklık sağlayabilir.

Bazı PCB tasarım paketleri, yazılımın netlist bileşenini ve bağlantı verilerini kullandığı ve izleri otomatik olarak yönlendirmeye çalıştığı autorouter özelliği sunar. Zaman kazandıklarında bazı durumlar vardır, ancak bu araçları biraz dikkatle görüntüleyin. Otomatik yönlendiriciler, belirli bir kart için yönlendirme bulmacasını çözmede iyidir, ancak yalnızca tüm pimleri doğru bir şekilde bağlamak iyi bir PCB tasarımı üretmez. Kritik sinyalleri taşıyan izler "gürültülü" yollar alabilir; Birbirine kısa, düşük dirençli bağlantılara sahip olması gereken bileşenler bunun yerine uzun izlere sahip olabilir, vb. Daha sofistike otomatik yönlendiriciler, bu sorunları en aza indirmek için kapsamlı "ipuçları" listeleriyle sağlanabilir. Yeni başlayanlar için, bu tasarım bilgisini otomatik yönlendiriciye iletmek için harcanan zaman, izleri manuel olarak yönlendirmek için daha iyi harcanır.

Bir otomatik yönlendirici kullanılıyorsa, en azından kritik bağlantılar önce manuel olarak yönlendirilmelidir. Bunlar arasında hassas sinyaller, uzunluğu en aza indirilmesi gereken bağlantılar ve genellikle güç ve zemin (hem RFI hem de iz genişliği nedeniyle) bulunur. Daha da iyisi, iyi bir düzenin neye benzediğine dair bir fikir geliştirmek (iyi tasarlanmış panoları pratik ve analiz ederek gelecek) ve otomatik yö[...]ricinin yönlendirme bulmacasını bi[...] için hangi aşamada "g[...]nale ge[...]leceğini" öğrenmektir.



Şekil 23.32 - Bu örnek, yatay yönlendirme için PCB'nin yan tarafındaki izleri göstermektedir. İzler İC'lerin pimleri arasında yönlendirilir. Daha küçük pedler, PCB'nin farklı bir katmanına vias içindir.

TRACE WIDTH VE SPACİNG

Tüm izler bir miktar genişliğe sahip olacaktır - genişlik varsayılan genişlik, seçilen son genişlik veya netlist'teki verilerden sağlanan bir genişlik olabilir. İT, anakarttan elde edilebilecek en küçük iz genişliğini (0.008 inç veya daha küçük) kullanarak güç izlerini yönlendirmek için cazip olabilir, çünkü bu, izlerin en yüksek yoğunluğuna izin verir ve yönlendirmeyi kolaylaştırır. Daha iyi bir tasarım uygulaması, sert tespit iz çatlamasını önlemek ve tahta güvenilirliğini artırmak için daha geniş izler kullanmaktır. 0.012 inç genişliğindeki daha yaygın izler 0.025 inç'lik bir ızgara üzerinde paralel olarak çalıştırılabilir ve 0.1 inç merkezlerdeki birçok ped arasında geçebilir. Daha geniş izler bile tahtanın "evde" üretilmesini kolaylaştıracak, ancak kullanılan kesin işlem (CNC yönlendirme, kimyasal aşındırma, vb.) çözünürlüğü sınırlayacaktır. İC veya konektör pedleri arasında geçtikleri izleri "boyunlaştırmak" mümkün olduğunu unutmayın - yani, düzenli, kalın iz, pedler arasındaki dar boşluğa yakın bir yerde çalışır, pedler arasında dar bir genişlikle geçer, daha sonra orijinal genişliğe kadar genişler. Çoğu sinyal için 0.030 inçten daha geniş izler kullanmak için çok az neden vardır (bkz. **Tablo 23.5), ancak** güç ve toprak izi genişlikleri akım için uygun olmalıdır.

Tüm izlerin direnci vardır ve bu direnç, - izlerin kesitinin (genişlik çarpı kalınlık) ve uzunluğun bir fonksiyonudur. Bu direnç elektrik gücünü ısıya dönüştürecektir. Isı nispeten yüksek bir eşiği aşarsa, iz oldukça pahalı ve değiştirilmesi zor bir sigorta haline gelir. The

En kötü durumda beklenen akım için, ısı artışı bazı eşik, genellikle 10 ° C ile sınırlı olacak şekilde iz genişliği seçilmelidir. Pratik olarak, güç izleri (özellikle zeminler) genellikle direnci azaltmak için pratik olarak geniş yapılır ve yalnızca ısı yükselme limitlerinin gerektirdiği genişliği büyük ölçüde aşarlar .

Tablo 23.5, bazı yaygın iz genişlikleri için harici (bileşen ve lehim tarafı) ve dahili izler için maksimum akımları özetlemektedir. İç izler (çok katmanlı levhaların iç katmanlarında) aynı genişlik için dış iz akımının sadece yarısını taşıyabilir, çünkü iç katmanlar ısıyı dış izler gibi ortam havasına dağıtmaz. (İz genişliklerinin bazen "mil'olarak da ifade edildiğini unutmayın. 1 **mil** = 0.001 inç; "mili-inç" için kısaltmadır, milimetre değil!)

Etkili iz genişliğinde üst sınır yoktur. İt, -tahtanın geniş alanlarının katı bakır olarak kalması yaygındır. Bu *bakır dolgu* alanları zemin, ısı emiciler olarak hizmet edebilir veya sadece tahta üretimini basitleştirebilir (özellikle ev yapımı tahtalar). Bir bakır dolgunun ortasına bir bileşen deliği yerleştirmek iyi bir fikir değildir - bakır lehimleme sırasında çok verimli bir ısı emicidir. Termal rölyef olarak bilinen bir "vagon tekerleği" deseni olan İnstead, lehim pedinin etrafına (bazen otomatik olarak) yerleştirilir ve iyi bir elektrik bağlantısı sağlar, ancak ısı batmasını azaltır. Çoğu zaman, bakır dolgu alanları bir çokgen kullanılarak belirtilebilir ve dolgu o bölgedeki pedler ve izler etrafında otomatik olarak akar, ancak izole bakır pedlere yol açabilir .

Pratik olarak, çoğu pano sadece iki veya belki de üç farklı iz genişliğine sahip olacaktır; Sinyaller için dar genişlikler ve güç için daha kalın bir genişlik (genellikle sağlıklı bir marjla).

İz genişliği hakkında son bir not - vias tipik olarak bir boyuttur (yani küçük), ancak katmanlar arasında düşük dirençli bağlantılar oluşturmak için birden fazla vias kullanılabilir. Viaların aralığı, pedlerinin dokunmaması için iyi çalışır; Pedler daha sonra hem üst hem de alt katmanlarda kısaltılır.

Voltaj ayrıca yönlendirme denklemine de girer, ancak iz genişliği yerine, daha yüksek voltajlar iz ve diğer bakır arasında artan bir açıklıkla karşılanmalıdır. IPC-2221 standardı, 31-150 V (tepe) taşıyan izler için 0.024 inç ve 151-300 V (tepe) taşıyan izler için 0.050 inç boşluk gerektirir; Bunlar kaplamasız dış izler. (Uygun polimer lehim maskesi kaplamasıyla, açıklıklar 31-100 V için 0.006 inç ve 101-300 V için 0.016 inç İnternal izler de azaltılmış temizleme gereksinimlerine sahiptir.) Bununla birlikte,

Tablo 23.5

10 ° C Artış için Maksimum Akım, 1 oz/ft? Bakır

IPC-2221 standartlara dayalı (resmi bir IPC tablosu değil)

Trace Genişlik (inç)	*Max. Güncel (Harici İzleme) (A)*	*Max. Güncel (İnternal Trace) (A)*	*Direnç (ohm/inç)*
0.004	0.46	0.23	0.13
0.008	0.75	0.38	0.063
0.012	1.0	0.51	0.042
0.020	1.5	0.73	0.025
0.040	2.4	1.2	0.013
0.050	2.8	1.4	0.010
0.100	4.7	2.4	0.005
0.200	7.8	3.9	1
0.400	13	6.4	0.002

IPC-2221 Baskılı Devre Tasarımında Genel Standart, İnstitute İnterconnecting ve Paketleme Elektronik Devreleri, www.ipc.org

SILKSCREEN AND SOLDER MASK

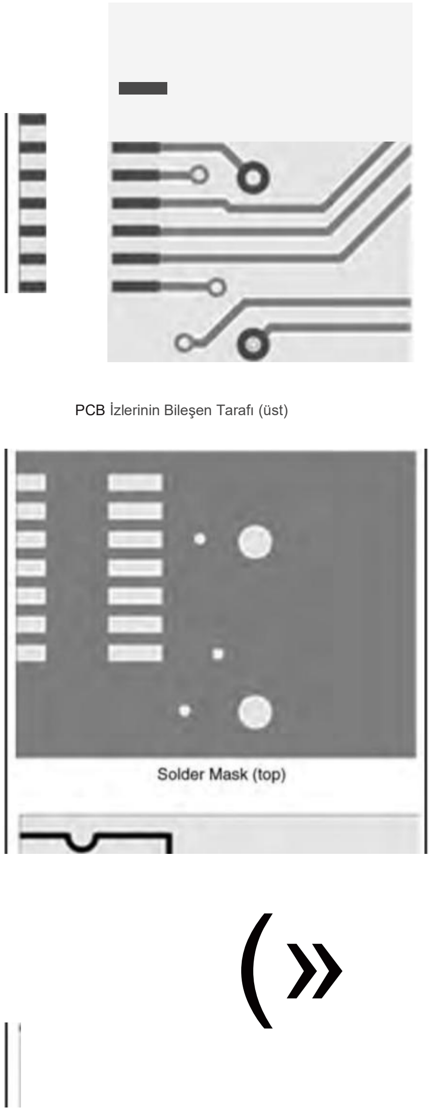
Silkscreen (veya "silk") katmanı

Kartın üst kısmında, **Şekil 23.33'te gösterilen ipek taranacak metin ve grafikler.** Bileşenler genellikle, işaretçiler ve değerler gibi otomatik olarak görünecek olan serigrafi katmanında öğelere sahip olacaktır, ancak diğer öğeler manuel olarak oluşturulmalı ve yerleştirilmelidir. Yaygın serigrafi elemanları şunlardır: Devre adı, tarih, sürüm, tasarımcı (ve çağrı işareti), şirket adı, güç -gereksinimleri (voltaj, akım ve füzyon), bağlantılar için etiketler (örneğin, "Mikrofon girişi"), uyarılar ve uyarılar, ayarlamalar ve anahtarlar için etiketler. Serigrafi katmanındaki düz beyaz bir dikdörtgen, seri numarası veya test bilgileri yazmak için iyi bir alan sağlayabilir.

Pano evi, metin genişliği de dahil olmak üzere serigrafi çizgileri için minimum genişliği belirleyecektir. Metin ve grafikler - lehim maskesinin herhangi bir yerine yerleştirilebilir, ancak lehim yastıkları ve deliklerine yerleştirilemez .

Birçok hızlı tum kurulu evler prototip panoları için serigrafi atlamak. Daha önce de belirtildiği gibi, yukarıdaki metin öğelerinin çoğu dış bakır katmanlara yerleştirilebilir. -Elde edilen bakır izleri kısaltacağından bileşen anahatları mümkün değildir, ancak bileşen polarizasyonu, iki kısa izden yapılmış el yapımı '+' veya tek bir kısa izden '1'gibi sembollerle belirtilebilir. (Bazı bileşen ayak izlerinin, pin 1 için pedi kare bir ped ile işaretlerken, diğerlerinin yuvarlak veya oval olduğunu unutmayın.)

Lehim maskesi, serigrafi grafiklerinden önce tahta üzerine taranan bir polimer kaplamadır. Şekil **23.34'te gösterildiği gibi,** pedler ve vialar hariç tahtanın tüm yüzeyini kaplar. Lehim maskeleme, montaj sırasında pedler arasında ve pedlerden izlere lehim köprülerini önler ve özellikle dalga lehimleme veya yeniden akış lehimleme kullanan üretim süreçleri için önemlidir. Üst katman için bir lehim maskesi katmanı ve alt katman için bir tane daha vardır. İnternal katmanların bir lehim maskesine ihtiyacı yoktur. Lehim maskeleme bir prototip kartı için ihmal edilebilir, ancak lehimin istenmeyen köprüler veya kısa devreler oluşturmasını önlemek için özen gösterilmelidir.



Şekil 23.33 - Mizanpajın izler ve pedlerle üst bakır tabakası, bakırı kaplayan lehim maskesi (PCB'nin üst ve alt katmanları için ayrı bir lehim maskesi gereklidir) ve bileşen anahatlarını ve belirteçlerini gösteren serigrafi bilgileri arasındaki ilişki.

PCB düzeni işlemi sırasında, lehim maskesi katmanları genellikle gösterilmez çünkü bunlar bağlantıyı etkilemez. **Şekil 23.34** PCB düzeni işlemi tamamlandığında göründüğü gibi tipik bir PCB gösterir.

DESİGN KURAL KONTROLÜ

Şematik yakalama programından bir netlist sağlanmışsa, kartın düzeninden bir tasarım kuralı kontrolü (DRC) yapılabilir. PCB yazılımı, PCB'ye kuralların bir listesini uygulayarak, netlistedeki tüm bağlantıların yapıldığını, tüm izler arasında yeterli boşluk olduğunu doğrular. Bu kurallar, belirli board house gereksinimlerine göre değiştirilebilir. Yukarıda belirtildiği gibi, tüm izler yönlendirilmeden önce bile DRC'yi çalıştırmak yararlıdır - bu, önemli bir yeniden yönlendirme veya farklı bir yaklaşım gerektirebilecek boşluk veya diğer sorunları tanımlayabilir.

Eğer kullanıcı DRC'yi çalıştırmadan önce tüm yönlendirme yapılana kadar beklemişse, ihlallerin listesi göz korkutucu olabilir. Bununla birlikte, çoğu zaman, ihlallerin tümü olmasa da, çoğu, kurulun istediği gibi çalışmasını engelleyebilecek sorunları temsil eder. Mümkün olduğunda, tüm DRC ihlalleri imalattan önce düzeltilmelidir.

23.6.7 Üretim için hazırlık

LAYOUT REVİEW

Anakart DRC'yi geçtikten sonra, elektrik bağlantısı ve üretilebilirlik için temel gereksinimler muhtemelen karşılanmıştır. Bununla birlikte, tasarım ek bir inceleme pasosundan yararlanabilir. bir bakır katman dışındaki tüm katmanları kapatın ve izleri inceleyin - genellikle yönlendirmede basitleştirmeler görünür olacaktır Diğer bakır tabakaların dikkatini dağıtmadan. Örneğin, iki yakın aralıklı pim arasında gitmeyi önlemek için bir iz taşınabilir. Yoğun aralıklı izler birbirinden daha uzakta olabilir. Artık hem dikey hem de yatay seyahat anlamına gelse bile, izleri öncelikle bir katmana yönlendirerek vialarıazaltma fırsatları olabilir. Tüm bakır katmanlar için egzersizi tekrarlayın.

İzlerin donanıma yakınlığı da dahil olmak üzere tahtanın mekanik yönlerini de gözden geçirin. Prototip PCB'nizde lehim maskesi yoksa, iletken bir durumda kristaller gibi bileşenlerin altında çalışan veya montaj donanımına çok yakın olan izler kısa devre oluşturabilir. Bir yalıtkan sağlanmalıdır veya iz yeniden yönlendirilebilir.

GENERATNG ÇIKIŞ FILES PCB tasarımı tamamlandıktan sonra, PCB üretmek için tasarım açıklama dosyalarının tamamı oluşturulabilir. Bunlar:

Bakır katmanlar-Bakır katman başına bir dosya.

Bunlar *Gerber dosyaları olarak bilinir* ve başlangıçta bir *photoplotter sürücü için tasarlanmış komutların metin dosyaları vardı.* Gerber, fotoplotterlerin birincil üreticisiydi, fotoğraf filmi üzerine desenler çizmek için bir yerden diğerine değişken genişlikte bir ışık kaynağı (açıklıklar) taşıyan makineler. Fotoplotterler dijital teknoloji ile değiştirilirken, Gerber tarafından kullanılan format RS-274X olarak standartlaştırılmıştır ve belirli bir üreticiye bağlı PCB yazılımı dışında evrensel olarak kullanılmaktadır. RS-274X, CNC makinelerini programlamak için makinistler tarafından kullanılan RS-274D ("G-Code") ile ilgilidir, ancak malzemeyi çıkarmak için bir aracın hareketlerini tanımlamak yerine, ilave bir açıklamadır (esasen "buraya bakır koyun"). Bu nedenle Gerber ve Bir CNC makinesi bakırı mekanik olarak çıkararak PCB yapmak için kullanılıyorsa G-Kodu.

Matkap dosyası - Kaplama olsun ya da olmasın tüm delikler için koordinatları ve matkap boyutlarını içeren dosya. *NC veya Excellon* dosyası olarak da adlandırılan bazı yönetim kurulu evleri koordinatlar için belirli bir format gerektirebilir, ancak bunlar genellikle PCB programında seçenekler olarak ayarlanabilir. Bir PCB için sadece bir matkap dosyası vardır, çünkü delikler bir taraftan delinir. (Gömülü vialar gibi egzotik seçenekler daha fazla bilgi gerektirecektir.) RS-274X açıklıklar gibi, matkap dosyası genellikle bir matkap tablası içerecektir.

Silkscreen - Ayrıca RS-274 formatında. Bazı tahta evler, tahtanın her iki tarafında iki dosya gerektirecek ipek ekran sağlayabilir.

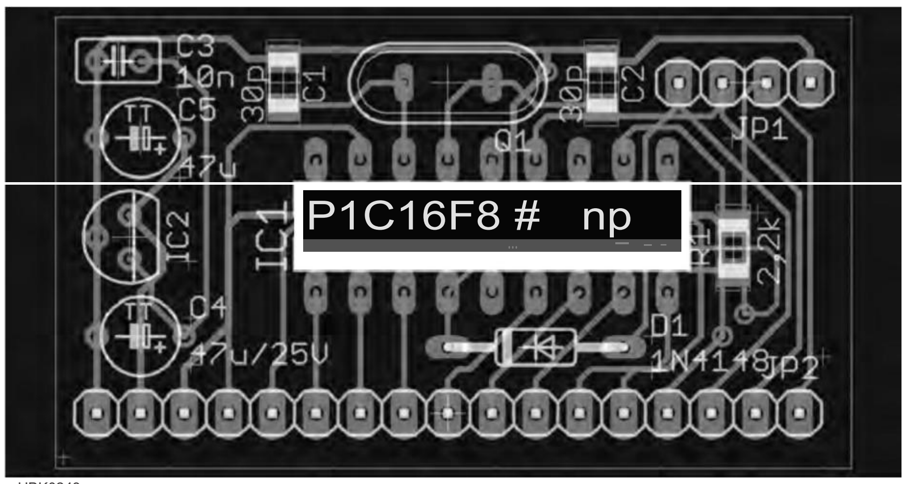
Lehim maskesi - Lehim maskesi dosyası, lehim maskesini oluşturmak için pano evi tarafından kullanılır. Her taraf için bir dosya gereklidir.

Gerbv ***(gerbv.gpleda.org*****, açık** kaynak, *Linux, Mac OS X) veya GC-Prevue* **(www.graphicode.com**, *Windows) gibi bir* Gerber önizleme programı, Gerber dosyalarını izleme düzenini incelemek için kullanılabilir. Bu iyi bir testtir - yönetim kurulu, panoları PCB tasarım dosyasından değil, Gerber dosyalarından yapacaktır. Gerber önizleyicileri, karşılık geldiklerini ve anlamlı olduklarını doğrulamak için bakır katmanları, serigrafi ve matkap dosyalarını içe aktarabilir.

Katmanların herhangi biri genellikle referans ve daha fazla inceleme için PCB programı (ve/veya Gerber önizleme programı) içinde basılabilir.

PCB üretimi için dosyalara ek olarak, PCB yerleşim programları da montaj diyagramları oluşturabilir ve bazı durumlarda monte edilmiş kartın nasıl görüneceğine dair 3D görünümler sağlayabilir. Bunlar, belgelerin yanı sıra yükseklik açıklığı gibi mekanik sorunların doğrulanması için yararlı olabilir.

Dosyaların PCB üreticisine veya yönetim kuruluna gönderilmesi ve PCB'lerin sipariş edilmesi üretim web sitesinde açıklanmaktadır veya bir müşteri hizmetleri temsilcisi işlem boyunca size yol



HBK0243

Şekil 23.34 - **Tipik bir PCB düzen düzenleyicisinde (Eagle) görüldüğü gibi tamamlanmış bir mikroişlemci kartı. Lehim maskesi katmanları görünürlük için ihmal edilir. Birbirini geçmiş gibi görünen izler tahtanın farklı taraflarındadır ve düzen yazılımında farklı renklerdedir. Serigrafi tabakası beyaz olarak gösterilir.**

PCB CAD REFERANSLARI

Analog Cihazlar*, Yüksek Hızlı Tasarım Teknikleri, Analog* Cihazlar, 1996.

Johnson, Howard ve Graham, Martin*, Yüksek Hızlı Dijital Tasarım: Kara Büyünün El Kitabı, Prentice* Hall, 1993.

Ott, *Henry, Elektromanyetik Uyumluluk Mühendisliği, Wiley* Press, 2009 .

Pease, Robert A, *Analog Devreleri Giderme, Butterworth-Heinemann*, 1991.

Gümüş, W. N0AX, "Uygulamalı Radyo Deneyleri 107-110: PCB Düzeni", *QST, Aralık 2011* - Mart 2010.

23.7 Mikrodalga konstrüksiyon

Paul Wade, WlGHZ, bu kısa öğreticiyi, başlangıçta ARRL Laboratuvar Mühendisi, Zack Lau, Wl VT tarafından yazılan mikrodalga frekansı işlemine uygun inşaat uygulamalarına güncelledi. Mikrodalga ekipmanı hakkında daha fazla bilgi için, Paul'un *QST'deki "Microwavelengths" sütunlarını okuyun.*

Mikrodalga yapımı sadece eğlenceli değil, aynı zamanda çoğu amatörün yetenekleri dahilindedir. Uçağa binmek için bir miktar inşaat gerekir, çünkü hazır bir kutu satın alamazsınız. En azından, birkaç modül - koaksiyel ve güç kabloları ile birlikte bağlanmalıdır. Diğer uçta, tüm istasyon sıfırdan veya bir kitten homebrewed olabilir.

Cep telefonlarının ve kablosuz ağın büyümesi, düşük maliyetle yüksek performans sunan mikrodalga entegre devrelerin çoğalmasına neden olmuştur. Bunlardan bazıları jambon uygulamaları için de kullanışlıdır, böylece mikrodalga konstrüksiyonu geleneksel dalga kılavuzu "sıhhi tesisatından" küçük bileşenlerin yüzeye monte edilmesini gerektiren basılı devrelere dönüşmüştür. Dalga kılavuzu teknikleri, filtreler ve antenler gibi bazı bileşenler için hala değerlidir, bu nedenle her iki yapı türünde de yeterlilik değerlidir.

Yeni mikrodalga ekipmanı inşa ederken hepimizin karşılaştığı bir sorun, denemek için yakındaki bir istasyonu bulmaktır. Bir çözüm, bir arkadaşınızı benzer bir sistem kurmaya ikna etmektir, böylece ikiniz de çalışacak birine sahip olursunuz. Eğer tamamlayıcı becerileriniz varsa, biri metal diğeri yüzeye monte lehimleme ile, birbirinize yardımcı olabilirsiniz. Daha büyük bir grup veya kulüp çabası daha da iyi olabilir - deneyim ve test ekipmanı olan biri grup için bir Elmer olabilir.

Burada ve dergi sütunlarında malzemeye ek olarak, mikrodalga frekansları üzerinde çalışmak isteyen amatörler için birkaç mükemmel referans şunlardır:

• *Mikrodalga Know How,* Andy Barter, G8ATD (RSGB) tarafından

• Uluslararası *Mikrodalga El Kitabı,* Andy Barter, G8ATD (RSGB)

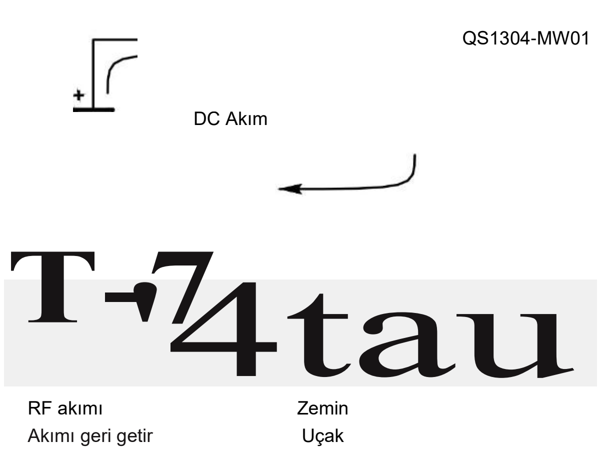
• *ARRL UHF/Microwave Experimenter's Manual (baskı dışı* ancak kullanılan kullanılabilir)

• *ARRL UHF/Microwave Projects CD'si* (baskı dışı ancak kullanılmış)

23.7.1 Kurşun uzunlukları

Mikrodalga konstrüksiyonu daha popüler hale geliyor, ancak bu frekanslarda fiziksel bileşen uçlarının boyutu ve PC kartı izleri - ihmal edilemez. Mikrodalga yapım teknikleri ya bu başıboş değerleri en aza indirir ya da devre tasarımının bir parçası haline getirir.

Mikrodalga devresinde temel husus kısa kurşun uzunluklarıdır, özellikle



Şekil 23.35- Akım her zaman tam bir döngü içinde akmalıdır. Bu, dalga boylarının çok kısa olduğu mikrodalga frekanslarında özellikle önemlidir.

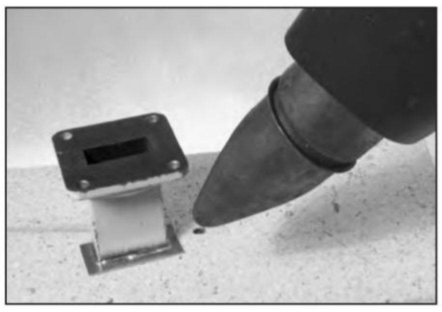
yer dönüşleri için. Akım her zaman "zemin" boyunca bir dönüş yolu ile tam bir döngü içinde akar. (Şekil **23.35'e bakınız) Bir** devrenin düzgün çalışması için döngü dalga boyundan çok daha küçük olmalıdır - frekans arttıkça boyutlar küçülmelidir. İyi toprak dönüş sürekliliğini sağlamak için özel dikkat gerektiren bir alan, bir kabin dışındaki koaksiyel kablodan kabin içindeki bir PC kartına geçiştir.

Mikrodalga frekanslarında, devrelerin mekanik yönleri ve fiziksel boyutu tasarımın bir parçası haline gelir. Birkaç milimetre - iletken bu frekanslarda önemli reaktansa sahiptir. Bu, izlerin ve iletkenlerin - mikrodalga frekanslarında rezonansa girdiği VHF ve HF tasarımlarını bile etkiler. Yüksek performanslı bir FET'in bu bölgede çok fazla kazancı vardır, bir VHF preamplifikatörü, - devre başıboş reaktansları doğru (veya yanlış!) Bunu, giriş ve çıkış arasındaki kalkanları kullanarak veya korumalı modülün kapağına mikrodalga emici malzeme ekleyerek önleyebilirsiniz. (SHF Mikrodalga emici malzemeler satıyor.)

23.7.2 Metal işleme

Dalga kılavuzu yapımı, mikrodalga - sistemlerinin montajı ve paketlenmesi için de yararlı olan bazı temel metal işleme becerileri gerektirir. Bazı minimal araçlar bir demir testeresi, matkaplar, dosyalar ve düzen araçları olacaktır. Bir el matkabı yeterli olsa da, ucuz bir matkap presi işi daha kesin ve daha güvenli hale getirecektir. İn metaller, Dewalt Pilot Point matkap uçları temiz, doğru delikler yapar. Dosyalar ve kemirme araçları dikdörtgen veya tek şekilli delikler oluşturabilir.

Lehim mikrodalga kayıpları için zayıf bir şöhrete sahiptir - ama tabii ki, esastır. Bakır veya alüminyumdan daha yüksek dirence sahiptir, ancak sadece yüksek yerlerde önemlidir



Şekil 23.36 - Daha büyük montajlar bir ısı tabancası ile lehimlenebilir. Bir meşale, yüksek sıcaklıkta lehimleme için daha iyidir.

Akım, örneğin, zemin ucu ahighQ çeyrek dalga rezonatör. Hom antenleri ve çoğu dalga kılavuzu yapısı düşük Q'ya sahiptir, bu nedenle fazla blob içermeyen temiz bir lehim eklemi hiçbir etkiye sahip değildir. Geleneksel kalay-kurşun lehim iyi çalışır; %1 gümüş ile gümüş lehim hiçbir performans avantajı vardır ama güzel görünüyor.

Bir havya için çok büyük olan dalga kılavuzu ve antenler gibi şeyler için, sıcak hava tabancası mükemmel bir iş çıkarır. **Şekil 23.36, bir** sıcak hava tabancası ile lehimlendiği için bir dalga kılavuzu geçişinin tersini göstermektedir. Dalga kılavuzu ucuna az miktarda macun akısı (Kester SP-44) uygulandı ve eklem boyunca bir lehim halkası yerleştirildi. Daha sonra lehim eriyip eklem içine akana kadar tüm alana ısı uygulanır.

Lehimleme için bir meşale de kullanılabilir, ancak metalin daha fazla oksidasyonuna neden olma eğilimindedir. Bununla birlikte, yüksek sıcaklıkta lehimlenmiş bir eklem istendiğinde, bir meşale gereklidir. Akı gerektirmeyen bir MAPP gaz meşalesi ve Silvaloy 15 (veya Harris Stay-silv 15) gümüş lehim malzemesi, küçük ve orta ölçekli bileşenler için uygundur .

Birçok jambon, gümüş kaplamanın arzu edildiğini düşünüyor gibi görünüyor, ancak nadiren bir fark yaratıyor.

ence - sadece çok daha güzel görünüyor. Gümüş kaplamanın önemli bir fark yarattığı gösterilen tek uygulama, kayar kontaklı UHF boşluklarıdır. Diğer yerlerin çoğunda, bakır kayıpları yeterince düşüktür, böylece çok az iyileştirme mümkündür ve alüminyum çoğu kullanım için iyidir.

23.7.3 Devre yapımı

Modüler yapı, mikrodalga devreleri için kullanışlı bir tekniktir. Genellikle, devreler giriş ve çıkışlarını bilinen 50 © 2 kaynaklarına ve yüklerine bağlayarak test edilir. Modüller, kasanın ve PC kartının bir dalga kılavuzu olarak hareket etmesini önlemek için tipik olarak küçük tutulur ve bir devrenin giriş ve çıkışı arasında bir geri bildirim yolu sağlar ve bu da kararsızlığa neden olur .

MICROWAVES 'DE PRIHTED-CİIRCUİIT KURULLARI

Bir mikrodalga baskılı devre kartı (PCB) tipik olarak çift taraflıdır, bir tarafta transmissionline devre basılır ve uzak tarafta bir zemin düzlemi bulunur. Zemin dönüş yolu en iyi şekilde, iki tarafı minimum uzunluğa bağlayan kaplama delikleriyle (PTH) sağlanır. Yüzeye montaj bileşenleri - entegre devreler, çip kapasitörleri ve çip dirençleri - doğrudan basılı pedlere ve iletim hatlarına ve gömülü PTH'li zemin pedlerine lehimlenir. Mikrodalga entegre devrelerin çoğu, 25 mil kadar küçük kurşun aralığı ile gerçekten küçük paketlerde gelir. Bu tür bir yapı hakkında daha fazla bilgi için bu bölümün başındaki Surface-Mount Technology bölümüne bakın.

Mikrodalga frekanslarında cam-epoksi PC kartı kullanırken, önemli tahta parametresi dielektriğin kalınlığıdır. İt %10'dan fazla, biraz değişebilir. Bu şaşırtıcı değil; Dijital ve düşük freq uenc_y analog devreler, tahta normalden biraz daha ince veya daha kalınsa iyi çalışır. Mikrodalga devre yapımında kullanılan kart tiplerinden bazıları genel bir Teflon PC kartı, Duroid 5870 ve 5880'dir.

TRANSMISSİON LIHES VE BAĞLAYICILAR

Mekanik doğruluk açısından bakıldığında, en toleranslı yapı tipi dalga kılavuzuna dayanmaktadır. Ayarlama genellikle dalga kılavuzuna bağlanan bir veya daha fazla vida ile gerçekleştirilir. İt, 1 0 GHz'in altındaki amatör bantlarda dalga kılavuzu kullanmak için hantal hale gelir, çünkü boyutlar çok büyür.

Uygun konektörler mikrodalgalarda gerekli bir masraftır. 10 GHz'de, tekrarlanabilir performans için uygun konektörlerin kullanılması gereklidir. Mikrodalga devrelerini koaksiyel ve pigtails ile bağlamayın. İşe yarayabilir ama muhtemelen kopyalanamaz. SMA - konektörleri yaygındır çünkü küçüktürler ve iyi çalışırlar. SMA jacks bazen 2-56 donanım daha yaygın olmasına rağmen, yerinde lehimlenmiş.

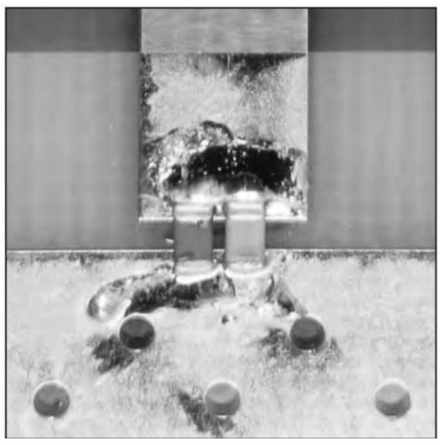
24 GHz ve üzerinde, dalga kılavuzu bile küçük ve çalışması zor hale gelir. Bu frekanslarda, en kolay bulunan koaksiyel konektörler güvenilmez bir şekilde çalışır, bu nedenle bu yüksek bantlar gerçekten zor bir iştir. 24 GHz'de kullanılmak üzere özel SMA konektörleri mevcuttur.

DEVICE SUBSTİTUTION

Ne yaptığınızı gerçekten bilmiyorsanız, mikrodalga devrelerini tam olarak kopyalamak önemlidir. Daha iyi koruma - veya topraklama gibi "İ-pro'lar bazen düşük performansa neden olabilir. Özellikle aktif cihazlarla bileşenleri değiştirmek genellikle çekici değildir. ATF13135 ve ATF13335 gibi aynı gofretin farklı derecelerini değiştirmek mümkün görünebilir, ancak bunlar gerçekten farklı performans - ölçümlerine sahip aynı transistördür. İki transistör istenen çalışma frekansında tam olarak aynı kazanç ve gürültü rakamına sahip olabilirken, genellikle diğer frekanslarda stabiliteyi korumak için gereken empedanslar farklı olabilir. Böylece, "yedek" salınım yapabilir, uygun transistör ise gayet iyi çalışır.

MMİC'leri (monolitik mikrodalga entegre devreler) birbirinin yerine kullanabilirsiniz, çünkü bunlar kararlı olacak ve aynı giriş ve çıkış empedanslarıyla çalışacak şekilde tasarlanmıştır (50 © 2).

Mikrodalgalarda kullanılan bileşenlerin boyutu kritik olabilir - bazı durumlarda, 80 millik bir çip direnci, bir 60 millik için iyi bir alternatif değildir. Umarım, bir inşaat projesinin yazarı size hangi boyutların kritik olduğunu söyler, ancak buna her zaman güvenemezsiniz; Yazar bilmiyor olabilir. Bir kişinin sadece bir prototip oluşturmak için yıllarını harcaması alışılmadık bir durum değildir, bu nedenle yazarın olası yer değiştirmeleri denemek için bir düzine farklı örnek oluşturmamış olması şaşırtıcı değildir.



Şekil 23.37 - Basılı tarak hattı filtresi, kaybı azaltmak için paralel olarak iki çip kapasitör kullanır.

23.7.4 Mikrodalga Konstrüksiyonu için kapasitörler

Sıradan seramik çip kapasitörleri birkaç kuruşa mal olurken, mikrodalga çip kapasitörleri her biri bir dolardan fazladır. Hepsinin parazitik direnci ve indüktansı vardır, ancak mikrodalga versiyonları daha yüksek mikrodalga frekanslarında fark yaratan daha düşük kayıplı malzemeler kullanır. Sıradan seramik kondansatörler, 10 GHz'e kadar bile, engelleme ve bypass kondansatörler gibi kritik olmayan uygulamalarda iyi çalışır. Düşük gürültülü veya güç amplifikatörleri gibi kritik alanlarda, mikrodalga kapasitörleri tercih edilir.

Şekil 23.37'deki basılı tarak hattı filtresi gibi düşük kayıp için yüksek Q gerektiren uygulamalar için, gösterildiği gibi paralel olarak iki sıradan kapasitör, pahalı bir - mikrodalga kapasitöründen daha düşük kayba sahiptir. Paralel olarak, parazitik dirençler de paralel hale getirilerek direnç yarıya indirilir. Ek bir avantaj, standart olmayan kapasitans değerleri elde etmek için kombinasyonların seçilebilmesidir. Bu hileyi, kayıpları azaltmak için mikrodalga ...getirerek, yüksek ...ri gibi gerçekten ...uygulayabiliriz.

23.7.5 Tuning ve "No-Tune" Tasarımları

Mikrodalga konstrüksiyonu her zaman sıkı toleranslar ve hassas konstrüksiyon gerektirmez. MF/HF'de yaptığınız gibi devrelerinizi ayarlamaya istekli iseniz, adil miktarda hata tolere edilebilir. Bu genellikle ayarlanması pahalı ve zor olabilecek değişken bileşenlerin kullanılmasını gerektirir.

Yüksek hassasiyet kullanan uygun tasarım ve yapım teknikleri, "ayarsız'bir mikrodalga tasarımıyla sonuçlanabilir. Bu notune projelerinden birini oluşturmak için tek yapmanız gereken parçaları satın almak ve tahtaya monte etmektir. Devre ayarı, kart ve bileşen boyutları tarafından tam olarak kontrol edilmiştir, bu nedenle proje - çalışmalıdır .

Mikrodalga tasarımıyla kullanabileceğiniz bir ayar tekniği, uygun test ekipmanına sahipseniz, devreleri ayarlamak için bakır folyo veya EMİ koruyucu bant parçalarını "saplar'olarak kullanmaktır. Bu küçük iletken parçalarını, bir devreyi gerçekten ayarlayabilen reaktanslar yapmak için devrenin çeşitli noktalarında yerleştirin. Konumları tasarımın bir parçası olarak belirlendikten sonra, ayar, az miktarda iletkenin çıkarılması veya eklenmesi veya tunmg saplamanın yerleşiminin hafifçe değiştirilmesi ile gerçekleştirilir. Gereken folyonun boyutu, devre performansındaki değişiklikleri, çalışma sıklığını ve devre kartı parametrelerini belirleme yeteneğinize bağlıdır. Küçük değişiklikleri görmenizi sağlayan hassas bir kurulum, mümkün olan en iyi ayarı elde etmek için çok küçük folyo parçaları kullanmanıza izin verir.

23.8 Mekanik üretim

Çoğu proje bir tür muhafazaya dönüşür ve çoğu jambon küçük projeler için hazır bir kasa satın almayı seçer, ancak bazı projeler özel bir muhafaza gerektirir. Hazır bir şasi bile fabrikasyon bir sac kalkan veya braket gerektirebilir, bu nedenle sac ve metal imalat teknikleri hakkında bir şeyler öğrenmek iyidir.

Çoğu zaman, uygun bir muhafaza satın alabilirsiniz. Bunlar çoğu elektronik - distribütörü tarafından satılmaktadır. Bol miktarda alana sahip bir muhafaza seçin. Çıkarılabilir bir kapak veya ön panel, gelecekteki sorun giderme veya değişiklikleri kolaylaştırabilir. Bir proje muhafazası, tüm bileşenleri bükülmeden veya sarkmadan tutacak kadar güçlü olmalıdır; Ayrıca beklenen kullanım ve kötüye kullanıma dayanacak kadar güçlü olmalıdır.

23.8.1 Kesme ve Bükme Sac Metal

Muhafazalar, montaj braketleri ve kalkanlar genellikle sac metalden yapılır. Çoğu sac, 4 ila 8 feet veya daha büyük büyük tabakalarda satılır. Gereken boyutta kesilmelidir.

Çoğu sac metal makası veya demir testeresi ile kesilecek kadar incedir. Bir yapboz veya şerit testere görevi kolaylaştırır. Herhangi bir testere kullanırsanız, dişleri yeterince ince olan bir bıçak seçin, böylece en az iki diş her zaman metalle temas halinde olur.

Eğer bir metal levha bir demir testeresi ile rahatça kesmek için çok büyükse, atılabilir ve kırılabilir. Sayfanın her iki tarafındaki kesim çizgisi boyunca mümkün olduğunca derin çizikler yapın. Ardından, bir mengenede kelepçeleyin ve tabaka çizgide kırılana kadar ileri geri çalışın. Kırılma zayıflamaya başlamadan önce çok fazla bükmeyin veya sayfanın kenarı bükülebilir. Tabakanın bükülmesinden biraz daha uzun olan bir pairofflat çubukları, bir tabakayı bir mengenede sıkıca tutmayı kolaylaştırır. Çubukların uçlarda yayılmasını önlemek için "C" kelepçeleri kullanın.

Pürüzlü kenarları bir dosyayla veya düz bir olağan ...

23.8.2 Bitirme Alüminyum

Alüminyum şasi, paneller ve parçalara kostik bir banyoda muamele ederek parlak bir görünüm verin. (Bu bölümün başındaki kimyasal güvenlik hakkındaki bilgilere bakın.) Çözeltiyi tutmak için plastik bir kap kullanın ve alüminyumu tedavi ederken hem güvenlik gözlüğü hem de koruyucu kıyafet giyin. Sıradan ev lye bir banyo çözeltisi yapmak için suda çözülebilir. Konteyner üzerindeki talimatları izleyin. Güçlü bir çözüm işi daha hızlı yapacaktır.

Lye kristalleri tamamen çözünene kadar çözeltiyi metal olmayan bir aletle karıştırın. Lye çözeltisi cildinize girerse, Bol su ile yıkayın. Gözlerinize herhangi bir şey alırsanız, hemen bol miktarda temiz, oda sıcaklığında su ile durulayın ve tıbbi yardım alın. Giysilerinize de zarar verebilir, bu yüzden eski bir şeyler giyin. Parçayı tamamen örtmek için yeterli çözüm hazırlayın. Alüminyum daldırıldığında, çok belirgin bir köpürme gerçekleşir. Çıkan gazı dağıtmak için havalandırma sağlayın. Çözeltinin gücüne ve istenen yüzey özelliklerine bağlı olarak banyoda yarım saat ila iki saat yeterlidir.

23.8.3 Kasa çalışıyor

Birkaç temel alet ve uygun prosedürle, metal bir şasi üzerinde radyo dişlisi oluşturmak nispeten basit bir konudur. Alüminyum çelikten daha iyidir, sadece - üstün bir koruyucu malzeme olduğu için değil, aynı zamanda çalışması çok daha kolay olduğu ve güvenli bağlantı elemanları ile kullanıldığında iyi bir şasi teması sağladığı için.

Daha sonra sorun ve enerjiden tasarruf etmek için bir proje planlamak için yeterli zaman harcayın. Tüm detaylar önceden çalışıldığında gerçek yapı çok daha basittir. Burada, yüksek güçlü bir amplifikatör gibi büyük bir şasi ve kabin projesini tartışıyoruz. Bu teknikler küçük projeler için de geçerlidir.

Kasanın üst kısmını bir parça ambalaj kağıdı veya grafik kağıdı ile örtün. Kenarları kasanın kenarlarına doğru katlayın ve yapışkan bantla sabitleyin. Ön paneli kasanın ön tarafına yerleştirin ve kasanın üst kenarını belirtmek için oraya bir çizgi çizin.

Monte edilecek parçaları kasanın üst kısmına monte edin ve tatmin edici bir düzenleme bulmak için hareket ettirin. Bazılarının şasinin altına monte edileceğini ve iki bileşen grubunun birbirine müdahale etmeyeceğinden emin olun.

Kontrolleri önce kabinden geçen şaftlarla yerleştirin ve düğmelerin panelde istenen deseni oluşturacak şekilde düzenleyin. Şaftları kasanın ön kenarına dik olarak yerleştirin. Daha sonra bölme kalkanlarını ve panel braketlerini, ardından soketleri ve diğer parçaları bulun. Her parçanın montaj deliği merkezlerini kağıt üzerinde doğru bir şekilde işaretleyin. Montaj delikleri ile aynı hizada olmayan merkez dışı şaftlara sahip kapasitörlere dikkat edin. Kablo uçları için soket deliklerinin ve deliklerin merkezlerini işaretlemeyi unutmayın. Küçük montaj deliklerinden önce bir soket için büyük orta deliği yapın. Ardından, montaj deliklerinin merkezlerini işaretlemek için soketin kendisini şablon olarak kullanın. Tüm şasi delikleri işaretliyken, her deliği merkez delin ve delin .

Ardından, şasiye kapasitörleri ve diğer parçaları panele uzanan şaftlarla monte edin. Ön paneli kasaya geçici olarak bağlayın. Herhangi bir kontrolün çizgisini (dikey eksen) genişletmek için bir makinistin karesini kullanın

Eskimiş Ekipman Dolaplarının Yeniden Kullanılması

Bir hamfest'teki en iyi fırsatlardan biri Ya da bit pazarı radyo ile ilgisi olmayabilir - henüz! Eski endüstriyel ve ticari ekipmanlar jambon istasyonunda kullanılamayabilir, ancak metal muhafazaları en üst kalitededir. Bu dolaplardan birini yeni satın almak yüzlerce dolara mal olacak
Ancak fazla ekipman genellikle çok ucuza satılıyor. Dolapların yeniden kullanılması kolaydır ve elektroniklerin soyulması genellikle jambon ekipmanında yeniden kullanılabilecek geniş bir donanım ve elektronik bileşen koleksiyonuyla sonuçlanır. Genel süreç, Scott Roleson'un Ocak/Şubat 2017 QEX makalesinde gösterilmiş KC7CJ bu kitabın çevrimiçi ek materyaline dahil edilmiştir. Garaj satışlarında bile her yerde bu pazarlıklara dikkat edin!

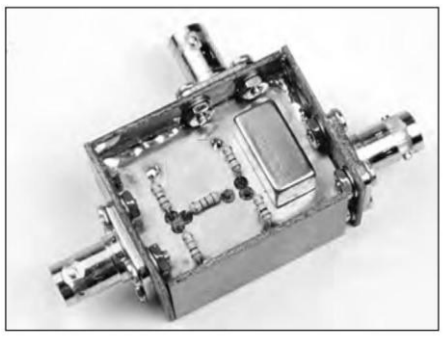
Şaft kasanın ön tarafına gelecek ve kasanın - ön panelindeki konumu işaretleyecektir. Düzen karmaşıksa, her işareti bir tanımlayıcı ile etiketleyin. Ayrıca ön panelin arkasını, ön panelden geçmesi gereken kasa önündeki deliklerin yerleri ile işaretleyin. Ön paneli çıkarın.

MAKNG MUHAFAZALARİ WITH PC BOARD MATERIAL

Çok sıkıcı sac metal işi, bakır kaplı baskılı devre kartı malzemesinden şasi ve muhafazaların üretilmesiyle ortadan kaldırılabilir. Endüstriyel kullanım için büyük tabakalarda üretilirken, bazı hobi elektroniği mağazaları ve fazla satış yerleri kullanılabilir artıkları makul fiyatlarla pazarlamaktadır. PC-board stok küçük bir demir testeresi ile kolayca keser. Metalik olmayan temel malzeme dövülebilir değil, bu yüzden bükülemez. Comers, iki parçayı dik açılarda tutarak ve dikişi lehimleyerek kolayca oluşturulur. Bu teknik mükemmel RF geçirmez muhafazalar yapar. Büyük bir bakır kaplı yüzey, lehim sertleştirme kaburgaları için tabakaya dik açılarda mekanik sertlik gereklidir.

Şekil 23.38, bir proje muhafazası yapmak için PC kartı stokunun kullanımını göstermektedir. Bu muhafaza, parçaların boyutuna göre kesilerek, daha sonra birlikte lehimlenerek yapılmıştır. Alt parçayı bir tezgah üzerine yerleştirerek başlayın, ardından kenarlardan birini dik açılarla yerleştirin. İkinci parçayı iki veya üç yerde lehimleyin, daha sonra bir uçtan başlayın ve tüm dikişin altında bir lehim boncuğu çalıştırın. Bol miktarda lehim ve bol miktarda ısı kullanın. Üst kapak hariç tüm parçalar yerine oturana kadar diğer parçalarla devam edin .

Çoğu durumda, tüm gerekli delmek daha iyidir



Şekil 23.38 - Tamamen PC kartı stokundan yapılmış bir muhafaza.

delikler önceden. Muhafaza birlikte lehimlendikten sonra delik açmak bazen zor olabilir.

Bu tekniği muhafazalar, alt montajlar veya kalkanlar oluşturmak için kullanabilirsiniz. Bu teknik uygulama ile kolaydır; Yeteneklerinizi birkaç hurda PC kartı stokunda bileyin.

23.8.4 Delme teknikleri

Bir el matkabı ile metal delikler açmadan önce, delik merkezlerini bir merkez delme ile girintileyin. Bu, deliğe başlarken matkap ucunun merkezden "uzaklaşmasını" önler. - Büyük bitin ucundaki düz noktayı içerecek kadar büyük olan daha küçük bir bit ile çapı ½ inçten büyük ön delikleri. Delinen metal, matkap ucu ucunun derinliğinden daha ince olduğunda, delme işlemini düzeltmek için metali bir ahşap blokla yedekleyin.

Ortak el matkabındaki chuck % inç bitlerle sınırlıdır. Bazı bitler % inç shank ile çok daha büyüktür. İf gerekli, bir reamer veya yuvarlak dosya ile delikleri büyütmek. Çok büyük veya garip şekilli delikler için, istenen açıklığın hemen içinde bir dizi yakın aralıklı küçük delik açın. Delikler arasında kalan metali soğuk bir keski ile kesin ve törpüleyin veya deliği bitmiş şekline getirin. Bir nibbling aracı da bu tür delikler için iyi çalışır.

Alüminyum kasada soket delikleri ve diğer büyük delikler yapmak için soket delikli zımbalar kullanın. Delme merkezi - cıvata için bir kılavuz deliği açın, cıvata ile cıvatayı kılavuz deliğinden geçirin ve istenen deliği kesmek için cıvatayı sıkın. Cıvatanın ipliklerini ara sıra yağlayın.

Düşük hızda bir matkap presinde ayarlanabilir bir daire kesici ("sinek kesici") ile çelik panellerde veya şaside büyük dairesel delikler kesin. Bazen işi hızlandırmak için kesme oluğuna makine yağı uygulayın. Önce bir tahta veya hurda malzeme bloğu keserek kesicinin çap ayarını test edin.

Çapak sökücü, yuvarlak veya yarım yuvarlak bir dosya, keskin bir bıçak veya keski ile delme veya kesme işleminden kaynaklanan çapakları veya pürüzlü kenarları çıkarın. Eski bir keski bilenmiş ve

23.8.5 İnşaat notları

Bir kontrol mili uzatılmalı veya yalıtılmalıdır, yeterli yalıtıma sahip esnek bir şaft kuplajı kullanılmalıdır. Şaft uzatması için tatmin edici destek ve güvenlik için elektrik kontağı, amaç için yapılmış bir metal panel burç vasıtasıyla sağlanabilir. Bunlar mevcut şaftlarla tek başına elde edilebilir veya dahil edilen bir tutsak uzatma mili ile satın alınabilir. Her iki durumda da panel burç kontrolü kontrole sağlam bir his verir. Seramik yalıtım ve metal braketler, vidalar veya somunlar arasında fiber yıkayıcıların kullanılması seramik parçaların kırılmasını önleyecektir.

PAİNTİNG

Resim bir sanattır, ancak çoğu sanat gibi başarılı teknikler de öğrenilebilecek becerilere dayanır. Boyanacak yüzeyler, boyanın düzgün bir şekilde yapışmasını sağlamak için temiz olmalıdır. Çoğu durumda, sabun, su ve hafif bir fırçalama fırçası ile boyanacak ürünü yıkayabilir, ardından iyice durulayabilirsiniz. Kuruduğunda, boyamaya hazırdır. Temizlendikten sonra çıplak ellerinizle dokunmaktan kaçının. Cilt yağlarınız boya yapışmasını engelleyecektir. Kauçuk veya temiz pamuklu eldiven giyin.

Sac metal, yüzeyi orta dereceli zımpara kağıdı ile aşındırarak, konturların aynı yönde (dairesel veya rastgele değil) uygulandığından emin olarak boyama için hazırlanabilir. Bu işlem, aksi takdirde pürüzsüz yüzeyde küçük oluklar oluşturacaktır. Sonuç olarak, boya veya lake iyi yapışacaktır. Alüminyumda, bitiş boyasından önce uygulanan bir veya iki kat çinko kromat astarı iyi bir yapışma sağlayacaktır.

Çalışma alanlarını temiz ve havayı tozsuz tutun. Herhangi bir gevşek kir veya toz parçacığı muhtemelen yeni boyanmış bir projeye girecektir. Su bazlı boyalar bile bazı dumanlar üretir, bu nedenle çalışma alanlarını uygun şekilde havalandırın.

Göreve uygun boyayı seçin. Bazı boyalar metal, diğerleri ahşap ve benzeri için en iyisidir. Bazıları dumansız, çabuk kurur; Diğerleri yavaş yavaş kurur ve iyice havalandırılması gerekir. Yüksek nem veya tuzlara maruz kalabilecek metal yüzeyler için pas önleyici boya seçmek isteyebilirsiniz.

Çoğu metal yüzey, bir sprey tabancasından veya sprey boya kutularından bir çeşit sprey ile boyanır. Her iki durumda da, yüksek kaliteli bir iş için üreticinin talimatlarını izleyin.

Panel Düzeni ve Etiketleme Bir paneli düzenlemek ve etiketlemek için birçok yol vardır. Bazı inşaatçılar, neyin ne yaptığını anlamak için belleğe güvenerek herhangi bir kontrol veya jakı etiketlemez. Diğerleri kontrolleri ve girişleri etiketlemek için bir işaretleme kalemi kullanır. Çıkartmalar ve kuru transferler uzun zamandır ev yapımının temelini oluşturuyor. Şeffaf veya renkli bant üzerine baskı yapan etiket üreticileri birçok kişi tarafından kullanılmaktadır.

Modem bilgisayarlar ve mevcut yazılımlarla, profesyonel görünümlü paneller yerleştirmek zor değildir. Düzen için standart bir çizim programı kullanılabilir. Bu çizim programlarında bulunan ızgaralar, her şeyin kare şeklinde dizildiğinden emin olmak için yeterlidir. Kontroller için panel delinmeden önce panel etiketi yerleştirilirse, etiketin bir kopyası matkap şablonu olarak kullanılabilir.

Bilgisayar destekli tasarım (CAD) programları, panelleri yerleştirmek ve etiketlemek için de kullanılabilir, ancak bunlar dik bir öğrenme eğrisine sahip olabilir ve birçok uygulama için aşırı olabilir.

Fazla sayaçlar genellikle projelere girerler. Ne yazık ki, sayaç yüzleri genellikle eldeki proje için uygun bir ölçeğe sahip değildir. Yeniden etiketleme sayaçları, ev demleme ekipmanlarının profesyonel görünmesini sağlamak için uzun zamandır bir dayanak noktası olmuştur. Bilgisayarların gelişiyle bu iş çok kolaylaştı. Jim Tonne, W4ENE tarafından indirilebilir ek içerikle sunulan bir yazılım paketi olan Meter Basic, kullanımı çok kolaydır ve tam olarak ne göstermelerini istediğinizi gösteren profesyonel görünümlü sayaçlarla sonuçlanır .

23.9 3D Baskı

Bu bölüm, John Portune, W6NBC tarafından bu kitap için indirilebilir ek materyalde "Hams için 3D Baskıya Giriş" başlıklı bağımsız makaleden alınmıştır. 3D baskının nasıl yapılacağına dair ayrıntılı talimatlar bunun amacı değildir section-3D baskı çok geniş bir konudur. Bu bölümün amacı temel terimleri ve kavramları tanımlamak, baskı of3D temelleri sunmak ve jambon uygulamaları için kullanılan ortak malzemeleri tartışmaktır. Amatör radyo kullanımı için 3D baskılı ürün örnekleri içeren birkaç makale indirilebilir ek pakete dahil edilmiştir ve bu bölümün sonunda bir referans listesi yer almaktadır.

23.9.1 3D Baskı Nedir?

Tek parça fiziksel nesnelerin üretilmesi geleneksel olarak *eksiltici bir süreç olmuştur*. Yani, inşaatçı sağlam bir malzeme hacmiyle başlar ve son *formda olana kadar malzemeyi kademeli olarak çıkarır veya çıkarır.* Bununla birlikte, bir toplama işlemi, tüm 3B nesne oluşturulana veya *yazdırılana kadar, her biri bir önceki katmana yapışan, genellikle dilimler olarak adlandırılan 2B katmanlar olarak malzeme katmanlarının bir dizisini depolayarak veya yazdırarak nesneyi oluşturur.*

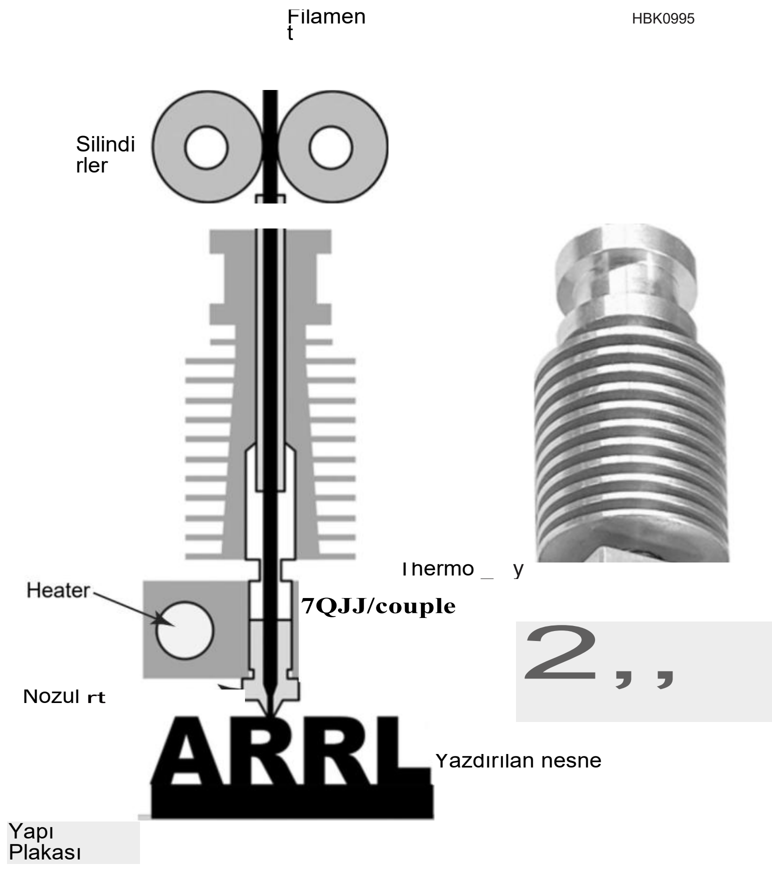
Ev hobisi için en yaygın kullanılan yöntem, *Kaynaşmış Filament İmalatı (FFF) olarak da bilinen Kaynaşmış Biriktirme Modellemesi (FDM)'dir. İt* uygun fiyatlı, öğrenmesi kolay ve yüksek baskı kalitesi sunuyor. Bir FDM 3D yazıcı, ince plastik dizilerini katmanlara yerleştirerek bir nesne oluşturur. İpler, plastiğin bir nozülden zorlanacak veya ekstrüde edilecek kadar yumuşak olana kadar ısıtılmasıyla oluşturulur. Yumuşatılmış plastik hemen - aşağıdaki daha önce biriken katmanlara yapışır (sigortalanır).

23.9.2 FDM 3D Yazıcıyı Anlama

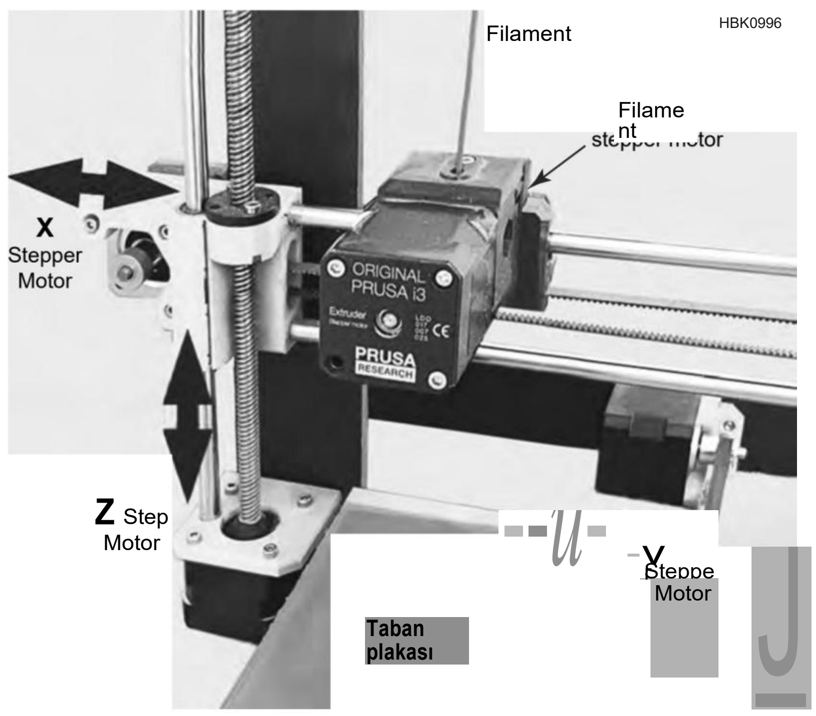
EKSTRUDER

Şekil 23.39 tipik bir ev 3D yazıcı ekstrüderini göstermektedir. Plastik filament (genellikle 1.75 mm çapında), mafsallı silindirler tarafından ekstrüderin üst kısmına (soğuk uç) kontrollü bir oranda itilir. Alt kısımda (sıcak uç), sıcaklık kontrollü bir ısıtma bloğu, yapışkan hale getirmek için filamenti yumuşatır. Daha sonra, daha fazla gelen filamandan gelen basınç altında, yumuşak plastik, ekstrüderin nozulundaki küçük bir delikten geçerek, aşağıdaki yapı plakasında oluşan 3D nesneye kaynaşır.

Tipik bir ekstruder nozul çapı 0,4 mm'dir, 1/64 inçten biraz daha azdır. Nozul çapı ve nozulun yapıldığı malzeme, plastik tipine ve baskının detayına uyacak şekilde değiştirilebilir. İncelik



Şekil 23.39 - Tipik bir FDM ekstruder.



Şekil 23.40 - Popüler Prusa i3 ve 30 yazıcısının X, Y MK3S Z step motorlarının ve ekstruder (filament) step motorunun basitleştirilmiş resmi.

Ekstrüde edilmiş ipin, boncuğun ekstrüde edilme hızından da etkilenir.

BUİLD PLAKASI

Çoğu *yapım plakası* alüminyum bir tabana sahiptir, ancak ekstrüde edilmiş plastik - doğrudan tabana bırakılmaz. Düz cam plaka, kendinden yapışkanlı plastik film veya bir veya iki tip bant gibi çeşitli yüzeyler eklenir. Ayrıca, ilk katmanın yerinde kaldığından emin olmak için genellikle bir yapıştırıcı uygulanır. İyi yapıştırılmış bir ilk katman, yüksek kaliteli bir baskı elde etmede ve nesnenin bozulduğu başarısız veya yanlış baskılardan kaçınmada kritik bir faktördür, ekstrüde plastik düzgün şekilde kaynaşmaz, vb.

Birçok FDM yazıcıdaki yapı plakası, ilk katmanın yapışmasını kolaylaştırmak ve ayrıca baskı sırasında nesnenin bükülmesini azaltmak için ısıtılır. Ayrıca, kullanılabilecek farklı plastiklerin çeşitliliğini arttırır ve başarısız baskıların sayısını azaltır.

COMPUTER NUMERİC CONTROL (CNC)

3D yazıcının ekstrüderinin hareketleri ve sıcaklık ve ekstrüzyon oranları gibi diğer parametrelerin değerleri, sayısal formda programlanmış bir konum ve değer dizisinden bir mikrobilgisayar tarafından kontrol edilir. Bu fiziksel/elektronik mimari, *Bilgisayar Sayısal Kontrolü (CNC)'dir.*

Üç boyutlu (X, Y ve Z) baskı yapabilmek için yazıcının ekstruderi yan yana (X), önden arkaya (Y) ve yukarı ve aşağı (Z) hızla hareket ettirebilmesi gerekir. Ekstrüder tipik olarak sadece X ve Z boyutlarında hareket eder; Yapı plakası Y yönünde hareket eder. (Bkz. **Şekil 23.40.**)

Bir 3D yazıcının X, Y ve Z hareketi - genellikle *step motorlar tarafından üretilir.* Step motorlar veya sadece "stepper", küçük hassas artışlarla hareket etmek üzere tasarlanmış özel bir motor türüdür. Çoğu 3D yazıcı **X**, **Y** ve Z hareketlerini sağlamak için üç basamak kullanır. Dördüncü bir adım, plastik filamenti ekstrüdere bilgisayar kontrollü bir hızda besler. Çentikli veya dişli kayışlar, kasnaklar ve dişli kurşun vidalar, step motorların kontrollü rotasyonlarını yapım plakasına

G-CODE

CNC hareketleri ve bir dizi diğer makine parametresi değeri, *G-kodu adı verilen metin talimatları olarak kodlanır.* G kodu dosyası her baskı için 3D yazıcının belleğine yüklenir. İt, bitmiş bir nesneyi yazdırmak için yazıcıya verilen talimatların tamamıdır. Günümüzde çoğu ev 3D yazıcısı için G kodu, CNC makineleri için endüstri standardı G kodunun özelleştirilmiş bir alt kümesidir ve standart RS-274 tarafından kontrol edilir. Endüstriyel standart G-kodunun tam seti komutlar **en'de bulunabilir. Vikipedi. org/wiki/G kodu.**

23.9.3 3D Nesne Tasarım Yazılımı

Yaygın bir uygulama olarak, G-kod dosyası ayrı yazılım programları tarafından iki adımda oluşturulur. Birincisi, basılacak bir nesnenin bilgisayar modelini oluşturan 3D tasarım yazılımıdır. Sonuç *bir STL* dosyası veya *OBJ dosyası olarak kaydedilir*.

STL dosya formatı *(Standart Üçgen veya Tessellation Dili),* 3D baskı modelleri için en yaygın formattır. STL, 3D Systems tarafından oluşturulan CAD yazılımının yerel dosya formatıdır. İt, modelin yüzeylerini temsil etmek için bir dizi birbirine bağlı üçgenin (tessellations) X, Y ve Z koordinatlarını kullanır. Tüm modem CAD yazılım programları willexportanSTLfile. OBJ formatı ("nesne'nin kısaltması) çok renkli baskıyı destekler ve daha karmaşık nesneleri yazdırmak için kullanılır. STL ve OBJ formatları hakkında daha fazla bilgiye **3dinsider.com/stl-vs-obj. adresinden ulaşabilirsiniz. Ayrıca daha** derinlemesine tartışma ve dosyaları elde etmek için kaynaklar üzerinde bir bölüm için all3dp.com/1/obj-file-format-3dprinting-cad/ bakın. Ücretsiz STL dosyaları sunan web sitelerinin bir listesi, indirilebilir ek bilgilerin bir parçası olan tam makalede yer almaktadır .

İkinci program bir *dilimleyici olarak adlandırılır,* çünkü 3D nesne modelini 3D baskı için gereken katmanlara veya dilimlere dönüştürür. Genel 3D nesne tasarım yazılımından farklı olarak, dilimleyici her yazıcı modeline özgüdür. Dilimleyici, STL dosyasını veya diğer yerel 3D tasarım çıktı dosyasını, tek tek yazıcının gerektirdiği G koduna dönüştürür. Yazıcıya özgü olması nedeniyle, dilimleyicinin çıkış G kodu farklı markalar veya yazıcı modelleri arasında paylaşım için uygun değildir.

3D DESIGN YAZILIMI - TİNKERCAD

Çoğu jambon projesi için uygun, kullanımı kolay ücretsiz hobi düzeyinde 3D nesne tasarım yazılımı, internette kolayca bulunur. Yeni gelenler için jambon 3D baskı için uygun bir programın bir örneği olarak, *Tinkercad* paketini inceleyeceğiz. Bu belki de yeni başlayanlar için en yaygın kullanılan 3D nesne tasarım programıdır. İnternette bunun için birçok ders var. İt, AutoDesk tarafından geliştirilmiştir ve bulut tabanlıdır. Bir kopyasını almak için, **www.tinkercad.com. adresinden ücretsiz bir hesap oluşturun** Bitmiş projeler, proje dosyası veya STL dosyası olarak daha sonra kullanılmak veya değiştirilmek üzere Tinkercad bulutuna veya yerel bir bilgisayara kaydedilebilir. 3D baskılı jambon proje nesneleri tipik olarak, - karmaşık tek nesneler yapmak için birleştirilen, ilkel olarak adlandırılan geometrik şekillerin (dikdörtgen katılar, silindirler, küreler, koniler, piramitler vb.) Tinkercad'deki **nesneleri** milimetre veya inç cinsinden doğru şekilde boyutlandırabilir, ölçeklendirebilir, döndürebilir ve hizalayabilir. İlkel nesnelerin tümü, örneğin bir delik açmak için diğer nesnelerden çıkarılabilir. Çalışma alanı ayrıca kolay görüntüleme için kolayca yakınlaştırılır ve döndürülür.

SLERCER YAZILIMI

3D yazıcı için G kodu dosyasını oluşturmanın ikinci adımı dilimleyici yazılımı tarafından gerçekleştirilir. İt, "mesh'adı verilen bir STL dosyasındaki tessellated üçgenlerin X, Y ve Z koordinatlarını, her baskı için printerneeds olan G kodu talimatlarına dönüştürür. 3D yazıcı için yapılandırma ayarları dilimleyici programında da yapılabilir ve G kodu dosyasına dahil edilebilir. İt, ilk başta dilimleyicinin varsayılan ayarlarıyla kalması şiddetle tavsiye edilir. Bir test nesnesi yazdırıldıktan sonra, son baskı kalitesini in



Şekil 23.41 - Bir 3D yazıcı nesnesi ve bir STL dosyası oluşturmak için kullanılan "ilkel" geometrik şekilleri ve metni gösteren Tinkercad çalışma alanı.

Dilimleyici yazılımının kendisi için yapılandırma ayarları da belirli bir malzemeye veya nesneye uyacak şekilde değiştirilebilir. Birçok ücretsiz test nesnesi STL dosyası, ayarlamalar yapmaya yardımcı olmak için web'de mevcuttur. (İndirilebilir ek makaledeki STL dosyası web sitelerinin dizinine bakın.) İlk testler için küp gibi basit bir test nesnesi önerilir. Daha gelişmiş test ve kalibrasyon için, en iyi bilinen test nesnesi, Benchy adlı küçük bir römorkördür **www.3dbenchy.com.** **Diğer** test nesneleri, zayıf baskıların ve yazıcı çökmelerinin yaygın bir nedeni olan dizilmenin en aza indirilmesi gibi belirli ihtiyaçlar için çevrimici olarak kullanılabilir.

NORMAL SLICER AYARLARI Her nesne için dilimleyiciye anumberofrequired girişler vardır. Örnek dilimleyici programının çalışma ekranı **Şekil 23.42'de gösterilmiştir.** Pencerenin sağındaki seçim alanının üstünden:

• PRIGNT SETTİNGS: Kullanıcı nozul çaplarını ve baskı kalitesi modlarını seçebilir. Bu, ekstrüde edilecek plastik boncuğun boyutunu ve katmanların veya dilimlerin kalınlığını ayarlar.

• FİLAMENT (Plastik Tip): Dilimleyiciler, ekstrüder için doğru sıcaklık ayarlarına sahip plastik filamentlerin bir listesini, ısıtılmış yapı plakasını ve bir dizi başka plastik ve yazıcıya özgü ayarları içerir.

• DESTEKLER: Dilimleyici, baskı bittikten sonra kaldırılabilecek destekler eklemek için talimatlandırılabilir. Yazıcılar, tipik olarak 1/4 inç (6 mm) sırasına göre küçük açık yatay alanlar üzerinde köprü kurabilir.

• İN-FILL DENSITY: Katı kabuklar nesnenin yüzeylerine basılır, ancak Petek benzeri ızgaralar dahili olarak basılır. Peteğin yoğunluğu her nesne için %0'dan (içi boş) %100'e (katı) ayarlanır.

• BRIM: Yapı plakasına dokunan sadece küçük bir yüzeye sahip olacak nesneler için, dilimleyiciyi bir *ağız* veya *etek oluşturacak şekilde ayarlayın.* İt, nesnenin ilk katmanının çevresine ve hafif temas halinde basılan birkaç sıra plastik boncuktur.

• RENK VE FİLAMENT DEĞİŞİM: Tek ekstrüder yazıcı için dilimleyici, filamanın değiştirilmesi için belirli bir dilimde duracak şekilde ayarlanabilir. Daha sonra, baskı sorunsuz bir şekilde devam eder.

Çalışma alanının üst kısmında, pencerenin sol tarafında, ekleme, silme, kopyalama ve yapıştırma ve yapı plakasında birden çok nesneyi düzenleme denetimleri bulunur. Çalışma alanının sol kenarında, nesnenin konumunu ve dönüşünü değiştirmek, nesneyi yapı kalıbında ayarlamak ve nesnede sınırlı değişiklik yapmak için kontroller bulunur.

23.9.4 Yazıcı Seçme

En değerli rehber internettir. YouTube, hem 3D baskı öğrenmek hem de yazıcıları, aksesuarları ve malzemeleri değerlendirmek için son derece değerli bir kaynaktır. Genel olarak 3D baskıda, üreticinin web sitelerinde ve 3D baskı dergilerinde ve biyografilerinde arama yapmak için zaman harcayın. Zaten 3D yazıcılara sahip olan amatör arkadaşlar ve radyo kulübü üyeleri de mükemmel bir kaynaktır. Dergiler genellikle en iyi performans gösteren yazıcıların listelerini yayınlarlar. Ayrıca okuyucuların yorum ve yorumlarına bakın. (Wikipedia "dikkate değer" listesini yayınladı Yazıcı üreticileri **en.wikipedia.org/ wiki/List_of _3D _ printer - _manufacturers#0-9.)**

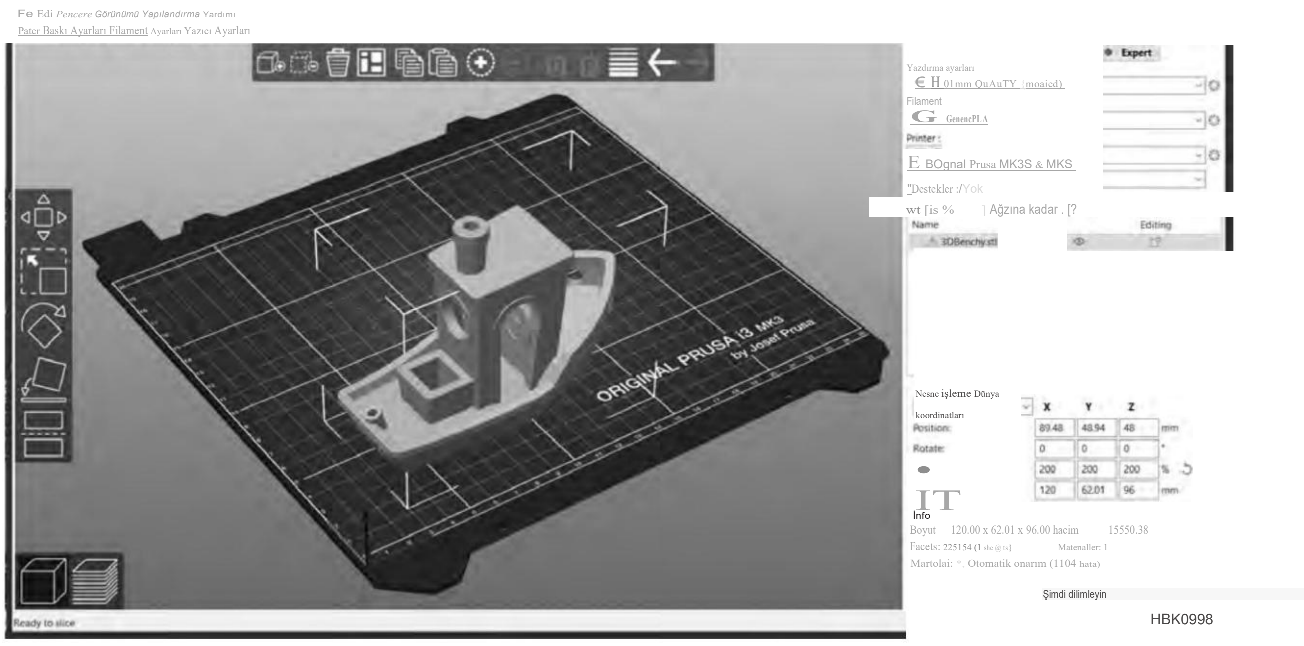
Eğer düşündüğünüz yazıcı ve tasarım yazılımında çok sayıda video varsa ve video yapımcıları bunları güvenilir ve kullanımı kolay buluyorsa, muhtemelen kabul edilebilir seçimlerdir. Aynı şey 3D tasarım yazılımı ve yazıcı üreticilerinin itibarı için de geçerlidir.

Genel olarak, şu anda 500 ila 1000 $ aralığında olan orta menzilli yerli yazıcılar, açık sözlü olarak en iyi seçimdiryofham alıcıları. Fiyat aralığının düşük ucunda, bazıları düşük 100 $ aralığında olmak üzere hızla artan sayıda daha az pahalı 3D yazıcı var. Bazıları mükemmel ve yeni modeller sık sık ortaya çıkıyor. Orta sınıf üreticiler de dahil olmak üzere bazı şirketler daha düşük maliyetli ve küçük model yazıcılar sunmaktadır.

Bir nesnenin ne kadar büyük basılabileceğini düşünmek önemlidir. İn 3D baskı buna *baskı hacmi denir. Düşük fiyatlı* yazıcılar genellikle yalnızca küçük nesneleri yazdırır. Genellikle düşük fiyatlı modellerde bulunmayan diğer önemli özellikler, ısıtmalı bir yapı plakası ve otomatik yapı plakası seviyelendirmesidir. En deneyimli 3D yazıcılar bu iki özelliği gereklilik olarak kabul eder.

23.9.5 3D Baskı için Plastik (Filament)

3D baskıya giren hobici için gerekli olan şey, yaygın olarak bulunan plastik filamentlere aşinalıktır. Her proje için en iyi seçim, projenin niteliğine bağlı olacaktır**. Tablo 23.6,** yazdırılabilirlik kolaylığına göre sıralanmış hızlı bir kılavuzdur. İki filamentin



Şekil 23.42 - Tek bir "Benchy" test nesnesi yüklü bir Prusa i3 MK3S yazıcı için dilimleyici programının çalışma alanı.

Tablo 23.6
3D Filament Plastiklerin Baskı Özellikleri

	Yazdırılabilirl	*$/kg*	*Güç*	*Sertlik*	*Dayanıklılık*	*Max.*
PLA	9	10-40	65	7.5	4	52C/126F
PETG	9	20-60	53	5	8	73C/163F
ABS	8	10-40	40	5	8	98C/208F
Navlon	8	25-65	62	5	10	95C/203F
Karbon fiber dolu	8	30-80	46	10	3	52C/126F
Polipropilen	8	60-120	32	4	9	100C/212F
Ahşap dolu	8	25-50	46	8	3	52C/126F
ASA	7	35-40	55	5	10	95C/203F
Metal dolu	7	50-120	25	10	4	52C/126F
Esnek	6	30-70	35	1	9	65C/149F
HIPS	6	25-35	32	10	7	100C/212F
Polikarbonat	6	40-75	32	6	10	120C/248F
PVA	5	40-110	78	3	7	75C/167F

Basılabilirlik için öne çıkan PLA ve PETG'dir. Bu popülerliklerini açıklar ve yeni başlayanlar için iyi seçimlerdir.

www.simp1ify3d.com/ support/materials-guide/properties-table ve all3dp.com/1/3d-printer-filamenttypes-3d-printing-3d-filament gibi web siteleri, 3D baskı için farklı plastiklerin özellikleri hakkında da birçok bilgi sağlar.

ULTRAVİYOLET LİH 'E KARŞILIK

Jambon için özellikle endişe verici olan, plastiğin güneş ışığındaki ultraviyole ışığa (UV) karşı direncidir. Birçok jambon 3D baskılı nesne açık havada kullanılacak ve güneş ışığına uzun süre maruz kalacaktır. İstisnasız, tüm kaynaklar UV direnci için en iyi plastiğin ASA (Akrilonitril Stiren Akrilat) olduğunu kabul eder. Akrilikler UV'den neredeyse etkilenmez. ASA ile baskı yapmak biraz daha zordur ve daha pahalıdır, ancak uzun süre güneş ışığına maruz kalan jambon projeleri için en iyi seçimdir .

Masa 23. 7, Robert Zavrel, W7SX tarafından derlenen ortak 3D baskının UV özelliklerinin genel bir resmini verir. Başka bir Diğer yaygın 3D plastikler için kısaltılmış özet şu adreste mevcuttur **3dprinterly.com/bestfilament-for-outdoor-use-is-pla-suitable. PLA**, ABS ve PETG, indirilebilir ek makalede daha ayrıntılı olarak tartışılmaktadır.

LASTİKLERİN RF GÜCÜ HANDLING KAPASITESİ

Jambon projeleri için 3D baskı plastiği seçiminde bir diğer önemli faktör, bir plastiğin yüksek RF ortamında ne kadar iyi çalışacağıdır. Özellik *dağılım faktörü (DF) veya kayıp teğet (tan* o) olarak adlandırılır. İt, malzemelerin RF'yi ısı olarak ne kadar dağıttığının bir ölçüsüdür. DF ne kadar yüksek olursa, plastiğin erimeden önce tolere edeceği bir RF alan gücü o kadar düşük olur. Yüksek DF'ye sahip malzemeler "kayıplı'olarak adlandırılır. Bir jambon radyo projesi için bir 3D baskı filamenti seçerken hem fiziksel hem de elektriksel özellikleri dikkate almak önemlidir.

Tablo 23.8, en düşükten en yükseğe dağılım faktörüne göre düzenlenmiştir. 3D baskı için yaygın olarak kullanılmayan bir veya iki plastik, elektronik uygulamalar için plastik seçiminde dağılma faktörünün genel kullanımını göstermek için dahil edilmiştir.

23.9.6 Yapı Plakası BUILD

PLAKA YÜZEYLERİ

Çoğu yazıcıda temel bir alüminyum yapı plakası vardır. Baskı doğrudan temel yapı plakası üzerinde yapılmaz. Tabana ek bir yüzey eklenir. Yaygın yüzey malzemeleri arasında borosilikat cam plakalar, polieterimid (PEI) levhalar ve çevrimiçi olarak bulunan Kapton bandı bulunur. Ortak bir donanım deposu öğesi olan mavi boyacı bandı da kullanılır.

Çıkarılabilir esnek çelik sac, başka bir yaygın eklenen baskı yüzeyidir. Kendinden yapışkanlı bir PEI plastik levha daha sonra tipik olarak çeliğe uygulanır. Çıkarılabilir esnek bir sayfa, yazdırılan nesnenin çıkarılmasını kolaylaştırır: küçük bir esnek ve yazdırılan parçalar açılır Sıkıca yapıştırılan nesnelerin sabit bir yapı plakasından çıkarılması zor olabilir, bu da yapı plakasına zarar verme riskini artırır .

BUILD PLAKA YAPIŞTIRMALARİ

Çoğu durumda, yapı plakasına bir yapıştırıcı uygulamak da gerekli olacaktır, böylece ilk plastik tabaka sıkıca yapışır. İlk katmandaki sorunlar, başarısız baskıların yüksek yüzdesinin nedenidir. Zayıf yapışma, özellikle ABS gibi bazı plastiklerle nesnelerin bükülmesine de izin verebilir. Ortak yapıştırıcıların ve birlikte kullanıldıkları plastiklerin bir tablosu, indirilebilir ek makaleye dahil edilmiştir.

En çok kullanılan iki yapıştırıcı tutkal çubuğu (PVA) ve saç spreyidir (PVP). İkisi de suda çözünür. Herhangi bir yapıştırıcı uygulamadan önce, yüzeyi izopropil alkol (en yaygın) ve/veya sıcak su ile temizleyin. Bazen yüzeyi asetonla da temizleyin. ABS plastik için, soğudukça büzülme eğilimi nedeniyle, ABS - bulamaç veya ABS suyu olarak adlandırılan özel bir yapıştırıcı şiddetle tavsiye edilir. (Bu konuda daha fazla bilgi için makalenin tamamına bakın.)

EKSTRUDER HEIGHT AYARı Her yazıcı için kullanım kılavuzu, çalışma yüksekliğini ayarlama adımlarını içerir

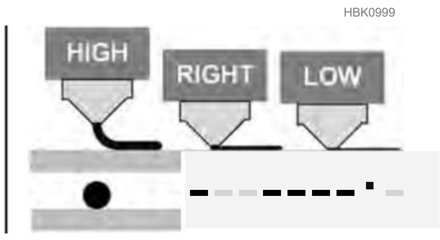
Tablo 23.7
3D Baskı Plastiklerinin UV Direnci

Malzeme	*UV Direnci*
ABS	Adil
Akrilik	İyi
Polikarbonat	Adil
Polietilen	Zavallı * - Adil
Polipropilen	Zavallı * - Adil
Polistiren	Fakir - Adil
PTFE	Çok iyi
PVC (plastikleştirilmiş)	Adil

* Temel UV direnci ile geliştirilebilir
"Dielektrikler için Plastik Kullanımı", Robert Zavrel, W7SX, *QEX, Ocak/Şubat* 2021

Tablo 23.8
Ortak Plastiklerin Dağılma Faktörü

Plastik	*Dağılma Faktörü (tan o)*	
	1 kHz	*1 MHz*
PTFE (politetrafloroetilen) Teflon	<0.0001	<0.0001
LOPE (düşük yoğunluklu polietilen)	0.0003	0.0003
PP (polipropilen)	0.0003	0.0003
PLA (polilaktik asit)	0.0003	0.0004
HOPE (yüksek yoğunluklu	0.0005	0.0005
polietilen) PS (polistiren) Stiron	0.0005	0.0005
PVC (polivinilklorür)	0.013	0.006
PC (polikarbonat) Lexan	0.0015	0.01
Pl (polimid)	0.0025	0.01
PET (polietilenetereftalat) Mylar	0.005	0.016
PMMA (polimetilmetakrilat)		
Pleksiglas, Akrilik	0.04	0.03
[ASA] Nylon6 (polikaprolaktam)	0.016	0.036



Şekil 23.43 - Ekstrüzyon plastik boncuk "Squishing": (sol) Hayır squish; (ortada) Doğru miktarda squish; (sağda) Çok fazla squish. (ölçeğe göre değil)

Baskı sırasında ekstruderden. Ancak, ayarlanmadan önce, yazıcının mekanik geometrisi dikkatlice hizalanmış olmalıdır. Buna *X, Y Z kalibrasyonu denir.* Üreticinin kalibrasyon talimatlarını titizlikle izleyin. Bu fazla vurgulanamaz.

Ekstrüder yüksekliği ayarlanmadan önce doğru olması gereken bir sonraki ayar *yatak seviyelendirmesidir. İt,* küçük boyutlu yazıcılarda yalnızca manuel bir ayardır; diğerlerinde otomatiktir. Birçok deneyimli 3D hobi otomatik düşünün

Yatak tesviye esastır ve şiddetle tavsiye edilir. Mekanik yatak tesviye kısa bir özeti **3daddict.com/ yeni başlayanlar-rehber-3d-baskı-ipuçları-püf noktalarında mevcuttur.**

Ekstrüder yükseklik ayarının neden kritik olduğunu görselleştirmek için bkz. **Şekil 23.43.** Yumuşak plastiğin yapım plakasına pozitif olarak yapışmasına ve daha sonra daha önce ekstrüde edilmiş bir plastik tabakaya kaynaşmasına neden olmak için, ekstrüderin nozülünün ucu, *ezme adı verilen boncuğu düzleştirmelidir.* Nozul ucu ile yatak veya nesne arasındaki boşluk, figürde gösterildiği gibi ekstrüzyon plastik boncuğunun çapının yaklaşık yarısı kadar olmalıdır. Düzgün bir şekilde ezilmiş bir boncuğu tanımak, önemli bir 3D baskı becerisidir ve yakın dikkat gerektirir. - Ekstrüder yüksekliğinin ilk katman

23.9.7 Tipik bir baskı dizisi

Her baskı için aşağıdaki temel adımlar izlenir. Bu, yeni gelenler için bir referanstır - ve ayrıca tüm deneyimli 3D yazıcılar için bazı ipuçlarını vurgular.

1) Nesnenin G kodu dosyasını yükleyin.

2)Yazıcının başlatma sırasını gözden geçirmesine izin verin.

3) Yapı plakası yüzeyini temizleyin.

4) Altındaki parçacıkları veya artıkları kontrol edin

Varsa eklenen yüzey.

5) Ekstruder ucunu temizle.

6) Yazdırılacak G kodu dosyasını seçin.

7) Temizleme şeridini kontrol et.

8) Varsa eteği veya ağzını kontrol edin.

9)Yazıcının ikinci katmana ilerlediğini onaylayın.

10) Yazdırılan parçayı çıkarın.

11) Basılı kısmı temizleyin.

23.9.8 3D Printing Referanslar

"3D Printing", Wikipedia, **en.wikipedia. org/wiki/3D _ yazdırma .**

"3D Baskıya Giriş", İnstructables **(www.instructables.com/3D-Baskı-1), 2012**.

"3D Baskıya Giriş", Ham Radyo Tezgahı (podcast, ek çevrimiçi **kaynakların listesi) www. hamradioworkbench.com/podcast/ 3d baskıya giriş,** 2016.

Pingree, J WB2TVB, "3D Baskı ile Başlayın", *QEX,* Jul/Aug 2019, pp 16-19.

Wade, P. WlGHZ, "3D-Printed Antenler", Mikrodalgalar, *QST, Ocak* 2019, sayfa 67-68 .

İçerik

Bölüm 24 - İndirilebilir Ek İçerik

Makaleler

- Benzinle Çalışan İnverter Jeneratörlerine Bir Bakış Bob Allison, WB1GCM
- Alan Gün Kuleleri - Don Daso, K4ZA ve Ward Silver, N0AX tarafından Doğru Yapmak

Bir İstasyon Kurmak

Birçok jambon olmayabilir
Bir verici, alıcı veya amplifikatör gibi büyük bir proje oluşturun, çeşitli bileşenleri bir çalışma istasyonuna monte etmek zorundadırlar. İstasyonun evde olup olmadığı, güvenli, konforlu, kullanımı kolay bir radyo ekipmanı koleksiyonunun montajından elde edilecek birçok fayda vardır,
Arabada veya tarlada. Yapılandırma
Ve bir uzaktan kumanda istasyonunu çalıştırmak çok yaygın hale geliyor. KK9N yaşındaki Ken Norris, başlangıçta K6VVA tarafından katkıda bulunulan uzaktan kumandadaki malzemeyi korur. İstasyon konumu, topraklama ve yapıştırma, güç kaynakları, istasyon düzeni ve kablo yönlendirmesi gibi konular da ele alınmaktadır.

Engelli Jambonlar İçin Yardımlar

Fiziksel engelli veya duyusal engelli bir amatör tarafından kullanılan bir istasyon, uyarlanmış ekipman veya özel düzen hususları gerektirebilir. İstasyon, operatörün ihtiyaçlarını karşılamak için oldukça özelleştirilebilir veya sadece biraz'ince ayar "gerektirebilir. Her duruma, operatörün özel ihtiyaçlarına göre ayrı ayrı yaklaşılmalıdır. Bununla birlikte, birçok tür durumla zaten karşılaşılmış ve başkaları tarafından çalışılmış ve potansiyel olarak sıfırdan başlama ihtiyacını ortadan kaldırmıştır.

Courage Kenny Handiham Programı Hakkında Cesaret Kenny Rehabilitasyon İnstitute parçası, bu program engelli jambon (ve kalkınan jambon) bir dizi hizmet sunmaktadır. Kapsamlı web sitelerinde, **www. handiham.org.**

24.1 Sabit İstasyonlar

Denediğiniz kurulum türü ne olursa olsun, iyi planlama başarı şansınızı büyük ölçüde artırır. Projeyi sonuna kadar düşünmek için zaman ayırın, alternatifleri düşünün ve planlamanız sırasında ve yol boyunca kaba ölçümler ve eskizler yapın. "Kısayollardan" kaçınarak baş ağrısı ve zamandan tasarruf edeceksiniz. Şimdi zamandan tasarruf ediyor gibi görünen şey, kulübenizin tadını çıkarırken ekstra çalışmalarla sizi rahatsız etmek için geri dönebilir.

İlk hususlardan biri, ne tür bir çalışma yapmak istediğinizi belirlemek olmalıdır. Seçeneklerinizi daha sonra kesinlikle sınırlamak istemeseniz de, ne yapmak istediğinizi, ne kadar harcamanız gerektiğini ve hangi odayla çalışmanız gerektiğini düşünmeniz gerekir. Örneğin, rahat bir çalışma pozisyonu ile "büyük silah" yarışma istasyonu arasında büyük bir fark vardır.

24.1.1 Konum Seçme

İstasyonunuz için doğru yeri seçmek, güvenli, konforlu ve kullanışlı bir istasyon kurmanın ilk ve belki de en önemli adımıdır. Tam konum, sahip olduğunuz evin türüne ve istasyonunuza ne kadar yer ayrılabileceğine bağlı olacaktır. Şanslı amatörler istasyonu konut adamak için boş bir oda olacak; Bazıları özel kullanımları için ayrı bir binaya bile sahip olabilir. Çoğu kiler veya tavan arasında bir nokta ile yapmak gerekir, ya da oturma odasının bir comer hizmete bastırılır.

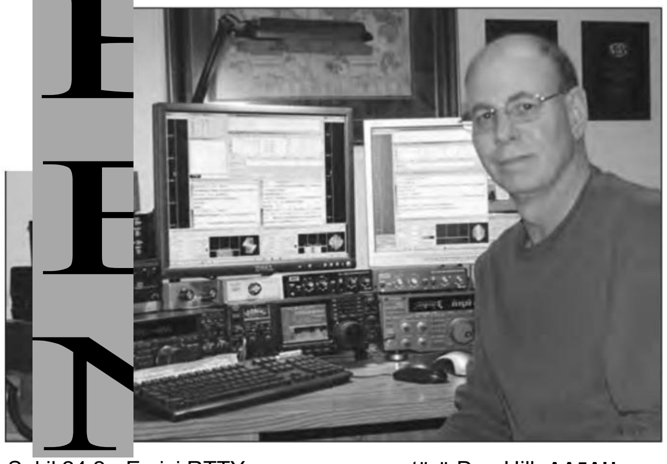
Olasılıkları çeşitli açılardan inceleyin. Bir istasyon rahat olmalıdır; Yıllar boyunca orada çok fazla zaman geçireceğiniz ihtimali iyi. Bazı bitmemiş bodrumlar
Nemli ve cereyan vardır - birkaç saat için ideal bir ortam değilTemiz bir şekilde çekiç. Tavan aralarının da dezavantajları vardır; Sıcak aylarda boğucu olabilirler. Mümkünse, istasyonunuzu evinizin yoğun trafik alanlarından uzakta bulun. İstasyonunuzun çalışması aile hayatına müdahale etmemelidir. DX'i 80 metrede takip etmek sizin için heyecan verici olabilir, ancak evinizin diğer üyeleri coşkunuzu paylaşmayabilir.



Şekil 24.1 - Scott Redd, K ~ DQ, bu istasyonu DX yarışmalarında en yüksek puanları almak için WW1WW'da işletti. Çalışma masasındaki ekipmanın "sandalyede" uzun süre mantıklı ve rahat bir şekilde yerleştirildiğine dikkat edin. [Woody Beckford, WW1WW, fotoğraf]

İstasyonunuzu dış dünyaya bağlamanız gerektiğini unutmayın. Seçtiğiniz yer iyi bir güç kaynağına ve yeterli bir zemine uygun olmalıdır. Bir bilgisayar kullanıyorsanız, İntemert'e erişmeniz gerekebilir. Anten besleme hatlarını, rotatör kontrol kablolarını ve benzerlerini çalıştırmak için dışarıya oldukça doğrudan bir yol olmalıdır.

Çoğu ev, tüm gereksinimleri karşılayan "ideal'bir alana sahip olmasa da,



Şekil 24.2 - En iyi RTTY yarışması operatörü Don Hill, **AA5AU** etkili istasyonundan düşük güçle çalışıyor. RTTY işlemi bilgisayar faresinin kullanımını vurgular, böylece Don'un masasında "fare eli" için çok yer vardır. [Shay Hill, fotoğraf]



Şekil 24.3 - **Yatay olarak yayılan VE3EJ yaşındaki John Sluymer, kolay ayarlama için tüm kontrolleri aynı seviyede tutmak için etkili yarışmasını ve DXing istasyonunu düzenledi. [John Sluymer, VE3EJ, fotoğraf]**

Sizin için doğru yer, etrafı araştırdıktan sonra belli olacaktır. İstasyonları **Şekil 24.1 ile 24.3 arasında gösterilen amatörlerin hepsi** kendileri için doğru yeri buldu. Takasları tartın ve hangi özellikleri olmadan yapabileceğinize ve hangilerinin çalışma tarzınız için gerekli olduğuna karar verin. Eğer olası gelecekteki genişleme için yeterince büyük bir alan seçin.

24.1.2 İstasyon Topraklama ve Yapıştırma

Güvenli Uygulamalar bölümünde tartışıldığı gibi, istasyonun yer sistemi çok önemlidir ve üç amaca hizmet eder: AC güvenliği, yıldırımdan korunma ve RF yönetimi. Detaylara ve planlamaya biraz dikkat ederek, istasyonunuz başlangıçtan itibaren üç ihtiyacı da karşılayacak şekilde tasarlanabilir. Bu bölüm, topraklama ve yapıştırma için genel kurallar sağlamakla sınırlıdır. Ek bilgiler, ARRL'nin web sitesinde, Radyo Teknolojisi Konuları sayfasının Güvenlik makaleleri ve kaynakları grubunun altındaki Teknoloji bölümünde bulunabilir. *The ARRL's Grounding and Bonding for the Radio Amateur (Radyo Amatörleri için ARRL'nin Topraklama ve Yapıştırma Sistemi),* istasyon inşaatçılarına yönelik yönergelerle uygun referans için çok sayıda bilgiyi tek bir kitapta toplar.

AC GÜVENLİK

Güvenli Uygulamalar bölümü, ekipman ve toprak bağlantılarının topraklanması ve bağlanması için gereklilikler de dahil olmak üzere, konutlarda ac gücünün nasıl yapılandırıldığının temel unsurlarını kapsar. İstasyon kablolarınızın tüm ac kablolama gereksinimlerine uygun olduğundan emin olun .

Bir istasyon inşa etmeden veya mevcut bir istasyonu değiştirmeden önce, mevcut ac kablolarınızın iyi durumda olduğundan emin

kablolamada yeniyseniz veya rahatsız ediyorsanız, bir profesyonel edinin İşi yapmak veya deneyimli bir kişinin size nasıl yapılacağını göstermesi. Saygıyla ve basit güvenlik kurallarına uyarak, AC kablolama üzerinde çalışmak güvenlidir. Bu, herhangi bir kablolama el kitabının veya rehberinin güvenlik bölümünü okumak için iyi bir zamandır, ne yaptığınızı bildiğinizi düşünseniz bile.

Tüm dal devreleri, servis paneline geri dönen bir zemin iletkenine sahip olmalıdır. Zemin iletkeni en az akım taşıyan iletkenler kadar büyük olmalıdır, böylece aynı akım aşırı yüklerini yangın tehlikesine neden olmadan idare edebilir. Şube devre zemin iletkeni, genellikle ticari adı Romex ile anılan amulti-iletkenlik metalik (NM) kabloda hemen hemen her zaman bir teldir. Kablo kılıfı İnside, tel genellikle çıplak bakır ama aynı zamanda yeşil veya sarı çizgili yeşil olan yalıtım olabilir. AC servis giriş toprak çubuğunun veya diğer toprak bağlantısının mevcut olduğundan ve ona yapılan tüm kabloların yeterince ağır olduğundan ve tüm bağlantı donanımının iyi durumda olduğundan emin olun.

Konutun ac servis giriş zemin çubuğuyla birlikte, besleme hatlarının bir binaya girdiği paneller, antenler ve kuleler ve istasyonun bağlama otobüsüne doğrudan bağlantı için ek toprak çubukları genellikle monte edilir. Bu harici toprak bağlantılarının tümü ağır tel veya kayış kullanılarak birbirine bağlanmalıdır.

Amatör Radyo makalelerinde ve kitaplarında uzun süredir tavsiye edilmesine rağmen, zemin elektrodu olarak metal bir soğuk su borusu kullanmayın. Bu öneriler, tüm su servis tesisatları için bakır ve galvanizli borunun kullanıldığı bir dönemde yapılmıştır. Plastik boru artık standarttır ve karışık bakır ve plastik boru sistemleri yaygındır. Yerel bina kodlarınız, evinizin içindeki boruların elektriksel topraklama - amacıyla birbirine nasıl bağlanması veya bağlanmaması gerektiğini belirleyecektir.

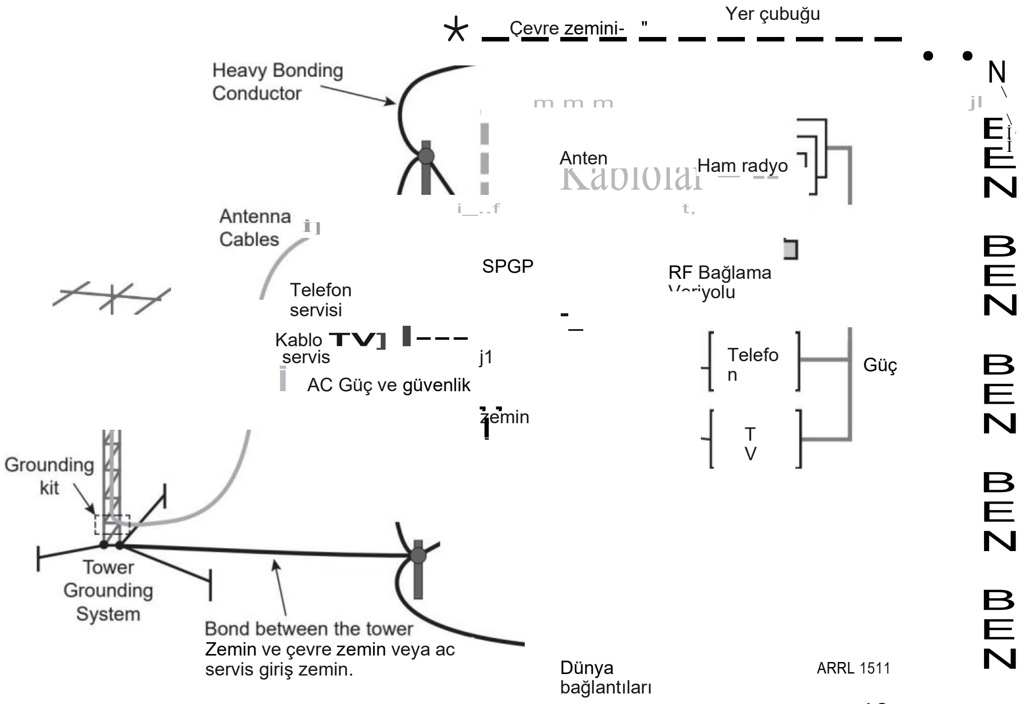
Bir bağlama veriyolu, ekipmanı birbirine bağlamak için iyi bir yoldur ve aynı zamanda ac güvenlik topraklama bağlantıları yapmak için iyi bir yol sağlar. Ekipmanınızın arkasına veya altına monte edilen otobüs, herhangi bir ağır metal iletken olabilir - bakır veya alüminyum hem mevcut hem de nispeten ucuzdur. Kayış, boru veya hatta ağır tel yapacaktır. Otobüsü bir elektrik prizindeki ac güvenlik zemin iletkenine bağlayın. Sadece bir bağlantı gereklidir. Ardından, her bir ekipmanın muhafazasını # 14 AWG tel, kayış veya düz örgü topraklama örgüsü kullanarak otobüse bağlayın .

Tipik amatör istasyon, kendisi güçsüz olan ancak ac hattına bağlı ekipmana bağlanan birçok aksesuar ekipmanı içerir. İstasyon binasındaki amacınız, maruz kalan herhangi bir metalin şok tehlikesi oluşturmayacağından emin olmak olmalıdır. Bu, SWR köprüsü, anten tuneri veya anten anahtarı gibi metal muhafazalı herhangi bir güçsüz ekipman için güvenli bir zemin bağlantısı sağlamanızı gerektirir. Bu tür ekipmanların en büyük parçaları, kullanmanız için bir zemin terminaline sahip olacaktır. Eğer değilse, muhafazaya bir vida ekleyin veya bağlantı için bir montaj vidası

LIĞHTNİNG PROTECTION

Yıldırımın ne olduğunu ve etkisine karşı hangi korumanın olduğunu okuyarak ve anlayarak başlayın. Yıldırım ve koruma planları hakkında bilgi Ron Block tarafından QST makalelerinin 2002 serisinde mevcuttur, NR2B (daha sonra KB2UYT) herkes tarafından kullanılabilir **www.arrl.org/lightning-protection.** **Bir** planınız olduğunda, standart topraklama ve yapıştırma tekniklerini kullanarak uygulayabilirsiniz. Güvenli **Uygulamalar** bölümü yıldırımdan korunmanın temel unsurlarını kapsar.

Şekil 24.4 nasıl bir genel bakış gösterir



Şekil 24.4 - Birleştirilenden **daha fazla bir istasyon topraklama sistemine genel bakış AC güvenliği, yıldırımdan korunma ve RF yönetimi. Tek noktalı groundpanel - (SPGP) Bir yıldırım geçici sırasında voltajı eşitlemek için ortak bir bağ bağlantısı sağlamak için kullanılır. Tüm yer bağlantıları birbirine bağlanmalıdır.**



Şekil 24.5 - Aktif bir HF istasyonu için tek noktalı zemin paneli (SPGP). İstasyonun altındaki bir dış duvara monte edilmiş, tüm filtreler, anahtarlar ve koruyucular alüminyum levhaya tutturulmuştur. Ağır bir toprak iletkeni paneli dışarıdaki bir toprak çubuğuna bağlar. [Kirk Pickering, K4RO, fotoğraf]

İstasyon topraklama ve bağlama yıldırım koruması sağlamak için birlikte çalışır. - Toprak çubukları ve gömülü iletkenler gibi tüm toprak bağlantıları birbirine bağlanır. İstasyonun yanında, tüm ekipman doğrudan veya bir bağlama otobüsü ile birbirine bağlanır.

Blok tarafından makalelerde belirtildiği gibi bir yıldırım koruma planı tasarlayın. Korunan bölgenize giren veya çıkan her iletkenin yıldırım veya lightninginduced - geçişlere karşı bazı koruma araçlarına sahip olması gerektiğini unutmayın. **Şekil 24.5 bir gösterir**

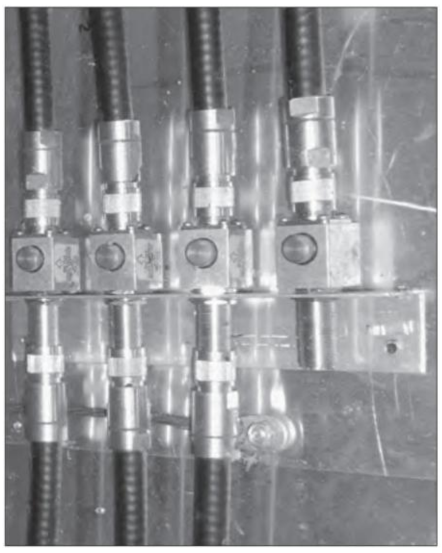
İstasyonun altındaki bir dış duvara monte edilmiş tek noktalı zemin paneli (SPGP). **Şekil 24.6,** yıldırım koruyucularının bir SPGP'ye nasıl monte edileceğine dair bir örnek göstermektedir. Koşullarınız - benzersizdir ve kesin çözüm tasarlamak ve inşa etmek size kalmıştır.

Ekipmanınızı korumak için basit MOY dalgalanma koruyucuları ile güç şeritlerine güvenmeyin. Bir veya iki şube devresini profesyonel/endüstriyel kalitede AC dalgalanma koruyucusu ile koruyabilirsiniz (bkz. Şekil **24. 7),** zemin panelinize monte edilir ve ac güç dağıtım sisteminizi buna bağlayın. Wholehouse dalgalanma koruyucuları, istasyon ekipmanınızı yıldırımdan korumaz, çünkü yalnızca konutun gelen ac servisine bağlanırlar. Yine de istasyonunuzda etkili bir yer sistemi oluşturmanız gerekecektir.

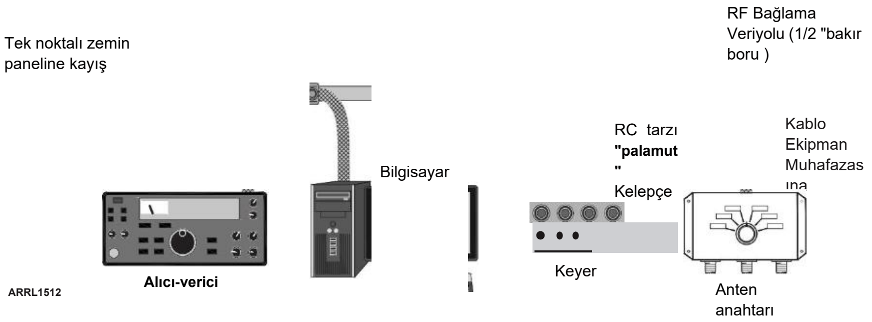
Tüm ekipmanlarınızın birbirine bağlı olduğundan emin olun, böylece voltaj ekipman parçaları arasında eşitlenir. Yapıştırma, çok fazla bireysel radyo ve aksesuarınız yoksa, doğrudan ekipman parçaları arasında yapılabilir. Bir alternatif, - **Şekil 24.8'de gösterildiği gibi bağlanma veri yolu yaklaşımını kullanmaktır.** Yapıştırma, bağın ac güvenlik zeminine bir bağlantı içermesi durumunda ac güvenliğini sağlamaya da hizmet edecektir.

RF YÖNETİMİ

Bir istasyonun bir veya iki radyo, bir güç kaynağı ve dışarıdaki antenlere bazı besleme hatları ile başlaması tipiktir. Sonunda, bir bilgisayar, muhtemelen ve amplifikatör ve benzeri ile birlikte daha fazla aksesuar [illegible] çeşitli ekipman parçalarına RFI'ye yol açar. Sorun şu ki



Şekil 24.6 - Bir alüminyum açı braketi kullanılarak bir SPGP üzerine monte edilen yıldırım koruyucuları. Bazı koruyucular doğrudan panellere monte edilebilir veya Dişli bölme tarzı konektörleri kullanan bir delik. [Ward Silver, N ~ AX, fotoğraf]



Şekil 24.8 - Bir masa veya masa üzerinde ekipmana sahip bir istasyon için tipik bir bağlama otobüsü. Ekipman ve bağlama otobüsü arasındaki bağlantılar ağır tel veya kayışla yapılmalıdır (# 14 AWG uygundur).



Şekil 24.9 - Alüminyum çatı yanıp sönen basit bir RF zemin düzlemi Masanın arkasına bağlı bir bakır boru bağlama otobüsü ile. Ekipman yanıp sönen üzerine yerleştirilir ve kısa jumperlarla boruya tutturulur. Yer düzlemi ve otobüs, istasyon yer sistemine ağır bir telle bağlanır. [Ward Silver, N ~ AX, fotoğraf]



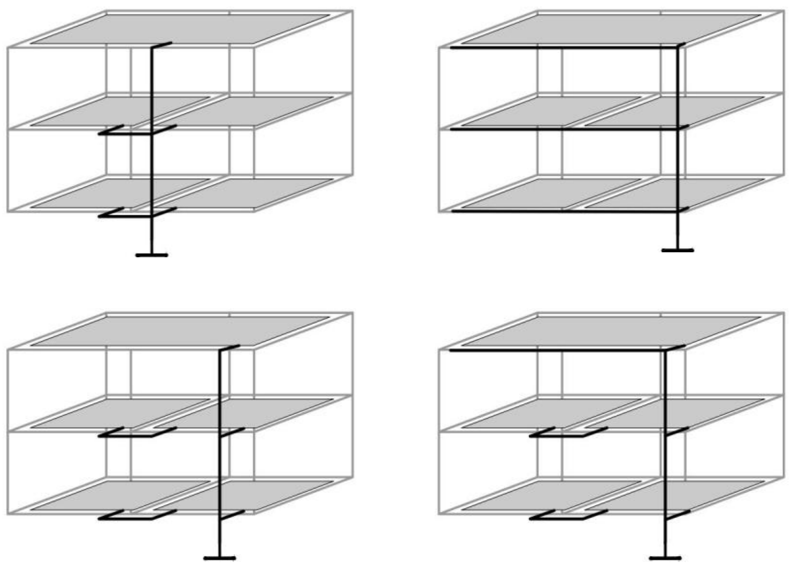
Şekil 24.7 - Yıldırımdan korunma için uygun ve tasarlanmış bir in-line ac güç koruyucu Topraklanmış bir panel üzerine monte edilir.

Ekipman parçaları arasındaki sayısız bağlantıdan kaynaklanır. Bunlar, iletilen sinyalleri, RFI'nin tüketici ekipmanına neden olabileceği gibi, amatör ekipmanı etkileyebilecek ortak mod RF akımı olarak alır. (Daha fazla bilgi için RF İnterference bölümüne bakın.)

İstasyonunuza, mevcut olacak RF'yi yönetme planıyla başlayarak, etkileri azaltabilir veya ortadan kaldırabilirsiniz. Muhtemelen istasyonunuzu çeşitli kablolar ve muhafazalar tarafından alınan RF'ye karşı koruyamazsınız. İnstead, ekipman parçaları arasındaki RF voltajını en aza indirmek için yapıştırma kullanın, böylece RF akımı aralarında akmaz. Yapıştırma doğrudan bağlantı ile veya bir yapıştırma yolu kullanılarak yapılabilir.

Ek bir avantaj olarak, ekipman parçaları arasındaki iyi bağlanma, sızıntı akımı ve başıboş manyetik alanların neden olduğu küçük ses vızıltılarını ve hum voltajlarını da en aza indirir. Birçok istasyon dijital işlem için düşük seviyeli ses sinyalleri kullanır. Yapıştırma, istenmeyen uğultu ve vızıltıların bu sinyal yollarını kirletmesini önlemeye yardımcı olur. RF yönetimi için yapıştırma, AC güvenliği ve yıldırımdan korunma gereksinimlerini de karşılayabilir .

İstasyonunuzun etrafındaki RF voltajını eşitlemeye yardımcı olan bir teknik, bir *RF toprak düzlemi veya referans* ***düzleminin kullanılmasıdır. Şekil*** **24.9, bir** masa üstüne bağlı yanıp sönen bir alüminyum çatı tabakasından yapılmış basit bir zemin düzlemini göstermektedir. Bakır borunun bir yapıştırma otobüsü, masanın arkasındaki yanıp sönmeye kelepçelenir. Borudaki sac metal vidalar, bağlama jumper'larının takılması için sağlanmıştır.



Şekil 24.10 - **Raflardaki ekipman için, her rafta bir zemin düzlemi oluşturun. Her bir zemin düzlemi parçasını birbirine bağlayın (ağır çizgiler) ve kabloları bağlama kayışı veya tel boyunca segmentler arasında yönlendirin. Birkaç olası örnek gösterilmiştir .**

Her ekipman parçası. Yer düzlemi ve bağlama otobüsü daha sonra istasyon yer sistemine bağlanır. Metal bir masa veya masa, RF zemin düzlemi olarak da kullanılabilir. (RF zemin düzlemi, RF için dikey bir antenin besleme noktasına dönüş yolu sağlayan bir dizi zemin radyalinden farklıdır.) RF voltaj farklılıkları toprak düzlemi tarafından düşük tutulur. Ekstra kablo uzunluğu, ortak mod RF'yi almalarını engellemek için sarılabilir ve doğrudan zemin düzlemine yerleştirilebilir.

Taşınabilir ve geçici istasyonlar RF yönetimi için bir zorluk teşkil eder. İstasyon konfigürasyonu genellikle çeşitli kısıtlamalar ve fiziksel engeller etrafında çalışmak zorundadır. Kapsamlı bir zemin ve bağlama sistemini durdurmak genellikle mümkün değildir. Bu koşullar altında, bir kayış veya esnek örgü rulosu etkili bir yapıştırma otobüsü olarak hizmet edebilir. ekran veya hatta alüminyum folyo bir zemin düzlemi olarak çalışacaktır. Ekipman muhafazalarını yönetebileceğiniz herhangi bir ortak bağlantıya bağlamak için bol miktarda kısa jumper ve klips kablosu bulundurun.

Birçok istasyon, ekipmanı bir masanın - veya masanın üzerinde tutmak için raflara sahiptir. **Şekil 24.10,** raflara metal levha veya kayış eklemek ve birbirine bağlamak için birkaç olası teknik göstermektedir. Metal levha, ekran ve hatta fazla PC kartı malzemesini zemin düzlemi olarak kullanabilirsiniz. Önemli olan, bağlama bağlantılarının RF'de çalışmasına yardımcı olmak için çeşitli ekipman parçalarının altında bir miktar metal elde etmektir.

24.1.3 İstasyon gücü

Güç kaynağı tasarımı ve kullanımı **Güç Kaynakları** bölümünde, güvenlik sorunları ve istasyon kablolaması ise **Güvenli Uygulamalar** bölümünde ele alınmıştır. Tek bir 20 A, 120 V devre, çoğu 500 W güç amplifikatörleri de dahil olmak üzere hemen hemen her tek operatörlü amatör istasyondaki tüm radyo ve bilgisayar ekipmanı için yeterli güç sağlayacaktır. Tek bir 20 A, 240 V devre, aynı anda iletmeyen iki yasal limit amplifikatör için yeterli güç sağlayacaktır. 120 V çıkışları cömert bir sayı sağlanmalıdır. 120 V ve 240 V çıkışları, ekipman zeminlerini birbirine bağlamalıdır. Bu basit güç düzenlemesi büyük Güç sistemi kaçak akımının neden olduğu ses uğultusu ve vızıltı ile ilgili sorunları en aza indirmenin avantajı. İnstall kaliteli 20 A çıkışları ve 20 A kırıcılar .

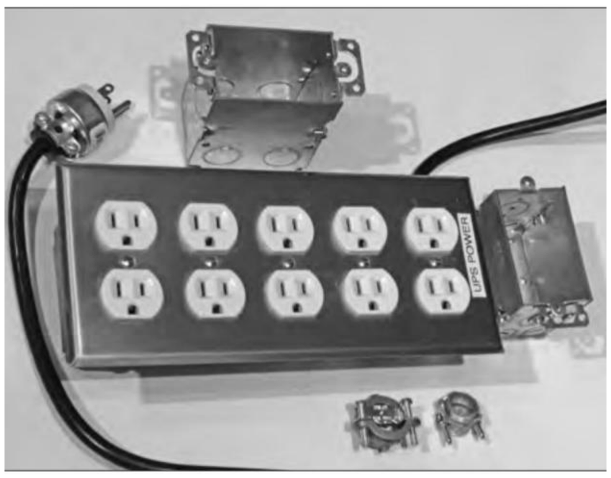
Şekil 24.11, kendi ağır hizmet tipi, yüksek kaliteli güç dağıtım kutunuzu nasıl oluşturabileceğinizi göstermektedir. Yüksek kaliteli çıkışlara ve ağır # 12 veya # 14 AWG kablolarına sahip metal "arka kutular" kullanın. Birden fazla kutu, gerektiği kadar çok çıkışı desteklemek için mekanik olarak birbirine bağlanabilir. Aynı devrede birden fazla çok çıkışlı kutu kullanılırsa, tüm metal işleri sağlam bir şekilde monte edilmiş ve zemin iletkenine bağlanmış olarak aralarında sert EMT veya esnek metal BX kanalı kullanın. Tüm paketi açıp kapatmak için ağır bir anahtar dahil edilebilir. şube devresi zaten bir GFCI tarafından korunmuyorsa, kutuya bir GFCI çıkışı dahil edilebilir .

İstasyonunuzda ticari güç şeritleri kullanıldığında, metal muhafaza, ağır kablolama, kaliteli prizler ve yerleşik bir anahtar ve devre kesici (tipik olarak 15 A'da derecelendirilmiş) ile endüstriyel kalitede ürünler kullanın. Çok daha az maliyetli ancak çok daha düşük kalitede olan ucuz plastik güç şeritlerinden kaçının.

Güç sağlamak için toprak arıza devre kesici (GFCI) devre kesiciler veya çıkışları kullanılması NEC tarafından gerekli değildir. Bununla birlikte, amatör bir istasyon ve anten sisteminde başıboş akım için birçok fırsat göz önüne alındığında, GFCI koruması kötü bir fikir değildir. GFCI kesicileri ac servis paneline kurabilir veya GFCI çıkışlarını istasyona kurabilirsiniz.

24.1.4 İstasyon düzeni

İstasyon düzeni büyük ölçüde kişisel zevk ve ihtiyaçlar meselesidir. Bu, çoğunlukla mevcut alan miktarına, ilgili ekipmana ve yapılacak işletme türlerine bağlı olacaktır. Bu faktörler göz önünde bulundurulduğunda, bazı temel tasarım hususları tüm istasyonlar için geçerlidir.



Şekil 24.11 - **Ağır hizmet tipi ev yapımı güç dağıtım kutusu. Birkaç gangable "arka kutu", birkaç dubleks çıkışı tutabilen daha büyük bir kutuya monte edilir. Bir ışık anahtarı veya GFCI korumalı çıkış Güç kontrolü ve şok koruması için dahil edilebilir. [Jim Brown, K9YC, fotoğraf]**

OPERAT TABLOSU

Ameliyat masası bir ofis veya bilgisayar masası, bir mutfak masası veya özel bir - tezgah olabilir. Ne kullanacağınız alana, eldeki malzemelere ve maliyete bağlı olacaktır. En önemli iki husus, tepenin yüksekliği ve büyüklüğüdür. Çoğu ticari masa zeminin yaklaşık 29 inç üzerindedir. Bilgisayar tabloları genellikle daha rahat bir klavye ve fare yerleşimi için birkaç inç daha düşüktür. Bu, çoğu yetişkin için rahat bir yüksekliktir. Bundan çok daha düşük veya daha yüksek yükseklikler garip bir çalışma pozisyonuna neden olabilir.

Tepenin boyutları önemli bir husustur. Derin (36 inç veya daha fazla) bir üst kısım, arka taraftaki ekipman bağlantıları, orta kısımdaki ekipman ve yazma veya klavye ve farenin öne doğru yer alması için bol miktarda alan sağlayacaktır. Üst kısmın uzunluğu, kullanılan ekipmanın miktarına bağlı olacaktır. Bir ofis veya bilgisayar masası iyi bir ameliyat masası yapar. Bunlar genellikle yaklaşık 36 inç derinliğinde ve 60 inç genişliğindedir. Çekmeceler, günlük defterlerinin, kulaklıkların, yazı malzemelerinin vb. Depolanması için kullanılabilir. Bilgisayar kullanımı için özel olarak tasarlanmış masalar genellikle ekipman istifleme için kullanılabilecek yerleşik raflara sahiptir. Bu tip masalar, çoğu indirim ve ev geliştirme mağazasında montaja hazır olarak mevcuttur. Bu masaların düşük fiyatı ve uyarlanabilir tasarımı, onları bir çalışma pozisyonu için cazip bir seçenek haline getirir. Bir örnek **Şekil 24.12'de gösterilmiştir.**

Mümkünse, ameliyat masanızı veya masanızı, ekipmanın arkasına erişmenin kolay olması için düzenleyin. Ekipmanın arkasında bir geçit sağlayabilirsiniz veya masa veya masa taşınabilir olabilir. Her iki durumda da, bir masa almak veya rahatsız edici pozisyonlarda çalışmak zorunda kalmadan ekipmanın arkasında çalışabilmeyi takdir edeceksiniz. İt ayrıca, ekipmanın net bir görüşüne sahip olmamasından kaynaklanan kablolama hatalarını önlemeye yar

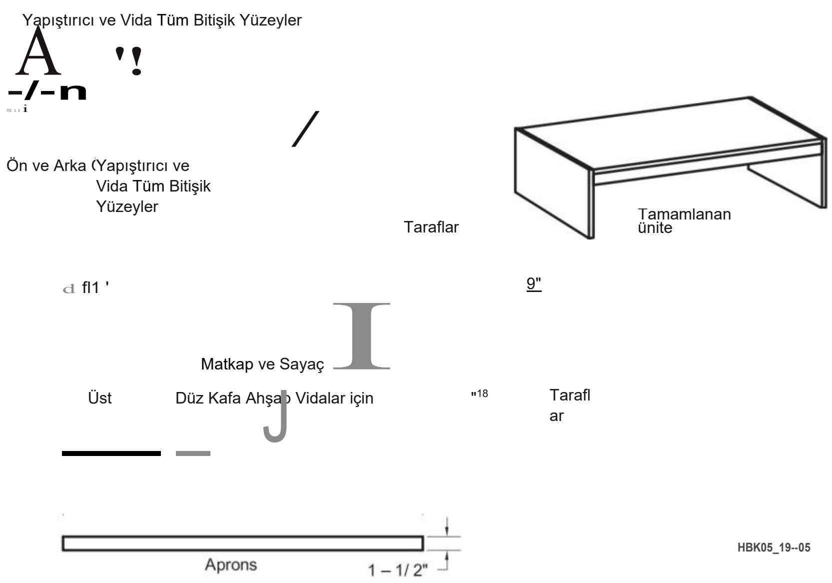
HAKKANİYET DÜZENLE

Ameliyat masanız ne kadar büyük olursa olsun, sandalyenizden her şeye ulaşabilmeniz için bazı dikey istifleme ekipmanı gerekli olabilir. Ekipman parçalarını doğrudan birbirinin üzerine istiflemek iyi bir fikir değildir, çünkü çoğu amatör ekipman soğutma için etrafında hava akışına ihtiyaç duyar. **Şekil 24.13'te gösterilen gibi bir raf,** birçok durumda ekipman düzenini iyileştirebilir. Rafın boyutları, ameliyat masanızın boyutuna uyacak şekilde ayarlanabilir.

İstasyonunuz için çalışma masasını ve rafları edindiğinizde, bir sonraki görev ekipmanı uygun ve düzenli bir şekilde düzenlemektir. İlk adım



Şekil 24.12 - Mike Adams, N1 EN, HF ve VHF + bantlarında çalışmak için masaüstünden en iyi şekilde yararlanıyor. Dizüstü ve tablet bilgisayarları daha büyük masaüstü sistemlerine bir alternatiftir. Dizüstü bilgisayarla tam boyutlu bir klavye kullanıyor. [Mike Adams, N1 EN, fotoğraf]



Şekil 24.13 - Kolayca temin edilebilen malzemelerden basit ama güçlü bir ekipman rafı oluşturulabilir. Yeterli mukavemet için eklemler için tutkal ve vidalarla birlikte % -inch kontrplak kullanın.

Önceki bölümde açıklandığı gibi güç çıkışları ve iyi bir zemin sağlamak için. Kurulumunuz için güç çıkışlarının sayısını tahmin etmede cömert olun; Radyo ekipmanı zamanla çarpma alışkanlığına sahiptir, bu nedenle başlangıçta geleceği planlayın. Güç dağıtım şeritleri elde etmeye çalışın veya birden fazla eklenti "duvar siğili" güç kaynağını barındırmak için aralarında yeterli alan bulunan bazı prizler takın.

Her istasyon farklıdır ve her operatörün farklı tercihleri vardır, bu nedenle istasyon düzeni için "yemek kitabı" talimatları vermek gerçekçi değildir. Buna rağmen, bazı genel

Bir istasyon düzenini etkili kılan ilkeler. Bu bölümde istasyonların atthephotographs bakarak başlayın, *QST, ve* çevrimiçi. Fikir almak ve farklı düzenlemeleri denemek için diğer operatörlerin istasyonlarını ziyaret edin. Çalışırken en çok hangi ekipmanı kullandığınızı düşünün ve bunu ulaşılması ve kullanılması kolay hale getirin. Son bir düzene yerleşmeden önce farklı yapılandırmaları denemek için geçici bir düzenleme yapmayı düşünün. Alışkanlıklarınız, zevkleriniz ve bedeninizi değiştikçe düzeninizi güncellemeyi kolaylaştırın. İstasyonu ilgi alanlarınıza uyacak şekilde yapılandırın ve düzeni iyileştirmenin yollarını düşünmeye devam edin.



Şekil 24.14 - Bu taşınabilir 500 W HF istasyonu, Kalifornİya QSO Partisi sırasında taşınabilir çalışma için W6GJB ve K9YC tarafından inşa edilmiştir. [Jim Brown, K9YC, fotoğraf]



Şekil 24.15 - K1CE bu taşınabilir metal iskeleyi taşınabilir bir çalışma masası olarak uyarladı. Üst raf ayrıca mag-mount VHF/UHF antenleri için bir zemin düzlemi görevi görür. [Rick Palm, K1 CE, fotoğraf]



Şekil 24.16 - İyi bir fırsattan yararlanan N ~ Nİ, bu metal tel raf setini ekipmanını tutmak için uyarladı. Tel raflar ayrıca bir RF zemin düzlemi görevi görür ve havalandırma sağlar. [Bob Lee, W ~ GXA, fotoğraf]

Taşınabilir istasyonlar, hafif ve sağlam, genellikle acil durum iletişimi veya diğer kamu hizmetleri için bir "go-kit'in parçası olmak için ek gereksinime sahiptir. **Şekil 24.14 ve 24.15,** çok farklı koşullar için iki farklı çözüm göstermektedir, ancak her ikisi de iyi düşünülmüş ve ihtiyaca uygundur.

Kendinizi istasyonunuz için geleneksel olmayan malzemelerden yararlanırken bulabilirsiniz. **Şekil 24.16,** ticari veya endüstriyel raf olarak kullanılan açık metal tel raflarla desteklenen ekipmanı göstermektedir. Raflar sadece metalik olduğu için güçlü değil, aynı zamanda bir RF zemin düzlemi olarak hizmet eder ve ekipmana havalandırma sağlayan hava akışına açıktır.

ERGONOMICS

Ergonomi, gevşek bir şekilde "işi kişiye uydurmak" anlamına gelen bir terimdir. Eğer araç ve gereçler insanların karşılayabileceği şekilde tasarlanırsa, sonuçlar çok daha tatmin edici olacaktır. Örneğin, 1930'larda telefon ekipmanı üretim tesislerinde araştırma yapıldı, çünkü kablo santralleri için uzun burunlu penselerin kullanılması, elin hareket aralığının sonunda önemli bir güç gerektiriyordu. Basit bir araç yeniden tasarımı bu sorunu çözdü.

Son yıllarda ergonomiye büyük önem verilmiştir, çünkü doğal olmayan pozisyonlarda harcanan uzun sürelerin tekrarlayan hareket yaralanmalarına yol açabileceğini fark ettik. Bu dikkatin çoğu, iş görevleri olan insanlara odaklanmıştır.

Bilgisayarları ve diğer ofis ekipmanlarını çalıştırmalarını istediler. Çoğu Amatör Radyo operatörü, hobilerine tam zamanlı bir işte olduğu kadar zaman ayırmazken, mobilya seçerken ve kulübede veya atölyede düzenlerken konfor ve esnekliği göz önünde bulundurmak mantıklıdır. Ayarlanabilir yükseklikte sandalyeler, bir amortisör olarak hizmet etmek için hava silindirleri ile mevcuttur. Ayak dayamaları, sandalye ayaklarınızın alt bacak ağırlığınızı destekleyemeyeceği kadar yüksekse kullanışlı olabilir. Tabloların ve klavyelerin yüksekliği genellikle ayarlanabilir değildir .

Amatör İstasyondaki Yangın Söndürücüler

Amatör istasyonlar için üç sınıf yangın söndürücü uygundur: • Sınıf A: Ahşap veya kağıt gibi yanıcı katı maddeler

• Sınıf B: Yanıcı sıvı veya gazlar

• C Sınıfı: Enerjili elektrik yangını

Sabit veya taşınabilir bir istasyonda "ABC" sınıfı söndürücüler bulunmalıdır. Mobil istasyonların B ve C sınıfı yangınlarla karşılaşma olasılığı daha yüksektir.

Çoğu ABC söndürücü, elektrik iletmeyen ve elektrikli ekipman için güvenli olan katı bir toz içerir. Bununla birlikte, toz bir kalıntı bırakır. Bir "temiz madde" söndürücü, oksijeni değiştirmek için Halon gibi bir gaz kullanır. Söndürücü, serbest bırakıldığında bir gaza dönüşen maddenin sıvı bir formunu içerir. Daha az yaygın olan CO, söndürücüler yangını boğmak için karbondioksit gazı kullanır ve elektrik iletmezler. Gaz söndürücüler kalıntı bırakmaz.

Sıvı su söndürücüler veya hortumlar asla elektrikli bir cihazda kullanılmamalıdır.
Çünkü çoğu su bir elektrik iletkenidir ve elektrik çarpması tehlikesi yaratır. Su sisi yangın söndürücüleri, yangını soğutan ve oksijeni uzaklaştıran bir sis içinde de-iyonize suyu dağıtır. Sis de-iyonize olduğundan, elektrik (Sınıf C) yangınlarında kullanmak güvenlidir.

Portatif jeneratörlerle kullanım için, Tarla Günü'nde olduğu gibi, yakıt sızıntısı veya başka bir yangın durumunda jeneratörün yakınında bir yangın söndürücü bulundurun. Söndürücüyü yakıtla ilgili bir yangının içinde veya yanında, örneğin jeneratöre veya yanına bağlı olarak yerleştirmeyin.

Yangın elektrik aşırı yükünden veya kısa devreden kaynaklanıyorsa, mümkünse yangın söndürücüyü kullanmadan önce gücü çıkarın. Bu, ateşleme kaynağını alır ve alevler söndürüldükten sonra yangının dışarıda kalmasına yardımcı olur.

Fire Equipment Manufacturer's Association, femalifesafety'de yangın söndürücülerin seçimi ve kullanımı hakkında bir dizi yararlı belge yayınlamaktadır. **org/yangın-ekipman/taşınabilir-fireextinguisers .**

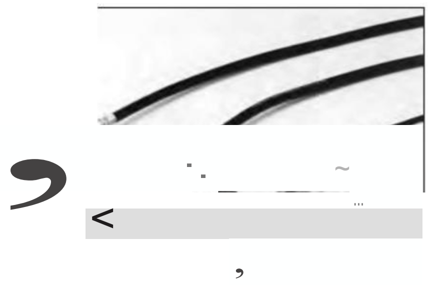
Bilgisayar ekranlarının yerleştirilmesi, pencerelerden gelen yansıyan ışığı dikkate almalıdır. Her zaman oturma seanslarınıza zaman ayırmak, dolaşmak ve kan dolaşımını teşvik etmek akıllıca olacaktır. Kaslarınızın sertleşmesi daha az olasıdır, eklemlerinizdeki esneklik ise hareket ettirilerek geliştirilebilir.

El aletlerinin seçimi, kulübenizde çalışırken ne kadar rahat olacağınızı etkileyebilecek seçimler yapabileceğiniz başka bir alandır. Esnek saplı tornavidaları arayın. Onları almadan önce ne kadar ağır olduğunu göz önünde bulundurun - sırtınız size teşekkür edecektir.

24.1.5 Ekipmanınızı nterconnecting

Ekipmanınızı aldıktan ve ayarladıktan sonra, hepsini birbirine bağlamanız gerekecektir. İstasyon ne kadar basit olursa olsun, en azından anten, güç ve mikrofon veya anahtar bağlantılarına sahip olacaksınız. Amplifikatörler, bilgisayarlar, TNC'ler ve benzeri gibi ekipmanlar karmaşıklık katar. Ekipman bağlantılarınızı iyi organize edilmiş ve yüksek kalitede tutarak, daha sonra sorunlardan kaçınacaksınız.

Genellikle, hazır kablolar mevcut olacaktır.



Şekil 24.17 - Kablolardaki etiketler, istasyondaki şeyleri yeniden düzenlemeyi çok daha kolay hale getirir. Etiketleme fikirleri arasında maskeleme bandı, ipli karton etiketler ve plastik torbalarda (ekmek torbaları gibi) bulunan bağlantı elemanlarına yapıştırılmış etiketler bulunur.

Ancak çoğu durumda kendi kablolarınızı yapmak zorunda kalacaksınız. Kendi kablolarınızı yapmanın büyük bir avantajı, uzunluğu özelleştirebilmenizdir. Bu, - ekipmanınızı düzenlemede daha fazla esneklik sağlar ve her yerde çirkin ekstra kabloyu önler. Birçok üretici, ekipmanlarıyla birlikte konektörleri ve kılavuzdaki pinout bilgilerini sağlar. Bu, belirli kurulum için ihtiyacınız olan uzunluklarda gerekli kabloları yapmanızı sağlar.

Kulübenizde her zaman yüksek kaliteli tel, kablo ve konektörler kullanın. Zaman ayırın ve kablo uçlarınızda iyi mekanik ve elektrik bağlantıları yapın. Özensiz kablolar genellikle bir sorun kaynağıdır. Genellikle - neden oldukları sorunlar aralıklı ve takip edilmesi zordur. Bir yarışmanın ortasında veya nadir bir DX QSO sırasında ortaya çıkacaklarına bahse girebilirsiniz! Daha da kötüsü, kalitesiz bir bağlantı RFI'ye neden olabilir veya hatta yangın tehlikesi yaratabilir. Mekanik bağlantısı zayıf olan bir kablo gevşeyebilir ve toprağa bir güç kaynağı kısaltabilir veya olmaması gereken bir voltaj uygulayabilir. Tel ve kablolar, şok tehlikelerini önlemek için yeterince yüksek dereceli kaliteli yalıtıma sahip olmalıdır.

İnterconnections düzgün bir şekilde paketlenmiş ve etiketlenmiş olmalıdır. Tel bağları, maskeleme bandı veya ipli kağıt etiketler iyi çalışır. **Şekil 24.17'ye bakınız.** Hangi yöntemi kullanırsanız kullanın, doğru etiketleme, ekipmanın bağlantısını kesmeyi ve yeniden bağlamayı çok daha kolay hale getirir. **Şekil 24.18, bir** modem, tam özellikli transce1ver'deki potansiyel bağlantıların sayısını gö

WIRE VE KABLO

Kullanılacak tel veya kablo türü, eldeki işe bağlıdır. Tel, gerekli akımı taşımak için yeterli büyüklükte olmalıdır. Bu bilgileri bulmak için Bileşen Verileri ve Referanslar bölümündeki tabloları kullanın. Asla hafife alınmış tel kullanmayın; yangın tehlikesi olacak. Yalıtımı da kontrol ettiğinizden emin olun. Yüksek voltajlı uygulamalar için, yalıtım



Şekil 24.18 - Bu Yaesu FT-950 alıcı-vericisinin arkası, amatör istasyonda karşılaşılan birçok konektör türünden bazılarını göstermektedir. Bu çeşitliliğin tek bir ekipmanda bulunduğunu unutmayın.

Amaçlanan voltajdan en az biraz daha yüksek derecelendirilmelidir. İyi bir kural, gerekli olanın en az iki katı bir derecelendirme kullanmaktır.

Vericileri, alıcı-vericileri, anten anahtarlarını, anten tunerlerini ve benzerlerini bağlamak için yeterli boyutta kaliteli koaksiyel kablo kullanın. RG-58, alıcı-vericiniz ve SWR köprünüz arasında kısa bir yama için iyi olabilir, ancak yasal limitli amplifikatörünüz ve anten tuneriniz arasında kullanmak için çok küçüktür. Daha fazla bilgi için, **İletim Hatları** bölümüne bakın .

Bağlantı kablosu telli veya katı olabilir. Genel olarak, telli daha iyi bir seçimdir, çünkü tekrarlanan esneme altında kırılmaya daha az eğilimlidir. Birçok uygulama, RF'nin ekipmana girme olasılığını azaltmak için korumalı tel gerektirir. RG-174, kontrol, ses ve bazı düşük güçlü RF uygulamaları için iyi bir seçimdir. Daha fazla iletkenin gerekli olduğu yerlerde korumalı mikrofon veya bilgisayar kablosu kullanılabilir.

RF bağlantıları için # 12- # 16AWGsolid veya telli tel veya katı kayış tercih edilir. Hava koşullarına maruz kalmayan iç mekan bağlantıları için, düz örgü kalaylı örgü kayışı kabul edile

BAĞLAYICILAR

Konektörler, çiftleşme elektrik kontaklarını kullanarak elektrik bağlantısı kurmanın uygun bir yoludur. Oldukça az sayıda bağlayıcı stili vardır, ancak ortak terimler hepsi için geçerlidir. Pimler, konektör gövdesinin dışına uzanan kontaklardır ve pimlerin elektrik kontağını yaptığı konektörlere "erkek" konektörler denir. Soketler içi boş, girintili kontaklardır ve soketli konektörlere "dişi" denir. Birbirlerine bağlanmak üzere tasarlanmış konektörlere "çiftleşme konektörleri" denir. Özel olarak şekillendirilmiş gövdelere veya bir çiftleşme konektörü üzerinde tamamlayıcı bir şekil gerektiren eklere sahip konektörlere "anahtarlı konektörler" denir. Anahtarlı konektörler, konektörlerin yalnızca bir şekilde birlikte gitmesini sağlar ve yanlış çiftleşmeden kaynaklanan hasar olasılığını azaltır.

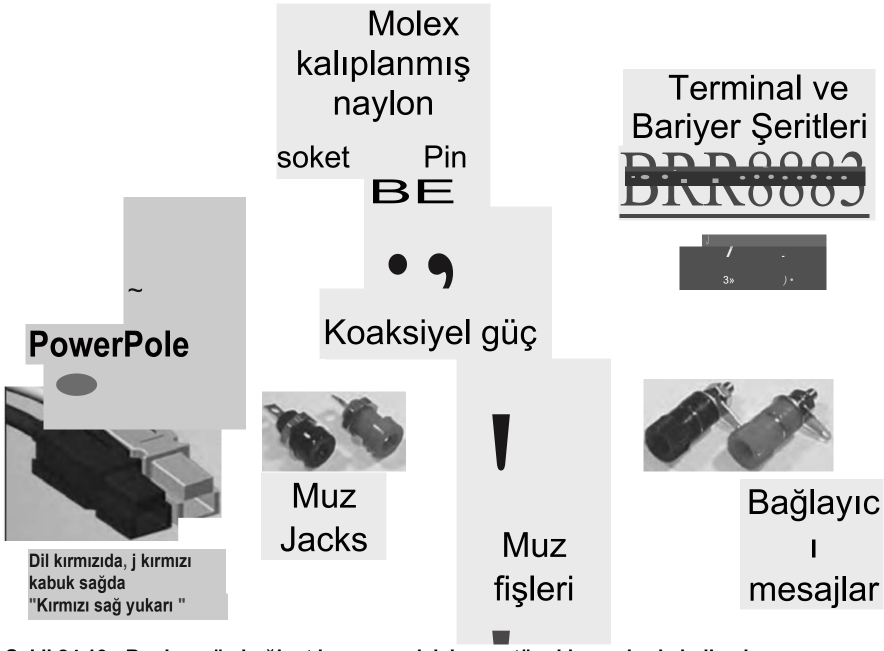
Fişler, kabloların ucuna takılan konektörlerdir *ve jaklar* ekipmana monte edilir. *Adaptörler,* iki farklı konektör ailesi arasında olduğu gibi iki farklı konektör stili arasında bağlantı kurar. Diğer adaptörler, çift erkek, çift katlı ve cinsiyet değiştiriciler gibi aynı ailenin konektörlerine katılır. *Ayırıcılar bir* sinyali iki konektör arasında böler.

Farklı konektör türlerinin sayısı akıllara durgunluk verirken, birçok amatör ekipman üreticisi birkaç standart tip kullanır. Kamu hizmeti veya emergencyprepedness çalışması gibi herhangi bir grup faaliyetinde bulunuyorsanız, gruptaki diğer kişilerin ne tür konektörler kullandığını ve mümkün olan yerlerde konektörleri standartlaştırdığını kontrol edin. Konektörlerin su geçirmez olmadığını varsayalım, sürece

Özellikle dış mekan kullanımı için açıkça işaretlenmiş bir tane satın alırsınız (ve doğru şekilde monte edersiniz).

Güç Bağlayıcıları

Amatör Radyo ekipmanı çeşitli güç konektörleri kullanır. Bazı örnekler **Şekil 24.19'da gösterilmiştir.** Çoğu düşük güçlü amatör ekipman koaksiyel güç konektörleri kullanır. Bunlar, bir duvar transformatörü güç kaynağı tarafından sağlanan tüketici elektronik ekipmanlarında bulunan aynı tiptir. Alıcı-vericiler ve diğer ekipman



Şekil 24.19 - Bunlar, güç bağlantıları yapmak için amatör ekipmanlarda kullanılan en yaygın konektörlerdir. Eşleştirilmiş Powerpole konektörleri için uygun yönlendirme, sağdaki kırmızı konektör ve üstteki dilidir - "kırmızı-sağ-yukarı". [Wiley Publishing, Aptallar için Ham Radyo veya Aptallar için İki Yönlü Radyo ve Tarayıcılar]



Şekil 24.20 - Güç konektörleri genellikle özel sıkma araçlarıyla tellerin ucuna kıvrılan terminalleri kullanır. [Wiley Publishing, Aptallar için Ham Radyo veya Aptallar için İki Yönlü Radyo ve Tarayıcılar]

7 E

i5



Adaptörler

Şekil 24.21 - Ses ve veri sinyalleri çeşitli farklı konektörler tarafından taşınır. İndividual kablo iletkenleri konektör kontaklarına kıvrılır veya lehimlenir. [Ward Silver, N ~ AX, fotoğraf]

Konektörler

Konektörler

UHF F BNC SMA N

"% g* 68tg @ 0

"ea Be, 8* Ba

pa" 89 @, "1 as

BNC BNC-N

"@ **UHF-SMA UHF-PHONO**

Şekil 24.22 - Her RF konektörü tipi, RF sinyallerini taşımak ve koaksiyel kablonun ekranını korumak için özel olarak yapılmıştır. Bir konektör stilini diğerine bağlamak için adaptörler mevcuttur. [Ward Silver, N ~ AX, fotoğraf]

Birkaç amper aşan yüksek akım gerektirir genellikle Molex konektörleri kullanın **(www. molex.com** - arama penceresinde "MLX" girin) tellerin ucuna kıvrılmış beyaz, naylon gövde yuvası pimleri ve soketleri ile.

Özellikle ARES ve diğer acil durum iletişim grupları arasında ortaya çıkan bir standart, Anderson Powerpole konektörlerinin **(www.andersonpower.com) kullanılmasıdır.** Bu konektörler "cinsiyetsiz'dir, yani aynı serinin herhangi iki konektörünün eşleştirilebileceği anlamına gelir - erkek veya dişi konektörler yoktur. Tek bir konektör stilinde standartlaştırılarak, ekipman sahada kolayca paylaşılabilir ve değiştirilebilir. Bu konektörlerin çiftleri için standart yönlendirme Şekil 24.19'da gösterilmiştir. Bu yönlendirmeyi kullanmak, kablolarınızın diğer jambonlarla uyumluluğunu artırır.

Molex ve Powerpole konektörleri, tellerin ucuna monte edilmiş kıvrım terminallerini (hem erkek hem de dişi) kullanır. Kabloyu terminale bağlamak için özel bir sıkma aracı kullanılır ve terminal daha sonra konektörün gövdesine yerleştirilir. Sağlam bir bağlantı yapmak uygun bir aracın kullanılmasını gerektirir - sıkma bağlantısı yapmak için pense veya başka bir araç kullanmayın.

Bazı ekipmanlar, genellikle vidalarla tellere veya kıvrım terminallerine doğrudan bağlantı için terminal şeritleri kullanır. Diğer ekipmanlar, çıplak tel uçlarına bağlanmak için yaylı terminaller veya bağlama direkleri kullanır. **Şekil 24.20,** özel aletler kullanılarak tellerin uçlarına monte edilen bazı yaygın kıvrım terminallerini göstermektedir.

Ses ve Kontrol Konnektörleri

Tüketici ses ekipmanları ve Amatör Radyo ekipmanı, aynı kullanımlar için aynı konektörlerin çoğunu paylaşır. Telefon fişleri ve jakları mono ve stereo ses devreleri için kullanılır. **Şekil 24.21'de gösterilen bu konektörler %** inç,'inç (minyatür) ve subminiature çeşitlerinde gelir. Fişin ucundaki kontak uç olarak adlandırılır ve fişin tabanındaki konektör manşondur. Eğer uç ve kılıf arasında üçüncü bir temas varsa, bu yüzüktür (bunlar "stereo" telefon konektörleridir). Stereo telefon konektörleri genellikle ses ekipmanı üreticileri tarafından TRS (uç-zil sesi için) konektörleri olarak adlandırılır.

Phono fişleri ve jakları (bazen RCA marka ekipmanlarında ilk kullanıldıkları için RCA konektörleri olarak adlandırılır) foraudio, video ve düşük seviyeli RF sinyalleri için kullanılır. Ayrıca kontrol sinyalleri için yaygın olarak kullanılırlar .

Mobil ve baz istasyonu ekipmanlarındaki en yaygın mikrofon konektörü 8 uçlu yuvarlak bir konektördür. Eski alıcı-vericilerde mikrofonlar için kullanılan 4 uçlu yuvarlak konektörler görebilirsiniz. RJ-45 modüler konektörler (aşağıdaki telefon konektörleri bölümüne bakın)

RF Konektörleri

Radyo sinyalleri için kullanılan besleme hatları, RF frekanslarında kullanılmak üzere özel konektörler gerektirir. Konektörler, bağlı oldukları besleme hattıyla yaklaşık olarak aynı karakteristik empedansa sahip olmalıdır veya RF sinyalinin bir kısmı konektör tarafından yansıtılacaktır. İnexpensive ses ve kontrol konektörleri bu gereksinimi karşılayamaz ve RF ekipmanlarında sıklıkla karşılaşılan yüksek güç seviyelerini idare edemezler. Bazen, HF alma ve düşük güç aktarım ekipmanı için fono konektörler kullanılır.

Şimdiye kadar, amatör ekipmanlarda RF için en yaygın konektör, **Şekil 24.22'de gösterilen UHF ailesidir.** (UHF işaretleyicisinin frekansla ilgisi yoktur.) Bir PL-259, uç dış besleme hatlarına giden fiştir ve SO-239, ekipmana monte edilen krikodur. Bir "varil" (PL-258), iki besleme hattının - birbirine bağlanmasını sağlayan çift dişi bir adaptördür. UHF konektörleri tipik olarak - 150 MHz'e kadar kullanılır ve HF'de yasal sınır verici gücünü kullanabilir.

UHF konektörleri, hava koşullarına dayanıklılık eksikliği, 2 metre bandının üzerindeki düşük performans ve daha yüksek frekanslarda sınırlı güç kullanımı gibi çeşitli dezavantajlara sahiptir. Type-N serisi RF konektörleri tüm bu ihtiyaçları karşılar. Tip-N konektörleri UHF konektörlerinden biraz daha pahalıdır, ancak daha az lehimleme gerektirir ve neme dayanıklı olduklarından dış mekan kullanımında daha iyi performans gösterirler. Tip-N konektörler 10 GHz'e kadar kullanılabilir.

Düşük güç kullanımları için, BNC konektörleri sıklıkla kullanılır. BNC konektörleri laboratuvar ekipmanı için de standarttır ve

Coax Bağlayıcıları - Göründükleri Kadar Basit Değiller, *Hal Kennedy, N4GG*

"Ödediğinizi alırsınız", PL-259s, SO-239s, adaptörler ve ilgili parçalar dahil olmak üzere yaygın UHF konektörleri söz konusu olduğunda olduğundan daha doğru değildi. Her hamfest, bazen her biri bir dolar kadar az bir miktar için "gizemli" UHF konektörleri satan en az bir satıcıya sahip gibi görünüyor. En ucuz PL-259 aldığınızda ne alıyorsunuz? Bu bir tahmin sayılır. Bir veya iki dolarlık fark için, "gizemli" UHF konektörleri çok zayıf bir yatırımdır.

PL-259s dört parçaya sahiptir: "knurled somun'adı verilen dış kılıf, konektör gövdesi, yalıtkan/dielektrik ve orta pim. Dört bileşenin tümü, bir pazarlık konektörünü işe yaramaz hale getirme noktasında tehlikeye atılabilir.

Sık karşılaşılan sorunlar:

• Bitiş: Pazarlık konektörleri bazen lehimleyemeyeceğiniz bir yüzeye sahiptir! Krom benzeri bir görünüme sahip olabilirler, ancak kaplama lehimi iyi alamayabilir ve iyi bir bağlantı için dosyalanması gerekir.

• Threading: Gövdenin arkasındaki iç dişler, RG-8X veya RG-58 gibi daha küçük çaplı koaksiyeli kabul etmek için bağlayıcı namlusunu daraltan bir UGstyle ekini kabul etmek için vardır. Konular metrik olabilir! UG ekleri bazen ABD pazarında metrik ipliklerle de görünür. Her iki durumda da, insert vücuda vidalanmaz.

• Dielektrik: İyi konektörler, merkez pim ve gövde arasında kaliteli fenolik veya Teflon yalıtım kullanır. Pazarlık konektörleri, merkez pim lehimlendiğinde eriyecek olan polistiren gibi malzemeler de dahil olmak üzere herhangi bir şey kullanabilir.

• Merkez pin çapı: Bu en yaygın ve sinsi sorunlardan biridir gizemli PL-259s. Orta pim dış çapı (OD) neredeyse her zaman olması gerekenden biraz daha küçüktür ve fark edilmesi zordur. Bir PL-259 ile bir SO-239 veya namlu konektörü arasındaki orta pin bağlantısı, erkek yan pin OD'nin doğru olmasına ve dişi taraftaki eşleşen parmakların doğru çapa ve uygun yay malzemesinden yapılmış olmasına bağlıdır.

• Orta soket yay gerilimi: SO-239 soket metali zamanla ve/veya sıcaklıkta rahatlarsa, izlenmesi çok zor olabilecek aralıklı bir bağlantı oluşturulacaktır.

• Çiftleşme girintileri: SO-239 ucundaki bir PL- 259'a (annulus flanşı) eşleşen girintiler, erkek konektörün gövdesindeki kısa uçlarla eşleşmek için sadece dört girintiye sahip olabilir. Kaliteli bir SO-239 veya namlu konektörü her yerde girintilere sahiptir. PL-259 ve SO-239 tamamen oturmazsa, aralıklı bir bağlantı gelişmesi muhtemeldir.

• Tee ve dik açılı (dirsek) UHF adaptörleri: Merkez iletken, kabuğun içinde dik açılı bir dönüş yapmak zorundadır. Düşük kaliteli adaptörler, sağ açılı bağlantı bir yay teması ile yapılır - bunlar tutmaz. Kaliteli tee ve dik açılı adaptörler güvenilirdir, çünkü iç iletkenler takılı ve dişlidir - iletkenler doğru açı kavşağında gövde içinde birbirine vidalanır.

İyi konektörleri nasıl söyleyebiliriz? Fiyat gerçek olamayacak kadar iyi ise - iyi, öyle. İyi gümüş kaplamalı PL-259s donuk bir görünüme sahiptir. İyi konektörlerin içine bir parça numarası ve üreticinin adı damgalanır. İşaretliyse konektörün özelliklerine bakabilirsiniz. Bir örnek, Amphenol tarafından yapılan konektörlerdir - bunların hepsinde konektör gövdesine veya üzerine damgalanmış 83-1SP (PL-259) veya 83-1R (SO-239) gibi parça numaraları vardır.

Genellikle de ve ses bağlantıları için kullanılır. BNC konektörleri anten bağlantıları için el telsizlerinde yaygındır. En yeni el tipi alıcı-vericiler genellikle antenleri için küçük, vidalı SMA tipi konektörler kullanır.

Belirli bir iş için kullanılan konektör tipi, kablonun boyutuna, çalışma sıklığına ve ilgili güç seviyelerine bağlıdır. RF konektörleri hakkında daha fazla bilgi **Bileşen Verileri ve Referanslar** bölümünde bulunabilir.

Veri Bağlayıcıları

Dijital veriler bilgisayarlar ve radyo ekipmanı parçaları arasında daha fazla değiştirilir. Daha önce hiç amatör istasyonda. Bağlayıcı stilleri, bilgisayar ekipmanlarında bulunanları takip eder.

D tipi konektörler RS-232 (COM bağlantı noktaları) ve paralel (LPT bağlantı noktası) arabirimleri için kullanılır. Tipik bir D tipi konektörün model numarası "DB", ardından bağlantı sayısı ve konektörün pim veya soket kullanmasına bağlı olarak bir "P" veya "S" vardır. Örneğin, DB-9P PC CO Ml seri bağlantı noktaları için kullanılır.

USB konektörleri, bilgisayar endüstrisi hantal ve yavaş RS-232 arayüzünü ortadan kaldırdığı için amatör ekipmanlarda daha popüler hale geliyor. Bir dizi üretici, izin veren USB-seri dönüştürücüler yapar RS-232 arayüzlü cihazlar, sadece USB arayüzüne sahip bilgisayarlarda kullanılmak üzere.

Boş modem veya çapraz adaptörler veya kabloların her iki ucunda da aynı tip konektör bulunur. Sinyal pimleri arasındaki dahili bağlantılar uçlar arasında değiştirilir, böylece girişler ve çıkışlar birbirine bağlanır. Bu, arayüzlerin Ethernet anahtarı veya RS-232 modem gibi herhangi bir aracı ekipman olmadan doğrudan birbirine bağlanmasını sağlar.

Çeşitli ortak bilgisayar konektörlerinin pinoutları **Bileşen Verileri ve Referanslar** bölümünde gösterilir. Birkaç pratik veri arayüzü projeleri indirilebilir ek içerik İstasyon Aksesuarları ve Dijital İletişim bölümlerinde gösterilmiştir.

Telefon ve Bilgisayar Ağ Bağlayıcıları

Modüler konektörler telefon ve bilgisayar ağı bağlantıları için kullanılır. Bağlayıcı parça numaraları "RJ'ile başlar. Konektörler özel aletlerle çok iletken kablolara kıvrılır. RJl konektörü, 4 veya 6 kontaklı tek ve çift hatlı telefon sistemi bağlantısı için kullanılır. RJl O, telefon ahizesi bağlantıları için 4 kontaklı bir konektördür. Ethernet bilgisayar ağ bağlantıları, 8 kontaklı RJ45 konektör kullanılarak yapılır.

24.1.6 İstasyonunuzu belgelemek

İstasyonunuzu bir araya getirmenin genellikle ihmal edilen ancak çok önemli bir kısmı, çalışmanızı doğru bir şekilde belgelemektir. Deally, ac güç hatlarından antene kadar tüm istasyonunuzu kağıt üzerinde çizmeli ve bilgileri kurulumunuzun çeşitli yönleri için bölümlere sahip özel bir defterde tutmalısınız. İstasyonun iyi belgelenmesi, bir sorunu takip ederken veya bir değişiklik planlarken paha biçilmez bir yardımcıdır. Hafızanızda uzun zaman önce yaptıklarınız hakkında bilgi aramak yerine, elinizde gerçekler var.

İstasyonunuzun etrafındaki ara bağlantıları ve donanımı kaydetmenin yanı sıra, ekipmanınızın performansını da takip etmelisiniz. Her yeni anten taktığınızda, SWR'yi bandın farklı noktalarında ölçün ve bir tablo yapın veya bir eğri çizin. Daha sonra, bir sorundan şüphelenirseniz, kayıtlarınıza bakabilir ve SWR'nizi orijinal performansla karşılaştırabilirsiniz.

Kulübenizde, her banttaki verici (ler) ve amplifikatörlerden güç çıkışını ölçebilirsiniz. Bu ölçümler, daha sonra bir sorununuz olduğundan şüphelenirseniz yardımcı olacaktır. Bir sinyal jeneratörüne erişiminiz varsa, gelecekteki referans için alıcı performansını ölçebilirsiniz .

24.2 Mobil İnstallations

Katı hal elektroniği ve minyatürleştirme, mobil operatörlerin araçlarını baz istasyonlarına rakip istasyonlarla donatmalarına izin verdi. İndeed, bir kompakt alıcı-verici ile 160 metreden 70 cm'ye kadar çalışmak mümkündür. Çok yönlülük ekleyerek, çoğu mobil için tasarlanmış alıcı-vericiler, radyonun ana gövdesinin bir koltuğun altına güvenli bir şekilde yerleştirilebilmesi için ayarlanmıştır; çalışma "kafası", **Şekil 24.23'te gösterildiği gibi kullanım kolaylığı için rahatça yerleştirilmiştir.**

Ortak güç seviyeleri HF'de 100-150 W ve 50-75 Won VHF'ye ulaşır. Uygun anten seçimi ve yerleşimi ile (Antenler bölümüne bakın), mobil istasyonlar tıpkı baz istasyonu meslektaşları gibi dünyayı çalıştırabilir. Aralarındaki tek gerçek fark, çalışırken aynı anda sürmeye çalışmanızdır ve güvenli çalışma ayrıntılara dikkat gerektirir.

Anten kısıtlı alanlarda yaşayan bazı kişiler için, mobil işletim havaya çıkmak için en iyi çözümü sunabilir. Diğerleri için ev istasyonu operasyonuna keyifli bir alternatiftir. Hangi kategoride olursanız olun, kurulumunuzu güvenlik ve rahatlığı göz önünde bulundurarak planlarsanız başarının tadını çıkarabilirsiniz.

Mobil işlem hakkında, hem HF hem de VHF +, çevrimiçi olarak önemli miktarda bilgi var. Bu bölüme birçok katkı Alan Applegate, K0BG, web sitesinden geldi **www.kObg.com.** RVers ve off-road grupları gibi özel gruplar ek perspektiflere sahip olacak. Araç satıcınızın ayrıca telsiz ekipmanlarının kurulumu ile ilgili servis bültenleri vardır. Bültenler çoğunlukla VHF ekipmanı için geçerli olsa da, güç ve diğer kablolama için uygun yollar ve erişim noktaları hakkında değerli bir bilgi kaynağıdır .

Mobil operasyon hakkında önemli miktarda bilgi var, hem HF hem de VHF +, çevrimiçi. Bu bölüme birçok katkı Alan Applegate, K0BG, web sitesinden geldi **www.kObg.com.** RVers ve off-road grupları gibi özel gruplar ek perspektiflere sahip olacak. Araç satıcınızın ayrıca telsiz ekipmanlarının kurulumu ile ilgili servis bültenleri vardır. Bültenler esas olarak VHF ekipmanı için geçerli olsa da, güç ve diğer kablolama için uygun yollar ve erişim noktaları hakkında değerli bir bilgi kaynağıdır .

24.2.1 İnstallation

Modern araçlardaki Amatör Telsiz ekipmanı, temel güvenlik kurallarına uyulursa oldukça zorlu, ancak ödüllendirici olabilir. Tüm vitesler araca güvenli bir şekilde bağlanmalıdır. Güvenli olmayan bardak tutucu yatakları, minderler arasına sıkışmış yataklar, elastik kordonlar, kanca ve ilmek bant, mıknatıslar veya başka herhangi bir geçici montaj şemasından *kaçınılmalıdır! Unutmayın*, ifit aşağı cıvatalı değil, bir kaza durumunda bir füze haline gelecektir. Radyo montaj yeri, SRS (hava yastığı) dağıtım bölgelerinden kaçınmalıdır - çoğu modern araçta çizginin üst kısmını neredeyse tamamen ortadan kaldırır - ayrıca araç kontrollerini de (yan çubuğa bakın "Hava Yastıkları ve Mobil İnstallations).

Aracınız için belirli bir montaj montajı yapmıyorsanız, Amatör Radyo bayilerinden temin edilebilecek çok sayıda sanal olmayan montaj vardır. Bazı bağlantılar belirli bir alıcı-verici markası ve modeli için bile tasarlanmıştır. **Tablo 24.1** bazı tedarikçileri listeler .

Bir montaj yeri seçerken akılda tutulması gereken diğer iki nokta, kolaylık ve dikkat dağınıklığıdır. Mikrofon ve güç kabloları yoldan çıkarılmalı ve uygun şekilde sabitlenmelidir. Alıcı-vericinin kontrolleri kullanıma ve görüntülemeye uygun olmalıdır. Örnekler için Şekil 24.24'e bakınız.

Telsizleri havalandırılmamış merkezin ... ne



Şekil 24.23 - Bu mobil kurulumu, Alıcı-verici kontrol kafası monte edilmiş Orta konsol, anteni ayarlamak için anahtarlı bir kutunun yanında.

Konsollardan ve üst kutulardan da kaçınılmalıdır. Önceden tasarlanmış modern mobil alıcı-vericilerUzaktan montaj, ana gövdenin bir koltuğun altına, bagaja veya başka bir yere yerleştirilmesine izin verir **(Şekil 24.25),** ancak bol miktarda havalandırma olduğundan emin olun.

Off-road veya engebeli yollarda sürüyorsanız, orijinal üreticileri için "Lord Mounts'olarak da bilinen şok montajlarını kullanmayı düşünebilirsiniz. Daha fazla bilgi için **www.astrotex.com/lord.htm. adresindeki Astrotex Company'nin "Plateform Mounts" ürün bilgilerine bakın.**

24.2.2 Koaksiyel Kablo

Mobil kurulumlarda kablo uzunlukları - nadiren 15 feet'i aşmaktadır, bu nedenle koaksiyel kayıplar 70 cm ve daha yüksek frekans bantları dışında önemli bir faktör değildir. Kaliteli RG-58A veya RG-8X boy koaksiyel HF ve VHF için yeterli daha fazladır. RG-8 boyutlu koaksiyel (0.405 inç) kullanmakta yanlış bir şey olmasa da, daha serttir ve daha büyük bir bükülme yarıçapına sahiptir, bu da çoğu mobil uygulamada çalışmayı zorlaştırır .

Coax seçerken bazı uyarılar vardır. standardRG-58 gibi katı merkez iletkenlerden kaçının. Kıvrılma eğilimi vardır, titreşimden başarısızlığa karşı hassastır ve düzgün bir şekilde lehimlenmesi zor olabilir. Hem RG-58A hem de RG-8X köpük dielektrik kullanır ve PL-259 konektörlerini lehimlerken, özellikle de redüktörler kullanıldığında dikkatli olunması gerekir. Bileşen **Verileri ve Referanslar** bölümü doğru kurulum prosedürünü gösterir.

24.2.3 Kablolama

Doğru kablolama, herhangi bir mobil kurulumun önemli bir parçasıdır. Malzemeleri seçerken ve kablo rotasını planlarken aşağıdaki noktaları göz önünde bulundurun.

- Telin doğru boyutlandırılması ve telli telin kaynaşması gerekir.
- Tüm kabloların aşınma, ısı ve kimyasallardan korunması gerekir.
- Kablolama, yolcular ve mekanik cihazlarla etkileşimi önlemek için uygun tel bağları ile kısaltılmalı ve/veya paketlenmelidir. **Şekil 24.26** tipik bir araç - kablolama tepsisini göstermektedir.

Tablo 24.1
Mobile Mount kaynakları

Gamber Johnson - **www.gamberjohnson.com**
Havis-Shields - **www.havis.com**
Jotto Masası - **www.jottodesk.com**
PanaVise Ürünleri - **www.panavise.com**
RAM Montaj Sistemleri - **www.ram-mount.com**

(A)



Şekil 24.24 - A'da, **alıcı-verici** kontrol kafası
Tasarlanan birçok mevcut binekten birine takılır
Bu amaçla. Yataklar tipik olarak yüksek oranda ayarlanabilir, kontrol kafasının veya radyonun yakın konumlandırılmasına izin verir
operatöre. Mikrofonun altına bir anten denetleyicisi monte edilmiştir. **B, HF** ve VHF alıcı-verici kontrol başlıkları ve mikrofonun tümü, kolayca erişilebilen gösterge panosuna monte edilir.

(B)





Şekil 24.25 - Radyonun ana gövdesi aracın bagajına veya diğer yol dışı noktaya monte edilebilir. Bol miktarda havalandırma sağlar.

Güç kabloları, üreticilerin tavsiyelerini takiben doğrudan aküye bağlanmalı ve gerekli pozitif ve negatif kurşun sigortaları aküye yakın yerleştirilmelidir**. Şekil 24.27** tipik bir sigorta bloğunu göstermektedir. Aksesuar (çakmak) soketleri ve güç muslukları çok düşük akım yükleri (< 5 A) dışında ve daha sonra sadece dikkatle kullanılmamalıdır. Bir araç yangınının hem pahalı hem de tehlikeli olduğunu hatırlamak için öder! Daha fazla bilgiyi **www.fordemc.com/docs/ download/Mobile_ Radio _ Guide.pdf adresinde bulabilirsiniz.**

Çoğu mobil geçişle birlikte verilen sigortalar -

Deniz Topraklama ve Ekipmanları İnstallation

Taze veya tuzlu su olan deniz gemileri, radyo ve elektrik sistemlerine meydan okur. Neyse ki, geminin güç veya yelken, ahşap, fiberglas veya metal gövdeli olup olmadığını açıklayan birçok çevrimiçi ve basılı referans var. Her tip, korozyonu önlemek ve de ve RF'de iyi elektrik bağlantılarını korumak için belirli uygulamaların izlenmesini gerektirir. En iyi bilgi kaynaklarınız, deniz teçhizatları ve kurulan iletişim mağazaları aracılığıyla bulunabilir
Deniz HF ve VHF telsizleri.

Tavanlar ATC tarzı. Çoğu otomotiv sigortası ATO'dur. ATC sigorta elemanı tamamen plastikle kapatılmıştır ve ATO değildir. Güç kablosu sigorta tutucuları su geçirmez olmadığından, sigorta tutacağı havaya maruz kalırsa veya motor bölmesinin herhangi bir yerinde bulunuyorsa sadece bir ATC sigortası kullanılmalıdır. İf bir ATO kullanılır ve su sigortaya girer, sigorta elemanı paslanır ve sonunda başarısız olur.

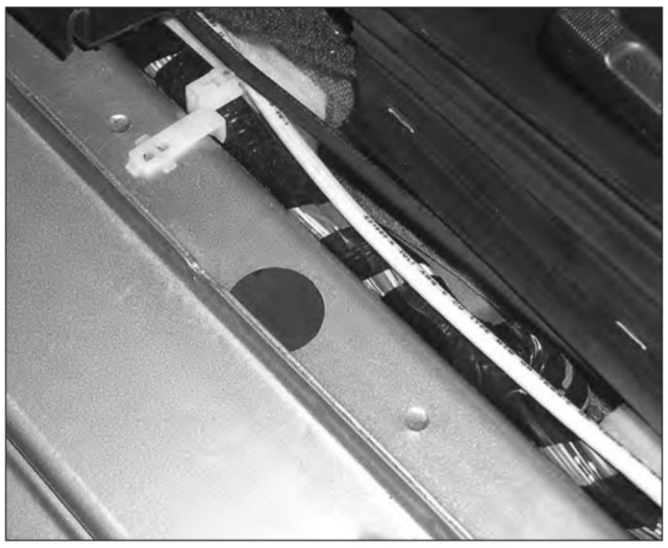
Uygun kablolama ayrıca voltaj düşüşlerini en aza indirir ve toprak döngülerini önlemeye yardımcı olur. Modem katı hal alıcı-vericileri 12.0 V de'ye (motor kapalı) kadar etkili bir şekilde çalışacaktır. Yük altında voltaj 11.6 V'un altına düşerse, bazı alıcı-vericiler gücü azaltır, kapatır veya yanlış çalışır. Araç şasisi yer iadeleri için kullanılmamalıdır; Boya veya diğer yalıtım farklı şasi bölümlerini izole edebilir ve bir şasi dönüşü kullanarak bir zemin döngüsü oluşturabilir.

Kabloları motor güvenlik duvarından geçirmek bazı araçlarda kolay, bazılarında ise neredeyse imkansız olabilir. Fabrika kablolama grommetlerini kullanmaktan, kullanılmadıkları sürece kaçınılmalıdır. Bazı durumlarda, tek - alternatif kendi deliğini açmaktır. Herhangi bir sorunuz veya endişeniz varsa, yerel mobil ses mağazanızın veya iki yönlü radyo satıcınızın kablolamayı sizin için kurmasını sağlayın.

Yardımcı ekipman için güç (wattmetreler, uzaktan ayarlı antenler vb.) Aynı kablolama kurallarına uymalıdır. RigRunner (www.westmountainradio) gibi çoklu çıkış güç dağıtım panelinin kullanılması**. com) da önerilir**. Kullanışlıdırlar ve ikinci bir koruma seviyesi sunarlar.

WIRE SIZE

Bileşen Verileri ve Referanslar bölümü, çeşitli tel ve kablo göstergelerinin akım işleme yeteneklerini listeler. Doğru kablolama boyutu, düşük voltaj düşüşü sağlayan boyuttur (tam yük altında 0,5 V'dan az). Maksimum akım-akım - taşıma kapasitesinde tel kullanmayın.



Şekil 24.26 - Çoğu araçta iç gövde panellerinin arkasına gizlenmiş kablolama olukları vardır.



Şekil 24.27 - Bir sigorta bloğuna takılan kablo.

İşte kablo montaj gerilimi düşüşünü (V ") hesaplamak için formül:

V "= [(R" 2 0 x 0.001) + 2 k] x İ

nerede

R = **Bileşen Verileri ve Referanslar** bölümünden direnç değeri (1000 feet başına O2).

(= *kablo* tertibatının konnektörler dahil toplam uzunluğu, ayaklarda.

k = bir sigorta ve tutucusu için nominal direnç değeri. Not: Çoğu güç kablosu iki sigortaya sahiptir. Eğer sizinki değilse, formülü 1 akraba kullanın. Sigortayı ve tutucu direncini bilmiyorsanız, -0,002 2 £ muhafazakar bir değer kullanın.

İ = bir SSB alıcı-verici için amper cinsinden en yüksek akım çekimi veya bir FM radyo için sabit durum.

Örneğin, 100 W'lık bir alıcı-verici için tepe akım çizimi yaklaşık 22 A'dır ve tipik bir güç kablosu uzunluğu 10 metredir. 1000 feet # 10 AWG tel (0.9987 Q) için direnç değerlerini ve sigorta dirençleri için konservatif bir değeri (her biri 0.002 © 2) kullanarak, hesaplanan düşüş 0.527 V olacaktır.

Tel boyutunun maksimum güç taşıma kapasitesi için değil, minimum voltaj düşüşü için seçilmesi gerektiğini yinelemek önemlidir. Voltaj düşüşü genellikle "İ-kare-R kaybı'olarak adlandırılır - amper cinsinden akım, kare, çarpı direnç - ve mümkün olduğunda minimumda tutulmalıdır. Kablolama, aşırı İR kayıpları, telin öngörülebilir sonuçlarla aşırı ısınmasına neden olabilir.

Mobil kurulumlarda kullanılan telin yalıtım malzemesi en az 90 ° C ve tercihen 105 ° C sıcaklık derecesine sahip olmalıdır. Mümkün olduğunda, özellikle davlumbaz altı kablolama olmak üzere, bölünmüş tezgah kaplaması ile korunmalıdır.

Pil bağlantıları

Uzun yıllar boyunca, mobil istasyon gücünün bağlanması doğrudan Pil (veya pil pozitif ve toprak bağlama noktasına) standart öneri olmuştur. Bununla birlikte, EIS (Motor İdle Shutoff) ile donatılmış araçlar, araç elektrik sistemindeki ek algılama modülleri alternatif bağlantılar gerektirebilir.

EIS ile araç kısa bir süre durur durmaz motor kapanır ve akü voltajı düşer. Ek başlangıç döngülerini desteklemek için, yeni başlayanlar ve piller daha sağlamdır, ancak bunları destekleyen elektrikli cihazların karmaşıklığı da vardır. En önemli cihaz, tipik olarak ana sigorta panelinde bulunan ELD'dir (Elektronik Yük Dedektörü).

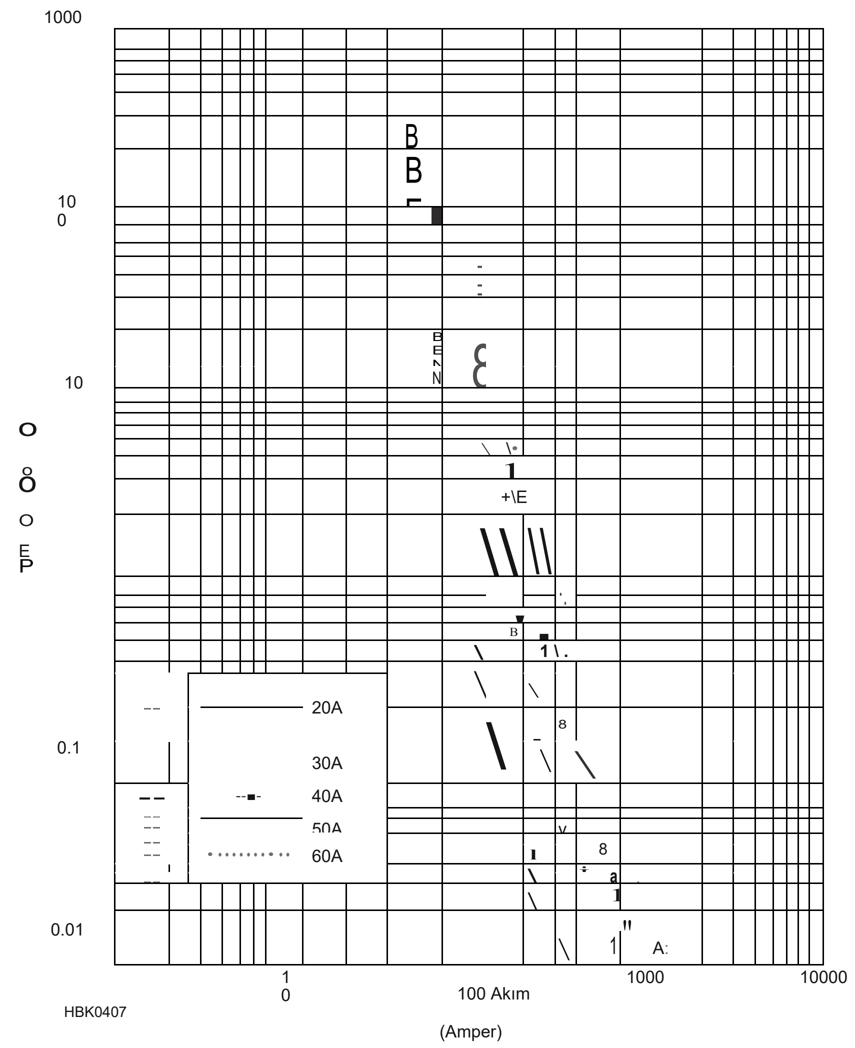
ELD'ler, motor CPU'sunun hava/yakıt karışımını daha doğru bir şekilde ayarlamasını sağlayan aksesuarların (klima, ışıklar vb.) Çizdiği akımı ölçmek için uzun yıllardır kullanılmaktadır. Bununla birlikte, EIS ile donatılmış araçlarda, ELD akünün negatif kurşununda veya konektöründe bulunur. (ELD'nin tam konumu için aracınızın servis kılavuzuna bakın.) ELD, bataryanın Şarj Durumunu (SoC) tahmin etmek için coulomb sayımı için kullanılır. Başlatma sırasında akımın ölçülmesi, pilin Rezerv Kapasitesinin (RC) bir tahminini sağlar. Bu, motorun tekrar başlaması gerektiğinde akünün motoru yeniden başlatmak için yeterli rezerve sahip olmasını sağlar. (Araç aküleri hakkında daha fazla bilgi için Güç Kaynakları bölümüne bakın.)

Motor kapatma sırasında, çoğu EIS sistemi, aksesuarların frenlere, klimaya, şanzıman servo basıncına, yakıt pompalarına ve motor soğutma sistemlerine güç veren elektrik motorları için sabit bir voltaj kaynağına sahip olmasını sağlamak için de-to-de dönüştürücü kullanır. İkinci bir bagaja monte pil, hatta süper kapasitörler (kapasitans birçok farad ile düşük voltajlı kapasitörler) kullanılabilir. Dönüştürücü ve aksesuar işlemi Pil İzleme Sisteminin (BMS) kontrolü altındadır ve amatör alıcı-verici kablolaması çalışmasını engellemekten kaçınmalıdır.

Alıcı-vericiyi doğrudan aküye bağlamak, tavsiye edilmeyen BMS'yi atlayacak ve radyoyu de-to-de dönüştürücüye, bagaja monte aksesuar güç aküsüne veya mevcut araç kablolarına bağlayacaktır. BMS ve/veya ELD ile donatılmış araçlar radyoyu doğru bağlama yöntemi

Pozitif kurşunu doğrudan aküye, negatif kurşunu da akünün kasadaki topraklama noktasına bağlamak için. Negatif kurşun sigorta çıkarılmamalıdır! Bu, bir Load Dump Transient (LDT) oluşmasına neden olabilecek gevşek veya kırık bir pil bağlantısının neden olduğu hasarı önler. Bir LDT meydana gelirse, akü kurşun arızasının konumuna bağlı olarak sigorta patlayabilir. Sigorta olmadan, alıcı-vericide hasar olabilir.

Herhangi bir şüphe varsa, Pil İzleme Sisteminin (BMS) nasıl bağlandığını ve radyonuzun güç kabloları için önerilen bağlantı noktalarını satıcınıza danışın. Yaptığınız bağlantıların, radyonuzun sunduğu yük için yeterince puan aldığından emin olun. Aküler, alternatörler ve daha yeni araç güç sistemleri hakkında daha fazla bilgi şu **adreste mevcuttur www.kObg.com.** **Alan** *Applegate, K0BG*



Şekil 24.28 - Maxi sigortalarının beş yaygın boyutu için akıma karşı açılış gecikmesi tablosu, araçlarda yaygın olan plastik gövde yüksek akım sigortaları. [Littelfuse Corp'un bir tablosuna dayanarak]

Doğru boyut sigortasının seçilmesi de önemlidir. Herhangi bir sigorta için ortalama akım çekimi, derecelendirmesinin %60'ını geçmemelidir. Böylece, 22-A bir yük için doğru sigorta derecesi 30 A'dır. Aynı 30-A sigorta, yaklaşık 120 saniye boyunca 40-A bir yükü ve yaklaşık 2 saniye boyunca 100-A bir yükü idare edecektir. Bu nedenle, hem telin hem de sigortaların taşıma kapasitelerini seçerken muhafazakar olmak gerekir. **Şekil 24.28,** çeşitli boyutlardaki otomotiv sigortalarının özelliklerini göstermektedir .

24.2.4 Amplifikatörler

Mobil HF amplifikatörleri uzun yıllardır kullanılmaktadır ve yüksek güçlü katı hal cihazlarının ortaya çıkmasıyla yaygındır. Bununla birlikte, mobil bir ortamda yüksek güç çalıştırmak dikkatli bir planlama gerektirir. Hususlar şunları içerir, ancak bunlarla sınırlı değildir :

• alternatör akım değerleri ve pil kapasitesi

• kablolama (güvenli akım değerlerine ek olarak, aşırı voltaj düşüşü çıkış sinyalinde bozulma yaratacaktır)

• Anten ve besleme hattı güç değerleri

•Araçta yerleştirme ve güvenli montaj

• uzaktan kumandaların bağlanması ve yerleştirilmesi

http://www.kobg.com/amplifiers.htmlBu konular hakkında daha fazla bilgi için www.kObg.com/amplifiers.html bakın.

Bir amplifikatör satın almadan önce, anten kurulumunuza yakından bakın ve verimli çalıştığından emin olun. Zayıf anten kurulumuna sahip bir amplifikatör kullanmak verimsizdir. İşte herhangi bir anten türü için başparmak uygulaması kablosu kuralı: *Eşsiz giriş* SWR'si 1 7 metrede veya daha düşük bir frekans bandında 1.7: 1'den az ise, o zaman doğru şekilde monte edilmez ve/veya daha iyi bir antene ihtiyacınız vardır. Hangi anteni kullanırsanız kullanın, amplifikatör güç seviyesi-500 W veya daha fazlasını kullanabilmelidir. HF mobil antenler ve kurulum hakkında daha fazla bilgi Tech-niques **Antennas** bölümünde bulunabilir.

VHF/UHF çalışması için mobil amplifikatörler bir zamanlar olduğu kadar popüler değildir, çünkü çoğu mobil alıcı-vericinin yeterli çıkış gücü vardır (yaklaşık 50 W). Bunu 150-300 W veya daha fazlasına yükseltmek dikkatle yapılmalıdır. Yüksek güç (> 100 W) için mobil VHF/UHF antenleri nadirdir, bu nedenle anten derecelendirmelerini dikkatlice kontrol edin. Mevcut olanların kalıcı olarak monte edilmesi ve tercihen yanlışlıkla teması önlemek için çatıya monte edilmesi gerekir.

Herhangi bir yüksek güçlü mobil kurulumda, RF güvenliğine dikkat edin. RF maruziyeti hakkında daha fazla bilgi **Güvenli Uygulamalar** bölümünde bulunabilir.

24.2.5 İçterferans İssues

Bir mobil kurulumda, radyo frekansı paraziti iki temel kategoriye ayrılır: *çıkış (araçtan* amatör istasyonunuza müdahale) ve *giriş* (amatör vitesinizden araca). Çoğu jambon, en yaygın çıkış şekli olduğu için ateşleme parazitine aşinadır. Otomatik ses sistemine RF paraziti yaygın bir mgress şeklidir.

Her iki parazit türünün de benzersiz çözümleri vardır, ancak en az bir ortak noktası vardır ve bu da şasi *bağıdır.* Şasi yapıştırma, aksesuar ekipman veya düzeneklerin aracın şasi veya şasisine bağlanmasını ifade eder. Örneğin, egzoz sistemi aracın yapısından izole edilir ve ateşleme sistemi tarafından üretilen RFI için bir anten gibi davranır. Şasiye en az üç yerden bağlanmalıdır**. Şekil 22.29** bir bağ örneğini göstermektedir. Bu teknikler hakkında daha fazla bilgi **www'de mevcuttur. kObg.com/bonding.html.**

Diğer RFI çıkış problemleri yakıt pompaları, HVAC ve motor soğutma fanları, ABS sensörleri, veri dağıtım sistemleri ve kontrol sistemi CPU'ları ile ilgilidir. Bunlar en iyi kaynağında, rahatsız edici cihazların kablolama koşumlarındaki snap-on ferrit çekirdeklerinin liberal kullanımıyla iyileştirilir. Snap-on çekirdekleri, karışımlar adı verilen çeşitli boyut ve formülasyonlardır. Mobil RFI sorunları için en iyi çok yönlü ferrit çekirdek malzemesi Mix 31'dir. Uygun çekirdekler çoğu Amatör Radyo bayilerinden temin edilebilir. Bilinmeyen fazla birimler tipik olarak çok az HF zayıflaması sunar ve kaçınılmalıdır. Ferrit çekirdekleri hakkında daha fazla bilgi için RF İnterference, RF Techniques ve Component Data and References bölümlerine bakın.

Alternatör sızlanması başka bir RFI çıkış şekli olabilir. İt, tipik olarak, hatalı bir - alternatör diyotu veya geleneksel çözüm olduğu gibi yetersiz güç filtreleme yerine, bir toprak döngüsü ile sonuçlanan yanlış monte edilmiş bir antenden kaynaklanır. Alternatör sızlanmasını bir de filtre ile çözmeye çalışmak sorunu maskeleyebilir ve İR kayıpları



Şekil 24.29 - **Yapıştırma araç parçaları - bu durumda, ana gövdeye bagaj kapağı - paraziti azaltmaya yardımcı olabilir.**

Doğru anten montajı ile ilgili bilgiler **Antenler bölümünde yer almaktadır.**

Çeşitli yerleşik elektronik cihazlara RFI girişi daha az yaygındır. Başlıca nedenler, kontrol telleri üzerinde kontrolsüz RF akışı ve uzaktan ayarlı HF antenlerinin koaksiyel kablosu üzerinde akan ortak mod akımlarıdır. Yine, bu, mobil antenlerin uygun şekilde monte edilmesi gerektiğine işaret ediyor.

RFI sorunları hakkında daha fazla bilgi için, **RF İnterference bölümüne bakın,** *ARRL RF! El Kitabı ve* ARRL Teknik Bilgi **Servisi (www.arrl.org/tis).**

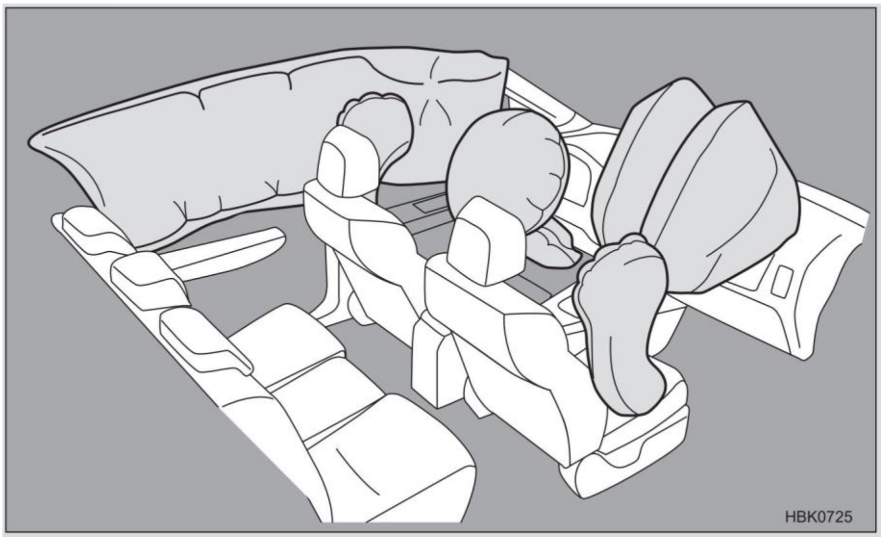
Hava Yastıkları ve Mobil İnstallation

1998'den beri tüm binek araçların hava *yastığı olarak bilinen Ek Kısıtlama Sistemlerine (SRS) sahip olması gerekmektedir.* Arka koltuk yolcuları için yan hava yastıkları ve hava yastıkları yaygınlaştı. Kullanıldığında Emniyet kemerleri ile birlikte, harika bir hayat kurtarıcı cihaz haline geldiler, ancak bir dezavantajları var - açıldıklarında tam anlamıyla patlarlar!

Hava yastıkları 200 ms içinde, yaklaşık 200 mil hızla genişleyerek, kontrollü bir patlamadan gelen gazla hareket eder. **Şekil 24.Bir** çizim, yolcu bölmesinde konuşlandırılmış birkaç hava yastığı olan tipik bir aracı gösterir. Bir hava yastığının menzilindeki herhangi bir radyo dişlisi, büyük bir kuvvetle serbest bırakılacak ve iç kısma fırlatılacaktır. Bu, genellikle kullanılan ön cam vantuz (cep telefonu) yatakları da dahil olmak üzere herhangi bir çizgi üstü montaj şemasını dikkate almamalıdır.

Şekil 24.B, 300 $'dan daha az hasara neden olan küçük bir çarpışmadan sonra açılan hava yastıkları olan bir aracın yolcu bölmesini göstermektedir. Tampon. Sönmüş havanın üstündeki gevşek pano parçasına dikkat edin Çanta ve kırık ön cam. Bunlar, dağıtılan bir hava yastığının, çizginin üstünden veya merkezinden olsun, tipik etkileridir. Hava yastıklarının nasıl açıldığını bilmek, radyo donanımını yakınlarına monte etmekten kaçının.

İt her zaman zor bir görev bulma Bir alıcı-verici ve/veya kontrol kafası için uygun bir montaj yeri Hava yastığı menzilinin dışındadır, ancak kolayca görülebilir ve çalıştırılabilir. Geçici çözümlerden biri kaz boynu **montajıdır (tedarikçilerin** listesi için Tablo 24.1'e bakınız). Bunlar aracılığıyla eklemek Bir koltuk cıvatası (delik gerekmez). Onlar Yolcu hava yastığı dağıtım alanından (gösterge panelinin tüm sağ tarafı) uzağa yerleştirildikleri sürece iyi bir alternatif. Markanızın ve modelinizin satıcısı, arabadaki telsizleri ve kontrol kafalarını monte etmek için ek kurallara sahip olabilir.



Şekil 24.A - Modern bir araçta hava yastığı dağıtım bölgeleri.



Şekil 24.B - Küçük bir çarpışmanın ardından hava yastığı açılması, yolcu bölmesi içinde önemli bir bozulmaya neden oldu.

24.2.6 İşletim

Hareket halinde mobil çalışırken en önemli husus güvenliktir! Sürücü dikkat dağınıklığı, araç kazalarının bilinen bir nedenidir. Amatör Radyo kullanımı cep telefonlarından veya mesajlaşmadan çok daha az dikkat dağıtıcı olsa da, sürüşün tüm dikkatimizi gerektirdiği zamanlar vardır. Kötü hava koşulları, aşırı trafik veya bir inşaat bölgesi ekstra özen gerektirdiğinde, güvenli oynayın - mikrofonu kapatın ve radyoyu kapatın!

Uygun şekilde dişli takmanın yanı sıra, birkaç işletim ipucu yolculuğunuzu daha az rahatsız edici hale getirebilir. Bunlardan biri, alıcı-vericinizin menü işlevlerine ve mikrofon tuşlarına (eğer öyleyse) aşina olmaktır. O zaman bile, karmaşık programlama veya ayarlamalar devam ederken yapılacak bir şey değildir.

Mobil kişileri kaydetmek her zaman zor olmuştur. Kompakt dijital ses kaydediciler bu işlevi kolay ve ucuz hale getirmiştir. 24 saate kadar kayıt süresine sahip üniteler 50 dolardan daha az bir fiyatla kullanılabilir.

Diğer ucunda maksimum anlaşılabilirlik için, aşırı konuşma işleme ve çok fazla mikrofon kazancı kaçının. Mikrofona bağırmayın! Heyecanlı olduğunda veya arka plan seviyesi arttığında konuşma seviyenizi artırmak için insan doğası. Bir aracın kapalı kabininde, beyniniz kendi sesinizden yansıyan sesi arka plan seviyesinde bir artış olarak yorumlar. **Biraz** trafik gürültüsü ekleyin ve iletiminizin sonunda tam bağırma modundasınız! Bir çözüm, bir kulaklık ve alıcı-vericinin yerleşik monitör işlevini kullanmaktır. Bunu yapmak size doğrudan geri bildirim verir (zaman gecikmeli bir yankı değil) ve beyniniz karışmaz. Kulaklık kullanımının bazı yargı bölgelerinde yasal olmadığını ve her iki kulak da kaplıysa asla yasal olmadığını unutmayın.

Araç ortam gürültüsü seviyelerinin üstesinden gelmek genellikle harici bir hoparlör kullanımını gerektirir ve çoğu zaman sonradan düşünülür. Çok küçük bir hoparlör seçmek, alımı yorucu hale getiren yüksek frekanslı gürültüyü vurgular. Araç stereo sistemleriyle arayüz oluşturmak için adaptörler kullanmak, araç için verimli değildir. Aynı sebepten. Çok büyük hoparlörler için montaj bir güvenlik sorunu haline gelir.

En iyi sonuç için, en az 4 inç hoparlör kullanın. Açıkta monte etmek yerine, sürücü koltuğunun altına, yoldan çıkarın. Bu, yüksek frekanslı gürültüyü azaltır ve anlaşılabilirliği artıran orta menzilli yanıtı geliştirir.

Birçok araç ses sistemi artık analog (kulaklık sesi), USB ve Bluetooth dahil olmak üzere harici kaynaklardan ses girişini destekliyor. Bu yöntemlerden birini kullanarak mobil cihazınızın sesini araç ses sistemi üzerinden yönlendirebilirsiniz. Ses, küçük bir hoparlörden çok daha iyi geliyor!

Çoğu modem alıcı-vericisi, DSP **ve SDR Temelleri bölümünde kapsanan bir çeşit DSP (dijital sinyal işleme) gürültü azaltma içerir**. Bazıları ses tabanlıdır ve bazıları İF tabanlıdır, ikincisi tercih edilir. Ancak her iki tip de yüksek frekanslı tıslamaları, statik sivri uçları ve hatta ateşleme karmasını azaltmak için iyi bir iş çıkarır.

24.3 Taşınabilir İnstallations

Birçok amatör, ARRL Field Day olarak bilinen yıllık acil durum egzersizinde her yıl bir kez taşınabilir operasyonun zevkini yaşar. Etkili bir taşınabilir istasyon kurmak organizasyon, planlama ve biraz deneyim gerektirir. Örneğin, bazı yayılma bilgisi, amaçlanan iletişim bağlantıları için doğru bandı veya bantları seçmek için gereklidir. Taşınabilir çalışma, asla kullanılmayacak fazla ekipman ve antenleri sürüklemeden yeterince zordur .

Sabit istasyon çalışmasında normal olarak yaşanmayan taşınabilir operasyonda karşılaşılan bazı sorunlar arasında uygun bir güç kaynağı bulmak ve etkili bir anten kurmak sayılabilir. Kullanılan ekipman mümkün olduğunca kompakt ve hafif olmalıdır. İyi bir taşınabilir kurulum basittir. Field Day'e çok fazla ekipman getirebilir ve bir gün önce kurabilirsiniz, ancak gerçek bir acil durum hızı sırasında esastır. Ne kadar az ekipman kurulursa, o kadar hızlı çalışır.

24.3.1 Taşınabilir AC Güç Kaynakları

Alanda kullanılmak üzere üç popüler ac güç kaynağı vardır: piller, dc-to-ac invertörler ve benzinli jeneratörler. Piller ve invertörler, **Güç Kaynakları** bölümünde ayrıntılı olarak ele alınmıştır. Bu bölüm benzinli jeneratörlere odaklanacaktır. Radyo *İletişimi için Acil Durum Gücü,* Mike Bryce, WB8VGE Jeneratör uygulama bilgileri için başka iyi bir kaynaktır.

Esasen, bir jeneratör "geriye doğru" çalışan bir motordur. Bir motora elektrik uyguladığınızda, motorun milini döndürür (yararlı işler yapmasına izin verir). Daha fazla dönme gücüne ihtiyacınız varsa, daha fazla elektrik ekleyin veya daha büyük bir motoru çalıştırın. Aynı motoru alın ve şaftını fiziksel olarak döndürün ve motoru motor olarak kullanırken güç sağlamak için kullanılan aynı terminallerde elektrik üretir. Şaftı daha hızlı tutun ve voltaj ve frekans artsın. Yavaşlatırsan azalırlar. Bir dereceye kadar, tüm motorlar jeneratördür ve tüm jeneratörler motordur. Farklılıklar ayrıntılarda ve belirli işlevler için optimizasyondadır.

Elektrik üretmek için optimize edilmiş bir "motor", tıpkı arabanızdaki gibi bir alternatiftir. En temel jeneratörler, voltaj ve frekansı dönme hızına bağlı olan bir ac alternatörüne güç vermek için küçük bir gaz motoru kullanır. Jeneratör doğrudan motora bağlandığından, jeneratörün dönüş hızı motorun hızına göre belirlenir. Motor çok hızlı veya çok yavaş çalışıyorsa, çıkışın voltajı ve frekansı kapalı olacaktır. Her şey doğru hızda veya yakınında çalışıyorsa, çıkışın voltajı ve frekansı, ac şebeke tarafından sağlanan gücün yakın bir yaklaşımı olacaktır. - 60 Hz frekanslı 120 V ac sinüs dalgası. Bunlara *sabit hızlı jeneratörler denir.* Çoğu tüketici modeli, 3600 RPM'de çalışan iki kutuplu armatürü kullanır. 60 Hz'lik bir sinüs dalgası oluşturur .

İnverter jeneratörleri, bir otomobil alternatörüne benzer şekilde de - düzeltilmiş yüksek voltajlı, çok fazlı ac üretir. De gücü daha sonra bir mikroişlemci tarafından kontrol edilen bir katı hal güç invertörü tarafından çok temiz ve tutarlı bir ac gücüne dönüştürülür. Sabit hızlı jeneratörlerin aksine, invertörler hala güç sağlarken boşta çalışabilir ve ek talebi karşılamak için hızı artırabilir. Bu, ekonomiyi geliştirir ve emisyonları azaltır. En yaygın modeller yaklaşık 2000 W çıkış kapasitesine sahiptir ve bazıları daha yüksek kapasite için özel kablolarla paralel olabilir. Haziran 2012 *QST Ürün* İncelemesi "Benzinle Çalışan İnverter Jeneratörlerine Bir Bakış", o sırada mevcut olan birkaç popüler modeli karşılaştırır ve bu kitabın indirilebilir ek içeriği ile sağlanır.

VOLTAJ REGULATION

AC çıkışını "düzenlemek" için kullanılan çeşitli elektronik ve mekanik yöntemler vardır - voltaj ve frekans değerlerini mümkün olduğunca sabit tutmak için jeneratör ve motor hızları mevcut yükler veya diğer faktörler nedeniyle değişir. Unutmayın, standart bir jeneratör çıkış regülasyonunu korumak için belirli bir hızda olmalıdır, bu nedenle jeneratörden daha fazla güç çekildiğinde, jeneratörün çekirdeğindeki artan fiziksel/manyetik direncin üstesinden gelmek için motor daha fazla tork sağlamalıdır - jeneratör ekstra güç sağlamak için daha hızlı dönemez.

Çoğu jeneratör, jeneratör milinin doğru hızda dönmesini sağlamak için mekanik veya vakum "valileri" kullanan motorlara sahiptir. Artan jeneratör talebi nedeniyle şaft yavaşlarsa, vali "gaza çarpar've örneğin şaft hızını eşit seviyeye getirmek (veya tutmak) için ağır dönen bir volanda depolanan enerjiyi çeker. Jeneratör çok hızlı dönüyorsa tam tersi olur.

Mekanik ve vakum hızı düzenleme sistemlerine ek olarak, sofistike bir adım olan jeneratörler, jeneratör çekirdeğinde özel sargılar kullanan elektronik otomatik voltaj düzenleme (AYR) sistemlerine sahiptir (ve bunları izlemek ve kontrol etmek için bir mikroişlemci veya devre) 120 V ve 60 Hz civarında sabit tutmaya yardımcı olur. AYR sistemleri, kısa süreli yük değişimlerine yalnızca mekanik veya vakum valilerinden çok daha hızlı yanıt verebilir. On yıl önce AYR jeneratörleri ürünün kremasıydı. Bugün, çoğunlukla en iyi çıkış düzenleme seviyesini korumak için pratik olarak invertörleri kullanamayan orta ila büyük birimlerde kullanılırlar. Onları 5 kW'ev yedekleme sistemlerine've birçok eğlence - aracına 15 daha yüksek kalitede bulabilirsiniz.

İsolate Kaynak ve Yük

Temel, ucuz jeneratörler, ışıkları, testereleri, matkapları, ac motorlarını, elektrikli kızartma tavalarını ve temiz sinüs dalga gücüne bağımlı olmayan diğer cihazları çalıştırmak için tasarlanmıştır. Bilgisayarlara, alıcı-vericilere ve diğer hassas elektroniklere güç verirken en yüksek güvenlik marjını istiyorsanız, taşınabilir bir *invertör jeneratörü* en iyi yoldur. Bazı popüler - örnekler **Şekil 24.30'da gösterilmiştir** ve temel özellikleri **Tablo 24.2'de gösterilmiştir.** 1 ila 5 kW arasında değişen çıkışlarda mevcut olan bu jeneratörler, daha önce belirtilen mekanik düzenleme sistemlerinden bir veya daha fazlasını kullanır, Ancak nihai faydaları, mükemmel olmasa da, 120 V ac'de güzel 60 Hz sinüs dalgaları üreten yerleşik bir ac-dc-ac invertör sisteminin kullanılmasından kaynaklanmaktadır. Değişen yük koşullarında bile %1 ila %2 tolerans.

Jeneratör çekirdeğinde iki sargı kullanarak, bir invertör jeneratörü, 20 kHz'e kadar yüksek frekanslı bir ac dalga formu üretmek için 24 veya daha fazla sargı kullanır. Bir katı hal invertör modülü yüksek frekansı dönüştürür Ac, temiz, sıkı bir şekilde düzenlenmiş 120 V ac güce dönüştürülen tum'da pürüzsüz de. Hepsi bu kadar da değil. Çoğu invertör jeneratörü kompakt, hafif ve sessizdir.

JENERATÖR KONSİDERATIONLARI

Kapasite ve çıkış düzenlemesine ek olarak, motor tipi, gürültü seviyesi, yakıt seçenekleri, yakıt kapasitesi, çalışma süresi, boyut, ağırlık, maliyet veya konektör tipi gibi diğer faktörler kararınızı etkileyebilir. Yeni jeneratörünüz için Field Day veya diğer taşınabilir işlemlerin ötesinde ek kullanımlar düşünün.

Güç değerlendirmesi

Jeneratörünüz, kendisine takılacak tüm cihazlara güvenli bir şekilde güç verebilmelidir. *Tüm* cihazların güç gereksinimlerini ekleyin, makul bir güvenlik ekleyin



Şekil 24.30 - Honda ve Yamaha'dan modern invertör jeneratörleri. Özelliklerin kısmi listesi için Tablo 24.2'ye bakın.

Marj (%25 ila 30) ve diğer gereksinimlerinizi karşılayan uygun güçlü bir jeneratör seçin.

Bazı cihazlar - özellikle elektrik motorları - çalışmaya devam etmekten çok daha fazla güç harcarlar. Çalışması 1000 W alan bir motorun çalışması 2000 ila 3000 W sürebilir. Birçok öğe ekstra başlangıç gücü gerektirmez, ancak buna göre plan yaptığınızdan emin olun.

Her zaman ihtiyaç duyduğunuzdan daha fazla kapasiteye sahip olmayı planlayın veya tam tersine, kapasitenizden daha az dişli kullanmayı planlayın. Düzensiz kenarda çalışmak jeneratörünüz *ve ekipmanınız için kötüdür.* Bazı jeneratörler, muhtemelen pazarlama amacıyla, biraz abartılmıştır. Kendinize bir güvenlik marjı verin ve aşırı yüklenme sırasında donanımınızı korumak için dahili devre kesicilere güvenmeyin. Kapasitede veya kapasitenin ötesinde çalışırken, bir jeneratörün frekansı ve voltajı, akım kesiciden önce büyük ölçüde değişebilir .

Boyut ve Ağırlık

Boyut ve ağırlık güç çıkışına göre değişir - düşük güç üniteleri hafif ve fiziksel olarak küçüktür, beefier modelleri daha büyüktür, daha ağırdır ve muhtemelen daha uzun sürer. Bununla birlikte, watt için watt, çoğu modem birimi öncekilerden daha küçük ve daha hafiftir. Ham radyo için uygun modeller tipik olarak 25 ila 125 pound arasındadır.

Motorlar ve Yakıt

Düşük son jeneratörler tipik olarak, indirimli mağaza çim biçme makinelerinde bulunan tipte düşük toleranslı, yan valf motorları tarafından desteklenmektedir. Gürültülüdürler, sık sık servise ihtiyaç duyarlar ve genellikle hızlı bir şekilde ölürler. Daha iyi modellerde üst valf (OHV) veya üst kam (OHC) motorları, basınçlı yağlama, düşük yağ kapatma, dökme demir silindir manşonları, yağ filtreleri, elektronik ateşleme sistemleri ve hatta yakıt enjeksiyonu bulunur. Bu özellikler ara sıra kullanım için aşırı olabilir, ancak daha tutarlı güç ihtiyaçları için arzu edilebilir.

Acil durum gücü için kullanılan jeneratörler genellikle uzun süre atıl kalır. Jeneratörün her seferinde 30 dakikaya kadar çalıştırılması - altı ay sıklıkla önerilir - hazır tutmak için iyi bir yoldur. Jeneratörü acil bir durumda veya iyi durumda tutmak için kullandıktan sonra, gaz deposu ve karbüratör tamamen kuruyana kadar çalıştırın. Diğer bir ... vanasını kapatmak ve

Tablo 24.2
Şekil 24.30'da Gösterilen İnverter Jeneratörlerinin Özellikleri

Marka ve Model	Çıktı (W) (	Çalışma Süresi Tam İ %25 Yük	Gürültü aralığı (dBA @ 21	Motor tipi	Ağırlık (Pound)	Notlar
Honda EU2000i	2000 / 1600	4 /15	53-59	100 cc, OHC	46	a, b, c
Yamaha EF2400iS	2400 / 2000	N/A/8.6	53-58	171 oo, OHV	70	a, b,

* a - 12 V de çıkışa sahiptir; b - daha iyi yakıt ekonomisi için "akıllı gaz" vardır ;
c- düşük yağ uyarısı/kapanması vardır; d - benzer özelliklere sahip EU2200i ile değiştirildi

Karbüratör kuruyana kadar jeneratörü çalıştırın.

Jeneratörü depoda yakıtla birlikte depolarsanız, vernik oluşumunu önlemek ve oluşabilecek herhangi bir yoğuşmayı emmek için bir yakıt dengeleyici katkı maddesi kullanın. Ek olarak, etanol içermeyen benzin, eğer varsa, uzun depolama süreleri için daha iyi tutar. Jeneratör dükkanları, powersports - bayileri, güç ekipmanı bayileri ve RV web siteleri, katkı maddeleri ve etanolfree gaz kaynakları için iyi bir öneri kaynağıdır. Bir kapta depolanan benzin de bir araçta kullanılarak düzenli olarak döndürülmeli ve kabı yeniden doldurmalı veya benzin depolamak için bir katkı maddesi eklenmelidir .

Çalışma Süresi

Daha küçük jeneratörler genellikle daha küçük gaz tanklarına sahiptir, ancak bu mutlaka daha sık yakıt ikmali yapmaları gerektiği anlamına gelmez. Bazı küçük jeneratörler, daha büyük muadillerinden önemli ölçüde daha etkilidir ve küçük yüklere güç verirken yarım gün çalışabilir. Çıkış gücünde olduğu gibi, birçok ünite için çalışma süreleri biraz abartılmıştır ve genellikle %50 yükler için belirtilmiştir. Maksimum kapasiteye yaklaşırsanız, çalışma süreleriniz ciddi şekilde bozulabilir. Tersi de doğrudur. Tipik jeneratörler, %50 yükte tam bir gaz deposunda üç ila dokuz saat arasında çalışır.

Gürültü

Jambon dostu invertör üniteleri hariç - yüksek teknoloji, ses sönümleme tasarımları sayesinde ürkütücü bir şekilde sessiz olan standart jeneratörler neredeyse her zaman çok yüksektir. Birçok model için gürültü seviyeleri kutuda belirtilmiştir, ancak bunları kendiniz test etmeye çalışın veya satın almadan önce ilgilendiğiniz modelin sahibi olan biriyle konuşun. Çevresel koşullar, jeneratöre olan mesafe ve ünitenin fiziksel - yönü, algılanan gürültü seviyelerini etkileyebilir .

Büyük teknelerde ve RV'lerde özel ses sönümlenmiş bölmelerde bulunan jeneratörler, tipik "dış" modellerden çok daha sessiz olabilir. Bununla birlikte, pahalı ve ağırdırlar, kompakt modellerden daha fazla yakıt kullanırlar ve çoğunun invertör modelleriyle karşılaştırılabilir düzenleme özellikleri yoktur.

Yönetmelik

Jambonlar için voltaj ve frekans regülasyonu büyük olanlardır. Elektronik çıkış regülasyonuna sahip bir VR üniteleri (en azından) ve invertör jeneratörleri oldukça arzu edilir ve sadece gönül rahatlığı için kullanılmalıdır.

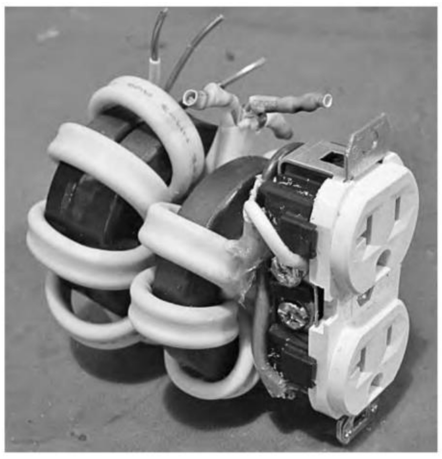
Boş standart jeneratörler 64 Hz'de 160 V ac'ye kadar çıkabilir. Yükler arttıkça, frekans ve voltaj azalır. Tam yük altında, çıkış değerleri 105 Vat 56 Hz'e kadar düşebilir. Normal çalışma koşulları arada bir yerdedir.

Bazı jambonlar arasına kesintisiz güç kaynakları (UPS) takmayı denedi Jeneratör ve hassas ekipmanları. Bu cihazlar genellikle bilgisayarlar ve telekomünikasyon ekipmanları için sabit, temiz ac gücünü korumak için kullanılır. Şebeke voltajı yukarı ve aşağı hareket ettikçe, UPS'in Otomatik Voltaj Regülasyonu (AYR) sistemi buna göre yükselir veya artar. Ünitenin dahili pilleri, AC şebekesi (veya jeneratörünüz) düşerse yüklere güç sağlar.

Bununla birlikte, pratik olarak, çoğu UPS, jeneratörle çalışan bir sistemin frekans ve voltajındaki değişimi kaldıramaz. Standart bir jeneratör tarafından beslendiğinde, çoğu UPS sürekli olarak pil güç moduna girip çıkar veya *asla* ac gücüne geri dönmez. UPS pili düz gittiğinde, ünite kapanır *Her UPS ve her* jeneratör böyle boynuzları kilitlemez, ancak bir invertör jeneratörü daha iyi bir çözümdür.

RF Gürültüsü

Bazı jeneratörler, bağlı güç kablolarında ortak mod akımı olarak HF bantlarında RF gürültüsü oluşturur. Glen Brown, W6GJB, inşa etti ve Jim Brown, K9YC, gürültüyü bastırmak için Şekil 24.31'deki boğmayı tasarladı. Montaj bir çift boğma oluşur





Şekil 24.31 - Ac jeneratörler için Tip 31 ferrit çekirdeklerinde ağır hizmet tipi bir ortak mod RF boğulma yarası. K9YC ve W6GJB taşınabilir işletim sırasında bu boğucu kullanın. İnşaat ayrıntıları için metne bakın .

Seri, her biri # l4AWG Romex tipi kablonun 8 dönüşünü, Tip 31, 2.4- inç OD ferrit toroidler üzerinde sarar. Bir boğucu, 80 ve 40 metrelik kapsama için iki çekirdeğe sarılır. İkinci boğulma, 10 MHz ve üstü için bir çekirdeğe sarılır. (Şekil 24.31A) Boğmalar doğrudan bir elektrik muhafazasına monte edilmiş bir dubleks prize bağlanır (Şekil 24.31B). Ağır bir uzatma kablosu boğucuyu jeneratöre bağlar .

DC Çıkışı

Bazı jeneratörler pilleri şarj etmek için 12 V de çıkışa sahiptir. Bunlar 2 A damlama şarj cihazından 100 A güç santraline kadar uzanır. Tipik çıkışlar yaklaşık 10 ila 15 A. Ac çıkışlarında olduğu gibi, voltaj stabilitesi (mümkünse yük altında) ve dalgalanma için de çıkışları test ettiğinizden emin olun. Araba aküleri şarj devresinde küçük bir dalgalanma konusunda çok telaşlı değildir, ancak radyonuz hiç hoşuna gitmeyebilir !

Çeşitli

Diğer hususlar arasında prizler (120 V, 240 V ve de output), devre kesiciler (standart veya toprak arıza kesici tipi), yakıt seviyesi göstergeleri, kulplar (bir veya iki), favori - markalar, garantiler, başlatıcılar (çekme veya elektrik), tekerlekler, kulplar veya ihtiyacınız olan her şey bulunur.

KURULUM, GÜVENLİK VE TEST

Motoru çalıştırmadan önce, kullanım kılavuzunu okuyun. Motor yağı, gaz kelebeği ve boğulma ayarları (varsa) ile ilgili talimatları dikkatlice izleyin. Ünitenin nasıl çalıştığını ve kapları, devre kesicileri ve konektörleri nasıl kullanacağınızı anladığınızdan emin olun.

Alanın temiz, kuru ve engelsiz olduğundan emin olun. Jeneratörler *her zaman açık havada kurulmalıdır.* Gazla çalışan motorları kapalı alanlarda, yolcu minibüslerinin içinde, kapalı pikap yataklarının içinde vb. İfrain bir olasılıktır, uygun bir gölgelik veya başka bir *dış mekan koruyucu yapısı oluşturun.* Jeneratörleri ve elektrikli cihazları yağmur veya karda çalıştırmak tehlikeli olabilir. Jeneratörü ve bağlı kabloları kuru tutun !

Egzoz sistemleri belirli malzemeleri tutuşturacak kadar ısınabilir. Üniteyi binalardan birkaç metre uzakta tutun ve gaz kutusunu (ve diğer yanıcı maddeleri) güvenli bir mesafede tutun. Sıcak motorlara veya mu filtrelerine dokunmayın!

Yakıt ikmali yaparken jeneratörü kapatın ve birkaç dakika soğumaya bırakın. Sigara içmeyin ve sıcak motor parçalarına benzin dökmeyin. Ani bir yangın veya patlama meydana gelebilir. Yakınlarda küçük bir yangın söndürücü bulundurun. Geceleri yakıt ikmali yaparsanız, jeneratörden güç almayan ve benzini tutuşturamayan bir ışık kaynağı kullanın.

Test etr

Motoru çalıştırmadan (veya yeniden başlatmadan) önce, *tüm* elektrik yüklerini ayırın. Başlangıç

Yükler bağlıyken ünite jeneratöre zarar vermeyebilir, ancak katı hal cihazlarınız bu kadar şanslı olmayabilir. Motor ısınıp stabilize olduktan sonra, yükleri bağlamadan önce mümkünse çıkış voltajını (ve frekansını) test edin.

Boşaltılan değerler yüklenen değerlerden farklı olabileceğinden, jeneratörünüzü yük altında test ettiğinizden emin olun (uygun şekilde yüksek voltajlı kuvars ışıkları veya elektrikli ısıtıcı kullanarak). Ağır bir yüke bindiğinizde, motor stabilize olurken jeneratörünüzün biraz "avlanacağına" dikkat edin. Yük altında güç koşullarının nasıl olacağını görmek için ac voltajı ve frekansı tekrar ölçün. Ünitenizin kullanım kılavuzuna bakın veya ayarlamalar gerekiyorsa üreticiye başvurun.

Güvenlik Gerekçeleri ve Saha

Çalışması

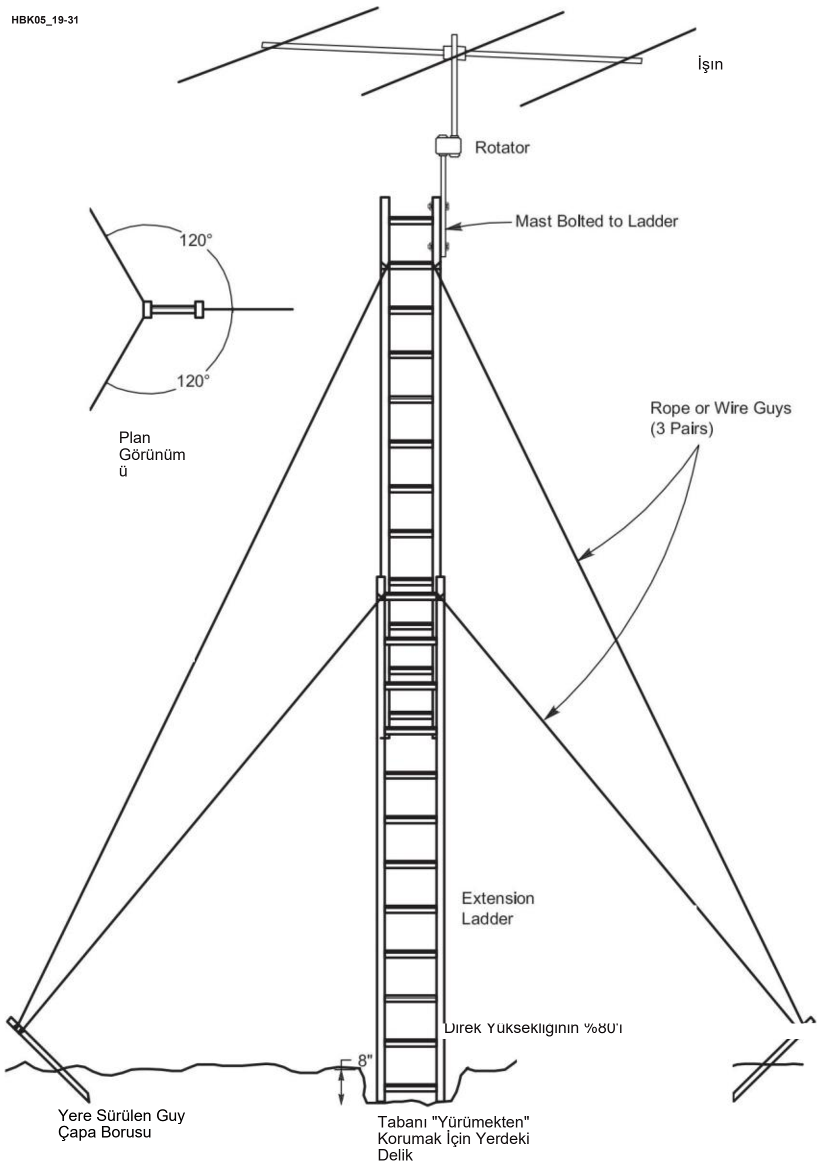
NEC, bölüm 250.34'teki bu tür jeneratörler için güvenlik topraklamasını ele alır. NEC, bir kişi tarafından bir yerden diğerine kolayca taşınan bir jeneratörü tanımlamak için "taşınabilir'olarak kabul eder. "Mobil", tekerlekler veya silindirler üzerinde hareket edebilen jeneratörler için geçerlidir ve bir araca monte edilmiş jeneratörleri içerir.

Jeneratörün jeneratör paneline monte edilmiş prizleri olduğu ve prizlerin jeneratörün çerçevesine bağlanmış ekipman topraklama terminalleri (yani bir ac prizinin üçüncü zemin pimi) olduğu sürece taşınabilir jeneratörler için bir toprak çubuğu veya başka bir doğrudan toprak bağlantısı gerekli değildir. Ekipman, jeneratöre normal uzatma kablosu gibi uygun bir kablo ve fiş vasıtasıyla bağlanmalıdır. Ekipmanın açıkta kalan herhangi bir metal yüzeyi, güç kablosunun toprak teli vasıtasıyla da hazne zemin terminaline bağlanmalıdır. Jeneratör bir araca monte edilirse, jeneratör tarafından sağlanan ekipman araç üzerine monte edildiği ve jeneratörün çerçevesi aracın çerçevesine bağlandığı sürece aynı kurallar geçerlidir. Her iki durumda da, jeneratör - çerçevesine bağlı bir zemin çubuğu kullanmak iyidir, ancak buna gerek yoktur.

İstenirse toprak çubukları kullanılabilir. Jeneratör istasyondan kısa bir mesafeden daha fazla ise veya birden fazla ayrı istasyon aynı jeneratör tarafından çalıştırılıyorsa, jeneratörde ve her istasyonda bir toprak çubuğu ihtiyatlı olabilir (tüm toprak çubukları birbirine bağlı olarak).

Seçtiğiniz topraklama yönteminden bağımsız olarak, birkaç elektrik güvenlik kuralı aynı kalır. Uzatma kablolarınız sağlam, su geçirmez yalıtım, üç "çatal've üç tele sahip olmalı ve yüklere ve kablo akışlarına göre boyutlandırılmalıdır. 100 feet veya daha az düşük watt için # l4to # l6AWG, üç tel uzatma kablosu kullanın. Yüksek vat yükleri için, daha ağır # 12 AWG, hava kompresörleri , hava için

 olar kullanın



Şekil 24.32 - Bir alüminyum uzatma merdiveni basit ama sağlam bir taşınabilir anten desteği sağlar. Anten ve besleme hatlarını, iç içe geçmiş ve yerde yatarken üst merdiven bölümüne takın. Tabanı sabitleyin, merdiveni dikey itin, alt adamları takın ve merdiveni uzatın. Üsttekileri bağlayın. Bu tür anten desteğine tırmanmaya çalışmayın.

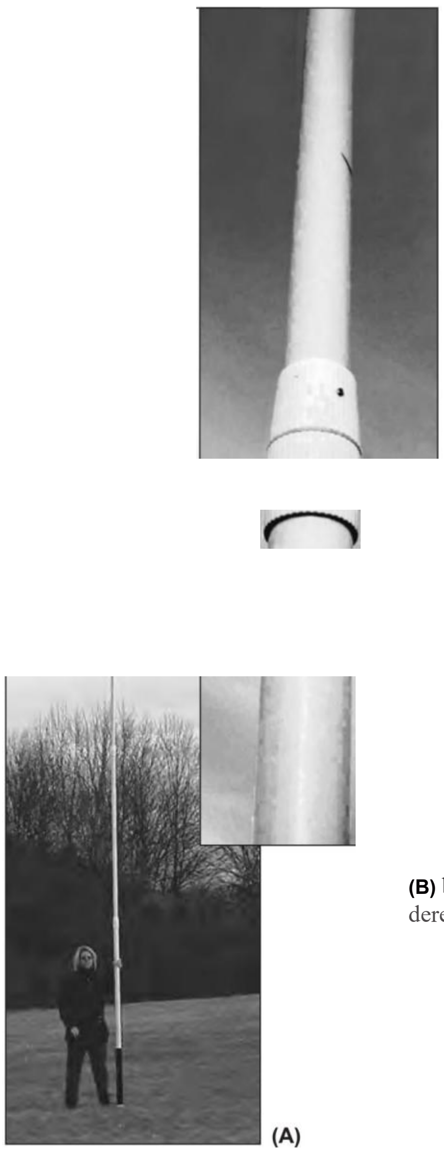
Klimalar veya RV servis beslemeleri. Ağır yüklere güç sağlamak için uzun uzatma kabloları kullanırsanız, jeneratörünüze zarar verebilirsiniz.yourradio dişli. Güç kabloları söz konusu olduğunda, *büyük düşünün.* Uzatma kablolarını konumlandırmaya çalışın, böylece devrilmeyecek veya araçlar tarafından ezilmeyeceklerdir. Ve elektrik kablolarını durgun sudan veya ıslak, özensiz araziden geçirmeyin .

Taşınabilir işlemler sırasında, jeneratörün ne zaman kapanacağını tüm operatörlere bildirmeye çalışın, böylece radyo ve bilgisayar donanımı düzenli bir şekilde kapatılabilir. Jeneratörde yüklerin bağlantısını kesin

Jeneratör yeniden doldurulup çalıştırılana kadar.

24.3.2 Taşınabilir DC Güç Kaynakları

Portatif çalışma için ac voltaj sağlamak için bir jeneratör mevcut değilse, marş veya deniz derin çevrim pilleri genellikle taşınabilir veya Saha Günü çalışması için kullanılır. Batteryonly de operation, en azından voltaj kararlılığı olan kendine özgü bir dizi soruna sahiptir.



(A)

Şekil 24.33 -Teleskoping fiberglas kutuplar tel antenler veya küçük VHF/UHF Yagis çeşitli desteklemek için kullanılabilir. A'da gösterilen 40 metre uzunluğunda, ancak depolama için 8 metreye kadar çöküyor. B'de, tipik bir büküm kilidi mekanizması kayan bölümleri yerinde tutar .

Çoğu katı hal alıcı-vericisi nominal 13'te çalışacak şekilde tasarlanmıştır. 8 V Bir aracın motoru tarafından şarj edilen bir aküden. Pil tipine bağlı olarak, dinlenme voltajı 12.2 V (bu durumda kurşun-asit) kadar düşük olabilir. Pilin şarj durumu (SoC) azaldıkça, özellikle yük altında voltaj da azalır. (Şarj dahil olmak üzere piller hakkında tam bilgi için Güç Kaynakları bölümüne bakın.) Voltaj düştükçe, iletim sinyali kalitesi bazen büyük ölçüde düşmeye başlar ve çıkış gücü de düşer. Ayrıca, çoğu alıcı-verici, giriş voltajı yaklaşık 11.6 V'a düştüğünde kendilerini kapatacaktır.

Soruna popüler geçici çözümler.

İlk olarak, çalışma süresini uzatmak için paralel olarak bağlanmış birden fazla pil kullanılabilir. Ancak, şarj edilmediğinde terminal voltajı hala 12 - 12.2 V civarındadır, radyonun görmek istediğinin çok altındadır. Birçok üretici ve distribütör, düzenlenmiş bir outputof13.8Vas pil voltajı sağlayan "pil güçlendiricileri" satmaktadır. Güçlendirici verimliliği, giriş voltajı ve akım çekimine göre değişir, ancak %80 civarında seyreder.

Bazı durumlarda başka bir geçici çözüm, 24 veya 48 V'luk nominal bir girişten çalışan, 13.8 V'luk düzenlenmiş bir çıkış sağlayan bir de-to-de dönüştürücüdür. Bu durumda, iki (veya daha fazla) 12 V pil, çalışma süresini uzatmak için seri veya seri olarak kablolanır. Yakın-

Ter verimliliği tipik olarak %88'den fazladır. Hem yerden izole edilmiş hem de izole edilmemiş modeller mevcuttur. Latterunitler ortak bir

Güç kaynağı pilleri ve çıkış bağlantıları arasındaki negatif bağlantı için veri yolu.

Hangi yöntem kullanılırsa kullanılsın, uzun pil şarj döngüsü ömrünü sağlamak için pil voltajı izlenmelidir. Örneğin, nominal bir 12 V kurşun-asit pil, yük altındaki voltaj 10.5 V'a ulaştığında %100 boşalmış olarak kabul edilir. Bu seviyenin altında şarj döngüsü ömrü azalır. Diğer batarya türleri

(B) benzer SoC (deşarj) seviyesi

derecelendirmeleri

24.3.3 Taşınabilir Antenler

Her türlü çalışma için etkili bir anten sistemi gereklidir. Bununla birlikte, etkili taşınabilir antenlerin, sabit istasyon muadillerine göre tasarlanması daha zordur. Taşınabilir bir anten hafif, kompakt olmalıdır

Ve montajı kolay. Taşınabilir antenin, hepsi hazır destek sunmayacak olan çeşitli yerlerde kurulabileceğini hatırlamak da önemlidir. Mümkün olan en iyi anten sistemi için çaba gösterin, çünkü sahadaki işlemler genellikle güç kaynağı ve ekipman hususları ile düşük güçle sınırlıdır. Taşınabilir çalışma için uygun bazı antenler **Antenler** bölümünde açıklanmıştır.

ANTEN DESTEĞİ

Bazı amatörlerin taşınabilir bir kuleye sahip bir kamyona veya römorka erişimi olsa da, çoğu basit itme direkleri ile birlikte doğanın sağladığı şeylerle sınırlıdır. Mümkün olduğunca yüksek ve net bir taşınabilir site seçin. Operasyonunuz VHF içeriyorsa yükseklik özellikle önemlidir. Ağaçlar, binalar, bayrak direkleri, telefon direkleri ve benzerleri tel antenleri desteklemek için hizmete sokulabilir. Sarkık dipoller genellikle yatay dipoller üzerinde seçilir, çünkü sadece bir desteğe ihtiyaç duyarlar .

Alüminyum uzatma merdiveni, **Şekil 24.32'de gösterildiği gibi etkili bir anten desteği sağlar.** Bu kurulumda, bir direk, rotator ve kiriş, laddernear ile ikinci merdiven bölümünün tepesine tutturulmuştur. Merdiven daha sonra dikey olarak itilir ve alt adam telleri adam çapalarına bağlanır. İlk adam telleri sabitlendiğinde, merdiven uzatılabilir ve üst adam telleri ankrajlara bağlanabilir. Sahte bir merdivene tırmanmaya çalışmayın.

Teleskopik fiberglas kutuplar **(Şekil 24.33)** tel dikeylerini, ters V ve küçük VHF/UHF antenlerini desteklemek için popülerdir. Bu direkler 40 feet uzunluğa kadar uzayabilir, ancak kolay geçiş için 4 ila 8 feet'e kadar geri çekilebilir.

(B)



(A)



Şekil 24.34 - WA7LYI tarafından taşınabilir kule montaj sistemi. A'da, bir kamyon ağırlaştırmak için ev yapımı taban plakasına "park edilir". B'de, antenler, direk ve rotatör, kule yukarı itilmeden önce monte edilir. Geçici bir kule kurulumuna tırmanmaya çalışmayın.



(A) (B) (C)

Şekil 24.35 - WA7LYI tarafından taşınabilir direk ve tripod. A'da, tripod zemine sürülen kazıklara sıkıştırılır. Rotator ev yapımı bir boru montajına bağlanır. B'de, rotator üzerine yığılmış kayalar, rotatörün bükülmesini engellemeli ve direği stabilize etmek için ağırlık eklemelidir. C'de, tripod/rotator taban tertibatına 10 metrelik bir direk yerleştirilir. Dört adet 432 MHz Quagis üstte monte edilmiştir .

liman. Genellikle 20 kilodan daha hafiftirler ve bazıları daha hafiftir.

Şekil 24.34 ve **24.35,** Terry Wilkinson, WA 7LYI tarafından tanımlanan taşınabilir antenleri monte etmek için iki yöntemi göstermektedir. Gösterilen antenler VHF çalışması için kullanılsa da, aynı prensipler küçük HF ışınlarına da uygulanabilir.

Şekil 24.34A, Rohn 25 kulesinin 3 ayak bölümü, tum'da yaklaşık 18 x 30 inç ölçülerinde bir çelik plakaya kaynaklanan bir çift büyük menteşeye kaynaklanır. Bir kamyonetin arka tekerleklerinden biri plaka üzerinde "park edilmiş" olup, hareket etmemesini sağlar. Şekil 24.34B, 144 ve 222 MHz için dörtlü dizi antenleri, rotatör ve besleme hatları ile tamamlanan bir Rohn 25 üst bölümüne monte edilmiştir. Kule daha sonra menteşeler kullanılarak yerine itilir ve zemine sürülen ağır kazıklara tutturulmuş adam halatları kurulumu tamamlar. Bu portatif kule kurulumu yöntemi, son derece kolay ve sağlam bir anten desteği sunar. Bu şekilde kurulan kuleler 30 veya 40 feet yüksekliğinde olabilir; Sınırlayıcı faktör, havaya girmek için gereken "iticilerin've" halat çekicilerin "sayısıdır. Yatağında bulunan bir portatif istasyon kamyonet kurulumu tamamlıyor.

WA7LYI tarafından tanımlanan taşınabilir kirişleri monte etmenin ikinci yöntemi Şekil 24.35'te gösterilmiştir. Bu destek, küçük veya orta ölçekli VHF ve UHF dizileriyle kullanılmak üzere tasarlanmıştır. Tripod, televizyon antenleri satan herhangi bir satıcıdan temin edilebilir; Bu tip tripodlar genellikle bir evin çatısına monte edilir. Tripodu tam boyutuna kadar açın ve her bacakta yere bir boru sürün. Her bacağı borusuna sabitlemek için bir hortum kelepçesi veya küçük bir U-cıvata kullanın.

Rotator montajı, 2 metrelik iki parça beton takviye çubuğundan (inşaat demiri) yapılmış bir "X'in merkezine kaynaklanmış 1.5 inç çaplı borunun 6 inchlong bölümünden yapılır. Rotator boruya kelepçelenir ve tüm montaj tripodun ortasına yerleştirilir. İnşaat demiri üzerine yerleştirilen büyük kayalar rotatörü yerinde tutar ve antenler 10 veya 15 fit yüksekliğinde bir direk bölümüne monte edilir. Bu sistemi yapmak ve kurmak kolaydır.

PORTATIF ANTENLER İÇİN TIPS

Antenler bölümünde açıklanan veya ticari üreticilerden temin edilebilen antenlerden herhangi biri Masa operasyonu. Genel olarak, büyük veya ağır antenler daha küçük diziler lehine geçilmelidir. 5 elemanlı, 20 metrelik bir ışının 3 elemanlı bir versiyona sahip olabileceği desibel çifti, mekanik hususlara kıyasla önemsizdir. Kolayca monte edilen makul boyuttaki dizilerle yapıştırın.

Tel antenler, alanda kullanılmadan önce boyutlarına göre kesilmeli ve ayarlanmalıdır. Bu antenleri taşıma için sararken dikkatli olun, aksi takdirde aceleyle bir antene ihtiyacınız olduğunda karışık bir karmaşaya neden olabilirsiniz. Koaksiyel kablo, -montajdaki hız için bir konnektör ile merkez izolatöre bağlanmalıdır. Düşük bantlar için RG-58 ve yüksek bantlı antenler için RG-SX kullanın. Bu kablolar standart RG-8 daha yüksek kayıp gösterse de, çok daha kompakttır ve belirli bir uzunluk için çok daha az ağırlığa sahiptir.

İşın antenleri, onları dışarı çıkarmadan önce monte edilmeli ve test edilmelidir. Kirişi nakliye için gerektiği kadar az parçaya ayırın ve her bir eklemi yeniden birleştirme hızında işaretleyin. Hex fındık gerekli araçların sayısını azaltmak için kanat fındık ile değiştirilebilir.

24.4 Uzak İstasyonlar

Aşağıdaki bölüm Ken Norris, KK9N tarafından orijinal olarak Rick Hilding, K6VVA tarafından katkıda bulunulan materyalden güncellendi. Her ne kadar bu bölüm "uzaktan kumandalı" HF ekipmanına odaklansa da, tekrarlayıcı kurulumları hariç, uzaktan kumandalı istasyonların çoğu için aynı hususlar geçerlidir.

24.4.1 Uzak İstasyonlara Üretim

Uzak istasyonlar (uzaktan kumanda ile işletilen istasyonlar) onlarca yıldır Amatör Radyo'nun bir parçası olmuştur, ancak genellikle VHF/UHF tekrarlayıcıları şeklindedir. Geçmişte, HF üzerinde çalışan birkaç uzak istasyon, tekrarlayıcı kurulumundan çok daha fazla arazi, ekipman ve masrafla etkileyici yerlerde geliştirildi. Lnternettechnologies'in genişlemesinden önce, bu uzak öncülerden bazıları, uzak ve ev istasyonları arasındaki bağlantı için VHF/UHF bağlantıları, çevirmeli bağlantı veya ticari mikrodalga ekipmanı kullandı. Son 10 yılda uzak istasyon sayısında önemli bir artış oldu ve bu eğilim hızla artıyor.

Bu bölüm orijinal olarak yazıldığından, evinize veya uzak istasyonunuza erişmek için mevcut teknolojinin birkaç yeni gelişmesi ve iyileştirilmesi olmuştur. İnternet'teki gecikme süresi azaldıkça, kıtalar arasında bile çok uzun bağlantılar üzerinde hızlı tempolu yarışmalarda çalışmak artık yaygındır.

Uzaktayken ev istasyonunuzu izlemek, dış mekan antenlerinde ev sahibi kısıtlamalarından kaçınmak veya elektrik hatları, plazma TV'ler, ağ yönlendiricileri ve benzerlerinden kaynaklanan parazit sorunlarıyla mücadele etmek isteyebilirsiniz. Günümüz teknolojisi ile ev istasyonunuz veya uzak bir HF istasyonu, 100-W bir HF radyo ve tüm bantlı dipol veya dikey veya İnternet üzerinden operatöre bağlanabilen tam otomatik bir yarışma istasyonu kadar basit olabilir. Hemen hemen her zevke ve bütçeye uygun bir flavorofremote istasyonu var.

Uzak istasyon operasyonuna genel bakışFarklı görünüyorUzaktan çalışma yöntemleri ve her birinin ekipman ve teknolojilerde nasıl benzersiz oldukları. Uzak bir istasyon oluşturmak için yemek kitabı yaklaşımı yoktur. Bu tartışma, her istasyon kurucusunun karşılaştığı koşullarda dikkate alınması gereken konuları tanıtmayı amaçlamaktadır.

Bu bölüm boyunca kullanılacak iki önemli tanım, ekipmanın yerlerinin adlandırılmasıdır. Radyo, ana bilgisayar, amplifikatör ve antenlerinizin konumu, evinizde veya uzak bir yerde olsun, istasyon alanınızdır. Bağlantının diğer ucu uzak *istemci* konumudur. Bu konum önündeki bilgisayardan oluşur İstemci yazılımını çalıştıran uzak bilgisayar ve muhtemelen istasyon sahasına bağlı bir uzak radyo kafası (ön panel) ile.

LICENSIONG VE UZAKTAN OPERATYON

Teknik ayrıntıları tartışmadan önce, uzak bir istasyonun işletilmesinin de uygun şekilde lisanslanması ve istasyonunuzu doğru bir şekilde tanımlaması için ekstra bir sorumluluk taşıdığı vurgulanmalıdır. Şanzımanlar uzak istasyonun konumundan yapıldığından, uzak konumda geçerli olan düzenlemelere uymanız gerekir. Bu, istasyon, Güney Amerika'da bir istasyon işleten bir ABD jambonu veya ABD'de bir istasyon işleten bir Avrupa jambonu gibi lisansınızı veren düzenleyici otoritenin yetki alanı dışında olduğunda özellikle önemlidir. Uzak istasyondan iletmek için uygun şekilde lisanslı olmalısınız! Bu, uzak istasyonun bulunduğu ülkeden ayrı bir lisans veya karşılıklı çalışma izni gerektirebilir. FCC kuralları, uzaktan kumandalı bir istasyonun kontrol operatörünün, operatörün bulunduğu yere bakılmaksızın ABD lisansına sahip olmasını gerektirir.

ABD lisansınız olduğu için, ABD dışındaki uzak bir istasyonu işletmek için otomatik olarak ilgili bir lisansa sahip olduğunuzu varsaymayın. Örneğin, CEPT anlaşmaları genellikle vericinin ülkesinde fiziksel olarak bulunmayan operatörler için geçerli değildir ve vericide fiziksel olarak da bulunmanız gerekebilir. Uzak istasyonlar için geçerli olan yarışma veya ödül kuralları da olabilir - geçerli olan tüm kuralları bildiğinizden ve uyguladığınızdan emin olun.

24.4.2 Türleri Uzaktan çalışma

UZAKTAN KAZANANLAR

Bugün uzaktan çalıştırma için birkaç farklı seçenek var. En temel olanı, çevrimiçi olarak bulunan birçok uzak alıcıdır. Bu alıcılar diğer amatörler ve iletişim hobileri tarafından korunur ve bir bilgisayar, web tarayıcısı ve İnternet ile herkes tarafından kullanılabilir. Webdr ve Globa! Tuner, uzaktan izleme sitelerinin sadece iki örneğidir ve çok daha fazlası vardır. (Bu ve diğer web sitelerinin URL'leri için bu bölümün Kaynaklar listesine bakın.) Bu web siteleri, diğer ülkelerdeki radyo etkinliklerini veya kendi sinyalinizi başka bir konumdan izleyebilmenizi sağlar .

Amatörler ayrıca Raspberry Pi mikrobilgisayarlarını, USB SDR alıcılarını ve uzak radyo sunucuları oluşturmak için uzun bir tel kullanıyorlar. Bu mikro üzerinde mevcut teknolojiler- Omputers, bir WiFi veya hücresel modem üzerinden uzaktan erişime, VPN (Sanal Özel Ağ) veya VNC (Sanal Ağ Bilgi İşlem) yazılımı ve RDP (Uzak Masaüstü Protokolü) ile bağlantıya izin verir veya radyo yazılımının ekranını üretmek için işletim sisteminin yerleşik web yayıncısını kullanır. En iyi yanı, tüm bileşenlerin bir dağın tepesinde veya bir arkadaşının çiftliğinde bir güneş pili tarafından çalıştırılacak kadar düşük güçte olmasıdır.

Cep telefonları veya otel odası ve ofis WiFi üzerinden yüksek hızlı internet kullanılabilirliği ile, Amatör Radyo istasyonunuzu işteyken, seyahat ederken, tatil yaparken veya sadece aileyi ziyaret ederken çalıştırmak hobinin keyifli bir parçası haline gelmiştir. "Uzaktan kumanda'olarak adlandırılan uzaktan bağlantınız, bıraktığınız frekans için radyonuzdan gelen sesi izleyen bir bilgisayar veya cep telefonu kadar basit olabilir, tam otomatik kontrole ve bir uzaktan telsiz kontrol kafasına kadar, böylece son gerekli DX ülkesini yakalayabilirsiniz. Bazı Amatör Radyo operatörleri, HF ekipmanlarını araçlarından çıkardılar ve ev istasyonlarına uzaktan bağlantılar kurdular.

DEDICATED UZAKTAN STATION

Ev sahiplerinin dernek gereksinimleri tarafından engellenen veya dış mekan antenlerinin kurulumunu kısıtlayan geçici bir yerde, dairede veya huzurevinde yaşayan birçok Amatör Radyo operatörü vardır. Diğer operatörler, elektrik tesisatlarından ve elektronik cihazlardan gelen gürültünün bir HF alıcısını neredeyse işe yaramaz hale getirdiği alanlarda yaşamaktadır. Bu nedenlerden dolayı, kısıtlamalar ve gürültü için bir istasyon kurmak çok çekici olabilir .

Bazı yarışmacılar, evden çalışırken DX olmak için başka bir ülkede uzak bir istasyon kurarlar. Başka bir ülkede uzak bir istasyon kurmak, şehrin birkaç mil dışındaki bir istasyondan daha fazla ekipman eklemez. İt, işletmenize uyulması gereken farklı kurallar ve düzenlemeler ekler.

Bakımı da daha zordur. Eğer amplifikatörün 40 metrede çalışırken neden endişe verici olduğunu öğrenmek istiyorsanız, 6 saatlik bir uçuş toaremotesiteisnotrivialmatter. Uzak siteyi uzaktan izlemek için teknoloji mevcuttur. Uzak siteye İnternet bağlantınız olduğu sürece, sorunlarınızı gidermenin yolları vardır.

24.4.3 Uzaktan Ağ Temelleri

Bugün, İnternet bağlantı için tercih edilen kaynak haline gelmiştir

uzak istasyon. Sabit hatlı telefonlar, ekipmanınızın uzaktan DTMF kontrolü için veya sesi uzak radyonuza aktarmak için bir kaynak olarak kullanılabilir.

Evinizde, ofiste veya WiFi ve cep telefonlarından yolda yüksek hızlı İnternet'in bulunmasıyla, uzak istasyonunuza güvenilir bağlantı kolaylaştı. Bu bağlantı kolaylığı, ağ iletişimi ve bilgisayarların ve diğer TCP cihazlarının birbirleriyle nasıl iletişim kurduğu hakkında daha fazla bilgi edinme ihtiyacıyla birlikte gelir. Bu bölüm, sizi İnternet ekipmanınızın bağlanmasına ve çalıştırılmasına yardımcı olacak terminolojilere ve teknolojiye maruz bırakmak için dahil edilmiştir. (Terimlerin, kısaltmaların ve kısaltmaların tanımları için bu bölümün Sözlüğü'ne bakın.)

ROUTER VE PORT FORWARDING

İnternet'e göz atmak için bilgisayarınızı evde açtığınızda, doğrudan İnternet'e bağlanmaz. **Şekil 24.36'da görüldüğü gibi,** bilgisayar ilk önce yönlendirici olarak bilinen bir ağ geçidine bağlanır. Yönlendirici daha sonra bilgisayarın ona bağlanmasına izin verir ve bilgisayarın bağlantıyla ne yapmak istediğini görmeyi bekler. İnternet tarayıcınızı bilgisayarda açtığınızda, yönlendirici, verileri İnternet Servis Sağlayıcınızın (ISP) yönlendiriciye atadığı İP adresine yönlendirmek için bilgisayarın İP adresi için yönlendirici içinde sayısal bir bağlantı noktası atar.

Bu temelde, özel ev veya iş ağınızdaki bilgisayarların World Wide Web, genel bilgisayar sunucuları ve dünyadaki cihazlarla nasıl iletişim kurduğudur. Yönlendirici, neyi kontrol eden koruyucudur Bilgiler özel ağınıza girer ve çıkar.

Port yönlendirme, çoğu yönlendiricide, - gelen bir protokol portunu ISP'nizden özel ağınızdaki belirli bir İP adresine eşleyen kalıcı bir çeviri tablosu oluşturmanızı sağlayan bir seçenektir. İt şeffaf bir süreçtir, yani İnternet istemcileri port yönlendirmesinin gerçekleştirildiğini göremez. Bu işlem, yönlendiriciniz - tarafından İnternet'ten gizlenen özel ağınızdaki bir bilgisayardaki TCP/İP özellikli ekipmana ve TCP sunucularına uzaktan bağlanmanızı sağlar.

STATİC VEYA DDNS İP ADRESI

Bir İnternet hizmetine kaydolduğunuzda, ISP size ağlarını evinizdeki ağa bağlamak için bir modem sağlar. Normalde modem etkinleştirildiğinde, *ISP'nin Dinamik Ana Bilgisayar Yapılandırma Protokolü (DHCP)* sunucularından bir İP isteyecektir. İP adresinin ne olduğunu öğrenebilmenize rağmen, hangi İP adresinin atandığını ve ne sıklıkta değiştiğini kontrol edemezsiniz. Değiştirilebildiğinden, bu *dinamik bir IPS adresidir.*

İstasyonunuza uzaktan erişim sağlamak için İnternet'e en iyi bağlantı için, ISP'nizden statik bir İP adresi tercih edilen seçenektir. Statik bir İP adresiyle, İP adresi periyodik olarak değişmeden uzak istasyonunuza kolayca bağlanabilirsiniz. ISP'ler şu anda aktif İP adreslerinin daha iyi yönetilmesi ve daha büyük şirketlerin daha fazla adrese sahip olan yeni İPv6 yönlendirmesine geçmesi nedeniyle daha statik İP adresleri atamaktadır. Bu, eski statik İPv4 İP adresleri anlamına gelir Kullandıkları da değiştirilmelidir.

Statik bir İP adresi alamıyorsanız, atanmış dinamik İP adresinizin ne olduğunu bulmak için yollar vardır. WhatisMyIPAddress, MyIPAddress ve diğer web siteleri size ISP'den atandığınız mevcut dinamik IPP adresini söyleyebilir.

ISP dinamik IPS adresini yönetmenin daha iyi bir yolu, *Dinamik Alan Adı Sistemi* (DDNS) olarak bilinen bir hizmeti kullanmaktır. Bu servis, modem/yönlendirici ve güvenlik duvarı aracılığıyla bilgisayarınıza harici bir bağlantı sağlayacak ve evde ekipmanınıza bağlanmanız için adlandırılmış bir adres sağlayacaktır. Bu, - evde bilgisayarınızda çalışacak küçük bir yazılım parçası ve harici bir DDNS servis sağlayıcısı gerektirir. Çoğu DDNS servis sağlayıcısı, bu bağlantıyı korumak ve desteklemek için bir ücret talep eder.

İNTERNET BANDWİDTH

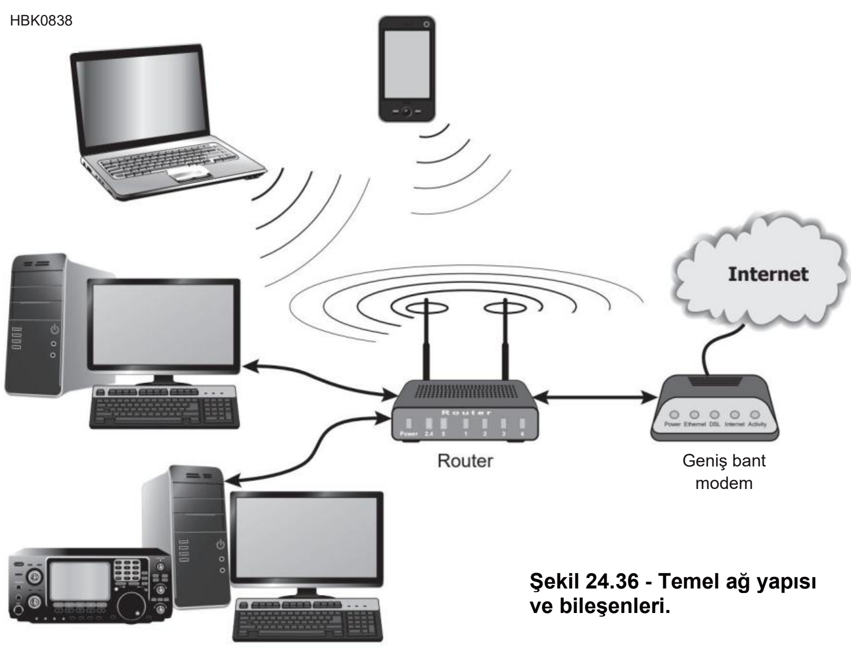
Ne kadar İnternet bant genişliğine ihtiyacınız var? İstasyonunuzu nasıl kurduğunuz, hangi cihazları ve protokolleri kullandığınız ve İnternet'e bağlanmak için hangi araçları kullandığınız, güvenilir bir bağlantı alıp almadığınızı veya bir **DX** istasyonunun çağrısını kopyalarken donan veya geciken bir bağlantı olup olmadığını belirler.

Gezici istemci istasyonunuz için bir mobil bağlantı kullanıyorsanız, *yüksek hızlı veya yüksek bant genişliği hizmetine ihtiyacınız vardır,* tıpkı bir müzik akışı hizmeti için gerektiği gibi. 3G hücresel servis, 144 kbit/s aktarım hızında kullanabileceğiniz minimum hizmettir. 4G veya LTE gibi mobil ağ hizmetleri çoğu alanda farklılık gösterir, ancak çoğu ISP ağının sağlayabileceğine daha yakın ağ hızları ve güvenilirlik sağlar.

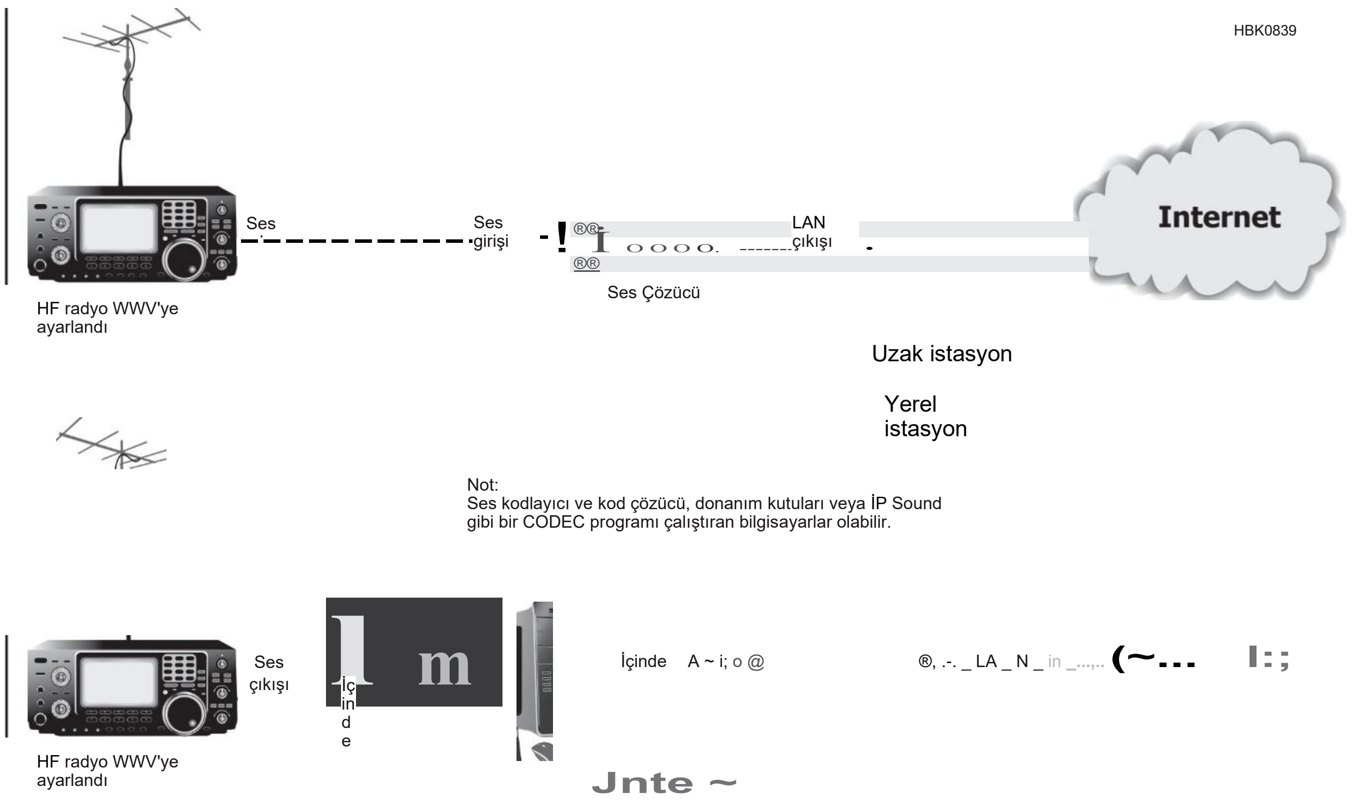
Hız, indirme hızıyla (ISP'den bilgisayarınıza bit hızı) ilan edilir. *Yükleme hızı (bilgisayarınızdan* ISP'ye) indirme hızının yalnızca %'si olabilir, ancak ses ve kontrolünüzü vericiye almak için önemlidir. Speakeasy gibi İnternet sitelerini kullanmak, bilgisayarınızdaki indirme ve yükleme hızlarını iyi bir şekilde gösterebilir.

Bir İnternet bağlantısının paylaşılmasının bant genişliğinde azalmaya neden olabileceğini anlamak önemlidir. Evinizdeki diğer kişiler aynı anda çevrimiçi ise, etkinlikleri ağ cihazlarınız için mevcut olan bant genişliğinin bir kısmını tüketecektir. Tüm eşzamanlı ev tipi bant genişliği gereksinimlerini hesaba katamadığınız ve hizmetinizin hepsini yerine getirebileceğini belirlemediğiniz sürece, uzak istasyon çalışmasını desteklemek için özel bir hat veya servis yükseltmesi gerekebilir. *Hizmet kalitesi* (QoS) önceliklendirme yeteneklerine sahip bir yönlendirici, tek bir İnternet - bağlantısında çok kullanıcılı sorunları çözebilir veya en azından en aza indirebilir.

Kırsal ISP'ler genellikle geniş alanlar üzerinde bir kablosuz ağdan oluşur. Ağ hızları günün saatine bağlı olarak değişebilir



Şekil 24.36 - Temel ağ yapısı ve bileşenleri.



Şekil 24.37 - N6RK'nın gecikme süresini test etme yöntemi.

Ses Çözücü

Haftanın. Bu, özellikle herkesin evde bir film izlediği bir hafta sonu boyunca bir yarışmada çalışmaya çalıştığınızda önemli olabilir. İzleme ve güvenlik amacıyla bir web kamerası kullanmayı veya bir panadapter/şelale tipi ekran izlemeyi planlıyorsanız, genel bağlantı ihtiyaçlarınızda da bu bant genişliğini hesaba katmalısınız.

Otellerin, o gece otelde kaç misafir olduğuna bağlı olarak ağ hızlarını değiştirdiği bilinmektedir. Size daha fazla bant genişliği verebilecek ikincil bir WiFi sistemi olup olmadığını görmek için otel personeline danışabilirsiniz.

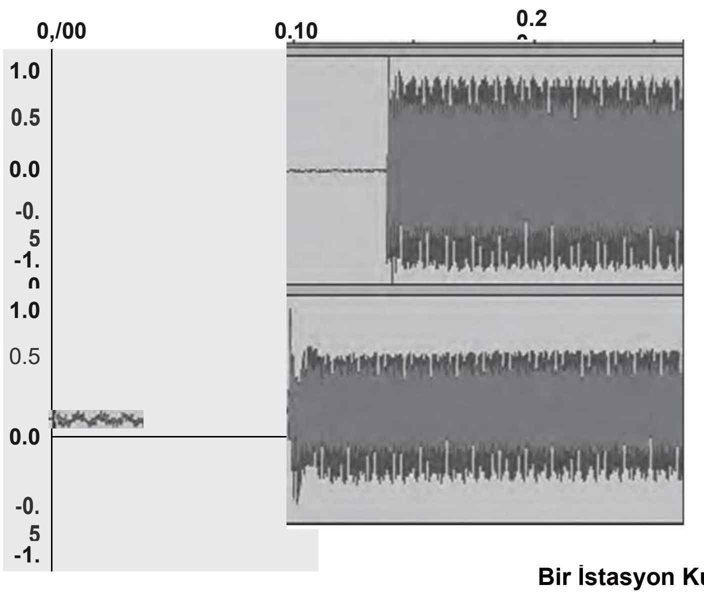
İNTERNET GECİKME

Uzaktan çalışmak için düşük gecikmeye (gecikme) ihtiyacınız var, herhangi bir çevrimiçi oyun oyuncusu ile aynı. Gündelik çalışma için, bir gecikme tolere etmek mümkün olabilir 250 ms veya 300 ms Ciddi contesters ve DXers büyük olasılıkla bu kadar gecikme sinir bozucu bulacaksınız, özellikle CW. Eğer yüksek hızlı bir CW yarışması operatörüyseniz, rekabetçi olmak için çok düşük gecikme süresi gerekir. 200 ms'nin altı yeterlidir, 100 ms'nin altı daha iyidir. Aksi takdirde, "gecikmeleri" ayarlamak ve yığınlarda kötü zamanlama yaşayacaksınız. Ses ve dijital işletim gecikmelere karşı daha toleranslıdır.

Bilgisayarı kullanarak temel İnternet gecikmesini kendiniz kolayca değerlendirebilirsiniz. Windows 7 (PC) ortamında, START İ altında TÜM PROGRAMLAR İ ACCESSORİES Eğer KOMUT İSTEMİ bulacaksınız, ya da *bir Windows 8 ve* daha yeni bir sistemde, BAŞLAT seçin ve CMD yazın. Bu DOS benzeri pencerenin içinden, istasyon sahasında belirli bir İP adresine erişmek için ping, tracert ve veya pathping komutlarını çalıştırabilir ve gecikmeyi ölçmek için yanıt sürelerinin ortalamasını alabilirsiniz. Ping komutuna -t komutunu ekleyerek (örneğin, "ping 192.168.0.1-t"), ping komutunu kullanana kadar sürekli ping sonuçları elde edersiniz.

Ping işlemini durdurmak için CTRL-C tuşları. Bu, önceden bilmek veya faaliyete geçtiğinizde bağlantı sorunlarını gidermek için çok önemlidir.

İnternet sistemi ses gecikme testlerini yürütmek amacıyla, Şekil **24.37'de gösterilen N6RK yöntemi** çok etkilidir. Uzak sahada ve kontrol noktasında bir alıcı kullanarak, kaydedilen gecikme kolayca belirlenebilir**. Şekil 24.38,** K6VVA'nın özel kontrol bağlantısı üzerinden dönüş sesi için 40 ms gecikme süresini göstermektedir.



Şekil 24.38 - K6VVA'nın gecikme testi sonuçları .

Yaklaşık 180 kbps ağ hızı gerektiren RemoteRig ses arayüzü. Ses kristal berraklığındadır ve 40 ms'de, uzak alandan, radyo kontrol kafasının doğrudan evdeki radyoya bağlanmasından çok az fark görülür.

24.4.4 Uzak İstasyonunuza Bağlanma

Uzak bir istasyonu bağlamak, kontrol etmek ve izlemek için birçok yol vardır. Onları bağlamak için hangi ekipman, iletişim ortamı ve uzak istasyonunuzu nasıl kullandığınız yalnızca zaman, para ve mevcut kaynaklarla sınırlıdır. Aşağıdaki yöntemler, uzak Amatör Radyo istasyonunuzu planlarken ve inşa ederken rehberlik olarak kullanılacaktır.

BASİC MONITORİNG

Şekil 24.39'da gösterilen temel uzaktan izleme istasyonu çok az bileşenden oluşabilir. HF radyonuzu sadece belirli bir frekansta ayarlamak istiyorsanız, 40 metre net diyelim ve öğle yemeği molası sırasında işten izleyin, o zaman ihtiyacınız olan tek şey kulaklık/hoparlörden bağlı bir ses kablosudur. Radyonuzu bilgisayarınızdaki mikrofon jakına bağlayın. Bilgisayarınızda cep telefonunuza veya iş bilgisayarınıza bağlantı sağlamak için ses yazılımına ihtiyacınız olacaktır. Ana bilgisayarda Autoanswer işlevini kullanmak size insansız ses bağlantısı sağlayacaktır. Bilgisayarı/el cihazını ev bilgisayarınızdaki ses yazılımı hesabına bağlayın ve internetten dinleyin.

Birçok uzak istasyon operatörü, *Skype'ı* uzaktan ses yönlendirmesi ve *İP-Sound için uygulanabilir bir çözüm olarak buldu.* Ses için İnternet gecikme ve bant genişliği sorunlarını tamamen önlemenin bir başka yolu, kontrol için bir DSL veri servisi ile paylaşılabilecek özel bir analog telefon hattı ile bir POTS (Düz Eski Telefon Sistemi) bağlantısı kullanmaktır.

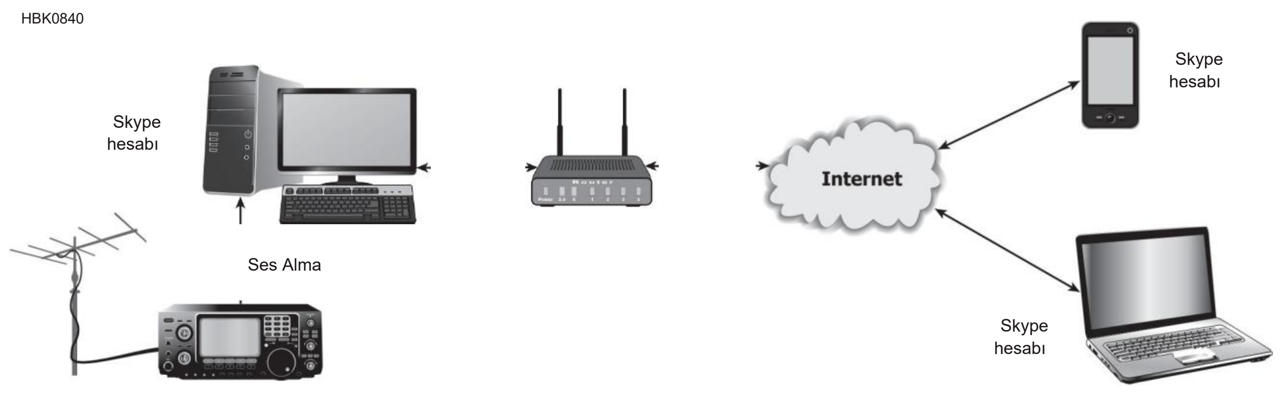
Temel uzaktan izleme sağlamak için mevcut en yeni teknolojilerden biri, Raspberry Pi'yi bir SDR alıcısı için bir TCP sunucusu olarak kullanma yeteneğidir. Airspy'nin SDR *# gibi programların* internet üzerinden bir Raspberry Pi/SDR alıcısına uzaktan bağlanmasını mümkün kılan birkaç farklı RTL-SDR TCP sunucusu vardır .

VNC CONNECTIONLAR

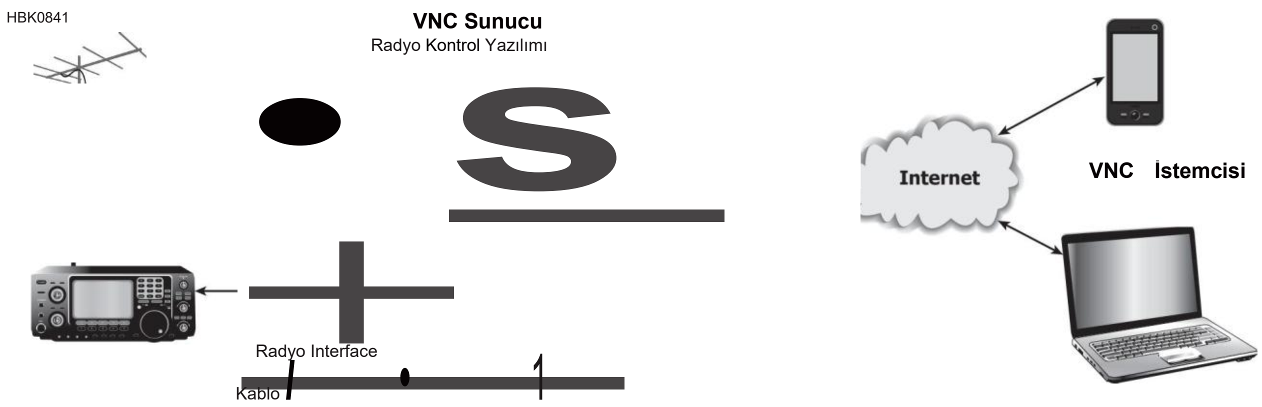
HF radyonuzu dinlemekten hoşlanıyorsanız ve farklı konuşmalar için bantlardan uzaktan ayarlama yapabilmek istiyorsanız, radyonuzun kulaklık/hoparlör - jakından bilgisayardaki mikrofon girişine kadar bir ses kablosuyla başlayın. Telsizinizin *bilgisayar destekli alıcı-verici (CAT)* kontrol yeteneklerine sahip olması gerekecektir. CAT kontrollü telsizler, bilgisayarın bağlanabilmesi ve kontrol verilerini radyoya gönderebilmesi için bir seri, USB veya Ethernet portuna sahip olacaktır. İcom radyoları, COM-to-Cİ-V veya USB-to-Cİ-V arabirimi gerektiren bir Cİ-V kontrol portuna sahiptir.

Daha sonra bilgisayarda yüklü radyo kontrol yazılımına ihtiyacınız olacak. Birçok radyo üreticisi mevcut radyo kontrol yazılımına sahiptir. CAT kontrolü olan herhangi bir radyoyu kontrol etmek için yazılıma sahip birkaç yazılım şirketi vardır. İki örnek *Ham Radio Deluxe ve TRXManager'dir.*

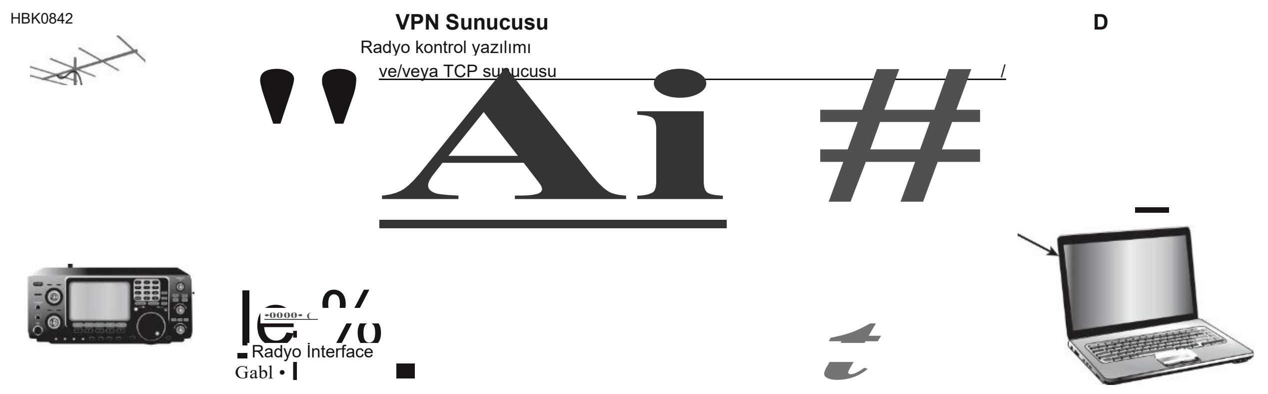
Radyo kontrol yazılımını yükledikten ve bilgisayarı radyoya bağladıktan sonra, ana bilgisayara uzaktan erişmeniz gerekecektir. **Şekil 24.40'ta gösterilen basit bir senaryo Virtual** *Network kullanır*



Şekil 24.39 - Temel uzaktan izleme.



Şekil 24.40 -VNC yazılım bağlantısı.



Şekil 24.41 - VPN yazılım bağlantısı.

Kullanıcıların radyo yazılımını çalıştıran ana bilgisayarın uzaktan kontrolünü ele geçirmelerini sağlayan Chrome Remote Desktop, Tight VNC, Team Viewer veya LogMein gibi bilgi işlem (VNC) yazılımı. VNC yazılımı, ana bilgisayarın tam kontrolünü sağlar; ses arabirimini içeren bazı yazılımlar ve ses için izleme için ek yazılım gerektiren diğerleri. *Skype* ve *İP-Sound gibi ses sunucusu yazılımları da kullanılabilir*. Bazı VNC yazılım paketlerinin uzaktan sese erişim için ekstra ücret talep ettiğini unutmayın. Bu yazılım, ekranları geçmek ve bağlı bilgisayarlar/el cihazları arasında kontrol etmek için çok fazla bant genişliği gerektirir.

Burada belirtilen tüm VN C yazılım seçeneklerine bir iPhone, iPad, Android telefon veya tablet ile erişilebilir. İstasyonunuza VNC yazılımı ile bağlandıktan sonra, ana bilgisayardaki radyo kontrol yazılımını kullanarak frekans ve bantları değiştirebileceksiniz.

VPN CONNECTIONS

Sanal bir özel ağ (VPN), halka açık İnternet erişimi yoluyla bir tünel gibidir. İstasyon ağınız gibi özel bir ağa bağlanın. Önünüzdeki bilgisayar ile evinizdeki veya uzak istasyonunuzdaki bilgisayar/cihazlar arasında veri taşımak için İnternet bağlantısını oluşturmanızı sağlayan bir dizi VPN yazılım paketi ve donanım seçeneği vardır. Bir VPN, yalnızca yetkili kullanıcıların ağa erişebilmesini ve verilerin ele geçirilememesini sağlamak için şifreleme ve diğer güvenlik mekanizmalarını kullanır.

İstasyon ucundaki VPN sunucusu ana bilgisayarda veya ağ yönlendiricisinde olabilir. Sadece ana bilgisayara veya tüm istasyon ağına bağlanmaya ihtiyacınız olup olmadığına bağlıdır. Microsoft, VPN sunucularını ve istemcilerini işletim sistemlerinin son sürümlerine dahil etmiştir ve bazı ağ yönlendiricileri VPN sunucularını içerir. Diğer VPN yazılım paketleri *Open VPN ve LogMeln Hamachi'yi ekleyin.*

İstemci bilgisayarınızdan ana bilgisayara veya yönlendiriciye bir VPN bağlantısı kurduktan sonra, **Şekil 24.41'de gösterildiği gibi,** TCP istemci yazılımınızı istasyonunuzdaki radyo kontrolü TCP sunucu yazılımına ve/veya aksesuarlarına bağlayabileceksiniz. Başka bir seçenek, radyo kontrol yazılımınızı ekranda görüntülemek ve ses bağlantısı için Skype veya İP-Sound kullanmak için ana bilgisayardaki radyo kontrol yazılımına aRemoteDesktop Protocol (RDP) bağlantısı ile bağlanmaktır. Bu size istasyonunuza güvenli bir bağlantı sağlayacaktır.

Bir VPN bağlantısı kullanmak, uzak bir radyo kafasıyla birleştirilebilir. Bu, telsizinize bağlı ekipmana güvenli erişim sağlar ve telsizi uzak telsiz kafasından çalıştırmanıza izin verir.

TCP SERVER/CLIENT

TCP sunucu/istemci yazılımı, ana bilgisayarınız ile istemci arasında İnternet üzerinden bağlantı sağlayan iki programdır. Önünüzde bir bilgisayar var. Her bir ekipmanın her iki ucunda da kendi TCP sunucusu/istemci yazılımı kurulabilir.

TCP sunucu yazılımı, radyo, tuner, rotator veya diğer istasyon ekipmanınıza bağlanacak bir bilgisayara yüklenir ve burada istasyon ekipmanı ile seri, Ethernet veya USB bağlantıları ile iletişim kurar. TCP sunucu yazılımının çoğu, istasyondayken ve uzak bir İnternet bağlantısı üzerinden ekipmanı bu bilgisayarda yerel olarak kontrol edebilmenizi sağlar.

TCP istemci yazılımı, İnternet bağlantınız üzerinden TCP sunucu yazılımına bağlanacak bilgisayara yüklenir. Bu, bir TCP sunucu bilgisayarına bağladığınız her cihaza özel bir TCP ağ bağlantısı ile istasyon ekipmanına erişmenizi sağlar.

İstasyonunuza özel TCP sunucusu/istemci bağlantıları kullanmanın avantajları vardır. Çok küçük veri paketleri kullanıyorlar, çoklu



Şekil 24.42 - Ham Radyo Deluxe.

TCP sunucuları her cihaz için paralel olarak çalıştırılabilir ve yalnızca uzak ekipmandaki verileri gerçekten görmeniz gerektiğinde bağlanabilirler.

TCP sunucu/istemci teknolojisini kullanan radyo kontrol yazılımına sahip birkaç radyo üreticisi vardır. CAT arayüzü olan herhangi bir radyoyu kontrol etmek için yazılım sağlayan yazılım şirketleri de vardır. Bu yazılımın örnekleri *Ham Radio Deluxe (Şekil* **24.42'de gösterilmiştir)** ve TRX-Manager'dır.

UZAKTAN RADIO BAŞKANLARI

Bir bilgisayardan veya tabletten uzaktan çalışmak eğlenceli ve heyecan verici olabilir, ancak bir VFO'yu döndürmek veya zayıf DX istasyonunu kazmak için bir bandpass filtre düğmesini değiştirmekle aynı şey değildir. Üreticiler, çıkarılabilir bir radyo kafasını uzaktan yüzlerce kilometre uzaklıktaki radyonun temel bölümüne bağlamak için İnternet tabanlı arayüzler geliştirdiler.

Bu fikri geliştiren şirketlerden biri de Microbit. RemoteRig bağımsız arayüzleri, radyonun iki parçasını Ethernet üzerinden bağlamak için ayrı Session İnitiation Protocol (SIP), VoİP ve kontrol kanalları kullanır. CW kürek sinyalleri ile birlikte ses ve kontrol sinyallerinin geçirilmesi, uzak radyo kafasına şeffaftır. Elecraft, telsizin ön kısmıyla aynı olan K3 alıcı-verici için K3/0 uzaktan kumanda kafasını bile yapar ve İnternet erişiminiz olan her yerde K3 istasyonunuzun tam işlevselliğini sağlar. W 4AA W çoklu yarışma istasyonu, yarışmalar sırasında saha dışı operatörler için çalışma konumlarından birinde K3/RemoteRig kombinasyonu kullanır.

Bu uzak radyo arayüzleri diğer birkaç radyo ile çalışır. İcom IC- 706 ve Kenwood TS-480 alıcı-vericilerini uzaktan kumanda etmek amatörler arasında çok popülerdir. İcom IC- 706'nın temel kısmını farklı konumlara kurmuş ve bunlardan herhangi birine radyo kafasından bağlanma yeteneğine sahip gruplar vardır. Onlar RemoteRig profili değiştirmek için yeteneği Farklı uzak site baz ünitelerine bağlanması için radyo kafası.

Şekil 24.43, kolay taşıma ve kurulum için bir alet çantasına monte edilmiş RemoteRig arayüzüne sahip Elecraft K3/0 uzaktan kumandasını göstermektedir. Bu arayüzleri uzak radyo kafaları ile kullanmanın en büyük avantajlarından biri, ses ve kontrol sinyallerinin iki arayüz arasında en iyi performansa ulaştırılması ve optimize edilmesidir. Bu, düşük bant genişliği ve zayıf hücresel ağ üzerinden çalışmayı mümkün kılar.

HAM RADIO ONLINE

Uzaktan çalışabilmek için ekipmana yatırım yapamıyorsanız ve büyük antenlere ve çok fazla güce sahip bir istasyondan bir yarışma veya DX çalıştırmanın telaşını gerçekten yaşamak istiyorsanız, çevrimiçi seçenekler vardır.

RemoteHams ve RemoteHamRadio web siteleri, dünya çapında birinci sınıf Amatör Radyo istasyonlarını evinizden çalıştırma şansı sunar. K3/0 bir uzak kafa kiralayabilir veya bilgisayarınıza bir TCP istemci yazılımı yükleyebilir, ardından bir mikrofon ve/veya kürek bağlayabilirsiniz. Artık İnternet üzerinden erişilebilen bir istasyon topluluğuna erişebilir ve çoğu istasyonda bulunmayan bir deneyim sunabilirsiniz.

Yukon Bölgesi'ndeki VYIJA uzaktan kumandalı yarışma istasyonu devam etmekte olan bir çalışmadır. İstasyon tamamen faaliyete geçtiğinde, konuk operatörlerin Kanada'nın kuzeyindeki bu eşsiz istasyondan yarışmalarda uzaktan çalışmasına izin verilecek.

24.4.5 İstasyon otomasyonu

Otomasyon, tamamen işlevsel bir uzak istasyona sahip olmanın anahtarıdır. Rotatörünüzü, antenlerinizi ve amplifikatörünüzü bilgisayarınızdan kontrol etme yeteneği bir süredir var. Şimdi birkaç üretici, istasyonunuzu tesis dışından kontrol etmek için uzak TCP sunucusu/istemci yazılımı ekledi. Aşağıdaki Bölüm, istasyonunuzun otomasyonunu ve uzaktan kontrolünü sağlamak için yazılım ve donanımı açıklar.

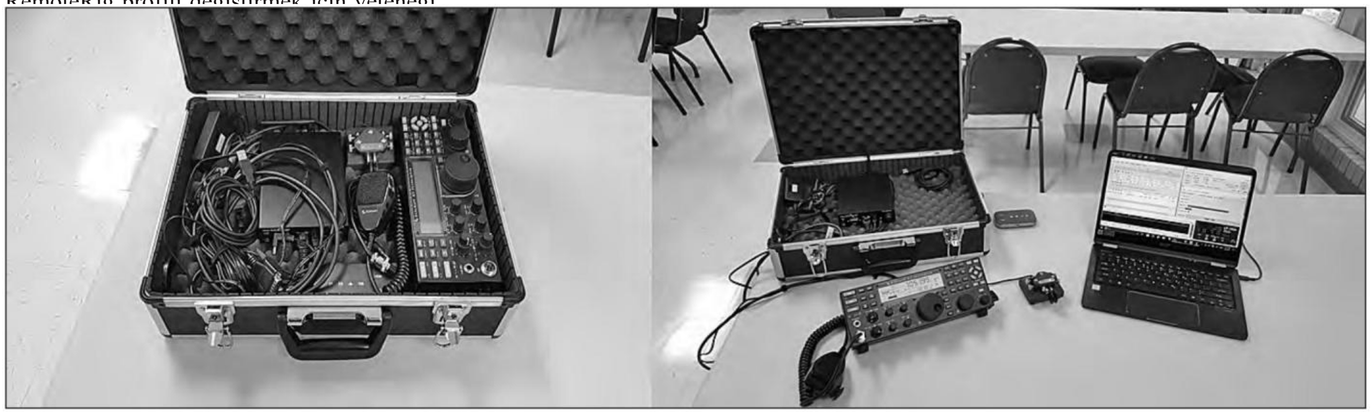
SWITCHİNG ANTENLER

Anten sisteminizi otomatikleştirmek için, ihtiyacınız olacak ilk donanım parçalarından biri bir bant kod çözücüdür. Bir bant kod çözücü, radyonuzun hangi bantta olduğunu algılar ve bu bilgiyi anten anahtarlama ağına iletir. Bant kod çözücüleri, bandı radyodan gelen ikili kodlu ondalık (BCD) bir çıkışla, bir İcom radyosundaki bir Cİ-V arabirimi aracılığıyla veya radyodan frekans verilerini okuyarak algılayabilir. Bant kod çözme, Array Solutions BandMaster veya Elecraft KRC2 gibi bağımsız birimlerle veya Ameritron RCS-12, EA4 TX RemoteBox veya Hamation entegre denetleyicilerinde olduğu gibi bir anten anahtarlama denetleyicisine yerleştirilmiş bir kod çözücüyle gerçekleştirilebilir.

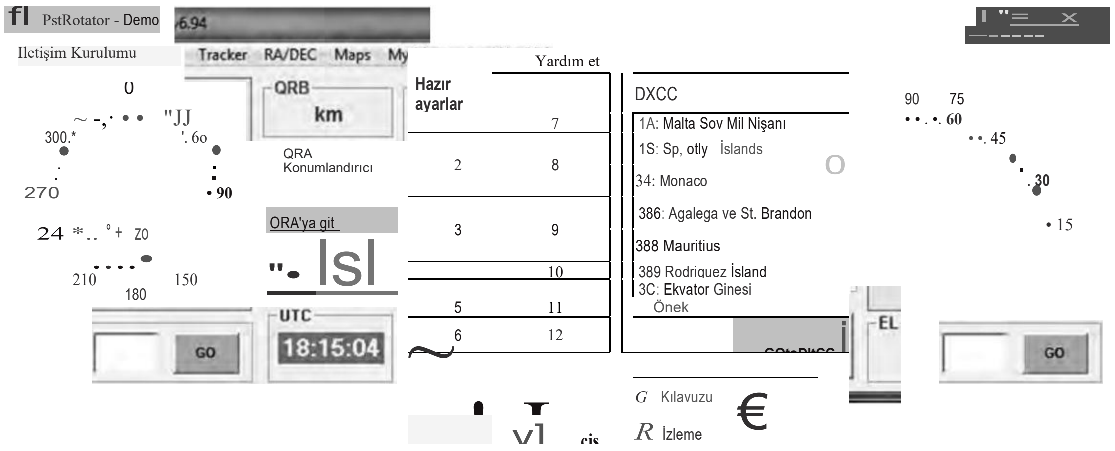
Bir bant kod çözücü kullanmanın bir alternatifi, Ethernet veya seri bağlantılar aracılığıyla anten anahtarlama ünitelerine bant verisi gönderme yeteneği ile istasyon kontrolü veya kayıt yazılımından yararlanır. Green Heron Engineering anten anahtarları yerel yazılım tarafından ve TCP sunucu/istemci yazılımı aracılığıyla kontrol edilebilir. Snaptek, WiFi ve yerleşik bir TCP sunucusu ile 4 bağlantı noktalı bir anten anahtarı sunar.

Hamation anten anahtarlarının ve EA4TX RemoteBox'un ek avantajları, ana bilgisayara ve TCP sunucu/istemci yazılımına USB bağlantılarının bulunmasıdır. Bu yazılımla, otomatik anten seçiminizi uzaktan yeniden yapılandırabilir veya hangi anteni kullanmak istediğinizi manuel olarak kontrol edebilirsiniz.

Tüm bantlar için bir anten kullanarak uzak istasyonunuzu basitleştirebilirsiniz. Çok bantlı bir dipol veya dikey anten kullanmak, anten anahtarlama ihtiyacını ortadan kaldıracaktır. Örneğin, SteppİR BigİR dikey antenini kontrol cihazıyla birlikte kullanmak, radyonuzdaki frekansı takip eden çok yönlü bir anten sağlar.



Şekil 24.43 - Uzak İstasyon Go Kutusu.



Şekil 24.44 - PSTRotator yazılımı.

DÖNERLER

Rotator sisteminizi otomatikleştirmek genellikle bilgisayarınıza rotator kontrolünü vermek için rotator kontrol kutusuna bir arayüz yükleyerek başlar. Vibroplex veya EA4 TX'in Elektronik Rotatör Kontrolü (ERC) arayüz kitleri, bilgisayarınıza USB veya seri bağlantılar yoluyla bağlanma olanağı sağlar.

Çoğu günlüğe kaydetme ve itiraz etme yazılımı, doğrudan veya dolaylı olarak, günlüğe kaydetme yazılımınızın çağrı alanına bir çağrı işareti girerken rotatörünüzün kontrolünü size verir. *PSTRotator* kontrol yazılımı (bkz **Şekil 24.44)** çeşitli günlük yazılım paketleri ile arayüz oluşturabilir. İt ayrıca, şirket dışı bir işletim konumundan otomatik rotator kontrolü için uzak istemci bilgisayarınızdaki günlük tutma yazılımınıza bağlamak için yerleşik TCP sunucusu/istemci yazılımına s

RF AMPLIFİERS

Birçok modern amplifikatör, radyonun çıkış sinyalini algılayıp takip ederek tam otomasyon yeteneğine sahiptir. Bunu, SPE Expert serisi gibi günümüzün yüksek son amplifikatörlerinde bulunan otomatik anten anahtarlama ve tunerlere ekleyin, istasyonunuzun otomasyonu çok daha kolay. Bu amplifikatörleri ana bilgisayarınıza bağlamak yalnızca tek bir USB veya seri kablo alır ve istasyonunuzun yarısını izlemenizi ve kontrol etmenizi sağlar.

Uzak bir VPN bağlantısı ve bir RDP oturumu, amplifikatörü yapılandırmak ve izlemek için uzaktan erişim sağlayacaktır. Bunu RemoteRig RC-1216H arayüzü ile birleştirin ve ACOM ve SPE Expert amplifikatörlerini uzaktan yapılandırma ve çalıştırma olanağına sahip olacaksınız.

Başka bir seçenek ayrı amplifikatör ve tuner/anten anahtarları kullanmaktır. Elecraft K3 hattı gibi ekipmanlar, K3 alıcı-vericisinden gelen frekans verilerini okumak, amfi üzerindeki bandı ayarlamak, tuneri önceden ayarlanmış bir bellek konumuna ayarlamak ve uygun anteni seçmek için birleştirilebilir. Elecraft KPA500 amplifikatörü ve KAT500 tuner, hem ana bilgisayar için seri bağlantılara hem de **Şekil 24.45'te görüldüğü gibi uzak istemci bilgisayardan kontrol ve izleme için TCP sunucu/istemci yazılımına sahiptir.** Bunu bir uzak kafa radyo bağlantısı ile birleştirin ve istasyonunuza bir VPN veya VNC bağlantısına ihtiyacınız yoktur, size temiz, düşük bant genişliği bağlantısı sağlar .

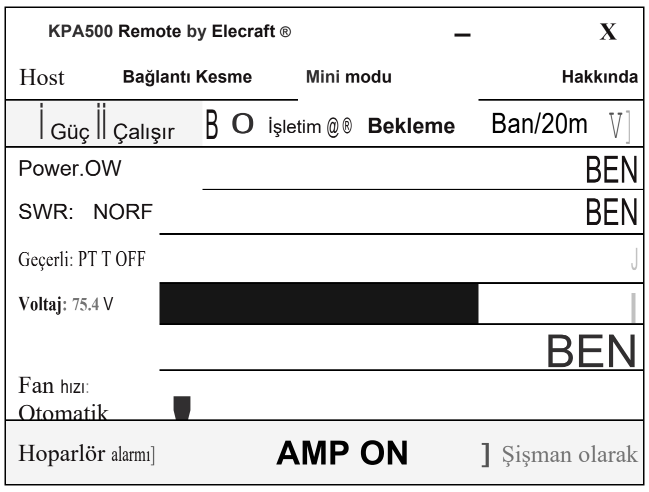
STATION MONITORİNG

İt önemliUzak bir istasyonun bir yarışmada veya bu nadir DX istasyonunu yakalamaya çalışırken doğru şekilde çalıştığını bilmek. Ana bilgisayardaki sayacı izlemek için seri portlar ve yazılım içeren birkaç güç ve SWR metre üreticisi vardır. TelePost LP-1 00A güç ölçer, ana bilgisayara bağlantı için bir RS-232 seri bağlantı noktası içerir. Bu yazılım bir VPN veya VNC bağlantısı üzerinden izlenebilir. Wizkers'ın TCP sunucu/istemci yazılımı, ana bilgisayarınız üzerinden uzaktan erişime izin verecektir.

Diğer bazı RF güç sayaçları, bir ana bilgisayardan geçmeden uzak bir siteden sayaca doğrudan bağlantı için dahili Ethernet bağlantılarına ve TCP sunucu/istemci yazılımına sahiptir. Şekil **24.46'da gösterilen MicroHam'ın SMQRF ölçüm cihazı,** operatöre istasyonun nasıl çalıştığı hakkında tam bir bilgi yelpazesi sunan ve bir sorun durumunda anten sistemini değerlendiren bir örnektir.

GÜÇ VE RÖLE KONTROLÜ

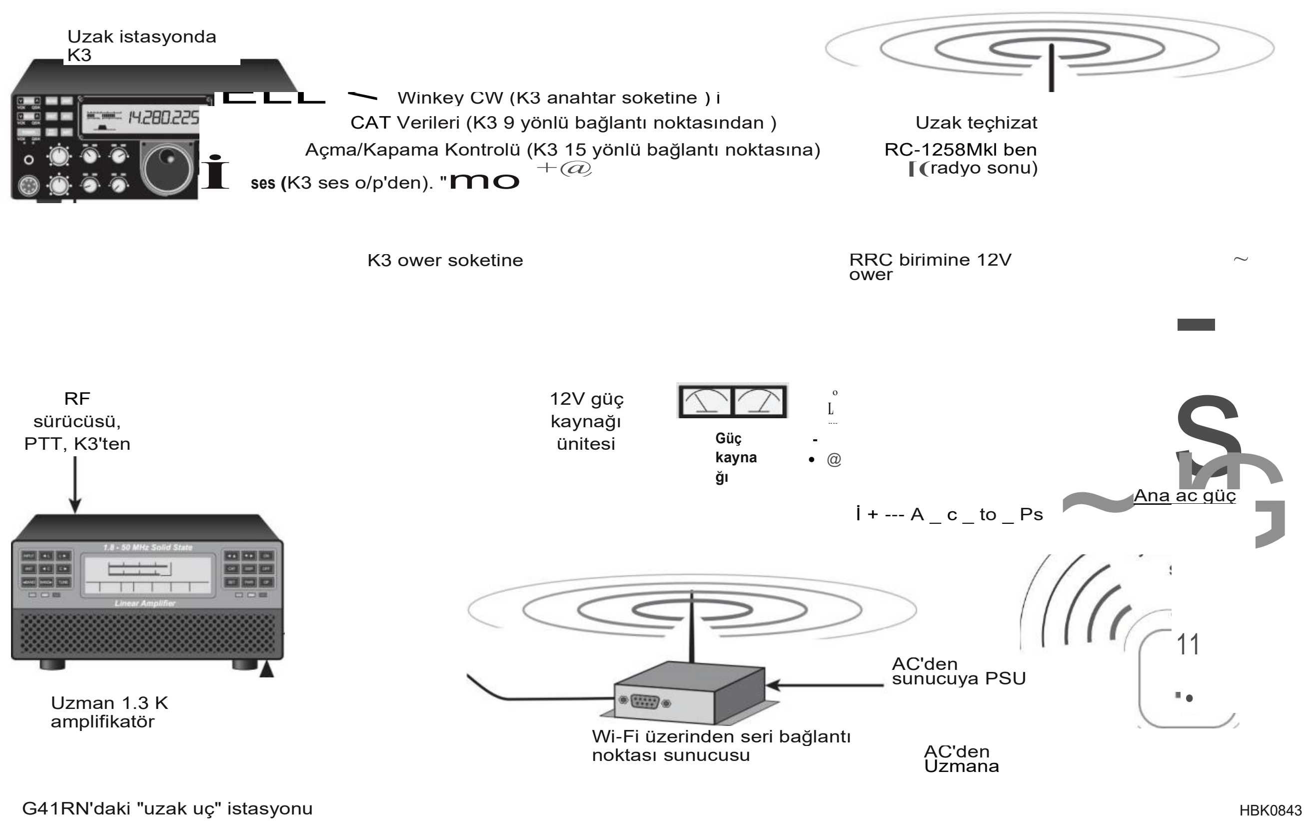
Kulübenizdeki cihazları uzaktan açıp kapatmanın birçok yolu vardır. Eğer istersen



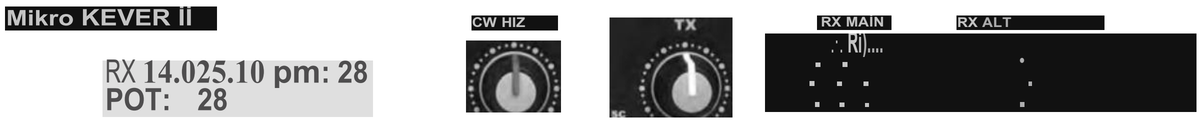
Şekil 24.45 - Elecraft KPA500 TCP sunucusu/istemcisi.



Şekil 24.46 - MicroHAM SMnRF güç ölçer.



Şekil 24.47- Belken WiFi anahtarları.



Şekil 24.48 - MicroHAM microKEYER II arayüzü.

Radyo, amplifikatör ve bilgisayarınızı açıp kapatmak veya antenler arasında geçiş yapmak için, bunu yapmak için mevcut ekipman vardır.

Cihazları kontrol etmek için telefon hattınızı kullanmak, bir telefonda DTMF tuş takımını kullanmak kadar basittir. Birçok üretici, DTMF tonları tarafından açılıp kapatılan yerleşik rölelerle telefon hattına bağlanmak için ekipman üretir. Velleman ve Viking Electronics'ten 1 ila 8 röleli birimler satın alabilirsiniz.

Röleleri kontrol etmek için İnternet'i kullanmak da mümkündür. Digital Loggers ve Belken, Android veya iPhone'unuzdaki bir uygulama tarafından açılıp kapatılabilen Ethernet özellikli güç şeritleri üretir. **Şekil 24.47,** G4IRN amplifikatörünü ve 12Vpowersupplyonandoff tıkamak için bir çift WiFi ünitesini nasıl kullandığını göstermek ... güç kaynağını açmak için harika çalışır veya İki anten arasında geçiş. Daha düşük bir maliyet seçeneği için Velleman, ana bilgisayarınıza USB ile bağlanan bir röle kiti yapar ve röleleri telefonunuzdan kontrol etmek için bir uygulama ile bilgisayarda çalışan bir yazılım sağlar.

RADIO İNTERFACES

Radyoyu bilgisayara bağlamak, telsizden bilgisayara seri kablolar ve ses kabloları çalıştırmak kadar basit olabilir, ancak seri bağlantıların yapılandırılması zor olabilir ve ses bağlantıları sesin alma ve iletme sesine girmesine izin verebilir. Radyo ve bilgisayar arasında bir arayüz kurulması önerilir. Birçok üretici, içinde CAT kontrolü olan çoğu radyo modeli için arayüz oluşturur, örneğin MicroHAM (Şekil **24.48'e bakınız),** Tigertronics ve West Mountain Radio'dan sunulanlar gibi. Arayüzleri kullanmak bağlantıları ve yapılandırmaları basitleştirir. Ayrıca, çoğu bilgisayarın sahip olduğundan daha yüksek kaliteli analog-dijital ses dönüştürücüleri sağlarlar.

Birkaç yeni radyo dahili arayüze sahiptir. Radyo ve bilgisayar arasında ses ve CAT için gereken tek şey bir USB kablosudur.

SERIAL PORT SUNUCULARI

Moxa Nport veya Digi Connect serisi gibi seri bağlantı noktası sunucuları, bir RS-232/422/485 cihazını bir Ethernet bağlantı noktasına bağlayan arayüzlerdir. Bu port sunucuları iki protokol arasında bir ağ geçidi görevi görebilir veya

Ethernet ağları üzerinden bir seri aygıt ve uzak bir bilgisayar arasındaki kapsüllenmiş seri trafik. İstemci bilgisayardaki yazılımınız Ethernet üzerinden seri cihazla iletişim kurmak üzere tasarlanmadıkça, kapsüllenmiş seri trafiği yönetmek için Digi RealPort gibi yönlendirme yazılımı gereklidir. Seri bağlantı noktası sunucuları, seri bağlantı noktasını bir uzak istasyon ekipmanı parçasına bağlamak için istasyonda bir bilgisayar kullanmak istemediğinizde kullanılır.

24.4.6 Uzak Site Gereksinimleri

PURCHASEVSRENTORLEASE

Yapmak istediğiniz şeyin her yönü üzerinde doğrudan kontrol sahibi olmak en çok istenen şey olsa da

Mümkün, bir kooperatif arazi sahibi ile bir kiralama veya kiralama düşünmek isteyebilirsiniz. Her iki durumda da, yetkili bir avukat tarafından hazırlanan ayrıntılı bir sözleşme veya sözleşmeye sahip olmak şarttır. Aklınıza gelebilecek her ihtimali ve özellikle arazi sahibi satmaya karar verirse ne olacağını eklediğinizden emin olun. Satın alma seçeneği ile kiralama veya kiralama, uzun vadeli bir taahhütte bulunmadan önce site

KARAYOLUYLA ULAŞIM SAĞLANABİLİR

Uzak siteniz gelişmiş bir mülkte değilse, oraya güvenli bir şekilde, yağmur veya parıltıyla ulaşabilecek misiniz? Uzak bölgede acil müdahale gerektiren herhangi bir sorun gelişirse ne olur? Kaldırım veya iyi bir - allweather, bakımlı çakıl yol mevcut olmalıdır. Sitede bulunduğunuz sırada acil durumların ortaya çıkması durumunda birden fazla giriş çıkış yoluna sahip olmak da önemli bir husustur. Bu endişeler, uzak bir siteyi satın almayı, kiralamayı veya kiralamayı kabul etmeden önce ele alınmalıdı

JEOLOJİ VE DİĞER TEHLİKELER

İlgili jeolojik faktörleri değerlendirin. Bir tepenin veya dağın tepesinde, ekipman barınağınıza veya kule tesisatlarınıza erişimi etkileyebilecek veya zarar verebilecek toprak hareketi kanıtı var mı? Mülkiyet bir deprem fay yakınında oturuyor mu? Yangın sezonunda önemli bir yangın riski var mı? İs yüksek rüzgar veya fırtınalara maruz site? Düz arazi sitelerinde, sel veya drenaj sorunları riski var mı? Unutmayın, ekipmanınızı kurtarmak için orada olmayacaksınız! Hem ilk inşaat faaliyetleriniz hem de devam eden bakım görevleriniz göz önüne alındığında, hayvanlardan veya böceklerden kaynaklanan herhangi bir vahşi yaşam tehlikesi var mı? Peki ya zehirli sarmaşık veya zehirli meşe gibi bitkilere karşı alerjiler veya reaksiyonlar? Potansiyel bir uzak sitenin tüm yönlerini, kötü sürprizlerle sonuçlanmadan önce özenle araştırın. İçin Makul bir ücret, değerlendirmenize yardımcı olacak bir Jeolojik ve Mülkiyet Tehlikeleri raporunu güvence altına alabileceğiniz şirketler var

RAW SİTE PREPARATION

Uygun mülkü bulmak için yeterince şanslıysanız, site hazırlama ihtiyaçlarını değerlendirdiğinizden emin olun. Özel ihtiyaçlarınızı karşılamak için uzak siteyi geliştirmek için ne kadar zaman ve para gerekecek? Orada dağıtılacak fırça ve bitki örtüsü var mı? Ağaçlar kesilecek mi? Buldozerlerin, ekskavatörlerin ve siperlerin siteye erişmesi gerekecek mi? Beton kamyonları mı? Servis araçları mı? İlgili tüm maliyetlerin özenle değerlendirilmesi gereksiz stresi azaltacaktır.

SITES WITH EXISTİNG FACILITİES

Kendi kendini destekleyen bir kuleye sahip bir site veya ihtiyaçlarınızı karşılayabilecek iki yer bulmak, ekipmanınız ve operasyonel ihtiyaçlarınız için yeterince büyük bir bina ile birlikte uzak bir altın kabı bulmak gibi olabilir. Ancak, kuleler ve inşaat konusunda deneyimli değilseniz, her şeyi değerlendirmek için profesyonelleri işe alın. Mevcut antenlerin ve ekipmanın kullanıldığı uzak bir yerde birlikte bulunmayı düşünüyorsanız, sorun olasılığını değerlendirmenize yardımcı olacak bir profesyonel tutmayı düşünün. Kuşlar ve intermodülasyon, sorunlar çözülemezse potansiyel bir çatışma ve stres kaynağı olabilir.

TERRAİN CONSIDERATİONS

Kullanmak istediğiniz bantlardaki araziyi değerlendirin. HF için Dean Straw, N6BV, HFTA - *Yüksek Frekanslı Arazi Değerlendirmesi adlı çok yararlı bir program geliştirdi.* (Bkz. *ARRLAntenna Kitabı.)* Antenlerinizin yerleştirilmesinde size yardımcı olması için HFTA'yı kullanın. Uzak alanınız kayalık bir dağın tepesindeyse mükemmel zemin/toprak iletkenliği beklemeyin.

Dikey antenler kullanmayı planlıyorsanız, ister dağın tepesinde ister düz bir alanda olsun, radyalleri yerleştirmek için tesiste yeterli alan olduğundan emin olun. Dikeylerin suya, özellikle tuzlu suya yakın yerleştirilmesi, uzun mesafeli DX için düşük kalkış açılarına ulaşmanın en arzu edilen yoludur. Tuzlu havaya veya spreye maruz kalmanın önemli bakım sorunları yaratacağını

NOISE DÜZEYLERI

Evinizden uzakta özel bir uzak istasyon inşa etmenin nedenlerinden biri gürültü seviyelerini düşürmek olduğundan, mevcut ve potansiyel gürültü kaynaklarını dikkatlice değerlendirmek isteyeceksiniz. Siteyi birkaç farklı hava koşulunda bir alıcıyla ziyaret ederek ve tam boyutlu bir dipol antenle kullanmayı düşündüğünüz tüm bantları dinleyerek başlayın. İf gürültü seviyeleri düşük, bu garanti değildir

Sorunlar farklı mevsimlerde veya donanım arızalarında ortaya çıkmaz. Yakındaki trafo merkezlerinden veya yüksek voltaj ve güç dağıtım hatlarından kaçınmalısınız. Bir siteyi diğer kullanıcılarla paylaşacaksanız, tam çalışmaya başlamadan önce intermodülasyonu ve bitişik kanal girişimini test etmek için onlarla koordine edin.

ELECTRICAL POWER

Uzak sitenizde zaten mevcut olan elektrik enerjisine sahip olmak kesinlikle çok para kazandırabilir. En ideal durum, uzak bölgeye yeraltı gücüne sahip olmaktır. Sitede veya mülkte mevcut değilse, AC gücünün kurulmasının tüm maliyetlerini değerlendirdiğinizden emin olun. Gerçekten uzak bölgeler, **Şekil 24.49'da gösterildiği gibi rüzgar, güneş veya jeneratör güç sistemleri gerektirebilir.**

Uzak alanınız güneş/rüzgar/pil gücü gerektiriyorsa, güneş ışığı yolunu ve süresini, rüzgar modellerini doğru bir şekilde değerlendirmeniz ve uzun süreli hava koşullarında kullanım ihtiyaçlarınızı karşılamak için yeterli pil depolaması sağlamanız önemlidir. "FM Çeviriciler için Güneş Enerjisi Sistemi Tasarımı" makalesi, uzak HF istasyonu şebeke dışı gücünün planlanması için değerli bir kaynaktır. (Aşağıdaki Kaynaklar bölümüne bakın.) Her bir ekipmanın güç gereksinimlerini iyice hesaba katmalısınız.

Alıcı-vericilerin görev döngüsü için çeşitli tahminler vardır. Güç kapasitesi değerlendirmesi için CW/SSB için %50'lik bir muhafazakar görev döngüsü önerilir. (RTTY/dijital/AM/FM görev döngüleri muhtemelen daha yüksek olacaktır.) İnternet anahtarları, yönlendiriciler, rotatörler, bilgisayarlar ve elektrikli herhangi bir şey de güç tüketir. Temel bir offgrid sistemine ek bir dizel veya propan uzaktan çalıştırma jeneratörü, özellikle bir amplifikatör kullanmayı planlıyorsanız, uygun bir seçenek olabilir. Uzak alanınız engebeli bir arazi kırsal alanındaysa, nihai planlar yapmadan önce bir dizel veya propan servis sağlayıcı aracın bölgeye ulaşabildiğinden emin olun! Bir kamyonda taşıyabileceğiniz daha küçük propan tankları kullanmak mümkün olabilir, ancak herhangi bir manifold tipi sistem, propan jeneratörü üreticisinin derecelendirmelerine dayanarak uygun BTU gereksinimlerinin karşılanabilmesini gerektirir. Bir güneş ve rüzgar uzaktan pil monitör sistemini durdurmak tavsiye edilir.

Tüm sistem ihtiyaçlarınızın doğru bir değerlendirmesini yaptığınızda, cömert bir ek olasılık faktörü ekleyin. Önerilen sisteminizde en az iki farklı'yeşil güç "ekipman tedarikçisinden teklif almanız ve herhangi bir şey satın almadan önce gereksinimlerinizi ve kullanım amacınızı tam olarak anladıklarından emin olmanız da önerilir.



Şekil 24.49 - Güneş panelleri, güç sağlamak için bir pil bankasını şarj etmek için kullanılabilir. Etkili şebeke dışı güç, doğru ve muhafazakar bir güç tahmini gerektirir ihtiyaçlar ve mevcut enerji kaynakları. [Rick Hilding, K6VVA, fotoğraf]

İNTERNET ACCESS

Uzak istasyonunuzu İnternet üzerinden çalıştırmayı planlıyorsanız, hücresel, kırsal kablosuz, DSL veya kablo TV gibi geniş bant servisinin yerel servis sağlayıcısından site değerlendirmesi yapmasını isteyerek sitenize ulaşabildiğinden emin olun. Uydu İnternet downlink hızı hızlı olabilir, ancak uplink hızı genellikle biraz daha yavaştır. Minimum bağlantı hızının her iki yönde de yeterli olduğundan emin olun.

Kontrol noktanız uzak siteye yeterince yakınsa, başka bir seçenek kendi özel kablosuz "köprü" sisteminizi uygulamaktır. Birden fazla "atlama" söz konusu olsa bile, doğru ekipmanla potansiyel olarak geniş bant İnternet'i kullanmaktan daha iyi sonuçlar elde edebilirsiniz. Hamnet teknolojileri (Dijital **Modlar ve Protokoller bölümüne bakın)** çok uzakta olmayan uzak bir istasyonu bağlamak için bir seçenek olabilir.

İNSURANCE VE SECURITY

"Bir şeyler olur" deyimini duymuşsunuzdur. Uzak site ekipmanınızı içeren mevcut bir ev sahibinin sigorta poliçesinde battaniye kapsamınız yoksa, ARRL "All-Risk" Ham Radyo Ekipmanı İnsurance Planına bakın. Uzak sitenizde çalışmak için başkalarını işe alacaksanız, sorumluluk kapsamı sorunlarının ele alındığından emin olun. Aynı şey herhangi bir misafir veya jambon gibi ziyaretçiler için de geçerlidir. Yetkili bir avukatın güçlü "Hold'ile bir" Sorumluluk Bırakma "anlaşması hazırlamasını sağlayın

Zararsız'bir dil.

Uzak siteniz yalnızca size aitse ve diğer hizmetlerle birlikte yaşama düzenlemesi değilse, tüm güvenlik gereksinimlerini (birlikte bulunsa bile bir zorunluluk) değerlendirdiğinizden emin olun. Bir veya daha fazla güvenlik kapısına, web kamerası gözetimine ve güvenlik ihlallerinin otomatik olarak uzaktan bildirilmesine ihtiyacınız olabilir.

KİŞİSEL GÜVENLİK

Yaşınız ne olursa olsun, sitede yanınızda birinin olması akıllıca olacaktır. Kendinizi ciddi şekilde kesebilir veya düşüp bir bacağınızı kırabilirsiniz. Eğer bölgede yaban hayatı tehlikeleri vardır, almak

Kendinizi korumak için uygun adımlar.

Bir ilk yardım çantası taşıyın ve uzak sitenizde bir tane hazır bulundurun. Çeşitli mühürlü gıda maddeleri gibi bazı acil durum malzemelerini varmint geçirmez bir kapta ve kendinizi mahsur bulmanız durumunda bir şişe su gibi saklayın.

Uzak alanınız yerel bir tekrarlayıcının kapsama alanı içindeyse, SOP'unuzun (Standart Çalışma Prosedürü) bir parçası olarak bir el telsizi (piller şarjlı) alın. Bu özellikle kırsal ve uzak işletme siteleri için önemlidir.

24.4.7 İstasyon Elinizde

Cep telefonunuzdan veya tabletinizden bant koşullarını çalıştırmak veya sadece izlemek neredeyse bilgisayarınızdan olduğu kadar kolaydır. Günümüzün akıllı telefon teknolojileri ile istasyonunuza Skype, VPN, RDP ve VNC bağlantıları oldukça mümkündür.

Doğrudan radyo veya radyo arayüzünüze bağlantılar için kullanılabilen veya geliştirilen birkaç uygulama vardır. *RRC-Nano,* RemoteRig'den Android cihazlar için bir uygulamadır (bkz **Şekil 24.50),** bu da istasyonunuzu uzaktan kumandaya almayı mümkün kılar. İt, telefonunuz aracılığıyla radyoya uzaktan erişim sağlamak için istasyon sahasındaki RemoteRig arayüzünü kullanır. Diğer bir seçenek de iPhone veya iPad için SmartSDR uygulamasıdır! FlexRadio Systems 6000 serisi SDR radyolarına bağlanın.

24.4.8 Uzaktan Çalıştırmanın Geleceği

Gelecek sınırsızdır! Donanım teknolojilerinde ve yazılım geliştirmede yaklaşmakta olan gelişmelerle, uzaktan çalışma yakında ikinci doğa olacak. Birkaç Amatör Radyo ekipmanı üreticisi, dikkatlerini ekipmanlarına uzaktan erişim sağlamaya yöneltti.

Şekil 24.50 - RemoteRig RRC-Nano telefon uygulaması





Şekil 24.51 - FlexRadio Maestro.

Çok uzak olmayan bir gelecekte bir gün amplifikatörde değişiklikler yapabilir, farklı bir anten seçebilir veya şiddetli hava koşullarının onu etkileyip etkilemediğini görmek için bir anteni test edebilirsiniz. Tüm bunlar, bir kafede otururken, Şekil 24.51'de görüldüğü gibi Maestro benzeri kontrol konsolundaki ekran aracılığıyla.

Raspberry Pi, radyo amatörleri için çok yönlü ve güçlü bir mikrobilgisayar haline geldi. Antenlerin kontrolü için bant kod çözme, radyolar için VPN sunucu arayüzleri ve uzaktan izleme için USB SDR'ler için projeler mevcuttur. Raspberry Pi ile proje hakkında daha fazla bilgi için, Ed James, KA8JMW ve Mike Pendley'in "Raspberry Pi: Amatör Radyo Projeleri için Düşük Maliyetli Bir Platform" konulu sunumuna K5ATM. ARRL'nin *Ahududu Pi Projeleri,* henüz biriyle oynamadıysanız ve bunları nasıl kullanacağınızı öğrenmek istiyorsanız başlamak için harika bir kitaptır.

24.4.9 Özel Etkinlikler ve Gösteriler

Uzak istasyonlar özel etkinlikler sırasında çok kullanışlıdır. Eğer bir Amatör Radyo gösterisi yapıyorsanız, etkili bir anten kurmak her zaman uygun olmayabilir ve çok fazla iletişim kuramayabilirsiniz. Yerel gürültü seviyeleri veya RFI problemleri önemli zorluklar ortaya çıkarabilir.

Evinize veya özel uzak istasyonunuza uzaktan bağlantı kurmak size kesin bir avantaj sağlayacak ve deneyimi izleyiciler için daha keyifli hale getirecektir. Örneğin, bir İzci Jamboree-On-The-Air etkinliğinde uzak bir istemci istasyonu kullanıldı. Genç izcilere, taşınabilir istasyonlarla ilgili olağan tavizler olmadan yetenekli bir istasyonun yardımıyla dünyadaki diğer izcilerle iletişim kurma şansı verildi. Bu, Amatör Radyo'nun neler yapabileceğinin daha etkili bir şekilde gösterilmesini sağlar.

24.4.10 Uzak İstasyon Sözlüğü

Uygulama - Bir hücresel akıllı telefona yüklenen bir uygulama (program).

Band decoder - Modem alıcı-vericisinden frekans verilerini okuyan ve bant genişliği filtresi gibi diğer ekipmanların otomatik kontrol anahtarlamasını kolaylaştıran bir arayüz cihazı.

Bant genişliği - Tipik olarak Mbps veya kbps olarak ifade edilir, bu hem veri aktarımı için bir İnternet bağlantısının yeteneğini hem de aktarılabilecek veri miktarını temsil etmek için kullanılır.

CAT - Bilgisayar Destekli Alıcı-Verici. Modem Amatör Radyo alıcı-verici ve bilgisayar arasındaki arayüz için kullanılır. Radyo kontrolü ve ses arabirimi sağlar.

Hücresel Modem - "Sıcak nokta'olarak da bilinir, cep telefonu şebekesi üzerinden bir İnternet bağlantısına izin verir.

CEPT- Avrupa Posta ve Telekomünikasyon Yöneticileri Konferansı. ABD'li amatörlerin ek lisans veya izin alma zorunluluğu olmaksızın üye ülkelerden faaliyet göstermesine izin verilir.

Cİ-V- İcom alıcı-vericilerini bilgisayarlara ve ilgili ekipmanlara arabirim yapmak için özel iletişim ortamı.

DDNS - Dinamik Alan Adı Sistemi.
Alan adlarını Dinamik İP adresleriyle ilişkilendirmek için sağlanan İnternet hizmetleri.

DHCP - Dinamik Ana Bilgisayar Yapılandırma Protokolü. Bu işlevsellik çoğu yönlendiriciye dahil edilmiştir ve sabit veya statik İP adreslerinin gerekli olmadığı bir LAN'daki bilgisayar aygıtlarına İP adreslerinin otomatik olarak atanmasını sağlar.

DSL - Dijital Abone Hattı. Sıradan bakır telefon hatları üzerinden evlere ve küçük işletmelere yüksek bant genişliği sağlayan bir teknoloji.

DTMF - Çift Tonlu Çok Frekanslı sinyalizasyon. Telefon ekipmanı ve diğer iletişim cihazları arasındaki telefon hatları üzerinden ses frekansı bandını kullanan tuş takımı sinyal sistemi. Touch-Tone ticari adıyla da bilinir.

Görev döngüsü - Sürekli "açık" olan bir cihaz normalde %00 görev döngüsüne sahip olarak kabul edilir. Mors kodu anahtarlaması öğeler ve karakterler arasında boşluklara sahiptir, bu nedenle görev döngüsü daha az olacaktır.

ERC - Kolay Rotatör Kontrolü. Bir bilgisayardan rotatörleri kontrol etmek için elektronik arayüzler.

Firewall - Bilgisayarlarda ve yönlendiricilerde, en aza indirmek veya tamamen yapılandırılabilen bellenim veya yazılım yetenekleri
Yetkisiz kullanıcıların erişimini engelleyin.

***Geniş** Bant-Hamnet* (BBHN)
Amatör Radyo frekanslarında özel firmware ile ticari WiFi ekipmanı kullanan yüksek hızlı kablosuz bilgisayar ağı.

*İnternet Servis **Sağlayıcısı (ISP)*** -
İnternet'e erişmek ve kullanmak için hizmetler sağlayan bir kuruluş.

IP- İnternet Protokolü. Bilgi paketlerini İnternet'teki cihazlar arasında yönlendirmek için kullanılan iletişim protokolü. (ayrıca bkz. *TCP)*
32 bit (dört bayt) ondalık adreslemeye dayanan İnternet Protokolü'nün (İP) IPv4-The dördüncü sürümü.

İPv6 - İnternet Protokolü'nün (İP) altıncı ve en son sürümü, dört onaltılık basamaklı sekiz grup kullanarak 128 bitlik adreslemeye dayanmaktadır.

İP Adresi - İnternet veya LAN aracılığıyla erişilebilen her bilgisayar veya cihaz, kendisine atanan 192.168.1.1 gibi benzersiz bir sayısal adrese sahiptir. İP adresi, cihazın sabit MAC adresiyle ilişkilidir.

kbps - Saniyede kilobitler (saniyede bin bit). Genellikle bant genişliği veri hızı yeteneği veya gerçek kullanım için bir referans olarak kullanılır.

LAN - Yerel Alan Ağı. Ev LAN'ı birden fazla bilgisayarın tek bir İnternet hizmetine bağlanmasını sağlar.

Gecikme - Bir noktadan diğerine veri yönlendirmede yer alan gecikmeler, aynı zamanda *AID dönüşüm* süreçlerinde de bir faktördür.

MAC adresi - Ortam Erişim Denetimi adresi. Ethernet veya WiFi arabirim kartları gibi ağ arabirim aygıtlarına verilen benzersiz bir adres.

Mbps - Saniyede megabit (saniyede bir milyon bit). Genellikle bant genişliği veri hızı yeteneği veya gerçek kullanım için bir referans olarak kullanılır.

MS - Milisaniye. Genellikle gecikmeyi ölçmek için kullanılan zaman birimi.

Netbook - Geleneksel bir dizüstü bilgisayar veya dizüstü bilgisayardan daha küçük bir taşınabilir bilgisayar. Birçok netbook artık sabit sürücüleri döndürmek yerine katı hal kullanıyor .

Ambalaj - Biçimlendirilmiş bir dijital bilgi kümesi. İnternet aracılığıyla gönderilen tüm bilgiler önce iletilmek üzere paketlere dönüştürülür.

Panadapter - Radyo tarafından alınan RF spektrumunu görsel olarak görmenizi sağlayan bir spektrum analizörüne benzer bir cihaz.

Pathping - İki İnternet bağlantı noktası arasında analiz için daha fazla zaman gerektiren, ancak daha ayrıntılı bir analizle sonuçlanan yol ve tracert fonksiyonlarının hibrit bir faydası.
Ping - İnternet veya LAN üzerinden başka bir bilgisayar cihazının kullanılabilirliğini tespit etmek ve ayrıca bağlantı için gereken gidiş dönüş süresini ölçmek için kullanılan bir yardımcı programdır.
Port yönlendirme - Gelen İnternet trafiğini yerel ağdaki belirli hedeflere yönlendirmek veya yeniden yönlendirmek için yönlendiricilerde en yaygın kullanılan işlevsellik.
POTS - Düz Eski Telefon Servisi. Bu genellikle İnternet yerine uzaktan ses ve kontrol sinyali yönlendirmesi amacıyla normal bir analog telefon sisteminin kullanılmasını ifade eder.
QoS - Hizmet Kalitesi. Bir telefon veya bilgisayar ağının genel performansı. Performans, ağdaki hizmetlere öncelik verilerek artırılabilir.
RDP- Uzak Masaüstü Protokolü. Microsoft tarafından geliştirilen ve kullanıcıya ağ bağlantısı üzerinden başka bir bilgisayara bağlanmak için grafiksel bir arayüz sağlayan tescilli bir protokol.
Uzak İstemci - Operatörün ana istasyon sitesini kontrol edeceği uzak konum. Bu bir ev konumu veya otel odası olabilir, ancak ana istasyon sitesine bağlantı olan her yerde olabilir.
Yönlendirici - Tek bir İnternet servis hattındaki trafiğin seçici olarak birden fazla bilgisayar cihazına dağıtılmasını sağlayan bir cihaz LAN'da. Birçok yönlendirici, yerel İP adreslerinin yanı sıra DHCP üzerinden otomatik olarak atanmasını sağlar.
SDR - Yazılım Tanımlı Radyo. Genellikle donanımda uygulanan bileşenlerin (örneğin mikserler, filtreler, amplifikatörler, modülatörler/demodülatörler, dedektörler, vb.) Bunun yerine kişisel bir bilgisayarda veya gömülü bir sistemde yazılım yoluyla uygulandığı bir radyo iletişim sistemi.
Seri Bağlantı Noktası Sunucusu - Bir bilgisayar veya aygıt seri bağlantı noktası (COM bağlantı noktası) ile bir Ethernet yerel alan ağı (LAN) arasında veri aktaran bir aygıt.
Smartphone - Entegre bilgisayar özelliklerine sahip taşınabilir cep telefonları için genel bir terim.
Statik İP - Bir bilgisayarda veya cihazda sabit bir İP adresi.
İstasyon alanı - HF bantlarında bir RF sinyali oluşturmak için gerekli olan vericinin, ana bilgisayarın, antenlerin ve ilgili ekipmanın gerçek fiziksel konumu. Bazıları *Remote Base terimini kullandı.*
Anahtar - Birden fazla bilgisayarın veya cihazın aynı İnternet veya LAN bağlantısını paylaşmasına izin veren bir ağ aygıtı.
TCP- Taşıma Kontrol Protokolü. Bir İnternet protokolü, genellikle ağlar üzerinden cihazlar arasında veri aktarmak için İP (bkz. İnternet Protokolü) ile birleştirilir.
TCP İstemcisi - Bir TCP Sunucusu aracılığıyla ekipmandan verileri uzaktan bağlamak ve işlemek için tasarlanmış yazılım
Bir ev ağı veya İnternet üzerinden.
TCP Sunucusu - TCP İstemci yazılımının bir bilgisayara veya aygıta uzaktan erişimini sağlamak için kullanılan ana bilgisayar yazılımı.
Tracert - İnternet boyunca paketler tarafından alınan yolu izlemek ve rota boyunca analizi değerlendirmek için bir yardımcı program.
VNC - Sanal Ağ Hesaplama. Başka bir bilgisayarı uzaktan kontrol etmek için Uzak Çerçeve Arabelleği protokolünü (RFB) kullanan bir grafik masaüstü paylaşım sistemi.
VPN - Sanal Özel Ağ. İnternet üzerinden başka bir ağa güvenli bir bağlantı oluşturmanızı sağlar.
Şelale - Sürekli güncellenen RF spektrumları dizisini gösteren bir grafik ekran.
WFi Sınırlı menzile sahip olmasına rağmen fiziksel kablolu bağlantısı olmayan bir ağ bağlantısı biçimidir. Kontrol standardı IEEE 802.11 tarafından da bilinir.
Kablosuz köprü - Noktadan noktaya dijital iletişim sağlamak için düşük güçlü verici-alıcı cihazları, genellikle Ethernet, örneğin İnternet servislerini geleneksel araçlara sahip olmayan alanlara arayüz oluşturmak için

24.4.11 Uzak İstasyon Kaynakları

Uzak bir istasyonun nasıl kurulacağına dair diğer harika kaynaklar için, aşağıdaki makalelere veya kitaplara bakın :

Aaker, Mark, K6UFO, "Amatör Radyo için Uzaktan İşletim: Bilinmesi Gereken On Şey" **k6ufo.com/attachments/Remote_ Op _ Ten _ Things.pdf**
Aaker, Mark, K6UFO, "Uzaktan Erişim - İplemenin Altı Yolu" **k6ufo'ya bakın.**
Aaker, Mark, K6UFO, "Remote RTTY Contesting" see **k6ufo.com/attachments/ K6UFO _ Dayton _ RTTY.pdf**
ARRL Web Sitesi Radyo ve Teknoloji Konuları, Bağlantı ve Uzaktan Kumanda**, www. arrl.org/link-remote-control**
Zanaat, Brock; Evans, Jonathan ve Cook, Mike, *Ahududu Pi Projeleri için Aptallar*
Ford, Steve, WB8IMY, *Uzaktan Çalışan Amatör Radyo,* ARRL tarafından yayınlandı.
Hilding, Rick, K6VVA, "Uzak Bir İstasyon Nasıl Kurulmaz - Bölüm 1 *Ulusal Yarışma Dergisi, Ocak/Şubat* 2010, s 8-10.
^ Hilding, Rick, K6VVA, "How Not to Build a Remote Station - Part 2", National *Contest Journal, Mar/Apr* 2010, pp 19-23.
James, Ed, KA8JMW ve Pendley, Mike, K5ATM, "Raspberry Pi: Amatör Radyo Projeleri için Düşük Maliyetli Bir Platform" **www.nm5hd.com/documents/ PRESENTATIONS/RaspberryPi.pdf**
Sepmeier, Bill, "FM Çevirmenler için Güneş Enerjisi Sistemi Tasarımı", Radyo Rehberi, Eylül 2008, pp 6, 8.
Yerger, Alfred T., WA2EHI, "Teçhizatınızı İnternet Üzerinden Uzaktan Kumanda Edin" **www.arrl.org/files/file/Technology/ LinkRemoteControl/RemoteControl. pdf**

Bu Bölümdeki Şirketler ve Web Siteleri için Web URL'leri

ACOM - **www.acom-bg.com**
Airspy - **www.airspy.com**
Ameritron - **www.ameritron.com Dizi**
Çözümleri - **www.arraysolutions. com**
Belken - **www.belkin.com/us**
Chrome Uzak Masaüstü - **remotedesktop.google.com/**
Digi - www.digi.com
Dijital **Kaydediciler - www.digital-İoggers . com**
-
Elecraft - **www.elecraft.com**
FlexRadio - **www.flexradio.com**
Ham Radyo Deluxe - **- www.ham-radiodeluxe.com**
Hamation - **hamation.com**
HAMNET - **www.broadband-hamnet. org**
İcom - **www.icomamerica.com/en**
İP Ses **- www.iwSedi.com/software/ ip-ses**
Kenwood - **www.kenwood.com/usa/com/ Amatör**
LogMein - **secure.logmein.com/home/en**
LogMein Hamachi - **www.vpn.net**
MicroHAM - microham-usa.com
Moxa - **www.moxa.com**
MyIPAddress - **www.myipaddress.com/ göster-my-ip-adresi**
Açık VPN - **openvpn.net**
PSTRotator - **www.qsl.net/yo3dmu/ index _ Page346.htm**
Ahududu Pi **- www.raspberrypi.org Rea**!
VNC **- www.realvnc.com/index.html**
RemoteHamRadio - www**. remotehamradio.com**
RemoteHams - **www.remotehams.com**
Skype - **www.skype.com**
Snaptek - **www.snaptekk.com**
SPE Uzmanı - **www.linear-amplifier.com**
SteppİR - **www.steppir.com**
Teamviewer - **www.teamviewer.com/en**
TelePost (N8LP) - **www.telepostinc.com/ n81p.html**
Tigertronics - **www.tigertronics.com**
TightVNC - **www.tightvnc.com**
TRX Yöneticisi - **www.trx-manager.com/ demoe.htm**
Velleman - **www.vellemanusa.com/home**
Vibroplex - **www.vibroplex.com**
Viking Elektronik - **www. VikingEiectronics.com** Websdr
- **www.Websdr.org West**
Mountain Radio - **www. westmountainradio.com**
WhatisMyIPAddress whatismyipaddress.com
Wizkers - **www.wizkers.io**

İçerik

Bölüm 25 - İndirilebilir Ek İçerik

Ek dosyalar

- Anten Analizörü Pet Püf Noktaları Paul Wade, W1GHZ
- RF Ölçümleri için Cihazlar Bruce Pontius, N ~ ADL ve Kai Siwiak, KE4PT
- ARRL Lab Test Prosedürleri Kılavuzu
- Dönüş Kaybı Köprüsü - James Ford, N6JF
- E-ve H-Alanı Probları Ward Silver, N0AX
- Vektör Ağı Analizörünüz (VNA) için Düşük Frekans Adaptörü Jacques Audet, VE2AZX
- Gürültü Dağılımı ve Ölçümü Paul Wade W1GHZ
- RF Alan Gücü Ölçer John Noakes, VE7NI
- RF Örnekleyici İnşaat detayları Thomas Thompson, W ~ IVJ
- RF Adım Zayıflatıcı Denton Bramwell, K7OWJ
- Test ve Ölçüm Bibliyografyası
- Test ve Ölçüm İleri Okuma
- Test ve Ölçüm Sözlüğü
- İki Tonlu Osilatör - ARRL Lab tarafından PCB resim ve düzen grafikleri
- Alıcı Testi ve Performansı Rob Sherwood, NC0B (ayrı klasör)
  - Alıcı Gürültü Zemin ve Bant Gürültü
  - Karşılıklı karıştırma testi prosedürü
  - Dinamik Aralık Ölçümleri için Sherwood Lab Kurulumu
  - Alıcı Performansının Sherwood Tablosu için Açıklanan Şartlar

Proje Dosyaları

- Sidney Cooper, K2QHE tarafından telafi edilen RF Voltmetre makaleleri
- Alan Bloom, N1AL tarafından Gate Dip Osilatör makaleler ve PCB sanat
- Logic Probe - Alan Bloom, N1AL tarafından desteklenen fotoğraflar ve grafikler
- RF Güç Ölçer - William Kaune, W7IEQ tarafından desteklenen dosyalar
- Tandem Match makaleleri John Grebenkemper, KI6WX
- Transistör Test Cihazı PCB sanat ve düzen grafikleri Alan Bloom, N1AL

Bölüm 25

Test Cihazları ve Ölçümler

Bu bölüm, orijinal olarak yazılmış Alan Bloom, N1AL, Amatör Radyo için ortak olan test ekipmanı ve ölçüm tekniklerini kapsar.

İlk bölümler ac, de ve RF ölçümlerini tartışır ve ticari olarak temin edilebilen test ekipmanlarında neyin aranacağını açıklar. Sonuç bölümlerinde, ARRL Lab tarafından gerçekleştirilen standart testler de dahil olmak üzere verici ve alıcı performans testleri tartışılmaktadır. Basit test ekipmanı inşaat projeleri de sunulmaktadır.

25.1 Üretim

Büyük fizikçi Sir William Thomson, Lord Kelvin'e (1824-1907) göre, "Konuştuğunuz şeyi ölçebildiğiniz ve sayılarla ifade edebildiğiniz zaman, onun hakkında bir şeyler bilirsiniz; Ama ölçemediğinizde, sayılarla ifade edemediğinizde, bilginiz yetersiz ve tatmin edici olmayan bir türdendir ". Elektronik test ve ölçümün amacı, elektronik cihazların özelliklerini ve performansını gözlemlenebilen, kaydedilebilen ve karşılaştırılabilen sayılarla ifade etmektir .

Amatör, temel elektronik ve test aletlerine hakim olmalıdır: multimetre, osiloskop, sinyal jeneratörü, RF güç ölçer ve SWR ve empedans analizörleri. Alan Bloom tarafından yazılan bu bölüm, NİAL okuyucunun bu araçlara ve ölçtükleri fiziksel parametrelere rehberidir. Bölüm, amatörler tarafından sıklıkla karşılaşılan gelişmiş enstrümanlara ve ölçümlere temel enstrümantasyonun ötesine geçiyor. Malzeme, mevcut tüm aletleri ve ölçümleri kapsayacak şekilde eksiksiz olmaya çalışmaz. Bölümün amacı, öğretmek ve eğitmek, yararlı projeler sunmak ve okuyucuyu radyo sanatının bu önemli yönleri hakkında daha fazla anlamaya teşvik etmektir.

25.1.1 Ölçüm Standartları

Ölçüm süreci, ölçüme atanacak uygun sayıları belirlemek için bir kural olan bir standart kullanılarak test edilen karakteristiğin değerlendirilmesini içerir. Geçmişte, aletler fiziksel nesneler tarafından temsil edilen standartlara göre kalibre edildi. Örneğin, uzunluk için referans standart, Paris, Fransa'da çevre kontrollü bir kasada depolanan, tam olarak 1.0 metre uzunluğunda bir platin çubuktu. 20. yüzyılın ikinci yarısında, çoğu ölçüm temel fiziksel sabitlere dayanarak yeniden tanımlandı. İn 1983 metre 1/299,792,458 saniye içinde boş uzayda ışık ile kat edilen mesafe olarak tanımlandı.

Amerika Birleşik Devletleri'ndeki en yaygın günlük ölçümler hala eski İmperial sistemi (ayaklar, inçler, pound, galonlar vb.) kullanırken, Elektronik ölçümler, metrik sistemin modem, gözden geçirilmiş versiyonu olan Systeme İnternational d'Unites Fransız adından sonra Sİ olarak adlandırılan uluslararası birimler sistemine dayanmaktadır. Sİ, uzunluk (metre, m), zaman (saniye, s), kütle (kilogram, kg), sıcaklık (kelvin, K), madde miktarı (mol, mo!), Akım (amper, A) ve ışık yoğunluğu (candela, cd) olan yedi temel birimi tanımlar. Diğer tüm birimler bu yediden türetilmiştir. Örneğin, elektrik yükünün birimi olan coulomb, s X A ile orantılıdır ve volt m boyutlarına sahiptir? x kg X s ° X A!

Amerika Birleşik Devletleri'nde ölçüm standartları, 1988 yılına kadar Ulusal Standartlar Bürosu (NBS) olarak adlandırılan federal hükümetin düzenleyici olmayan bir kurumu olan Ulusal Standartlar ve Teknoloji Kurumu (NIST) tarafından yönetilmektedir. [1](Notlar Referanslar bölümünde bulunabilir.) NIST'in hizmetleri *transfer standartlarının kalibrasyonunu içerir.* Tum'daki transfer standartları, şirketlerin ürünlerini kalibre etmek ve ölçmek için kullandıkları çalışma standartlarını kalibre etmek için kullanılır. Bu tür ürünlerin *NIST* tarafından belirtilen kurallara ve prosedürlere uyulduğu takdirde NIST izlenebilir olduğu söylenir. Hobiler tarafından kullanılan düşük maliyetli aletlerin çoğu, doğrulukta başka bir seviyedir, kendileri NIST izlenebilir olan veya olmayan aletlerle kalibre edilir .

25.1.2 Ölçüm doğruluğu

Doğruluk ve çözünürlük, genellikle karıştırılan farklı özelliklerdir. *Çözünürlük,* ölçülen bir değerdeki en küçük ayırt edilebilir farktır. *Doğruluk,* ölçümde beklenen maksimum hatadır. Örneğin, 8 basamaklı bir frekans sayacı, 100 MHz'lik bir sinyalin frekansını, 0.01 ppm (milyonda bir parça) olan Hz'lik bir çözünürlüğe ölçebilir. Bununla birlikte, doğruluk, referans olarak kullanılan ve tipik olarak 0.01 ppminalow-costinstrument için önemli ölçüde daha az doğru olan zaman bazlı osilatör tarafından belirlenir. Benzer şekilde, birçok dijital voltmetre ölçümleri doğruluk izinlerinden daha fazla çözünürlük basamağına görüntüleyebilir. Ekstra çözünürlük, sadece biraz farklı olan iki veya daha fazla değeri karşılaştırırken yararlı olabilir, çünkü yakın aralıklı ölçümler neredeyse aynı hataya sahip olma eğilimindedir. Fark daha sonra bireysel değerlerden daha doğru bir şekilde ölçülebilir.

Bir cihazın doğruluğu belirtilebilir Mutlak veya göreceli olarak veya bazen her ikisinde de. Mutlak spesifikasyonun bir örneği, tam ölçeğin %5'i doğruluğunda bir RF güç ölçerdir. Eğer tam ölçekli okuma 100 W ise, o zaman doğruluk artı veya eksi 5 Wat tüm güç seviyeleridir. Teorik olarak 10 W'lık bir okuma, 5 W ila 15 W'lık gerçek bir gücü temsil edebilir .

Göreceli doğruluk spesifikasyonunun bir örneği, %3'lük bir doğruluğa sahip bir analog voltmetredir. Bu, 1.000 V'luk bir voltajın artı veya eksi 0.030 V'luk bir doğrulukla ölçülebileceği anlamına gelir. 10.000 V'luk bir voltaj, artı veya eksi 0.3 V'luk bir doğrulukla ölçülebilir. Birleşik mutlak ve göreceli doğruluk spesifikasyonunun bir örneği,'l ppm artı bir sayım "doğruluğuna sahip bir frekans sayacıdır. 1 Hz çözünürlükte 100 kHz sinyal ölçülürken, bir sayı 100 kHz sinyalin 10 ppm'idir. Toplam doğruluk 1 + 10 = 11 ppm veya ± 1.1 Hz'dir .

Önemli bir nokta, ölçüm hatasının bir hata değil, herhangi bir ölçümün doğasında bulunan kusurların doğal bir sonucu olmasıdır. Hata kaynakları birkaç genel sınıfa ayrılabilir. *Sistematik hata tekrarlanabilir;* Ölçüm aynı şekilde alındığında her zaman aynıdır. Bir örnek, tüm ölçümlerin aynı yönde aynı yüzde ile kapatılmasına neden olan bir dijital voltmetredeki voltaj referansının yanlışlığıdır. *Rastgele hata gürültüden* kaynaklanır ve her ölçüldüğünde farklı bir ölçülen değerle sonuçlanır. Alıcı hassasiyet ölçümleri, gürültü seviyesinin rastgele dalgalanmalarına bağlı olarak değişen ses çıkışının sinyal-gürültü oranının ölçülmesini içerir.

Dinamik hata, ölçülen değer zamanla değiştiğinde ortaya çıkar. Tek taraflı bir vericinin peakenvelope gücü (PEP), ölçümün alındığı belirli bir zamanda mevcut olan modülasyona göre değişir. *İnstrument ekleme hatası (yükleme hatası olarak da adlandırılır)* genellikle gözden kaçan bir faktördür. Örneğin, bir voltmetre, devre çalışmasını etkileyebilecek ölçümü gerçekleştirmek için test edilen devreden en azından biraz akım çekmelidir. Yüksek frekanslı ölçümler yapılırken, ölçüm probunun kapasitansı genellikle önemli olabilir.

25.2 DC Ölçümleri

Malzeme ve ölçümlerle ilgili tartışmalar, -kısaltma *de genellikle* ölçüm sırasında sabit kalan akımları ve voltajları ifade eder. De akım veya voltaj hızla değişirse, ayrı olarak ölçülebilen bir ac bileşenine sahip olduğu söylenir.

25.2.1 Temel Kelime ve Birimler

Elektrik Temelleri bölümü, temel elektriksel ölçüm birimlerini ve bunların devre çalışmasıyla nasıl ilişkili olduğunu tanıtır. Aşağıdaki materyal, test ve ölçüm için ek ayrıntı noktalarını tartışmaktadır.

VOLTAJ

Voltaj için başka bir isim *potansiyel farktır, çünkü bir* devredeki iki nokta arasındaki elektrik potansiyelindeki farkın bir ölçüsüdür. Bu, radyo amatörleri, teknisyenler ve hatta birçok mühendis arasında yaygın olarak yanlış anlaşılan çok önemli bir noktadır. Potansiyel farkını ölçtüğünüz referans noktasını belirtmediğiniz sürece, bir devredeki belirli bir noktada "voltajdan" bahsetmenin bir anlamı yoktur. Normalde referans noktası ortak şasi veya devre olarak anlaşılır. Bununla birlikte, voltmetrenizin diğer ucunun başka bir yere bağlı olup olmadığını hatırlamakta fayda var. Devredeki nokta, okumalar muhtemelen farklı olacaktır. Voltaj, sadece tek bir devre düğümünün bir özelliği değil, iki nokta arasındaki potansiyel farkının bir ölçüsüdür. Bu yüzden voltmetrelerin iki ucu vardır.

Ne yazık ki, devre ortak bağlantısı -geleneksel olarak "zemin'olarak adlandırılır ve bu da insanların düzgün çalışması için Dünya'ya bağlanması gerektiğine inanmasına neden olur. Aslında, Dünya'ya göre voltajın, devre içindeki tüm potansiyel farklılıkları doğru olduğu sürece devre üzerinde hiçbir etkisi yoktur. Örneğin, düşük geçişli bir filtrenin düzgün çalışması için şasiye veya devre ortak bağlantısına "topraklanması" gerekebilir, ancak Dünya'ya "topraklanması" gerekmez.

Ucuz bir sayacı kalibre etmenin en basit yolu, daha doğru bir sayaç kullanmaktır. Örneğin, ev yapımı bir güç kaynağı oluştururken, analog panel ölçer bir dijital voltmetre (DVM) ile kalibre edilebilir, çünkü çoğu DVM bir analog sayaçtan daha iyi bir doğruluğa sahiptir. Belki de ev atölyesi için en pratik voltaj referansı entegre bir devre voltajı referansıdır. İC'deki özel devre teknikleri, çip üzerinde yaklaşık 1.25 V olan silikonun bant aralığı voltajına dayanan çok kararlı, düşük sıcaklık katsayılı bir referans oluşturmak için kullanılır. %0.1 ve daha iyi belirtilen doğrulukta İnexpensive cihazlar gibi şirketlerden temin edilebilir Analog Cihazlar, Doğrusal Teknoloji, Maxim ve Ulusal Yarı İletken.

GÜNCEL

Geleneksel akım, pozitif yükün akışıdır ve pozitif ila negatif voltaj yönünde veya bir devredeki daha yüksek voltaj noktasından düşük voltaj noktasına doğru aktığı kabul edilir. Negativelycharged elektronların negatiften pozitif voltaja ters yönde akışı bazen *elektronik akım olarak adlandırılır. Elektronik* ve konvansiyonel akım eşdeğerdir, ancak zıt yönlerde akar. Geleneksel akım çoğu devre tasarımında kullanılır ve diyotlar ve bipolar transistörler için semboldeki ok yönünde yansıtılır. *Bir ampermetre* akımı ölçmek için bir araçtır. Bir ampermetre, test edilecek akımı taşıyan iki elektromıknatıs arasındaki çekici kuvveti ölçerek kalibre edilebilir, ancak pratikte bilinen bir direnci seri olarak yerleştirmek, -direnç boyunca voltaj düşüşünü ölçmek ve Ohm yasasını kullanarak akımı hesaplamak daha kolaydır. Direnç ve voltaj her ikisi de doğru bir şekilde kalibre edilebilir, böylece yöntem iyi bir doğruluk sağlar.

En yaygın analog ampermetre tipi, işaretçinin sabit bir kalıcı mıknatısın kutupları arasına monte edilmiş dönen bir elektromıknatısa takıldığı D'Arsonval galvanometresidir. Bu sayacın modem formu

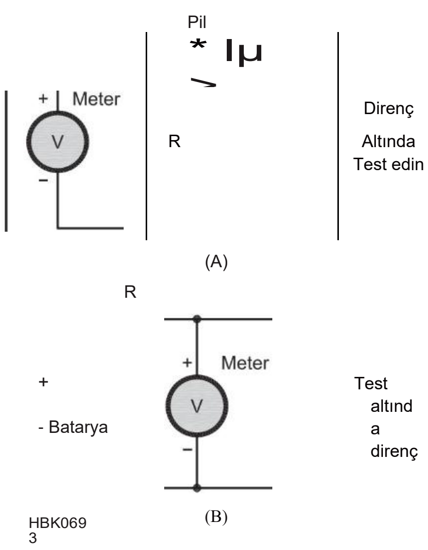
Edward Weston tarafından icat edildi ve iyi ölçek doğrusallık ve doğruluk sağlayan işaretçi için geri yükleme kuvveti sağlamak için iki spiral yaylar kullanır. Bu tip en yaygın olarak bulunan metre hareketleri, - yaklaşık 50 µA ile birkaç mA arasında tam ölçekli bir sapmaya sahiptir.

Dijital ammetreler, düşük değerli bir direnç boyunca voltaj düşüşünü ölçmek için bir analogdan dijitale dönüştürücü kullanır ve sonucu bir akım değeri olarak görüntülemek için ölçeklendirir. Genellikle analog sayaçlardan daha hassastırlar ve hassas hareketli parçaların olmaması nedeniyle daha sağlamdırlar.

RESİSTANCE

Ölçüm direnci, bir köprü devresinde veya aşağıda açıklandığı gibi bir ohmetrenin bir parçası olarak referans olarak kullanmak için bir veya daha fazla hassas direnç gerektirir. %1 dereceli dirençler sadece birkaç kuruşa mal olur ve birçok tedarikçiden çok çeşitli değerlerde kolayca temin edilebilir. Hassas *dirençler* genellikle %0.1 veya daha az toleransa sahip olanlar olarak kabul edilir ve tipik olarak küçük miktarlarda bir dolardan daha az kullanılabilir. %0.01 toleranslı parçalar için her biri birkaç dolar ödemeyi bekleyin.

Ohmmetre, direnci ölçmek için tasarlanmış bir metredir. Çeşitli devreler kullanılabilir, ancak çoğu **Şekil 25.1'deki basitleştirilmiş şemaların varyasyonlarıdır.** A devresinde, pil test edilen dirençle seri halindedir. Eğer direnç sıfır ise (test uçları kısadır), pil voltmetre ile paraleldir ve maksimum bir değer okur. İf



Şekil 25.1 - İki ohmmetre devresi.
A'da, metre sıfır ohm dirençle tam ölçeği okur ve direnç bağlı olmadan sıfırı okur. B'deki devre tam tersi; Metre, direnç bağlı olmadan tam ölçeği okur (sonsuz direnç) ve sıfır dirençle sıfır okur.

Direnç sonsuzdur (test uçları bağlı değildir) - metre sıfır okur. Direnç R'ye eşitse, iç referans direnci, metre yarı ölçekli okur.

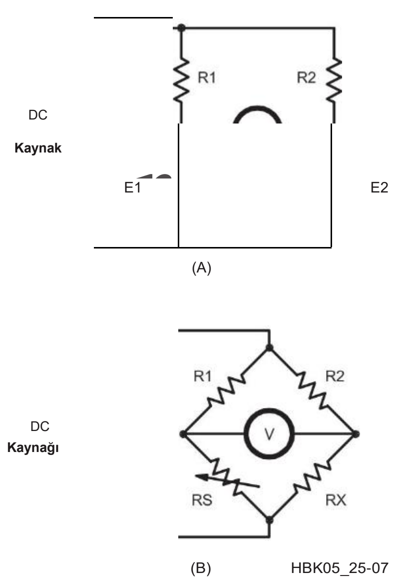
B devresinde, test edilen direnç voltmetre ile paraleldir. Sayaç göstergesi, seri bağlı devreden tersine çevrilir, yani sayaç sıfır direnç için sıfır, sonsuz direnç için tam ölçekli ve direnç R. eşit olduğunda orta ölçekli olarak okunur. Her iki devrede de, normal olarak sayacı tam ölçeğe ayarlamak için bir ayarlama yapılır. Test uçları kısaltılmış veya açıkken, uygun şekilde. Ek olarak, bir anahtar, yüksek veya düşük değerli dirençleri ölçmek için iç direnç R'nin farklı değerlerini seçer.

Wheatstone köprüsü, metrenin doğruluğuna bağlı olmayan bir direnç ölçme yöntemidir. Köprünün her kolu (R -R ve R, -R) bir voltaj bölücü oluşturur. **Şekil 25.2,** metre sıfır merkezli bir tiptir, böylece iki voltaj bölücünün merkez bağlantıları arasında hem pozitif hem de negatif voltajları okuyabilir. Şekil 25.2B'deki değişken direnç Rs, metre üzerinde sıfır okuma için ayarlandığında, köprünün iki kolu aynı orana sahiptir ,

$$\frac{R_1}{R_S} = \frac{R_2}{R_X}$$

Test altındaki direnç, R, hesaplanabilir

$$R_X = R_S \frac{R_2}{R_1}$$



Şekil 25.2 - Bir Wheatstone köprü devresi. Bir köprü devresi aslında bir çift voltaj bölücüdür (A). B normalde köprülerin nasıl çizildiğini gösterir.

Günümüzde, Wheatstone köprüsü, bir ohmmetre kadar uygun olmadığı için direnci ölçmek için nadiren kullanılır, ancak konsept daha sonra ele alınacak olan diğer birkaç ölçüm devresi türü için önemlidir.

25.2.2 Multimetreler

Bir *multimetre* muhtemelen bir elektronik deneycisi için en kullanışlı test ekipmanıdır. De voltajı ve akımı ölçmenin yanı sıra, çoğu da direnci ve düşük frekanslı ac voltajını ölçer. Diğer bir yaygın özellik, test uçları kısa devre yaptığında ses çıkaran bir tondur, bu da hızlı bir süreklilik test cihazı olarak kullanışlıdır. Çoğu modem multimetrede, direnç ölçümü için kullandıkları voltaj, bir silikon diyot veya transistörün kavşağını ileri doğru yönlendirmek için çok düşüktür; bu, - devre içi direnci ölçmek için arzu edilen bir özelliktir. Birçok multimetre ayrıca daha yüksek bir test voltajına sahip özel bir "diyot" moduna sahiptir, böylece diyotlar ve transistörler de test edilebilir. Düşük maliyetli dijital multimetrelerin bile frekans ve kapasitans ölçümü gibi işlevleri içermesi giderek yaygınlaşmaktadır.

ANALOG MULTİMETERLER

Neredeyse tüm analog multimetreler ekran için bir D'Arsonval metre kullanır. Dijital bir ekrana kıyasla, analog sayaçlar, test edilen devrede ayarlamalar yapılırken okumanın arttığını veya azaldığını görmenin daha kolay olması avantajına sahiptir. Deneyci, bu tür testler için ucuz bir analog multimetreye ve daha hassas ölçümler için daha yüksek kaliteli bir dijital cihaza sahip olmayı düşünebilir.

Bir *volt-ohm metre (*VOM), bir anahtar ve ölçeği ayarlamak için dirençler, direnç ölçme devresi için bir pil ve belki de ac voltajını de'ye dönüştürmek için bir diyot dışında elektronik devre içermeyen temel bir analog cihazdır. İsmine rağmen, çoğu akım, voltaj - ve direnci de ölçebilir.

VOM'un bir dezavantajı, voltajı ölçerken, sayacı çalıştıracak akımın test edilen devreden çekilmesi gerektiğidir. Bir VOM için bir değer figürü, *volt başına ohm (*Q/V) derecesidir, bu da metre hareketinin tam ölçekli akımının karşılıklı değeridir. Örneğin, VOM tam ölçekli 50 µA okuyan bir metre kullanıyorsa, volt başına 1/50 x 10 6 = 20.000 ohm vardır. 1-V ölçekte metre 20 k © 2 ve 10-V ölçekte 200 k © bir dirence sahiptir.

Test edilen devreye bağlı olarak, 50 µA'nın çizilmesi, devrenin ölçümünü veya çalışmasını bozmak için yeterli olabilir. Bu sorunu çözmek için, bazı analog sayaçlar yüksek giriş empedansına sahip dahili bir amplifikatör içerir. Vakum tüplerinin günlerinde, bu tür sayaçlar *vakum tüpü voltmetreleri olarak adlandırıldı*



Şekil 25.3 - Bu klasik HewlettPackard HP412A vakum tüplü voltmetre (VTVM), birçok modern katı hal multimetresini utandıran özelliklere sahiptir.



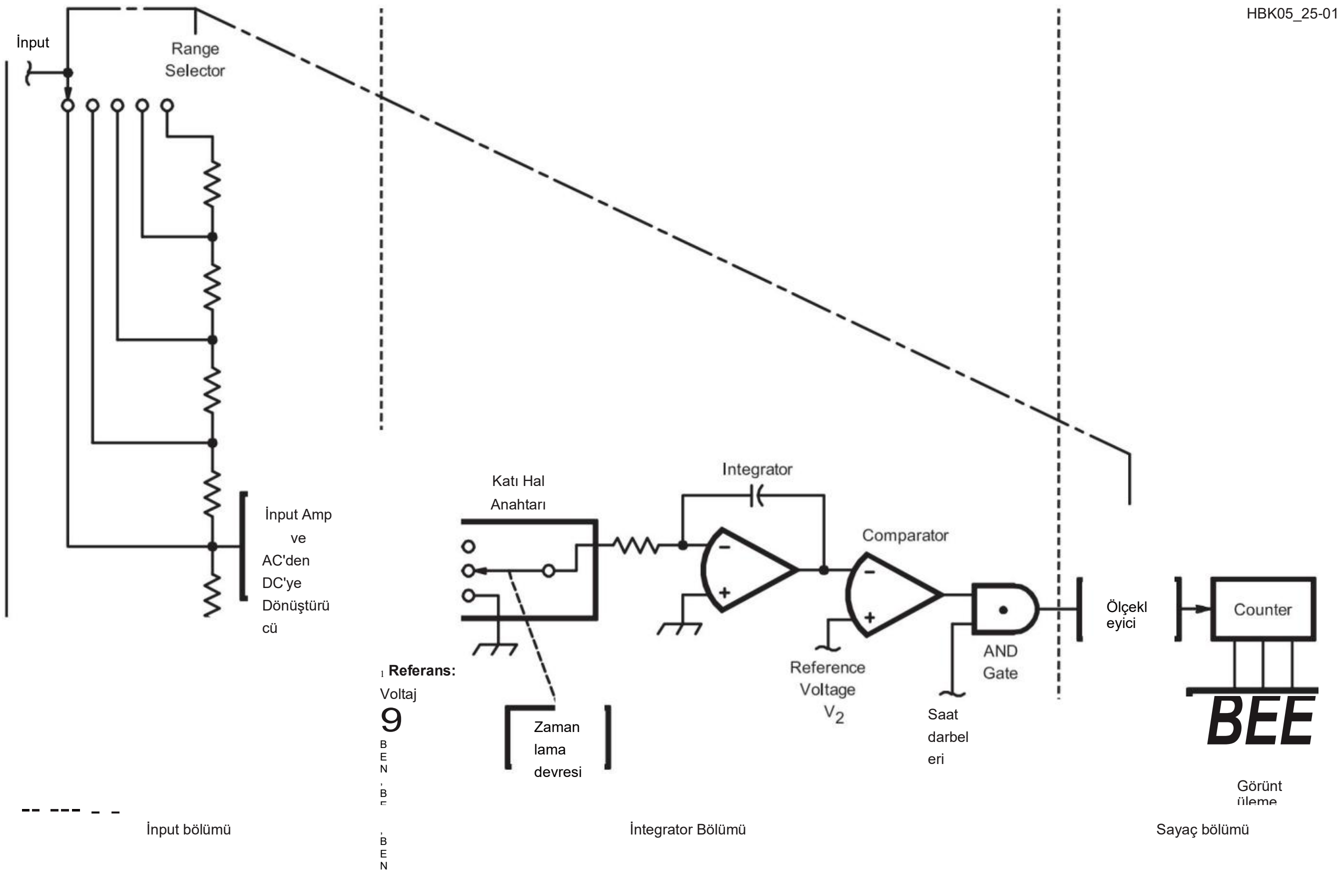
Şekil 25.4 - Modern bir dijital multimetre tipik olarak bir sıvı kristal ekran okumasına sahiptir.

(VTVM). Bir örnek **Şekil 25.3'te gösterilmiştir.** Modem eşdeğeri *elektronik voltmetre olarak adlandırılır* ve genellikle girişte alan etkili transistörlü bir amplifikatör kullanır. Yine, ismine rağmen, VTVM'ler ve elektronik voltmetreler genellikle akımı ve direnci de ölçebilir.

DİGİTAL MULTİMETERS

Ölçümlerini görüntülemek için bir analog metre kullanmak yerine, bir *dijital multimetre (DMM*), genellikle bir LCD ekran olan bir dijital okumaya sahiptir. Bir mikroişlemci - ölçüm işlemini ve ekranı kontrol eder. (Bakınız **Şekil 25.4.)** Ölçülen analog voltajı veya akımı dijital bir sayıya dönüştürmek içinBir mikroişlemci tarafından kontrol edilen bir analogdan dijitale dönüştürücü (ADC) gerektirir. Çoğu, mükemmel doğruluk ve düşük maliyet için nispeten yavaş bir ölçüm hızı sağlayan çift eğimli bir ADC tipi kullanır. (Analog-dijital dönüşüm Analog **Temelleri bölümünde tartışılmıştır**.)

Şekil 25.5'te gösterildiği gibi bir dijital voltmetre oluşturulmuştur. Giriş bölümü bir analog elektronik voltmetre ile aynıdır. Bir aralık



Şekil 25.5 - Tipik bir dijital voltmetre üç bölümden oluşur: ölçeklendirme için bir giriş bölümü, genişliği voltajla değişen bir darbeye voltajı dönüştürmek için bir entegratör ve darbenin genişliğini ölçmek ve ölçülen voltajı görüntülemek için bir sayaç.

Seçici anahtar, giriş sinyalini bir giriş ön amplifikatörü ile amplifikasyon için uygun şekilde ölçeklendirir; bu, ac sinyalini ADC tarafından dönüşüm için uygun olan de'ye dönüştürmek için ac modundayken kullanılan bir doğrultucu devresini de içerir.

Dijital multimetrelerle mümkün hale gelen ek bir özellik, *otomatik değiştirmedir. Seçici* anahtar sadece voltaj, akım, direnç ve diğer mevcut fonksiyonlar arasında seçim yapmak için kullanılır. Ölçek veya aralık, ölçülen sinyalin genliğine bağlı olarak otomatik olarak seçilir, bu da güzel bir kolaylıktır. Sinyal, sık aralık değişikliklerine neden olacak şekilde dalgalanıyorsa, genellikle otomatik aralığı kapatmanın ve aralığı manuel olarak seçmenin bir yolu vardır.

Seri veri arayüzüne sahip dijital multimetreler, bir PC tarafından veya bir PC'nin kontrolü altında kullanılmak üzere ölçümler alan ve depolayan bir veri kaydedici olarak da işlev görebilir.[2] Bu deneyciler için çok yararlı bir özelliktir.

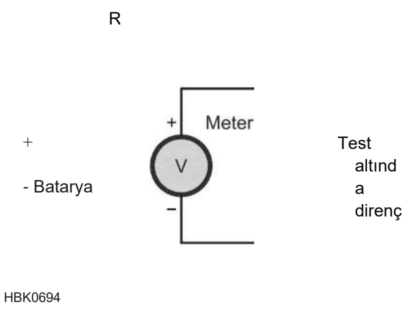
MULTİMETRE NASIL KULLANILIR

Bir ölçüm yapmaya hazırlanırken, yapılacak ilk şey seçmektir.Multimetre üzerindeki uygun işlev - voltaj, akım, direnç veya başka bir işlev. Metre otomatik değişen bir tip değilse, aralığı sayacı fazla aralamayan en düşük değere ayarlayın. Ölçülen voltaj veya akımdan emin değilseniz, yüksek bir aralıkla başlayın, test problarını bağlayın, ardından iyi bir okuma elde edilene kadar aralığı aşağı çevirin. Doğru fonksiyon ve aralığın seçilmesi, test uçlarının sayaç üzerindeki belirli konektörlere bağlanmasını içerebilir.

Yüksek voltaj ölçülürken, özel önlemler - alınmalıdır. 35 V kadar az tehlikeli olarak kabul edilmelidir, çünkü bazı koşullar altında insan vücudunda ölümcül akım üretebilir. Test problarını yalıtımlı tutamaklardan tutun, parmakları metal prob uçlarından uzak tutmaya dikkat edin. Multimetre üreticisinin maksimum voltaj değerlerine dikkat edin. Yüksek voltajı ölçmek için genellikle özel test probları mevcuttur. Sayacın nominal maksimum voltajını aşmayın.

Yüksek akım da tehlikeli olabilir.
Bir prob yanlışlıkla bir güç kaynağını yere düşürürse, kıvılcımlar uçabilir, ekipmana zarar verebilir ve operatörü tehlikeye atabilir. Yüzük ve bilezik gibi metal takılara dikkat edin. Eğer yüksek akımlı bir devre üzerinden bağlanırsanız, kötü bir serseri alabilirsiniz. Çoğu sayaç, cihazı akım ölçümü modunda aşırı akım durumundan korumak için bir sigortaya sahiptir. Multimetre açılırsa ancak her zaman sıfır okursa, sigortanın nasıl değiştirileceğine dair kılavuza bakın.

Bir akımı ölçmek için, sayaç devre ile seri olarak yerleştirilmelidir. Seri bağlantılı bir - devrede, tüm bileşenler aynı akımı taşır, bu nedenle eklenmesine izin vermek için hangi bileşenin bağlantısının kesildiği önemli değildir.



Şekil 25.6 - Düşük değerli dirençleri ölçmek için dört telli teknik. Mevcut kaynağı ve sayacı test edilen cihazın uçlarına ayrı ayrı bağlayarak, kurşun direncinden kaynaklanan hata azalır.

ampermetreyi açıyorum. Yüksek voltajlı bir - devreyi ölçüyorsanız, en uygun olanı veya düşük voltajlı bir noktada olanı seçin. Ac güç devrelerinin bağlantısını kesmeden ölçmek için, kelepçeli akım probları kullanılır.

İt, metre uçlarının direnci, tipik olarak bir ohm'un bir veya iki onda biri nedeniyle düşük değerli dirençleri doğru bir şekilde ölçmek zor olabilir. Önceki bölümde açıklanan seri bağlı ohmmetre devresi ile kalibrasyon prosedürü bunu telafi eder ve bazı dijital sayaçlar da telafi etmek için bir araca sahip olabilir. Bununla birlikte, doğru düşük direnç ölçümü, **Şekil 25.6'da gösterildiği gibi dört telli tekniği gerektirir.** Direncin her bir ucuna iki tel bağlanır, biri test akımını taşımak ve biri voltajı yüksek giriş empedansı voltmetre ile okumak için. Bu şekilde tellerin direnci ölçümü etkilemez.

Yüksek akımları ölçmek için benzer bir teknik kullanılabilir. En ucuz sayaçlar, tipik bir 100 W alıcı-verici tarafından 12-V bir güç kaynağından çekilen 20 A veya öylesine ölçmek için yeterince yüksek bir akım aralığına sahip değildir. Çözüm, akımla seri olarak yerleştirilmiş düşük değerli bir direnç olan harici bir sayaç şantı kullanmaktır. **Şekil 25.7'ye bakınız.** Multimetre, şant boyunca voltajı E olarak okur ve daha sonra akım Ohm Yasasından hesaplanır, İ = E/R, burada R

Şant direnci. Bu hizmet için tasarlanan dirençler, gerçek bir dört telli ölçüme izin vermek için iki yerine dört ipucuna sahip olabilir. Daha önce bahsedilen kelepçeli akım probları da kullanılabilir.

Özellikle analog multimetrelere uygulanan birkaç sorun vardır. Bir analog metre hareketi oldukça hassas bir cihazdır. Dava düşerse veya mekanik olarak şoklanırsa hasar görebilir. Aleti taşırken, metre hareketinin terminallerine paralel olarak düşük bir direnç veya kısa yerleştirmek iyi bir fikirdir, bu da sönümlemeyi arttırır ve durum etrafta zıplarken işaretçi hareketinin miktarını azaltır. Bazı multimetreler bu amaçla seçici anahtar üzerinde özel bir KAPALI konuma sahiptir. Diğerlerinde, en yüksek akım aralığına geçmek aynı şeyi başarır.

Çoğu D'Arsonval sayacı, sayacın önünden erişilebilen işaretçinin pivot noktasının yakınında bulunan bir ayar vidasına sahiptir. Bu, metrenin sıfır olarak okunacağı ve sinyal uygulanmayacak şekilde ayarlanmalıdır.

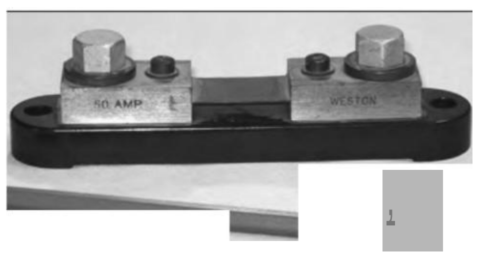
Bazı eski VO Ms, en yüksek direnç aralıklarında kullanılan yüksek voltajlı bir pil içerir. Katı hal cihazlarını test ederken, bu voltaj hasara neden olacak kadar yüksek olabilir. Herhangi bir şüphe varsa, en yüksek direnç aralıklarına ayarlandığında VOM'un test uçlarındaki voltajı test etmek için başka bir yüksek etkili multimetre kullanın.

MULTİMETRE CRİTİCAL SPECIFICATIONS

Bir multimetre seçerken ilk karar, analog veya dijital bir tip isteyip istemediğinizdir. Bu büyük ölçüde amatörce kişisel zevk. Dijital sayaçlar genellikle daha doğrudur, ancak analog sayaçlar bir devreyi belirli bir voltaj veya akım için ayarlamayı kolaylaştırabilir. Bir sonraki karar, elde tutulan veya tezgah tipi bir alet arasındadır. İkincisi daha fazla özelliğe ve daha iyi özelliklere sahip olma eğilimindedir, ancak açıkça daha az taşınabilir ve genellikle daha pahalıdır .

En belirgin seçim kriterleri, sağlanan özelliklerdir. Neredeyse tüm multimetreler gerilimi, akımı ve direnci ölçer ve çoğu da düşük frekanslı ac voltajını ölçer. Dijital sayaçlardaki diğer yaygın özellikler arasında otomatik düzenleme ve otomatik kapatma bulunur.

Şekil 25.7 -Bu 50-A, 50-mV akım şantı 0.05/50 = 0.001 © direncine sahiptir. İki büyük terminal test edilen devreye bağlanmak içindir ve iki küçük terminal bir voltmetreye bağlanmak içindir.



Multimetreler için Prob Adaptörleri

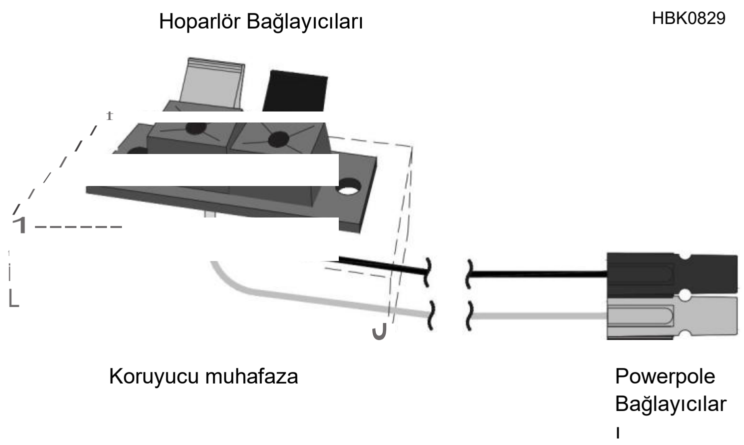
Multimetreler terminaller, bileşenler, teller vb. ile hassas temas için tasarlanmış test probları ile birlikte gelir. Problanacak öğe kolayca maruz kalırsa veya prob için başka türlü mevcutsa iyi çalışırlar. Bununla birlikte, konektör pimleri üzerindeki ölçüm sinyalleri, çoğu zaman bir meydan okumadır. Birçok konektördeki minyatür soketlere bir prob yerleştirmek genellikle mümkün değildir ve
konektör pimleri açıkta bıraktıysa, probun bitişik pimler arasında veya arasında kaymamasını sağlamaya çalışmak neredeyse İmkansız. Çözüm inşa etmek Şekil 25.A'nın üç örneğinde gösterildiği gibi bir adaptör.

Şekil 25.A1, bir yaylı, basmalı düğme, iki telli hoparlör konektöründe probları sabit tutmak için uygun bir yol sağlar.
Bir çift Powerpole konektörü. Tut Tellerin, düğmelerin ve konektörlerin renkleri karışıklığı önlemek için tutarlıdır. Ucuz bir plastik kutu gibi bir muhafaza, maruz kalan terminalleri korur.

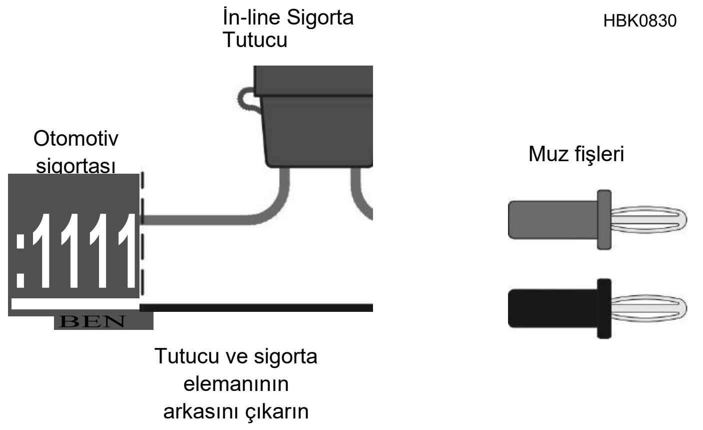
Şekil 25.A2, multimetreniz için akım ölçüm adaptörü yapmak için otomotiv tarzı bir sigortanın nasıl uyarlanacağını göstermektedir. İlk olarak, fuseholder ve sigorta elemanı arka çıkarın ve fuseholder açık pry. Lehim, maruz kalan terminallere yol açar, ardından fuseholder'ı yapıştırır veya tekrar bir araya getirir. Otomatik parça mağazalarında bulunan harici hat içi fuseholder'ı eklediğinizden emin olun, böylece devre korunur ve pahalı bir multimetre sigortasını üflemezsiniz. (Not - multimetre sigortaları derecelendirilmiştir
Güvenliğiniz için sayacın tam voltaj sınırları. Bunları düşük voltajlı sigortalarla değiştirmeyin.)

Şekil 25.A3 tipik bir adaptördür Terminal şeridi kullanan çok uçlu bir konektör için. Terminalleri pin numarasına göre düzenlemeye ve bunları etiketlemeye özen gösterin, böylece adaptörü kullanırken tahmin etmeniz gerekmez. İstasyonunuzdaki ortak konektörler için bir adaptör yapın ve asla pişman olmayacaksınız !

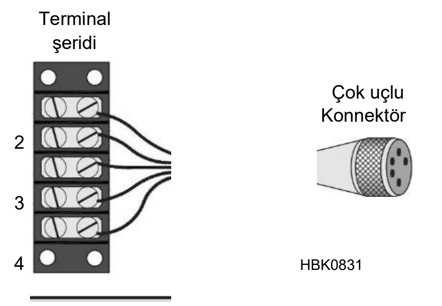
Bunlar sadece üç tür adaptördür - şüphesiz özel ihtiyaçlarınızda size yardımcı olacak daha fazlasını düşüneceksiniz. Adaptörleri inşa ederken ve kullanırken maruz kalan voltajlara ve kısa devrelere karşı kendinizi korumayı unutmayın. (Öneriler için W4QO ve KG4VHV ve QRP Quarterly'ye teşekkürler.)



Şekil 25.A1 - Probları sabit tutmanın uygun bir yolu



Şekil 25.A2 - Bir akım ölçme adaptörü yapmak için bir otomotiv tarzı sigorta uyarlama.



Şekil 25.A3 - Çok uçlu konnektör için tipik bir adaptör.

Bataryadan tasarruf edin. Daha yetenekli sayaçlar, veri tutma, tepe voltajı, gerçek RMS voltajı, 4-tel direnci, kapasitör test cihazı, indüktör test cihazı, diyot ve transistör test cihazı, mantık test cihazı, frekans sayacı, bilgisayar veri günlüğü ve grafik ekran gibi özellikleri içerir.

Genellikle belirtilmeyen önemli bir özellik, aşırı voltaj ve aşırı akım korumasıdır. Analog sayaçlarda, aşırı voltajdan korumak için sayaç hareketi boyunca dahili arka arkaya diyotlar olabilir. Çoğu dijital sayaç, belirtilen maksimumun altındaki herhangi bir voltajdan zarar görmesini önleyecek otomatik ayarlama içerir. Her iki tipteki akım ölçüm girişi normalde bir sigorta ile korunur.

Bir sonraki en kritik spesifikasyon, voltaj, akım, direnç ve sağlanan diğer fonksiyonların mevcut ölçüm aralıklarıdır. Analog sayaçlar, voltaj ve akım aralıklarını bir faktörofüç ile boşluğa eğilimlidir. Örneğin, tam ölçekli voltaj okumaları 3 V olabilir, 10 V, 30 V, 100 V, 300 V veya belki 5 V, 15 V, 50 V, 150 V, 500 V. İkincisi, yaygın olarak ölçülen iki voltaj nedeniyle özellikle iyi bir seçimdir, 12 V de ve 120 V ac, doğruluğun en iyi olduğu aralığın tepesine yakındır. Ne kadar çok aralık seçimi - sağlanırsa, ölçülebilen değerlerin yayılma alanı o kadar büyük olur. Otomatik değişen cihazlarla, ölçüm minimum ve maksimum aralığı, kılavuza danışmadan açık olmayabilir.

Giriş empedansı, multimetrenin test edilen devre üzerindeki etkisini en aza indirmede önemlidir. İmpedance voltaj ölçümleri için yüksek ve akım ölçümleri için düşük olmalıdır. VOM'lar için voltaj ölçümleri için liyakat rakamı, volt başına ohm değeridir. Giriş direncini elde etmek için tam ölçekli voltaj aralığını volt başına ohm ile çarpın. Hem dijital hem de analog elektronik - voltmetreler genellikle tüm voltaj aralıklarında, tipik olarak 1 ila 11 Mn arasında aynı giriş empedansına sahiptir. Akım ölçümleri için giriş direnci genellikle yük *voltajı ile belirlenir, bu da* tam ölçekli bir sinyalle test uçları boyunca voltaj düşüşüdür. Tipik değerler birkaç milivolttan bir volttan daha fazlasına kadar geniş ölçüde değişir. Voltaj düşüşü genellikle ölçüm çözünürlüğü pahasına daha yüksek bir akım aralığına geçerek azaltılabilir.

Ölçüm doğruluğu bazı uygulamalar için önemli bir özellik olabilir. Ucuz bir analog sayacın voltaj ve akım doğruluğu %3 veya daha fazla olabilir. En iyi analog sayaçlar %I aralığında doğruluk özelliklerine sahiptir. Bu seviyede, doğruluk paralaks tarafından sınırlandırılabilir, *bu da görüş* açısını değiştirdikçe sayaç okumasının değişmesine neden olur. Bunu azaltmak için, bazı üst düzey analog sayaçlar bir *ayna ölçeğine sahiptir.* İşaretçinin aynadaki yansıması eşit ve zıt bir paralaks hatasına sahiptir Doğru okumanın ikisi arasında yarı yolda olması için, yansıtılmamış işaretçiye.

Bir dijital sayacın doğruluğunu, ekrandaki basamak sayısından mutlaka söyleyemezsiniz. Genellikle doğruluk analog devre ile sınırlıdır. Bununla birlikte, basamak sayısı çözünürlüğü tanımlar; bu, neredeyse eşit iki okumayı karşılaştırırken veya bir devreyi bir tepe veya minimum değer için ayarlarken önemli olabilir. Tipik bir DMM, de ölçümleri için %0,1 ila %1 ve AC voltajı için %1 ila %3 arasında belirli bir doğruluğa sahip olabilir. (AC ölçümleri bölümüne bakın.) Birçok ucuz dijital multimetre - yayınlanmış özelliklere sahip değildir ve çok doğru olmayabilir.

Birçok tezgah tipi multimetre ve bazı el tipi üniteler bir bilgisayara bağlanabilir. Bu, bilgisayarın otomatik okumalar almak ve sonuçları bir bilgisayar dosyasında saklamak için cihazı kontrol etmesini sağlar. Bazı eski test ekipmanları, IEEE-488 (Hewlett-Packard ekipmanında HPİB) olarak da bilinen bir GPİB (genel amaçlı arayüz veri yolu) arayüzüne sahip olabilir. Bir PC'ye bağlantı sağlamak için GPİB-USB dönüştürücüler mevcuttur.[3] Modem cihazları genellikle bir USB veya R-232 arabirimine sahiptir .

KULLANILAN VE FAZLA MULTİMETERLER

Şekil 25.3, bir jambon bit pazarında veya VTVM 412A bir Hewlett-Packard modeli olan İnternet'te ortaya çıkabilecek tipik bir multimetreyi göstermektedir. Eski olmasına rağmen, modem birimlerinde nadir bulunan yeteneklere sahip çok kullanışlı bir cihazdır. Örneğin, 1 mV (0.001 V) tam ölçeğe kadar gerilimi ölçebilir ve akım ölçümleri için yük voltajı 10 mA'ya kadar olan akımlar için sadece 1 mV'dir, 100 m'ye kadar yükselir Vat 1 A. En yüksek direnç aralığı 100 Mn merkez ölçeğidir, bu da yaklaşık 1 GO'ya kadar makul derecede doğru direnç ölçümlerine izin verir. Sadece eski olduğu için fazla ekipmanı göz ardı etmeyin. Bazıları gerçek bir pazarlık .

Kullanılmış bir analog multimetre satın alırken, kontrol edilmesi gereken en önemli şey metre hareketinin kendisidir. D'Arsonval sayaçları oldukça hassas ve hasar görmesi kolaydır. Bir VOM veya pille çalışan multimetre için, cihazı direnç ölçüm moduna alın, ardından test uçlarını kısa ve kısa tutun. İğne sıfır ve tam ölçek arasında düzgün hareket etmelidir. Eğer bu testi yapamazsanız, en azından iğnenin sıfıra yakın durduğundan emin olun. İğneyi hareket ettirmek için aleti ileri geri döndürün ve bağlanıyor gibi görünüp görünmediğini gözlemleyin. Hasarlı bir sayaç hareketini onarmak zor veya imkansızdır.

Dijital multimetreler analog sayaçlardan daha az hassastır ve arızalarının çoğu doğada elektroniktir, bu nedenle bazen normal sorun giderme teknikleri kullanılarak Mümkünse, satın almadan önce kullanılmış ekipmanı test etme fikri. Mümkün olan her durumda, temelde sağlam olduğundan emin olmak için metre ile voltaj ve direnci ölçün.

25.2.3 Panel metre

Analog panel sayaçları yeni satın almak için oldukça pahalıdır, bu yüzden birçok deneyci bit pazarı pazarlıklarına göz kulak olur. Genellikle sayaçların değerinden daha düşük bir fiyata satılan iyi kurtarılabilir panel sayaçlara sahip eski "tekne ankrajı" ekipmanlarını bulabilirsiniz.

Fazla sayaçlardaki ölçek işaretleri genellikle sayacın içinden akan gerçek akımdan ziyade sayacın ekipmanda ölçtüğü şeyi temsil eder. Bazen metre hareketinin tam ölçekli akımı, ölçeğin altındaki küçük metinlerde gösterilecektir. Bununla birlikte, bu, sayaç terminallerinde ölçülen akımla aynı olmayabilir, çünkü bazı sayaçlar dahili bir şant içerir.

Bir fazla sayacın tam ölçekli akımını ve direncini bilmenin tek kesin yolu onu ölçmektir. Direnç, bir multimetrenin ohmmetre fonksiyonu ile ölçülebilir, ancak dikkatli olun. En düşük direnç aralıklarında, multimetre test edilen sayaca zarar vermek için yeterli voltaj ve akım verebilir. Eğer multimetre otomatik değişen bir tipse, otomatik değişen bir ohmmetre ile otomatik değişen kapalı tum yapamadığınız sürece test akımını kontrol etmenin bir yolu yoktur, - Ölçümü en yüksek direnç ölçeğinde başlatın ve ardından geçerli bir okuma elde edilene kadar ölçeği her seferinde bir adım azaltın, Aşırı menzilli olmadığından emin olmak için test altındaki sayaca göz kulak olurken.

Bir panel sayacının hem tam ölçekli akımını hem de direncini ölçmenin daha güvenli bir yolu, onunla seri olarak yüksek değerli bir direnç yerleştirmek ve kombinasyonu adc güç kaynağına, belki de bir bataryaya bağlamaktır. 100 k © dirençli (15 µA akım) seri bir 1.5-V pil iyi bir başlangıç noktasıdır. Metre üzerinde iyi bir okuma elde edilene kadar daha küçük ve daha küçük direnç değerlerini denemeye devam edin. Metrenin ölçek yüzünde işaretlenen ölçeğin doğrusal olduğunu varsayarsak, tam ölçekli akım

$$İps = İrESr \frac{Dis}{DrEST}$$

İµ tam ölçekli metre akımıdır, Dµg ölçeğin tam ölçekli işaretlemesidir, Drgsr test akımı ile ölçülen iğne göstergesidir ve İgsr direnç boyunca voltaja eşit olan test akımıdır. Metrenin direnci, metre boyunca voltajın lrEsT'ye bölünmesidir

USING PANEL METRE Fazla veya yeni olsun, bir panel sayacının tam olarak ihtiyacınız olanı ölçmesi nadirdir

Belirli bir uygulama için. Genellikle akım veya voltaj hassasiyetini değiştirmelisiniz.

Tam ölçekli akımı artırmak için, sayaca paralel olarak bir akım şantı yerleştirin. Bu sadece değeri

$$K_{SHUNT} = R_y \frac{İ_V}{İ_{rs} - İ_M}$$

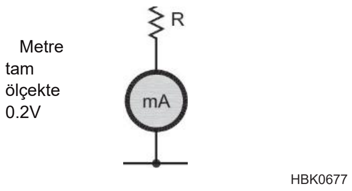
Burada R metre direnci, İ metre tam ölçekli akımdır ve İi istenen tam ölçekli akım okumasıdır. Şant direnci, yüksek akımlı şantlar için çok küçüktür, bu nedenle tellerin veya devre izlerinin direnci önemli bir hataya neden olabilir. Bu hatayı azaltmak için, sayacı doğrudan şant uçlarına bağlayın, yüksek akım yolu ile ortak teller veya devre izleri olmadan.

Bir direnç veya form olarak kullanılan diğer bir bileşenin etrafına bir bakır tel uzunluğu sararak düşük değerli bir şant yapabilirsiniz. Bununla birlikte, ne yazık ki, bakırın direnci zayıf bir sıcaklık katsayısına sahiptir, tipik olarak C derecesi başına yaklaşık yüzde 0,4'tür. Bu, sayaç okumasının sıcak ve soğuk bir gün arasında %10'dan fazla değişebileceği anlamına gelir. Tel, içinden geçen yüksek akımdan kendiliğinden ısınırken, sayaç okuması kolayca %20 veya daha fazla hata yapabilir. Ticari şantlar, nikrom gibi düşük sıcaklık katsayısına sahip bir metalden yapılır. Bakır telli şantiyeler sadece doğruluğun önemli olmadığı yerlerde kullanılmalıdır. (Ayak başına ohm cinsinden tel direnci tablosu (Q/ft) **Bileşen Verileri ve Referanslar bölümünde mevcuttur** .)

Eğer panel metre voltajı ölçmek için kullanılacaksa, metre ile seri olarak bir voltaj çarpan direnci yerleştirilir. Değeri

$$R_{MULT} - R_M \frac{V_{is}}{I_V}$$

Vµ istenen tam ölçekli voltaj olduğunda, İ metre tam ölçekli akımdır ve R "metre direncidir. Metre bir iç akım şant varsa, normalde multiplierresistor değerini maksimize etmek için kaldırılmalıdır. Yüksek voltajlı uygulamalar için, bir güç derecesine ek olarak, bir direncin, tipik bir 4 W delikli direnç için belki de 200 ila 250 V'luk bir çalışma voltajı spesifikasyonuna sahip olduğunu unutmayın. Dereceden daha yüksek voltajlar uygulamak - nominal güç dağılımı aşılmasa bile - direncin gövdesi boyunca ark ile sonuçlanabilir. Gerilim derecesinden daha yüksek bir voltaj ölçmeniz gerekiyorsa,



Şekil 25.8 - Arka arkaya silikon diyotlar maksimum voltajı sınırlayarak sayacı korur. R değerinin nasıl seçileceğine ilişkin bir tartışma için metne bakın.

Seri olarak birkaç direnç kullanın. Örneğin, 2000-V bir güç kaynağını ölçmek için, her biri istenen direncin onda biri değerinde olan seri on 4 W direnç uygun olacaktır.

Projenizde aynı panel sayacını birkaç farklı amaç için kullanmayı düşünüyorsanız, seçimi yapmak için bir break-before-make anahtarı kullandığınızdan emin olun. Bu, sayacı, bir an için bile aynı anda iki devreye asla bağlanmadığından emin olarak korur.

Analog D'Arsonval sayaçlar, aşırı akıma maruz kaldığında kolayca hasar görür. Onları korumak için standart bir teknik, sayaca paralel olarak arka arkaya diyotları bağlamaktır. Silikon bağlantı diyotları, düşük voltajlar için açık bir devre gibi davranma özelliğine sahiptir ve ileri voltaj yaklaşık 0.4 V'ye ulaştığında iletmeye başlar. Çoğu metre, hasar görmeden tam ölçekli akımın iki katına kadar dayanabilir. Bu yüzden **Şekil 25.8'de direnç R'yi seçin,** böylece metre akımı tam ölçekte olduğunda diyotlar arasındaki voltaj yaklaşık 0.2 V olur, yani

$$\frac{R_92YRS}{İ_M}$$

Burada i tam ölçekli metre akımıdır ve R metre direncidir. Eğer bu denklem R için negatif bir değerle sonuçlanırsa, her diyotu seri olarak iki diyotla değiştirin ve denklemde of0.2 Vin yerine 0.4 V kullanarak yeniden hesaplayın.

MAKNG YENİ PANEL ÖLÇEĞİ

Metre ölçeğinde basılan ölçek, projeniz için asla ihtiyacınız olan şey değildir. Genellikle sökebilirsiniz

Ölçeği değiştirmek için ölçek plakasını kaldırmak için metre. Temiz bir ortamda çalıştığınızdan emin olun ve herhangi bir toz veya diğer kirletici maddenin hassas mekanizmaya girmesini önlemek için ölçek üzerinde çalışırken sayacı geçici olarak yeniden monte edin. Manyetik metal kalıntıların, kalıcı mıknatıslar tarafından çekildiği metre hareketine giremediğine özellikle dikkat edin.

Ölçek işaretlerini kendi amaçlarınız için değiştirmek için çeşitli yöntemler vardır. Sadece etiketler yanlışsa ve onay işaretleri uygun şekilde yerleştirilmişse, kalıcı bir işaretleyici veya kuru aktarım etiketleri ile yeni etiketler ekleyebilirsiniz. Eski etiketler kullanışlı değilse, bazen bir kalem silgisi ile çıkarılabilirler. Tamamen yeni bir metre ölçeğine ihtiyacınız varsa, eski bir numara, ölçek plakasını yapıştırmak ve yeni ölçeği arkaya çizmektir. Bununla birlikte, yazılım özel ölçekler tasarlamak ve yazdırmak için kullanılabilir. Bir İnternet araması, indirilebilir ek içeriğe dahil olan Jim Tonne, W4ENE tarafından yapılan Meter Basic gibi düzinelerce düşük maliyetli ve ücretsiz prograı

DİGİTAL PANEL METRE

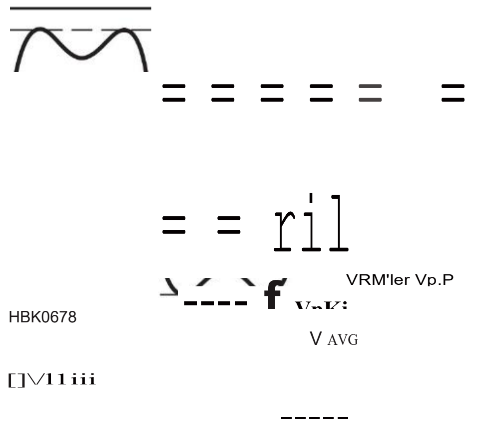
Dijital panel sayaçlar (DPM'ler), analog sayaçlar kadar kullanımı kolay olan önceden monte edilmiş modüller olarak mevcuttur. Ekranlar genellikle arka aydınlatmalı veya arka aydınlatmasız sıvı kristal tipindedir ve tipik olarak %3 ila 4 basamaklıdır. "4" rakamı, yalnızca 1 veya boş gösterebilen bir rakamdır. Yarım basamaklı ekranlar genellikle 2 V veya 200 m V eksi bir sayıma sahip tam ölçekli bir giriş voltajına sahiptir, böylece tam ölçekli voltaj örneğin 199 .9 mV'dir. Çoğu, her haneden sonra programlanabilir ondalık noktalara sahiptir ve bazılarının µ, m, V, A ve benzeri birimleri gösteren göstergeleri vardır. DPM'ler yüksek bir giriş empedansına sahiptir, bu nedenle test edilen devrede minimum yükleme vardır .

Gerekli güç kaynağı voltajı modele göre değişir. Bazıları yüzer bir kaynak gerektirir, bu nedenle güç kaynağı ve ölçülen voltaj ortak bir zemin bağlantısına ihtiyaç duyarsa, sayacın bunu yapabileceğinden emin olun.

Doğruluk tipik olarak %0.1 veya daha iyidir. Toplam doğruluk genellikle, sinyali - DPM'nin giriş voltajı aralığında almak için gereken amplifikatör, akım şantı veya zayıflatıcı gibi sayacı çalıştıran harici devre ile sınırlıdır.

25.3 AC Ölçümleri

Bu bölüm, tüm ac sinyallerini etkileyen konuları kapsarken, RF ölçümleri ile ilgili aşağıdaki bölüm, ac ölçümlerinin daha yüksek frekanslara özgü yönlerine odaklanmaktadır.



Şekil 25.9 - Bir ac sinyalinin voltajını veya akımını ifade etmek için çeşitli yöntemler. Ortalama değer, Vava, dc bileşenidir. Vgws, - root-meansquare, V "zirve ve Vp.p tepe-tepe değeridir.

25.3.1 Temel Kelime ve Birimler

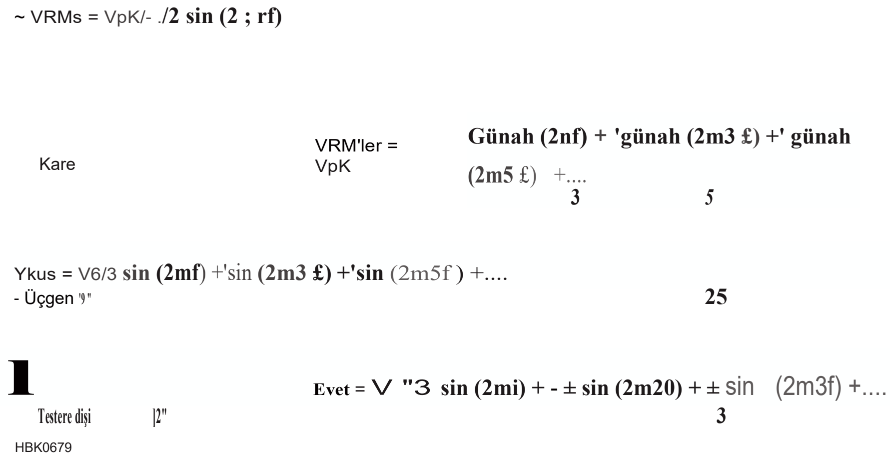
Elektrik Temelleri bölümü, ac dalga formlarının temel elektrik birimlerine bir giriş içerir. Aşağıdaki materyal, test ve ölçümle özel ilgisi olan bazı ek noktaları vurgulamaktadır.

AC DALGA FORMU DEĞERİ

AC sinyalleri ile voltaj ve akım periyodik olarak zamanla değişir, bu nedenle beklediğiniz gibi değerlerini ifade etmenin birkaç yolu vardır. **Şekil 25.9'a bakınız.** Ortalama voltaj veya akım, bir süre boyunca ortalaması alınan değerdir ve sinyalin de bileşenine eşittir. De bileşeni olmayan simetrik, periyodik bir ac sinyali için, ortalama her zaman sıfırdır. Geçerli bir ortalama elde etmek için periyodik olmayan sinyallerin uzun bir süre boyunca ortalaması alınmalıdır.

Bir AC sinyalinin tepe değeri, adından da anlaşılacağı gibi, sinyalin ulaştığı maksimum değerdir. *Tepe-tepe* değeri, pozitif ve negatif zirveler arasındaki farktır. Sinüs veya kare dalga gibi simetrik bir ac dalga formu için, tepe-tepe, zirvenin iki katıdır.

Gerilim veya akımın RMS (kök-ortalama-kare) değeri, bir dirençte aynı ısıtmayı aynı değerdeki bir de voltaj veya akım olarak üretecek olan değerdir. Sinüs dalgası için, bu



Şekil 25.10 - Elektronik devrelerde görülen tipik periyodik ac dalga formları. Her örneğin tek bir döngüsü gösterilir. Merkezde arasındaki ilişkiler listelenir **VRMS • kök-ortalama-kare ve VPK • tepe değeri, dalga formunun de bileşeni olmadığını varsayarsak. Periyodik dalga formları temel ve harmonik frekanslardaki sinüs dalgalarından oluşur. Sağda, çeşitli frekans bileşenlerinin göreceli genlikleri bulunur .**

Yevs 6 1 Ye = 0.707x Vm

Burada V RMS RMS voltajıdır ve V PK tepe voltajıdır. Benzer bir denklem RMS akımı için de geçerlidir. Denklemin sadece sinüs dalgaları için geçerli olduğunu unutmayın. Örneğin, bir kare dalganın RMS voltajı zirvenin 1.0 katıdır. **Şekil 25.10'a bakınız.** Ayrıca, RMS değerinin herhangi bir de bileşeninin etkisini içerdiğini unutmayın. Yalnızca ac bileşeninin RMS değerine başvurmak istiyorsanız, bunu açıkça belirttiğinizden emin olun.

Güç formülleri, RMS voltajı ve akımının yanı sıra de, P = EµMS ArMs P = EuMs */R ve P = İuMs * R için de geçerlidir; burada P, watt cinsinden güç, EuMs, voltlarda RMS potansiyel farkı ve İgMs, RuMs'dir Amperlerde MS akımı. Bununla birlikte, bu, voltaj ve akımın, rezonansta bir direnç veya antende olduğu gibi fazda olduğunu varsayar. Eğer fazda değillerse, yukarıdaki denklemlerdeki güç çarpılarak düzeltilmelidir.

Güç faktörü ile, PF =

cos (

Burada 0 = arctan (X/R), devrenin reaktansı, X ve direnci, R'nin neden olduğu faz açısı.

25.3.2 AC Ölçümleri için Multimetrelerin Kullanılması

Çoğu multimetre ac gerilim ve akımın RMS değerini gösterebilir, ancak çoğu RMS değerini doğrudan ölçmez. İnstead, düzeltilmiş ortalama veya tepe voltajını ölçerler ve daha sonra bir düzeltme faktörü uygularlar, böylece ekran bir sinüs dalgası varsayarak RMS okur. Ne yazık ki, bu, ölçülen ac sinyalinin sinüzoidal bir dalga formuna sahip olmaması durumunda RMS değerlerinin doğru olmadığı anlamına gelir.

Bazı metre tam dalga ac sinyalini düzeltir ve daha sonra bunun ortalamasını ölçer, düzeltilmiş bir sinüs dalgasının ortalaması arasındaki farkı dahili olarak düzeltir.

VAvG = 2/7t Vpg = 0.637xVpK

Ve RMS değeri

Yevs 1/6Yr = 0.707x Vm

Diğer teradingisinRMS. Çok ucuz analog sayaçlar, asimetrik dalga formları için RMS okumalarının test bağlantılarının yönüne göre değişmesine neden olan yarım dalga doğrultucu kullanabilir.

RMS okumaları için ek hususlar geçerli olabilir. Örneğin, çoğu metre için RMS okumasının doğruluğu, uygulanan sinyalin frekansına göre değişir. Multimetrenin hangi frekans aralığında kullanılabileceğini kontrol edin

RMS değerlerini ölçmek için.

Sinüzoidal olmayan sinyallerin RMS değerlerini doğru bir şekilde ölçmenin tek yolu, *gerçek RMS kapasitesine sahip bir metredir*. Böyle bir sayaç, sinyalin RMS değerini hesaplamak için devre veya yazılım kullanır. Ölçüm cihazının ölçüm bant genişliğinin, doğru RMS okumaları vermek için sinyalin önemli harmoniklerini ve temel değerleri içermesi gerektiğini unutmayın.

AnexampleofameasureGerçek bir RMS voltmetre, alıcı duyarlılığıdır. Bunun için, alıcı ses çıkışındaki sinyal ve gürültü seviyelerini ölçmeniz gerekir. Bir doğrultucu ve ortalama devre kullanan standart multimetreler, gürültüyü ölçerken yanlış sonuçlar verir, çünkü gürültü ve sinüs dalgaları farklı tepe-RMS oranlarına sahiptir. Gerçek RMS metrelerin bir diğer avantajı, sinüzoidal sinyaller için bile daha iyi ölçek doğrusallığına sahip olmalarıdır. Bir diyot dedektörü doğrusal değildir, özellikle ölçeğin alt ucunda.

Frekans yanıtı, bir multimetre ile AC ölçümleri yaparken başka bir sınırlamadır. Çoğu, birkaç yüz Hz'ye kadar güç hattı frekanslarını kapsayacak şekilde 50 veya 60 Hz'nin altında belirtilmiştir. Birçok alıcı - ölçümü 1 kHz test frekansı kullanır, bu nedenle en azından bu frekansa kadar belirtilen bir metre özellikle yararlıdır.

Tüm bu ve diğer nedenlerden dolayı, ac doğruluğu genellikle de doğruluğundan önemli ölçüde daha kötüdür. Genel olarak, bir osiloskop bir multimetreden daha doğru ac ölçümleri yapar. Modem dijital osiloskoplar Genellikle tepe, ortalama ve gerçek RMS voltajını göstermek için yerleşik kapasiteye sahiptir.

Multimetrelerle ilgili son bir sorun, probların ac empedansıdır. Bir modem elektronik multimetrenin de giriş direnci tipik olarak 1 MO'nun üzerindeyken, kapasitif reaktans radyo frekanslarında önemli bir faktör olabilir. Tek umursadığınız şey de voltaj olsa bile, eğer ac sinyalleri varsa, probun reaktansı devrenin çalışmasını etkileyebilir.

25.3.3 Ölçüm Frekansı ve Zamanı

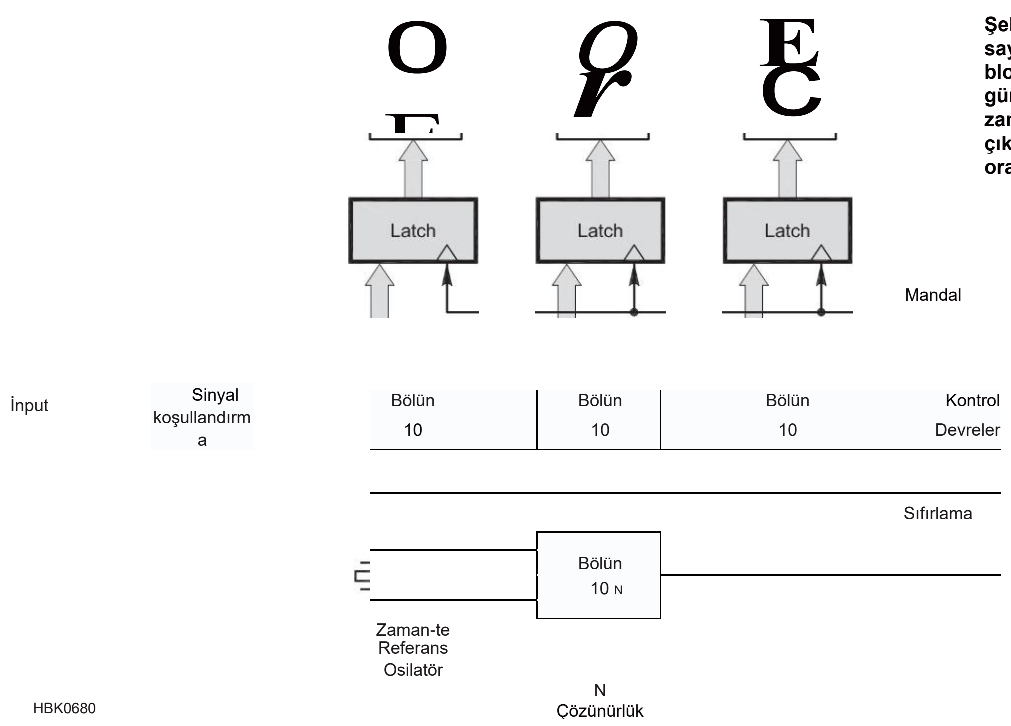
FREKANS SAYICILARI

Frekansı ölçmenin temel aracı *frekans sayacıdır*. Çok temel bir tasarımın blok diyagramı **Şekil 25.11'de gösterilmiştir. Üç** basamak gösterilir, ancak tipik olarak daha fazlası vardır. Ölçülecek sinyal üç basamaklı on yıl sayaçları ile yönlendirilir. 1 Hz frekans çözünürlüğü için, sayaçlar 1 saniye sayılır. 10 Hz çözünürlük için, ½ o saniye sayılır, vb. Sayım süresi, frekansı 1 Hz, O Hz veya istenen herhangi bir çözünürlüğe bölünen yüksek stabiliteye sahip bir kristal osilatör tarafından belirlenir. Her sayım süresinin sonunda, kontrol devresi son sayımı rakam ekranlarını süren mandallarda saklar ve aynı zamanda bir sonraki sayım dönemi için sayaçları sıfırlar .

Bu şemayla, ekranlar saniyede bir kez güncellendiğinde 1 saniye çözünürlük 10 Hz çözünürlükte saniyede 10 kez seçilir, vb. Bir sorun, eğer frekans iki bitişik görüntülenen değer arasında yarı yolsa, en az anlamlı olan rakam, birbirini izleyen sayımlarda iki değer arasında ileri geri titrer. Bazen tasarımcı, herhangi bir ekran - çözünürlüğü için ekran güncelleme oranını 10 kat yavaşlatsa da, bu nedenle en düşük rakamı göstermemeyi seçer.

Bazı frekans sayaçları, zamanı ölçme yeteneğini de içerir. Blok diyagramında, ilk divideby-10 aşama girişine bağlantılar ve kontrol devresi girişi değiştirilir. Bu şekilde, ölçülen sinyal sayım süresini kontrol eder ve referans osilatör, sayılan sinyali sağlar. Eğer bölünmüş referans osilatörü 1 kHz'lik bir frekansa sahipse, örneğin, o zaman periyot bir çözünürlüğe kadar ölçülebilir ms. Bu aynı teknik düşük frekanslı sinyalleri ölçmek için de kullanılabilir. Örneğin, duyulabilir bir ton kodlayıcısının frekansını ölçerken, en az 0,1 Hz ölçüm çözünürlüğüne ihtiyacınız vardır. Normalde, bu rahatsız edici olabilecek 10 saniyelik bir sayım süresi gerektirir. Bazı sayaçlar periyodu ölçebilir, karşılıklı hesaplayabilir ve elde edilen frekansı görüntüleyebilir. Sayım süresi ölçülen sinyalin yalnızca bir döngüsü olduğundan, ekran gerçek zamanlı olarak güncellenir.

Birçok frekans sayacı, bir prescaler, giriş ile devrenin ana kısmı arasında bir frekans ayırıcı içerir.



Şekil 25.11 - Bir frekans sayacının basitleştirilmiş bir blok diyagramı. Ekran güncelleme hızı ve çözünürlük, zaman bazlı osilatörün çıkışındaki bölücünün bölme oranı ile kontrol edilir.

Daha yüksek frekanslarda çalışırlar. Genellikle reçete yazanın 50-92 girişi vardır. Düşük frekanslar için, prescaler'ı atlayan ayrı bir yüksek empedanslı giriş, tipik olarak 1 Mn vardır. Bir anahtar iki girdi arasında seçim yapar.

Yüksek empedans girişi olarak adlandırılan girişin sadece düşük frekanslarda yüksek empedansa sahip olduğunu anlamak önemlidir. Örneğin, başıboş giriş kapasitansı 30 pF ise, empedans sadece 1770at 30 MHz'dir. Frekans sayacının girişini doğrudan devreye bağlayarak bir osilatörün frekansını ölçmeye çalışırsanız, muhtemelen ölçümü geçersiz kılacak kadar osilatör ayarını değiştirecektir. Mümkünse, sayacı bir tampon amplifikatörün çıkışına veya devrede olumsuz etkilenmeyecek başka bir noktaya bağlayın. Bu mümkün değilse, başka bir numara osilatörün yanına yerleştirilmiş bir toplama bobini kullanmaktır. Bobin, merkez iletken ile frekans sayacı girişine bağlanan bir koaksiyel kablonun kalkanı arasında lehimlenmiş yalıtımlı telden birkaç tur olabilir. Bobini sabit bir okuma elde etmek için yeterince yakın tutun.

Bir frekans sayacını bir devreye bağlarken, hem de hem de için maksimum voltaj ve güç değerlerini gözlemleyin. Yüksek empedanslı girişe bağlı 10:1 zayıflama oranına sahip bir osiloskop probu, hem sinyal seviyesini hem de kapasitif yüklemeyi azaltmak için iyi bir yöntemdir.

Frekans sayaçları hassas girdilere sahip olma eğilimindedir. Bir voltun sadece küçük bir kısmı genellikle geçerli okumalar için yeterlidir. İt, yakındaki bir vericinin frekansını havadan küçük bir kırbaç anteni ile ölçmek için oldukça pratiktir. Verici, frekansını ölçerken modüle edilmemelidir. SSB vericileri CW modunda ölçülmelidir.

Bir frekans sayacının temel değeri, zaman *tabanı olarak da bilinen referans osilatör tarafından belirlenen frekans doğruluğudur. Zaman* tabanı doğruluğu sıcaklık, güç kaynağı voltajı, kristal yaşlandırma ve - kalibrasyon kalitesinden etkilenir. Sıcaklıkla dengelenmiş bir kristal osilatör (TCXO) için, toplam doğruluk tipik olarak milyonda birkaç parçadır (ppm). Örneğin, 10 ppm ise, 144 MHz'deki hata 1.44 kHz'dir.

Normalde sıcaklık, kısa süreli stabilite üzerinde en büyük etkiye sahip faktördür. En iyi doğruluk için, referans osilatörü ölçümlerin alınacağı aynı sıcaklıkta kalibre edin.

Diğer önemli özellikler, ekrandaki basamak sayısı, frekans çözünürlüğü, ekran güncelleme süresi, frekans aralığı, giriş hassasiyeti, giriş empedansı ve taşınabilir üniteler için güç kaynağı voltajı ve akımıdır. Bir frekans sayacı seçtiğinizde, bir masaüstü modeli mi yoksa taşınabilir bir el ünitesi mi istediğinize karar vermeniz gerekir. Dikkate alınması gereken ek özellikler arasında boyut ve vize- Ekranın ibilitesi, süreyi ölçme yeteneği, bir veri tutma özelliği, harici bir zaman tabanı girişi, ayarlanabilir tetik seviyesi ve polarite, giriş zayıflatıcı, değiştirilebilir düşük geçişli filtre ve frekans oranı ölçümü.

Ticari frekans sayaçları o kadar yaygınlaştı ki, kendi sıfırdan inşa etmek zor. Çok çeşitli fiyatlara, özellik setlerine ve performans seviyelerine sahip birimler hem çevrimiçi hem de yerel elektronik distribütörlerinden temin edilebilir. Eski kullanılan ve fazla frekans sayaçları, diğer test ekipmanı türlerine göre daha az pazarlık yapma eğilimindedir, çünkü katı hal elektroniğindeki gelişmeler modem aletlerini ucuz, hafif ve özellikler ve performansla dolu hale getirmiştir.

FREKANS MARKER JENERATÖRLERİ

Dijital frekans sentezleyicilerinin ortaya çıkmasından önce, çoğu kısa dalga amatör alıcısı ve alıcı-vericisi, radyo üzerindeki analog kadranı kalibre etmek için kullanılan, HF spektrumu boyunca güçlü harmoniklere sahip düşük frekanslı (tipik olarak 25 veya 100 kHz) bir osilatör olan bir kristal kalibratör içeriyordu. İlk birimler osilatörde gerçek bir 100 kHz kristal kullandı, ancak modem birimleri düşük frekanslı sinyali elde etmek için daha yüksek frekanslı bir kristal ve bir frekans bölücü kullandı. *

Çoğu modem Amatör Radyo ekipmanı kristal kontrollü bir synthesizer veya dijital - frekans ekranı kullanır, bu nedenle kristal kalibratörüne gerek yoktur. Ancak, fikir hala homebrew dişli test etmek için yararlı olabilir. Düşük frekans sinyali, bir kare dalga yerine bir dizi dar darbeden oluşuyorsa, tüm harmonikler, darbe genişliğinin bir döngünün önemli bir parçası olduğu noktaya kadar aynı genliktedir. Bu, çıkış ile seri olarak küçük değerli bir kapasitör yerleştirilerek yaklaşık olarak hesaplanabilir. Harmonikler aşağıdaki frekanslar için sabit genliğe sahip olmalıdır

$$f << \frac{1}{2rRC}$$

Burada f MHz'deki frekans, C µF'deki kapasitans ve R yük direncidir, genellikle 50 ©.

DALGACILAR

Bir *absorpsiyon dalga ölçer* temel olarak, filtre çıkışındaki sinyali tespit etmek için bazı araçlara sahip ayarlanabilir bir filtredir. İt, ilgilenilen frekansları manuel olarak ayarlayarak bir sinyalin ham spektrum analizine izin verir. Mikrodalga frekansları için tasarlanan ticari üniteler genellikle - frekansı bir miktar hassasiyetle okumak için dikkatlice kalibre edilmiş bir kadran içerir. Tipik olarak çıkış sinyal seviyesini belirtmek için bir diyot dedektörü kullanılır. HF veya VHF frekansları için uygun bir dalga ölçer, - bir veya daha fazla bobin ve değişken kapasitör ile inşa edilebilir .

DIP METRE

Eski zamanlayıcılar bu aleti bir ızgara - osilatörü (GDO) olarak bilirler, çünkü "dip", vakum tüpü osilatörünün ızgara akımında olduğu için. Günümüzde çoğu dip metre katı haldedir, ancak ilke aynıdır. Osilatör bobini dışsaldır, cihazın ucundan uzanır. Ünitenin frekans aralığını kapsayacak bir eklenti bobini seti sağlanır.

Rezonant frekans ölçümleri ile birlikte, dip metre aynı zamanda diğer kullanımlar arasında bir ham sinyal jeneratörü, kondansatör ve indüktör metre ve anten ve iletim hattı test cihazı olarak hizmet verebilir.[5] Bir dip metre satın alıyorsanız, mekanik ve elektriksel olarak kararlı olanı arayın. Kullanılmış ünitelerde, bobinlerin takıldığı soket, aralıklı çalışmanın yaygın bir nedenidir. Bobinlerin iyi durumda olması gerekir. Kulaklık bağlantısı yardımcı olur. Pille çalışan modeller anten ölçümleri için uygundur.

Bobini ayarlanmış bir devrenin yakınında tutarsanız ve dip metre ayar kadranını ayarlanmış devrenin frekansına ayarlarsanız, rezonant devreler birbirleriyle etkileşime girerken metre okumasında bir düşüş olur. Test edilen devrenin bozulmasını önlemek için, her zaman fark edilebilir bir gösterge veren minimum kuplajı kullanın.

Çoğu dip metre, osilatörü kapatarak ve meterreading'de bir dip yerine bir tepe arayarak emme dalga ölçerleri olarak da hizmet edebilir. Bazen frekanslar, harmoniklerin varlığı nedeniyle bir frekans sayacında okunması zor olacak şekilde algılanabilir. Ayrıca, bazı dip sayaçların kulaklıklar için bir bağlantısı vardır. Operatör genellikle sayaca kaydedilmeyen sinyalleri duyabilir.

Bir dip metre, endüktif veya kapasitif olarak bir devreye bağlanabilir. İnduktif kuplaj, akım akışı tarafından üretilen manyetik alandan kaynaklanır. Bu nedenle, endüktif kuplaj, nispeten yüksek akımlı bir bobin veya iletken uygun olduğunda kullanılmalıdır. Maksimum endüktif kuplaj, toplama bobininin ekseni mevcut yola dik olarak yerleştirildiğinde ve bobin tele bitişik olduğunda sonuçlanır.

Yüksek empedanslı devreler yüksek voltaj ve düşük akıma sahiptir. Nispeten yüksek voltajlı bir nokta uygun olduğunda kapasitif kuplaj kullanın. Bir örnek, 12-V ile çalışan bir RF amplifikatörünün çıkışı olabilir. (Güvenlik için, vakum tüpü amplifikatörleri gibi gerçek yüksek voltajlı ekipmanlarda dip metre ölçümlerini denemeyin veya - enerjilendirilirken güç kaynaklarını değiştirmeyin.) Kapasitif kuplaj, toplama bobininin ucu bir pointofhigh empedansına yakın olduğunda en güçlüdür. Her iki durumda da, test edilen devre dip ölçerin varlığından etkilenir.

Rezonansı ölçmek için aşağıdaki prosedürü kullanın. İlk olarak, yavaş yavaş yavaş yaklaştırın-

Tablo 25.1
Standart frekans istasyonları
(Not: Son yıllarda, bu programlarda sık sık değişiklikler olmuştur.)

Çağrı İşareti	*Yer*	*Frekans (MHz)*
8: 00	Çin	*2.5*, 5, 10, 15
BSF	Tayvan	5, 15
CHU	Ottawa, Kanada	3.330, 7.850, 14.670
dcF	Almanya	0.0775
HLA	Güney Kore	5.000
JJY	Japonya	0.04, 0.06
MSF	Büyük Britanya	0.06
RID	İrkutsk	5.004, 10.004, 15.004
RWM	Moskova	4.996, 9.996, 14.996
TDF	Fransa	0.162
wwv	ABD	2.5, 5, 10, 15, 20
WWVB	ABD	0.06
WWVH	ABD (Hawaii)	2.5, 5, 10, 15
ZSC	Güney Afrika	4.291, 8.461, 12. 724 (yarı zamanlı)

Dip metre frekansında. Mevcut bir daldırma meydana geldiğinde, sayacı sabit tutun ve minimum akım için ayarlayın. Daldırma bulunduktan sonra, sayacı devreden uzaklaştırın ve daldırma işleminin test edilen devreden geldiğini onaylayın (daldırma derinliği, eğim - uzun ömürlü oluncaya kadar devreden uzaklaşarak azalmalıdır). Son olarak, dip tekrar görünene kadar sayacı tekrar devreye doğru hareket ettirin. Sayacı minimum akım için yeniden ayarlayın ve dip-metre frekansını kadrandan veya kalibre edilmiş bir alıcı veya frekans sayacıyla okuyun.

İyi bir ölçümün mevcut eğimi pürüzsüz ve simetriktir. Asimetrik bir dip, dip metre osilatör frekansının test devresinden önemli ölçüde etkilendiğini ve ölçümün doğruluğunu düşürdüğünü gösterir. Sığ bir simetrik dip elde edilene kadar dip metre ile devre arasındaki mesafeyi azaltın.

FREKANS CALIBRATION

En iyi test ekipmanı, iyi kalibre edilmemişse sınırlı kullanımdadır. Geleneksel frekans kalibrasyon yöntemi, bir kristal osilatörünü (veya harmonik) sıfır atmaktır.
Bilinen frekanslı radyo istasyonu, tercihen WWV veya WWVH gibi standart bir frekans istasyonu. **Tablo 25.1,** bu istasyonların bazılarının konumlarını ve frekanslarını içerir. Bir alıcı bu frekanslardan birine ayarlanır ve osilatör antene gevşek bir şekilde bağlanır. Ortak bir frekans elde etmek için frekans çarpma veya bölme kullanmak gerekli olabilir. İkisi arasındaki frekans farkı bir *vuruş notasına neden olur,* hoparlörde alınan sesin gücünde hızlı bir değişiklik, frekanslar birbirine yaklaştıkça yavaşlar. Maksimum beatnote modülasyonu, off-theair ve osilatör sinyalleri yaklaşık olarak
genlikte eşit
İletilen frekanslar ise
WWV ve WWVH son derece doğrudur, 101'de 1'den daha iyi, [1]iyonosfer yoluyla yayıldıktan sonra alınan doğruluk, Doppler kayması ile, tipik olarak 10'da birkaç parçaya önemli ölçüde azalır[7]. Ayrıca, alınan sinyalin solması nedeniyle, osilatörü yaklaşık 1 Hz doğruluktan daha iyi bir şekilde sıfırlamak zor olabilir. En iyi sonuçlar genellikle iyi alım sağlayan en yüksek frekansta gerçekleşir.

VLF zaman standartları ve fazla rubidyum standartları frekans referansları için kullanılabilir.Global [7]Konumlandırma Sistemi (GPS) uyduları çok hassas frekans kalibrasyonu için daha fazla olanak sunar. Çeşitli şirketler, - GPS uydularından gelen cesiumclock tabanlı sinyalleri kullanarak frekansı düzelten disiplinli osilatör üniteleri satmaktadır. Bunlar bazen fazla[8] piyasada bulunabilir. Amatör seviyedeki kitler de mevcuttur veya sıfırdan bir tane oluşturabilirsiniz.[9]

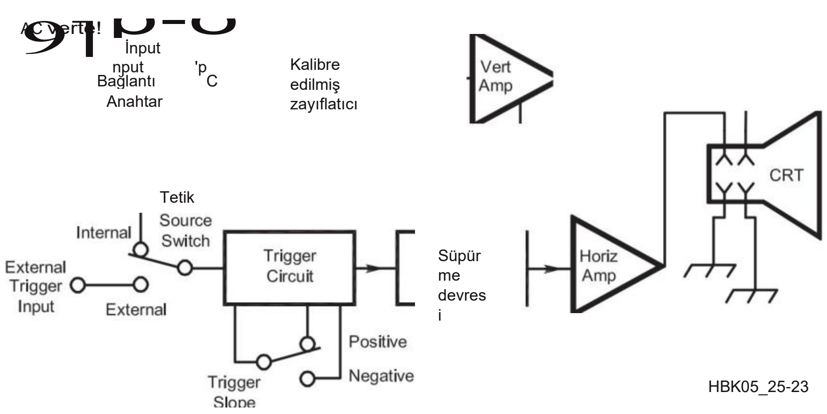
25.3.4 Osiloskoplar

Osiloskop (kısaca "kapsam"), zamana karşı voltajı gösteren bir cihazdır. Elektronik ders kitaplarında görülen dalga formlarına benzer bir ekranda. Kapsamlar iki ana kategoriye ayrılır: analog ve dijital. Bu, ölçtükleri sinyalleri değil, görüntüleme için sinyalleri işlemek için cihazın içinde kullanılan yöntemleri ifade eder.

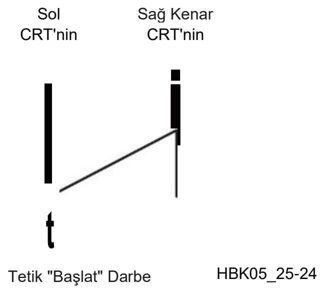
ANALOG OSCILLOSKOPLAR

Şekil 25.12, tetiklenmiş süpürme osiloskopunun basitleştirilmiş bir diyagramını göstermektedir. Tüm analog kapsamların kalbinde bir katot ışın tüpü (CRT) ekranı bulunur. CRT'nin içindeki bir elektron demeti fosforlu ekrana çarparak parlayan bir noktaya neden olur. Bir televizyon CRT'sinden farklı olarak, bir osiloskop manyetik sapma yerine elektrostatik sapma kullanır. Noktanın tam konumu, dikey ve yatay sapma plakalarına uygulanan voltajın bir sonucudur. Bir sinyalin osiloskop devresinden nasıl geçtiğini izlemek için, tetikleyici seçme anahtarının İNTERNAL konumunda olduğunu varsayarak başlayın.

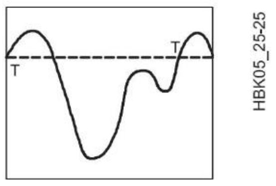
Giriş sinyali giriş COUPLING anahtarına bağlanır. Anahtar, bir ac/dc sinyalinin ac kısmının veya toplam sinyalin seçilmesine izin verir. Örneğin, de seviyesini içeren bir çıkış aşamasının toplayıcısındaki RF salınımını ölçmek isterseniz, *de-coupling* modunu kullanırsınız. *Birleştirilmiş modda*, de'nin dikey amplifikatör zincirine ulaşması engellenir, böylece çok daha büyük bir de seviyesine bindirilmiş küçük bir ac sinyalini ölçebilirsiniz. Örneğin, bir 120-Hz de güç kaynağı üzerinde 25 mV 13-V dalgalanmasını ölçmek isteyebilirsiniz. Bu modda cihazın düşük frekanslı kesiminin altındaki frekanslarda AC kuplajı kullanmamanız gerektiğini unutmayın, tipik olarak 30 Hz civarındadır, çünkü bloke kondansatörün değeri çok düşük frekanslı sinyallere yüksek seri empedansı temsil eder.
ılibre
edilmiş bir zayıflatıcıya bağlanır. Bu, sinyali içindeki bir seviyeye indirmek için kullanılır.



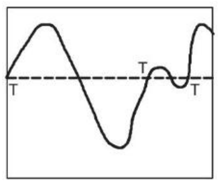
Şekil 25.12 - Basit bir tetiklenmiş süpürme osiloskopunun tipik blok diyagramı.



Şekil 25.13 - Süpürme tetikleyicisi, CRT elektron demetini bir taraftan diğerine süpüren rampa dalga formunu başlatır.

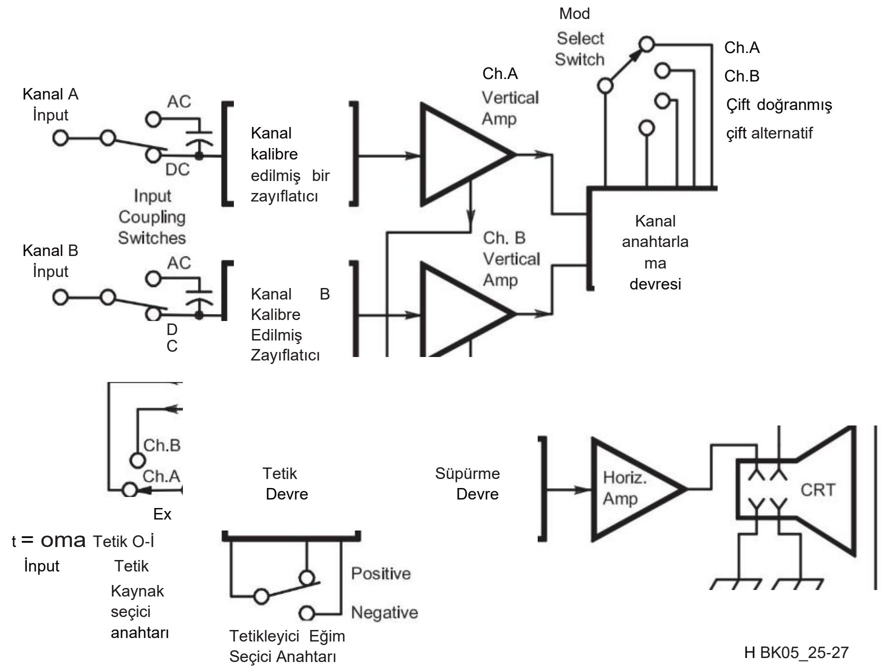


(A)



(B)

Şekil 25.14 - Kararlı bir ekran üretmek için tetik noktasının seçimi çok önemlidir. A'daki tetikleme noktasının seçilmesi kararlı bir ekran üretir, ancak B'de gösterilen tetikleyici yandan "titreyen'bir ekran üretecektir.



Şekil 25.15 - Basitleştirilmiş çift iz osiloskop blok diyagramı. İki özdeş giriş kanalı ve amplifikatöre dikkat edin.

Dürbünün dikey yükselticisinin menzili. Dikey amplifikatör, sinyali CRT'yi çalıştırabilecek bir seviyeye yükseltir ve ayrıca dalga formunu ekranda konumlandırmak için bir önyargı bileşeni ekler. Sonuç, kirişin CRT üzerindeki dikey konumunun giriş voltajını temsil etmesidir.

Dikey amplifikatörden gelen sinyalin küçük bir örneği tetik devresine gönderilir. Tetik devresi, giriş sinyali belirli bir seviyeye ulaştığında *(seviye tetikleme) süpürme jeneratörüne bir başlangıç darbesi besler veya* pozitif veya negatif bir kenar (kenar *tetikleme) gösterir. Süpürme* jeneratörü tam olarak zamanlanmış bir voltaj rampası verir (bkz Şekil **25.13).** Rampa sinyalinin yükselen kenarı, yatay yükselticiyi besler ve bu da CRT'yi çalıştırır. Bu, kapsam izinin soldan sağa doğru sıfır voltajla süpürülmesine neden olur

Ekranın sol tarafını temsil eden nokta ve ekranın sağ tarafını temsil eden maksimum voltaj. Sonuç, kirişin CRT üzerindeki yatay konumunun zamanı temsil etmesidir. Rampanın sonunda, rampanın keskin kenarı kirişi hızla ekranın sol tarafına geri taşır.

Tetik devresi yatay taramayı kontrol ediyor. İt, pozitif mi yoksa negatif mi olduğunu öğrenmek ve sinyalin belirli bir seviyeyi geçip geçmediğini görmek için tetikleyici kaynağa (iç veya dış) bakar**. Şekil 25.14A** tipik bir sinyal gösterir ve şekildeki noktalı çizgi tetikleme seviyesini temsil eder. Bir tetikleme devresi bir kez "ateşlendiğinde", taramanın ekran boyunca soldan sağa doğru hareket edene kadar tekrar ateş edemeyeceğini belirtmek önemlidir. Normal olarak, sabit bir ekran görülene kadar tetik seviyesini yukarı ve aşağı hareket ettirmek için bir TRIGGER LEVEL kontrolü vardır. Bazı kapsamlar, manuel ayarlama olmadan ekranı yerinde kilitlemek için bir seviye seçen bir AUTOMATİC konumuna sahiptir.

Şekil 25.14B, düzey düzgün seçilmediğinde ne olacağını gösterir. Tetikleme gereksinimlerini karşılayan dalga formunun tek bir döngüsü sırasında iki nokta olduğundan, tetikleme devresi bir tetikleme noktasından diğerine atlama eğiliminde olacaktır. Bu, dalga formunun soldan sağa doğru titremesini sağlayacaktır. TRIGGER LEVEL kontrolünün ayarlanması bu sorunu çözecektir.

Tarama sistemini harici bir kaynaktan (örneğin Dijital sistemde sistem saati). Bu, HARICI - konumda tetik seçme anahtarı ile harici giriş jakı kullanılarak yapılır.

DUAL-TRACE OSCILLOSCOPES

Dual-trace osiloskoplar, ekranda birlikte görüntülenebilen iki dikey giriş kanalına sahiptir. En iyi çift iz kapsamları iki elektron demetli bir CRT kullanmasına rağmen, tek ışınlı bir CRT kullanarak gözü aynı anda iki iz görmeye kandırmak mümkündür**. Şekil 25.15,** bu yöntemi kullanan çift izli bir osiloskopun basitleştirilmiş bir blok diyagramını göstermektedir. Bu kapsam ile önceki örnek arasındaki tek fark, ek dikey amplifikatör ve "kanal anahtarlama devresi'dir. Bu blok, A kanalı mı, B kanalı mı yoksa her ikisini birden mi (aynı anda) görüntüleyeceğimizi belirler.

Çift ekran gerçek bir çift ışın ekranı değildir, ancak çift izlerin görünümü, - *kıyılmış mod* ve *alternatif mod olarak adlandırılan iki yöntemden biri kullanılarak kapsam tarafından oluşturulur.* Doğranmış modda, kanal A dalga formunun küçük bir kısmı CRT'ye yazılır, daha sonra kanal B dalga formunun karşılık gelen bir kısmı CRT'ye yazılır. Bu prosedür, her iki dalga formu tamamen CRT'ye yazılana kadar devam eder. Bir kanaldan diğerine geçiş o kadar hızlıdır ki, her iz sanki sürekliymiş gibi görünür. Doğranmış mod, *tek atış* sinyalleri için gereklidir (bunu yapan sinyaller

Periyodik olarak tekrarlamaz). İt yavaş süpürme hızlarında en yararlıdır. Hızlı süpürme hızlarında, kanaldan kanala geçiş görünür hale gelir ve her iz noktalı bir çizgiye dönüşür.

Alternatif modda, tam kanal A dalga formu CRT'ye yazılır ve hemen ardından tam kanal B dalga formu gelir. Bu o kadar hızlı olur ki, dalga formlarının aynı anda görüntülendiği görülür. Bu çalışma modu çok yavaş süpürme hızlarında çok kullanışlı değildir, çünkü iki iz artık aynı anda görünmez. Ayrıca tek atışlı etkinlikler için de çalışmaz.

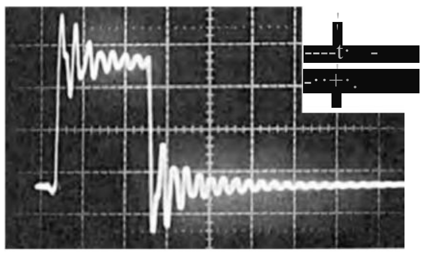
Çoğu çift iz osiloskopun **"X-Y"** modu adı verilen bir özelliği de vardır. Bu özellik, bir kanalın kapsamın yatay amplifikatörünü (X kanalı olarak adlandırılır) çalıştırmasına izin verirken, diğer kanal (Yin bu çalışma modu olarak adlandırılır) dikey amplifikatörü çalıştırır. Bazı tek iz osiloskoplar da bu modu destekler. X-Y işlemi, kapsamın frekans ve faz karşılaştırması için Lissajous modellerini görüntülemesine ve eğri izleyicileri veya spektrum analizörü ön uçları gibi özel test adaptörlerini kullanmasına izin verir. Çoğu kapsam yatay amplifikatörünün frekans sınırlamaları nedeniyle, X kanalı genellikle 5 veya 10-MHz bant genişliği ile sınırlıdır.

DIGITAL OSCILLOSCOPES

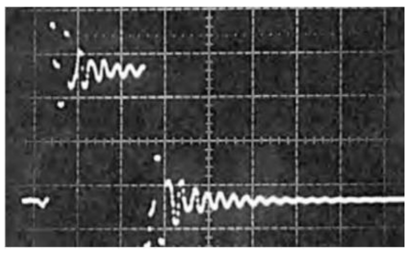
Son yıllarda, yarı iletken ve ekran teknolojisi, bir osiloskoptaki analog sinyal işlemenin çoğunun düşük maliyetli mikroişlemci tabanlı dijital devre ile değiştirilebileceği noktaya kadar ilerlemiştir. Bu, hem genlik hem de zaman ölçümleri için önemli ölçüde geliştirilmiş doğruluğun yanı sıra, analog bir kapsamda zor veya imkansız olacak sofistike özelliklerin sağlanmasına neden olur. Örneğin, bir iz sonsuz kalıcılıkla görüntülenebilir ve istenirse bir bilgisayar dosyası olarak saklanabilir.

Dijital bir osiloskopta dikey amplifikatörler, sinyali düzenli zaman aralıklarında örnekleyen ve örnekleri dijital bellekte saklayan bir analogdan dijitale dönüştürücü (ADC) ile değiştirilir. Örnekler, tetik devreleri ve mikroişlemci saati tarafından belirlenen belirli bir süre ile saklanır. Örnekler daha sonra alınır ve doğru dikey ve yatay konumla ekranda görüntülenir.

Erken dijital osiloskoplar, analog bir kapsama benzer şekilde, dijital-toanalog - dönüştürücüler (DAC'ler) tarafından üretilen yatay ve dikey sapma sinyalleri ile elektrostatik sapma ile bir CRT kullandı. Modem cihazları genellikle bir televizyon görüntü tüpüne benzer bir raster tarama CRT'si veya bir katı hal (LCD) ekranı kullanır. Mikroişlemci, ekrandaki izleri çizmek için hangi piksellerin yanacağını belirler. Dijital bir kapsam, analog bir kapsam ile aynı iç devreye sahip olmasa da, işlemi kontrol etmek için aynı terimlerin



(A)



(B)

Şekil 25.16 - Bir analog kapsam dalga formu (A) ve tarafından üretilen karşılaştırılması Dijital osiloskop (B). B'deki dijital örneklerin sürekli olmadığına dikkat edin, bu da dalga formunun gerçek şeklini şüphe içinde bırakabilir, çünkü en hızlı yükseliş süresi, kapsamın üretebileceğini gösterir.

"Süpürme hızı", orijinal anlamda ekranda süpürülecek bir elektron demeti olmamasına rağmen, yatay bölünme başına geçen süreyi tanımlar.

Dikey sinyaller için üreticilerin "8-bit sayısallaştırma" veya belki de "10-bit çözünürlük" dediklerini göreceksiniz. Bu, dikey (voltaj) ekseni boyunca gösterilen dijital seviyelerin sayısının bir ölçüsüdür. Daha fazla bit size daha iyi çözünürlük ve ölçüm doğruluğu sağlar. 8 bit dikey çözünürlük, her dikey ekranın ^{82} (veya 256) ayrı değere sahip olduğu anlamına gelir; Benzer şekilde, 10 bit çözünürlük 2^{10} (veya 1024) ayrı değer verir.

İt, sürekli, analog bir ölçüm almak yerine sinyalin örneklenmesinden kaynaklanan bazı sınırlamaları anlamak için önemlidir. Ayrı ayrı örneklerden bir sinyali yeniden oluşturmaya çalıştığınızda, ölçülen en yüksek frekans sinyalinden en az iki kat daha hızlı numune almalısınız. Eğer 100-MHz bir sinüs dalgasını sayısallaştırırsanız, saniyede 200 milyon örnek (200 Megasamples/saniye olarak adlandırılır) oranında örnekler almalısınız. Aslında, örnekleri daha sık almak istersiniz, genellikle giriş sinyalinden en az beş kat daha yüksek bir oranda. (Örneklenen sinyaller hakkında daha fazla bilgi için DSP ve Yazılım Radyo Tasarımı bölümüne bakın.)

Eğer örnek oranı yeterince yüksek değilse, çok

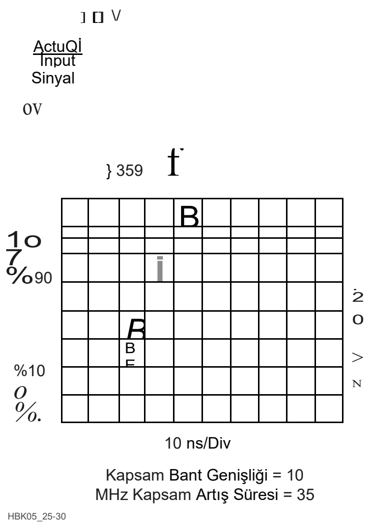
Örnekleme noktaları arasındaki hızlı sinyal değişiklikleri ekranda görünmez. Örneğin, **Şekil 25.16, hem** analog hem de dijital kapsamlar kullanılarak ölçülen bir sinyali göstermektedir. Analog kapsam ekranında görülen büyük sivri uçlar dijital kapsamda görünmez. Dijital kapsamın örnekleme frekansı, dalga formunun yüksek frekanslı bileşenlerini depolamak için yeterince hızlı değildir. Örnekleri giriş frekansının iki katından daha az bir oranda alırsanız, yeniden yapılandırılan sinyalin yanlış bir görünür frekansı vardır; Buna *aliasing denir. Şekil* 25.16, giriş dalga formunun döngüsü başına alınan yaklaşık bir örnek olduğunu görebilirsiniz. Bu, yukarıda belirtilen 2:1 kriterlerini karşılamaz. Sonuç, kapsamın farklı bir görünür frekansa sahip bir dalga formunu yeniden oluşturmasıdır.

Birçok eski dijital kapsamın *aliasing ile ilgili potansiyel sorunları vardı.* Aliasing için basit bir manuel kontrol, en yüksek pratik - süpürme hızını (bölme başına en kısa süre) kullanmak ve daha sonra görünen frekansın değişmediğini doğrulamak için diğer süpürme hızlarına geçmektir. Bazı modem osiloskopları, tekrarlayan sinyaller için etkili örnek hızını artırmak için özel bir teknik kullanır. Örnek saatin fazı, her bir ardışık taramada hafifçe ayarlanır, böylece yeni örnekler öncekilerin arasında gerçekleşir. Birkaç taramadan sonra, orijinal örnekler arasındaki boşluklardaki eksik veriler doldurulur ve sürekli bir iz üretilir. Bu sadece her taramada aynı noktada tetiklenen periyodik sinyallerle çalışır.

OSCILLOSKOP LİMİTATIONLAR

Osiloskoplar, öncelikle çalışma sıklığı ve giriş voltajları aralığında temel sınırlara sahiptir. Çoğu amaç için gerilim aralığı uygun problar kullanılarak genişletilebilir. Bir kapsamın frekans yanıtı (bant genişliği olarak da adlandırılır) genellikle en önemli sınırlayıcı faktördür. Örneğin, 100-MHz 1-V bant genişliğine sahip bir osiloskopa beslenen 100-MHz bir sinüs dalgası yaklaşık 0.7 Von 3-dB okuyacaktır. 30 MHz'in altındaki frekanslarda aynı cihaz yaklaşık %5'e kadar doğru olmalıdır.

Yükselme süresi adı verilen bir parametre bant genişliği ile ilgilidir. Bu terim, bir kapsamın çok hızlı bir şekilde yükselen voltajları doğru bir şekilde görüntüleme yeteneğini açıklar. Örneğin, çok keskin ve kare bir dalga formu, giriş voltaj seviyesinin belirli bir kısmına ulaşmak için biraz zaman alabilir. Yükselme süresi genellikle, **Şekil 25.17'de gösterildiği gibi, ekranın giriş dalga formunun %10 ila %90 noktalarındaki bir değişikliği göstermesi için gereken süre olarak tanımlanır.** Frekans tepkisinin öncelikle amplifikatör devresindeki tek kutuplu bir yuvarlanma ile sınırlı olduğunu varsayarsak, yükselme süresinin matematiksel tanımı şu şekilde verilir :



Şekil 25.17 - **Osilo-kapsam dikey kanalının bant genişliği, kapsamda görüntülenen sinyallerin yükselme süresini sınırlar.**

$$t_r = \frac{0.35}{BW}$$

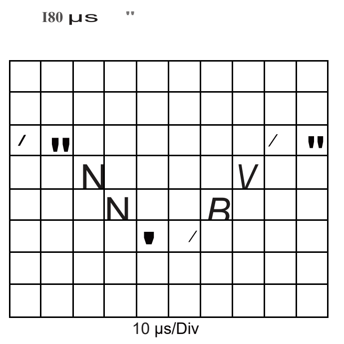
Burada t, = µsand ve BW'deki yükselme süresi = amplifikatörün MHz'indeki bant genişliği.

Ucuz analog osiloskopların bu uygulamalarda %5'ten daha iyi doğruluğa sahip olmayabileceğini belirtmek de önemlidir. Bununla birlikte, orta fiyatlı osiloskoplar bile hala yararlıdır. Bir osiloskopun en önemli değeri, bir devrede neler olup bittiğinin bir görüntüsünü sunmasıdır; bu, dalga formlarını ve diğer zaman değişen olayları gidermek için çok yararlıdır. Modülasyon seviyelerini, aşamalar arasındaki göreceli kazancı, kırpma bozulmalarını, aralıklı salınımları ve diğer yararlı bilgileri gösterebilir.

USNG BIR OSCILLOSKOP

Bir osiloskop, bir sinyalin şeklini, genliğini, frekansını ve de, ac veya her ikisinin bir karışımı olup olmadığını ölçebilir. Örneğin, **Şekil 25.18'de** sinyalin sinüs dalgası olduğu şeklinden anlaşılmaktadır. Merkez yatay çizginin veya eksenin sıfır volt olduğunu varsayarsak, sinyalin de bileşeni yoktur, çünkü eksenin altında olduğu kadar üstünde de vardır. Dikey kazanç bölme başına 1 V olarak ayarlanmışsa, tepe değeri 2 V ve tepe-tepe değeri 4 V'dir.

İz yatay seyahat zaman birimleri içinde kalibre edilir. Eğer süpürme hızı biliniyorsa ve dalga formunun zirveleri (veya döngü başına bir kez meydana gelen benzer iyi tanımlanmış noktalar) arasındaki bölünme sayısını (dikey çubuklar) sayarsak, bir döngünün periyodunu bulabiliriz. Frekans, dönemin karşılıklıdır. İn Şekil 25.18, örneğin,



Şekil 25.18 - **Bir osiloskop frekansı ve genliği ölçebilir. Burada gösterilen dalga formu 80 mikrosaniyelik bir periyoda sahiptir (bölme başına 8 bölüm x 10 µs) ve bu nedenle bir frekans 1/80 µs veya 12.5 kHz.**

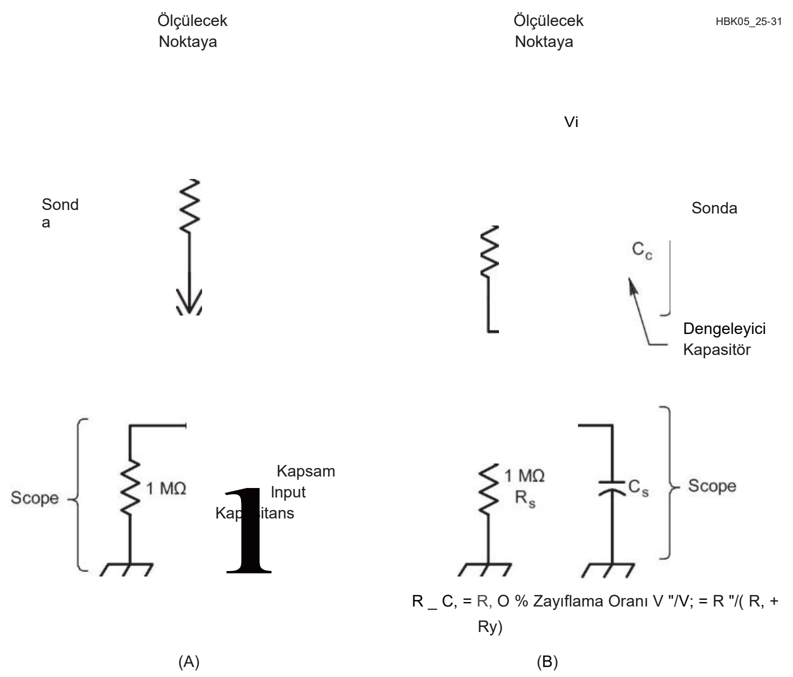
Tepeler arasındaki mesafe 8 tümendir. Eğer süpürme hızı 10 µs/bölüm ise, periyot 80 µs'dir. Bu, dalga formunun frekansının 1/80 µs veya 12.500 Hz olduğu anlamına gelir. Ölçülen frekansın doğruluğu, kapsamın rampa jeneratörünün doğruluğuna bağlıdır, tipik olarak analog bir cihaz için birkaç yüzde. Bu doğruluk, en ucuz frekans sayacıyla bile rekabet edemez, ancak kapsamı belirlemek için hala kullanılabilir.

Bir devrenin düzgün çalışıp çalışmadığı.

Osiloskoplar genellikle kısa bir korumalı kablo uzunluğu ve bir prob ile test edilen bir devreye bağlanır. Düşük frekanslarda, bir parça küçük çaplı koaksiyel kablo ve bir çeşit yalıtılmış test probu yapabilir. Bununla birlikte, daha yüksek frekanslarda, kablonun kapasitif reaktansı, osiloskopun bir megohm giriş empedansından çok daha az olacaktır. Her bir kapsam, giriş terminallerinde (genellikle 5 ila 35 pF arasında) belirli bir dahili kapasitansa sahiptir. Toplam kapasitans, nispeten yüksek empedansa sahip bir RF devresini problarken sorunlara neden olur.

Çoğu yeni osiloskop, her dikey kanal için özel olarak tasarlanmış kapsam probları ile birlikte gelir. Ayrı olarak da satın alınabilir. En yaygın tip, probun yerleşik direncini ve kapsamın giriş direncini kullanarak 10:1 voltaj bölücü oluşturan bir xJO probudur ("çarpı on" probu olarak adlandırılır). Bir x 10 probu kullanırken, tüm voltaj okumaları 10 ile çarpılmalıdır. Örneğin, kapsam 1 V/bölme aralığındaysa ve bir x 10 probu kullanılıyorsa, sinyaller kapsam yüzünde 10 V/bölmede görüntülenir. Bazı kapsamlar, bir x 10 probunun kullanımda olup olmadığını algılayabilir ve kapsam ekranının ölçeğini otomatik olarak değiştirebilir.

Ne yazık ki, kapsam girişi ile seri olarak tek başına bir direnç, paralel kapasitans ile birlikte seri direncin oluşturduğu düşük geçişli filtre nedeniyle kapsamın yükseliş zamanı performansını ve bant genişliğini ciddi şekilde düşürür.



Şekil 25.19 - Düşük frekans ve yavaş yükseliş zamanı ölçümleri için A'daki gibi telafi edilmemiş problar yeterlidir. Bununla birlikte, yüksek frekanslı bileşenlerle hızlı yükseliş sürelerinin doğru bir şekilde görüntülenmesi için, B'deki telafi edilmiş prob kullanılmalıdır. Değişken kapasitör uygun dengeleme için ayarlanır (ayrıntılar için metne bakınız).

Kablo ve kapsam girişinin. Bu, seri dirençle paralel olarak dengeleyici bir kapasitör kullanılarak düzeltilebilir. Eğer kapasitör değeri, R-C zaman sabiti, **Şekil 25.19'da gösterildiği gibi, kapsamın giriş direnci ve kapasitansı tarafından oluşturulan R-C ağı ile aynı olacak şekilde seçilirse,** prob ve kapsam, kapsamın tüm bant genişliği boyunca düz bir yanıt eğrisine sahip olmalıdır. Bir x 10 probu sadece voltajı 10 faktörü ile azaltmakla kalmaz, aynı zamanda giriş direncini arttırır ve kapasitansı da azaltır, bu da devre altındaki yüklemeyi azaltır.

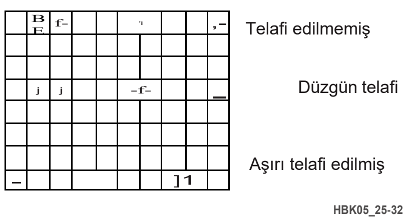
Kapsamdaki üretim toleranslarını hesaba katmak ve dengeleyici kapasitör değişken hale getirilir. Çoğu kapsam, bir **probdaki dengeleyici kapasitörü ayarlamak amacıyla hızlı bir risetime kare dalga üreten bir "kalibratör" çıkışı içerir. Şekil 25.20,** prob osiloskopun kalibratör jakına bağlandığında olası tepkileri göstermektedir. Yanlış ayarlanmış bir dengeleyici kondansatör, kapsamın frekans tepkisini büyük ölçüde etkileyebilir ve gerçekte mevcut olmayan sinyallerde eserler oluşturabilir.

Bir prob kablosu çok kısa ise, bir parça ortak koaksiyel kablo ekleyerek kablonun uzunluğunu uzatmaya çalışmayın. Probdaki dengeleyici kapasitör, verilen kablo uzunluğunu telafi etmek için seçilir. İt genellikle ekstra uzunlukları telafi etmek için yeterli aralığa sahip değildir.

Mümkün olan en kısa yer kurşunu probdan devre alanına kullanılmalıdır. Uzun toprak uçları, görüntülenen sinyalde zil ve diğer istenmeyen eserler oluşturdukları yüksek frekanslarda indüktörler olarak hareket eder.

En iyi yüksek frekans performansı için, kapsam probu tamamen ortadan kaldırılabilir ve osiloskop girişi 50-02 empedansa dönüştürülebilir. Bazı kapsamlarda yüksek empedans veya 50-02 girişi arasında seçim yapmak için bir anahtar vardır. Diğerleri için, bir ucunda bir erkek BNC, diğer ucunda bir kadın BN C ve paralel olarak bir iç 50-02 sonlandırma direnci olan bir konektör olan bir 50-9 üzerinden hat sonlandırma satın alabilirsiniz. Erkek konektörünü kapsamın yüksek empedanslı dikey girişine takın ve 50-Q kablosunu test edilen cihazdan dişi konektöre bağlayın.

Bazı durumlar bir



Şekil 25.20 - Yetersiz, uygun şekilde telafi edilmiş ve aşırı telafi edilmiş probları gösteren bir kare dalga girişi görüntüler.

Voltaj yerine akım dalga formunu ölçmek için kapsam. Bu görevi mümkün kılan, bazıları de ve ac'yi ölçebilen özel akım probları mevcuttur.

Harmonik içeriği veya sinüs dalgasının bozulmasını değerlendirmek için bir kapsam kullanırken dikkatli olun. Göze'iyi görünen'bir dalga formu, havadaki sinyaller için uygun olmayan önemli bozulmalara veya yüksek frekanslı bileşenlere sahip olabilir. Sinyallerin spektral içeriğini belirlemek için bir spektrum analizörü (aşağıda açıklanmıştır) kullanılmalıdır.

CHOOSNG AN OSCILLOSCOPE Uzun yıllar boyunca bir kapsam (hatta sözde taşınabilir) büyük ve ağırdı. Son yıllarda, mikroişlemciler ve diğer İC'ler boyut ve ağırlığı azaltmıştır. Modem kapsamları, yerleşik CRT'ye sahip geleneksel büyük dolaptan başka biçimler alabilir. Neredeyse tüm dijital osiloskoplar gerçek taşınabilirlik için bir LCD ekran kullanır. (Şekil **25.21'e bakınız)** Kişisel bilgisayarınızı, yüksek hızlı bir USB veya Firewire arabirimi aracılığıyla PC'ye bağlanan harici bir sinyal sayısallaştırıcıya sahip bir osiloskop olarak kullanabilirsiniz. Bu, kabini, güç kaynağını, işlemciyi ve bilgisayarın ekranını kullanarak tasarruf sağlar. Bağımsız kapsamlar bile bir bilgisayara bağlanabilir ve depolama ve analiz için verilerini indirebilir veya bellek depolama cihazlarına aktarabilir. Birçok üst düzey kapsam artık Hızlı Fourier Dönüşümleri (FFT) gibi geleneksel olmayan işlevleri içermektedir. Bu, spektrum analizinin veya diğer gelişmiş matematiksel tekniklerin görüntülenen dalga formuna uygulanmasına izin verir .

Özellikler

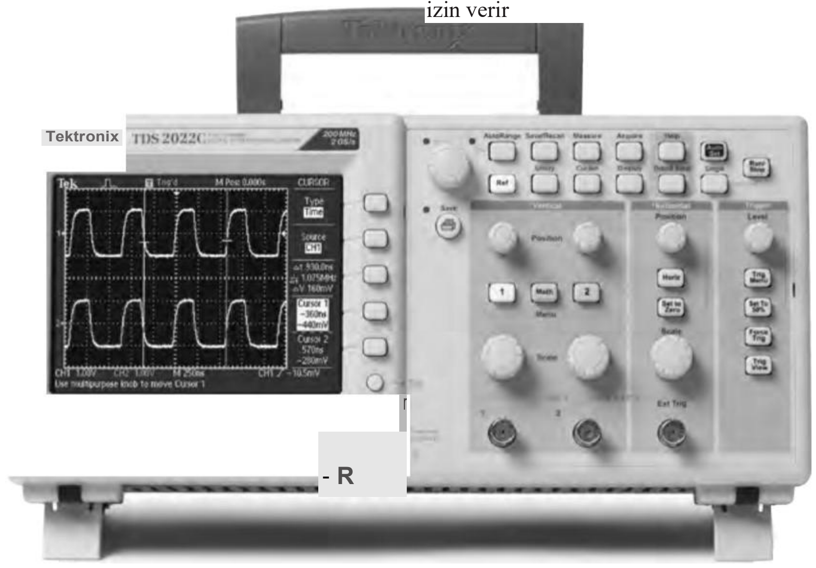
Bir osiloskop seçerken, ilk karar analoga karşı dijitaldir. Kullanılan ve

Fazla enstrümanlar genellikle analogdur, ancak katı hal ekranlarının ve diğer bileşenlerin fiyatları düştükçe daha fazla modem birimi dijitale kaymaktadır. Dijital modeller genellikle daha doğrudur ve analog osiloskoplarda bulunmayan çok sayıda sonuç alma eğilimindedir.

Bir sonraki büyük karar, kaç giriş kanalına ihtiyacınız olduğudur. İkinci bir kanala sahip olmanın aşırı olduğu birçok durum var! Yararlı ve hatta ikiden fazla kanal, özellikle dijital devrelerde sorun giderirken genellikle yararlıdır. İki veya daha fazla kanalla, genellikle X-Y modunu da elde edersiniz.

İz depolama, çok yavaş sinyalleri veya tek atışlı geçişleri görüntülemek için gereklidir. Eski günlerde, üst düzey analog kapsamlar, bir izi analog tarzda saklayabilen özel CRT'ler kullanıyordu. Düzgün bir şekilde ayarlanması oldukça zor olma eğilimindeydiler ve CRT'ler pahalı ve/veya başarısız olmaları durumunda değiştirilmesi imkansızdır. İz depolamanın - dijital bir kapsamda uygulanması çok kolaydır ve neredeyse hepsi bu özelliğe sahiptir. Özdeş olarak, bir veya daha fazla depolanmış iz, kolay karşılaştırma için mevcut iz ile aynı anda görüntülenebilir.

Çoğu kapsam, dahili, harici veya güç hattı senkron tetiklemenin yanı sıra ayarlanabilir bir tetikleme seviyesi seçme yeteneği ile birlikte gelir. Dijital kapsamlar ekranda yatay bir çizgi çizebilir, böylece tetikleme seviyesinin sinyale göre tam olarak nerede olduğunu görebilirsiniz, bu da çok kullanışlıdır. Tetik seviyesinin otomatik olarak ayarlanması da ortak bir özelliktir. Bazı kapsamlar, yanlış tetiklemeyi azaltmak için histerezis ekleyen bir gürültü reddetme özelliği sunar. *Tek tarama,* tekrar etmeyen bir sinyale bakmak için kullanışlıdır. Tek tarama, bir düğmeye basarak veya bazen harici bir sinyalle bir sonraki taramayı başlatmak için silahlı, yani sıfırlanabilir ve hazır olabilir. *Tetik gecikmesi* yatay merkezlemeye izin verir



Şekil 25.21 - Tektronix TDS 2000C serisi, LCD ekran kullanan dijital osiloskopların tipik bir örneğidir.

Ekran, tetik noktasından farklı bir yerde. *Tetik bekletme,* istenmeyen çoklu tetikleyicileri önlemek için taramadan sonra seçilebilir bir süre için tetikleyiciyi engeller.

Bazı eski tüp tipi kapsamlar sadece ac giriş kuplajı sundu, ancak günümüzde çoğu ac, de ve toprak arasında seçim yapmak için bir anahtara sahip. Daha önce de belirtildiği gibi, bazıları 50-Q veya yüksek giriş empedansını seçmek için bir anahtar içerir. Bazı yüksek hızlı kapsamlar, düşük frekanslı sinyalleri ölçerken geniş bant gürültüsünü azaltmak için değiştirilebilir bir giriş alçak geçiren filtre içerir. Bazen çok kanallı kapsamlarda bulunan bir özellik, iki veya daha fazla kanal ekleme veya çıkarma yeteneğidir.

Dijital osiloskoplar genellikle çeşitli veri analizi özellikleri içerir. Ortalamanın alınması gürültüyü azaltır ve tepe modu geçici tepe noktalarını görünür kılar. Ortak bir özellik, bir sinyalin tepe, tepe-tepe ve RMS değerlerini hesaplama ve görüntüleme yeteneğidir. Tekrarlayan sinyaller için, süre ve frekans da hesaplanabilir. Bazı kapsamlar, bir dalga formundaki belirli noktaların doğru ölçümlerine izin veren genlik ve/veya zaman işaretleyicileri içerir. Bazen enstrüman durumu, kurulumu uzun zaman alan karmaşık cihazlarda çok kullanışlı olabilecek birkaç dahili bellekten birine saklanabilir.

Bilgisayar bağlantısı yalnızca üst düzey cihazlarda mevcuttu, ancak şimdi giderek daha yaygın hale geliyor. İt, daha sonra referans için izlerin saklanmasına izin verir ve bu dergi makalesi veya en son yaratımınız hakkında dizüstü bilgisayar girişi için güzel grafik ekran görüntüleri üretebilirsiniz. Uygun yazılımla otomatik testlere de izin verir. Eski enstrümanlar genellikle Hewlett-Packard ekipmanında IEEE-488 veya HPİB olarak da bilinen bir GPİB (genel amaçlı arayüz veri yolu) arayüzüne sahiptir. GPİB-USB adaptörleri Prologix ve bir dizi başka şirketten temin edilebilir. Daha fazla modem kapsamı genellikle bir RS-232 veya USB arayüzü ile birlikte gelir .

Özellikler

Bant genişliği, bir osiloskop için ana "para özelliği'dir. Frekans aralığı ne kadar yüksek olursa, o kadar pahalı olma eğilimindedir. Yükselme süresi de bazen belirtilir. Dijital kapsamlar için, örnek oranı da aynı derecede önemlidir. Teorik olarak, bant genişliğinin en az iki katı olmalıdır, ancak takma adlardan kaçınmak için pratik olarak bundan çok daha yüksek olmalıdır. Tekrarlayan dalga formları için, bazı kapsamlar, daha önce açıklandığı gibi, daha düşük bir örnek oranıyla aliasing'i ortadan kaldırmak için numune fazı ile hileler yapabilir.

Giriş sinyallerinin aralığı normalde bölme başına maksimum ve minimum volt olarak belirtilir. Genlik doğruluğu genellikle okumanın yüzdesi olarak, genellikle ucuz analog kapsamlar için %5-10 ve yüksek kaliteli dijital kapsamlar için %1-2 olarak belirtilir. Bir diğer önemli özellik ise Hasarsız kabul edilebilecek maksimum giriş sinyali. İt tipik olarak maksimum de artı tepe ac voltajı, yani tam sinyalin maksimum tepe voltajı olarak sunulur. Bu, prob özelliklerine tabi olan bir x 10 probu kullanıldığında artar.

Dijital kapsamlar için, giriş analogdan dijitale dönüştürücünün (ADC) çözünürlüğü tipik olarak bir dizi bit olarak belirtilir. Bazen en düşük voltaj giriş aralıkları sadece ADC aralığının alt ucu kullanılarak elde edilir, bu da görüntülenen sinyalin düzgün bir eğri yerine kademeli bir tepkiye sahip olmasına neden olur.

Süpürme hızı genellikle bölme başına saniye (milisaniye, mikrosaniye) cinsinden belirtilir. Doğruluk tipik olarak analog kapsamlar için birkaç yüzde ve dijital kapsamlardan çok daha iyidir, genellikle sadece ekran çözünürlüğü ile sınırlıdır. Tetikleme sistemi, bir kapsamın gerçek operasyonda ne kadar yararlı olduğunu belirleyen önemli bir faktördür, ancak özellikleri inceleyerek ne kadar iyi çalıştığını söylemek zor olabilir. Tetik hassasiyeti, aranacak ana parametredir. İt, iç tetikleyici için bir bölümün kesirlerinde ve dış tetikleyici için m V'de belirtilir.

KULLANILAN KAPSAM BUYNG

Birçok jambon, fiyat nedeniyle kullanılmış bir kapsam satın alır. Bir kapsam satın alırsanız ve kendiniz hizmet etmeyi düşünüyorsanız, tüp veya CRT kullanan tüm kapsamların ölümcül voltajlar içerdiğinin farkında olun. Bir osiloskopu, tüp tipi yüksek güçlü bir amplifikatörle kullanacağınız aynı özenle uygulayın. CRT dikkatli bir şekilde ele alınmalıdır, çünkü düşerse çatlar ve patlar, bu da cam parçaları ve diğer malzemelerin hemen her yere püskürtülmesine neden olur. Kendinizi korumak için tam yüz güvenlik kalkanı ve diğer uygun güvenlik ekipmanlarını kullanmalısınız.

Daha eski bir kapsama hizmet verirken bir diğer endişe, parçaların kullanılabilirliğidir. Eski birimlerdeki CRT'ler artık mevcut olmayabilir. 1985'ten bu yana yapılan birçok kapsam, özel İC'ler, LCD'ler ve mikroişlemciler kullandı. Bunlardan bazıları mevcut olmayabilir veya maliyet açısından engelleyici olabilir. Saygın bir satıcıdan kullanılmış bir kapsam satın almalısınız - daha da iyisi, satın almadan önce deneyin. Operatör kılavuzunu da aldığınızdan emin olun.

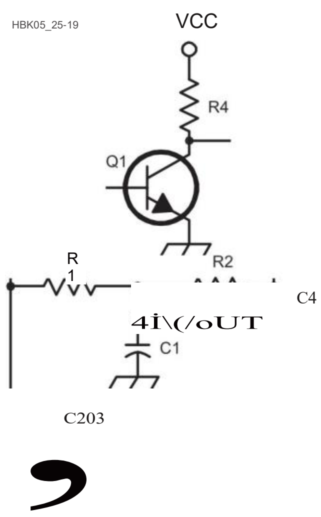
Eski tüp tipi modeller genellikle oldukça kullanışlıdır, genellikle yeni bir tüp veya ikiden başka bir şeye ihtiyaç duymazlar. - Tektronix ve Hewlett-Packard tarafından yapılan eski günlerdeki büyük laboratuvar sınıfı aletler hala biraz özenle iyi hizmet verebilir. O kadar büyük ve ağırdırlar ki, onları barındırmak ve laboratuvar tezgahından laboratuvar tezgahına kolay hareket ettirmek için özel bir kapsam arabası sıklıkla kullanılmıştır.

Erken nesil dijital kapsamlar artık fazla pazarda makul fiyatlarla ortaya çıkıyor. Ne yazık ki, kullanıcı arayüzü bazı modlarda arzulanan çok şey bırakıyor - Els, bazen operatörün ortak işlevlere erişmek için birkaç menü katmanı kullanmasını gerektirir. Önemli işlevlerin çoğu için ayrı düğmeler veya düğmeler ile analog benzeri bir his arayın.

25.3.5 Ses Frekansı Osilatörleri ve Fonksiyon Jeneratörleri

Bir ses frekansı tonu oluşturmanın birkaç yolu vardır. Eğer bir kare dalga çıkışı kabul edilebilir ise, basit bir osilatör 555 zamanlayıcı İC, iki direnç ve iki kapasitör ile inşa edilebilir. İt, iyi frekans kararlılığı ile ucuz, zaman çizelgesi tasarımıdır.

Bir sinüs-dalga sinyaline ihtiyaç duyulursa, tek bir bipolar transistörden yapılmış bir ikiz-T osilatörü en basit çözümdür. **Şekil 25.22'deki osilatör,** bileşen değerlerini değiştirerek ses aralığındaki herhangi bir frekansta çalıştırılabilir. Rl, R2 ve Cl düşük geçişli bir ağ oluştururken, C2, C3 ve R3 yüksek geçişli bir ağ oluşturur. Faz kaymaları zıt olduğundan, toplam faz kaymasının toplayıcıdan tabana 180 ° olduğu tek bir frekans vardır :
Salınım bu frekansta gerçekleşir. Cl, kapasitans ofC2 veya C3'ün yaklaşık iki katı olmalıdır. R3, Rİ veya R2'nin (C2 = C3 ve Rl = R2) yaklaşık 0.1 direncine sahip olmalıdır. Çıkış, harmonik bozulmanın en az olduğu Cl boyunca alınır. Nispeten yüksek empedans yükü kullanın - 100 kn veya daha fazla. Çoğu küçük sinyal AF transistörü Q 1 için kullanılabilir. Ya NPN



Şekil 25.22 - Twin-T ses osilatör devre aralığı için değerler 18 k. R1-R2 için ve C1 (750 Hz) için 0.05 µF
1800 Hz için 15 kO ve 0.02 µF. Aynı frekans aralığı için, R3 ve C2-C3 1800 © ve 0.02 µF ile 1500 9 ve 0.01 µF arasında değişir. R4 3300 n ve C4, çıkış kuplaj kapasitörü, yüksek empedanslı yükler için 0.05 µF olabilir.

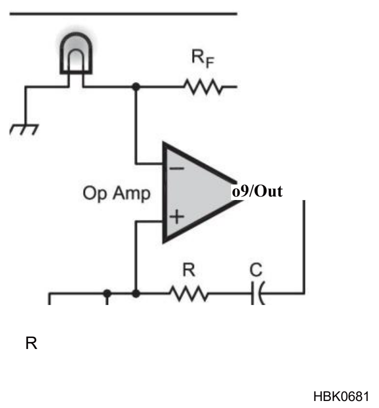
Veya tedarik polaritesi doğru ayarlanmışsa PNP tipleri tatmin edicidir. R4, kollektör yük direnci en iyi çıkış dalga formu için osilatör ayarlamak için biraz değiştirilebilir.

İkiz-T osilatörü kabaca sinüzoidal bir çıkış verirken, bozulma oldukça yüksektir ve frekans kolayca ayarlanamaz. Bu sorunların her ikisi de **Şekil 25.23'te gösterilen Wien köprüsü osilatöründe ele alınmıştır.** Düşük bozulmanın anahtarı, amplifikatörün doygunluğa girmesini önlemektir. Pozitif geribildirim ağının her iki bölümünde de kullanılan eşit R ve Care değerleri, daha sonra bu ağ üzerinden kazanç %'dir. Eğer negatif geri besleme ağı da 3:1 oranına sahipse, toplam döngü kazancı tam olarak 1, salınım koşuludur. Alt bacaktaki ampul pozitif sıcaklık katsayısına sahiptir. (Gerçek bir akkor ampulün kullanılması gerektiğini unutmayın - bir LED değiştirilemez.) Sinyal seviyesi arttıkça, direnci yükselir ve kazancı düşürür. Bu şekilde genlik sabit tutulur, böylece amplifikatör doymaz. Frekans, R etiketli iki direnç için iki bölümlü bir potansiyometre kullanılarak tek bir kontrolle ayarlanabilir. Tipik olarak küçük sabit değerli dirençler, 10:1 ayar aralığı vermek üzere her potansiyometre bölümüyle seri olarak yerleştirilir. Ek aralıklar, denklemi kullanarak seçilen kapasitörleri değiştirerek olabilir

$$C = \frac{'}{2rfR}$$

Uygun bir ampul 327 veya 1819 numarasıdır. Normal olmayan çalışma, negatif geri besleme direnci R'nin değeri, tipik olarak 400 © 2 civarında belirlenen tam parlaklıktan biraz daha az aydınlatılmalıdır .

Ayarlanabilir bir osilatörün çıkışını stabilize etmek için bir ampulün direncinin pozitif sıcaklık katsayısının kullanılması fikri, üretilen ilk cihazda kullanılmıştır.



Şekil 25.23 - Bir Wien köprüsü osilatörü, bir twin-T osilatöründen daha düşük bozulmaya sahiptir. Ampul, amplifikatör kırpması nedeniyle bozulmayı önlemek için geri bildirimi dengelemek için hareket eder.

Hewlett-Packard şirketi. (Model 200A ses osilatör devresi ilk olarak şirket kurucusu Hewlett'in 1939 üniversite tezinde tanımlanmıştır.)

FUNCTION JENERATÖRLERİ

Bir *dalga formu üreteci olarak da bilinen bir işlev üreteci,* birkaç dalga formu üretebilen bir tür ses osilatörüdür. Sinüs dalgalarına ek olarak, çoğu da kare dalgalar, üçgen dalgaları ve testere dişi rampa dalga formları oluşturabilir. - Değişken görev faktörlü bir darbe çıkışı başka bir ortak özelliktir. Birçok model ayrıca frekansı doğrusal olarak süpürebilir. Frekans kapsamı tipik olarak ses frekanslarının altından birkaç MHz'e kadardır .

Çoğu analog fonksiyon jeneratörünün kalbi bir üçgen dalga osilatörüdür. Sinüs dalgasını oluşturmak için, bir diyot şekillendirme devresi üçgenlerin üst ve alt kısımlarını yuvarlar, bu da - yüzde bir veya iki sırada bozulma ile makul derecede doğru bir sinüs dalgası ile sonuçlanır. Üçgen dalganın ne zaman yükseldiğini veya düştüğünü belirleyen devre, kare dalgayı da oluşturmak için kullanılır. Üçgen dalganın yükseliş/düşüş görev faktörü, kare dalganın görev faktörünü de değiştiren çeşitli olabilir. Üçgen dalga görev faktörü %100 veya %0'a yakın ayarlanırsa, yükselen veya düşen bir testere dişi dalgası olur.

Kendi analog fonksiyon jeneratörünüzü oluşturmanın en kolay yolu, ihtiyacınız olanın çoğunu tek bir pakette içeren bir dalga formu jeneratörü İC kullanmaktır. Günümüzde mevcut olan en yaygın iki İC, MAX038 ve XR2206. Bu ICL8038 birçok eski devrede görülür, ancak eskidir ve artık üretimde değildir. AD9833 doğrudan dijital sentez (DDS) İC (bakınız **Şekil 25.24)** ayrıca düşük frekanslı fonksiyon üreteci olarak kullanılmak üzere tasarlanmıştır.! (DDS, **Osilatörler ve Sentezleyiciler ile DSP ve Yazılım Radyo Tasarımı bölümlerinde tartışılmıştır**.)

Keyfi bir dalga formu jeneratörü (AWG veya ARB), bir dalga formu jeneratörünün süper seti olan yeteneklere sahiptir. Şekil 25.24'teki sinüzoidal dalga formu ROM arama tablosu RAM ile değiştirilir, böylece oluşturan veriler

Sinüs dalgası dışındaki dalga formları kullanılabilir. Genellikle büyük miktarda bellek dahil edilir, böylece periyodik sinyallere ek olarak uzun tekrarlı olmayan dalga formları üretilebilir. ARB'ler genellikle bir mikroişlemci içerir ve tekrar eden ve tekrar etmeyen parçaları birleştirebilecek karmaşık diziler oluşturmak için araçlar sağlar.

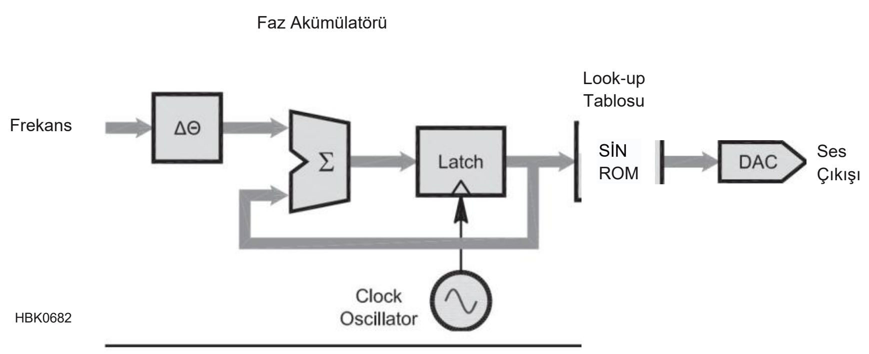
BİR FUNCTİON JENERATÖRÜ SEÇİN

Birçok uygulama için, bir Wien köprüsü osilatörüne dayanan temel analog sinüs/kare dalga jeneratörü iyi çalışır. Sinüs dalgası, bir ses frekansı devresinin kazancını, frekans yanıtını ve maksimum sinyal seviyesini test etmek için yeterlidir. Kare dalga, devrelerin geçici tepkisini kontrol etmek için kullanışlıdır.

Bir fonksiyon üreteci tarafından sunulan ek dalga şekilleri daha ezoterik uygulamalar için kullanışlıdır. Testere dişi ve üçgen dalgalar, bir devrenin çeşitli voltajlara tepkisini test etmek için bir voltajı bir aralıktan süpürmek için kullanılabilir. Darbe çıkışı, özellikle cihazın açma ve kapama voltaj seviyelerini ayarlamak için bir provizyonu varsa, dijital devreyi test etmek için kullanışlıdır. Frekans süpürme özelliği, bir ses devresinin frekans tepkisini test etmek için çok kullanışlıdır, özellikle bir - osiloskopu senkronize etmek için bir süpürme rampası veya süpürme tetik çıkışı sağlanmışsa. Bazı cihazlar, harici bir voltaj vasıtasıyla frekansı kontrol etmek için bir giriş sağlar.

Bir fonksiyon jeneratörü seçerken, bakılacak ilk özellik frekans aralığıdır. Birçok ünite düşük radyo frekanslarını ve sesi kapsar. Frekans doğruluğu birçok uygulama için önemli olabilir. Dijital olarak sentezlenen modeller bir kuvars kristal saat osilatörü kullanır, bu nedenle analog modellerden çok daha doğrudur. Bazı analog modellerde dahili bir frekans sayacı vardır, ancak doğruluk hala frekans kayması ile sınırlı olabilir.

Genlik aralığı ve doğruluğu da dikkate alınmalıdır. Birkaç voltluk bir genlik, güç cihazlarını test etmek ve genliği doğru bir şekilde ayarlamak için kullanışlıdır.



Şekil 25.24 - Doğrudan dijital synthesizer (DDS) sinüs-dalga jeneratörü. Gösterilmeyen, çıktıda saat frekansının üstünde istenmeyen sahte frekansları azaltan düşük geçişli bir filtredir.

Bir vericinin mikrofon girişini çalıştırmak için birkaç milivolt gerekebilir. Çıkış empedansı genellikle 600 ©2 veya 50 ©2'dir.

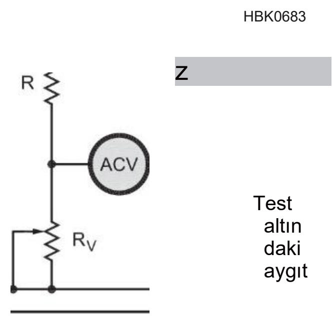
Fonksiyon jeneratörleri, ucuz el ünitelerinden binlerce dolara mal olan sofistike tezgah aletlerine kadar çok çeşitli fiyatlar için mevcuttur. Fazla tüp tipi modeller, 1970'lerin başlarına kadar üretilen saygıdeğer Hewlett-Packard 200A başlayarak iyi değerler olabilir. Daha yeni modeller, HP, halefi şirketi Agilent Technologies, Tektronix, B&K, Keithley, Wavetek, Leader, Fluke ve diğerleri tarafından yapılan kullanılmış ekipman pazarında da bulunabilir.

Daha az pahalı bir çözüm, bir işlev üreteci olarak bir bilgisayar ses kartı kullanmaktır. İnternet'te çeşitli ücretsiz işlev oluşturucu yazılımları bulunabilir. Ses kartı çıkışı ac bağlı olduğundan, çoğu fonksiyon jeneratöründe olduğu gibi de offset voltajını ayarlamak mümkün değildir. Ayrıca, frekans aralığı, seviye aralığı ve doğruluğu ve çıkış sürücüsü kapasitesi, özel amaçlı bir cihazdan beklediğiniz kadar iyi değildir. Bununla birlikte, oldukça sofistike dalga formları doğru yazılımla üretilebilir ve fiyat doğrudur.

25.3.6 İnduktans ve Kapasitans Ölçümü

İndüktansı (L), kapasitansı (C), orresistansı (R) ölçmenin geleneksel yolu, bir sinüs-dalga voltajı ile tahrik edilen bir Wheatstone köprüsünden oluşan bir LCR köprüsü ve boş dedektör için bir ac voltmetre ile yapılır. Şekil **25.25,** Z etiketli kutu - referans bileşenidir. Test edilen cihazla aynı tip olmalı, bir indüktör, kapasitör veya direnç. Değişken direnç R'nin R'ye oranı, test edilen cihazın empedansının Z'ye oranı ile aynı olduğunda köprü boştur. R'nin değeri direnç veya indüktans ile orantılıdır ve kapasitans ile ters orantılıdır. C ile orantılı hale getirmek için, devredeki R ve R konumlarını değiştirin. Tüm durumlarda, R = R olduğunda, test edilen cihazın değeri Z değerine eşit olduğunda null elde edilir.

Çoğu ticari LCR köprüsü, çeşitli Z değerlerini seçmek için bir anahtar içerir. Tipik olarak on yıllık adımlardır, böylece kadran kalibrasyonu tüm ölçeklerde çalışır. Sinüs-dalga kaynağının frekansı, test altındaki kondansatörün veya indüktörün reaktansı, sinüs-dalga kaynağına çok küçük bir yük empedansı sunacak kadar düşük değil ve ac voltmetre tarafından sunulan yükün boşluğun derinliğini azaltacak kadar yüksek olmamalıdır. Genellikle birkaç frekans seçilebilir,



Şekil 25.25 - Bir LCR köprüsü, hangi İndüktörleri (L), kapasitörleri (C) ve dirençleri (R) ölçmek için kullanılan bir Wheatstone köprüsü türüdür. "Z" etiketli kutu, test edilen cihazın karşılaştırıldığı referans bileşenidir.

Büyük değerli L ve C için daha düşük frekanslar ve daha küçük değerler için daha yüksek frekanslar kullanılmaktadır.

Bir dip ölçer, değeri doğru olarak bilinen karşı tipteki bir bileşen mevcut olduğu sürece L veya C'yi ölçmek için kullanılabilir. Teknik, indüktör ve kondansatörü paralel olarak bağlayarak ayarlanmış bir devre yapmak ve daha sonra rezonans frekansını bir ızgara daldırma ölçer ile ölçmektir. İndüktans veya kapasitans formül kullanılarak daldırma frekansı, f, belirlenebilir

L =1 veya
(2nry ° c

C = İ (2any *
L

Bazı multimetreler, indüktörleri ve kapasitörleri ölçmek için yerleşik kapasiteye sahiptir. Herhangi bir multimetre ile Land C ölçümüne izin vermek için bir adaptör oluşturmak da mümkündür. Devre örnekleri bu bölümün sonundaki İnşaat Projeleri bölümünde verilmiştir.

Yüksek frekanslı anahtar mod kaynaklarında kondansatörlerin kullanımı (bkz. **Güç Kaynakları bölümü**), *eşdeğer seri dirençlerini (ESR) ve eşdeğer seri endüktanslarını (ESL) ölçmeyi önemli kılar.* ESR ve ESL kayıplara neden olur ve anahtarlama devresinin düzgün düzenleme yeteneğini etkiler. Bir ESR metre, kısa darbeler veya ac sinyalleri kullanarak bir kapasitörün ESR'sini ölçer. Bazı ESR sayaçları, kondansatör ile devre içinde kullanılabilir, ancak kondansatör şarj edilmiş veya enerjilendirilmiş olarak kullanılmamalıdır. ESL tipik olarak yukarıda belirtildiği gibi bir indüktans ölçer ile ölçülür.

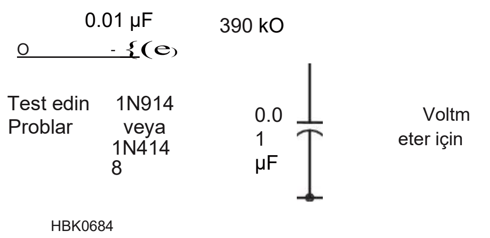
25.4 RF Ölçümleri

RF ölçümleri ac ölçümlerinin özel bir durumudur. Düşük frekanslı AC ölçümü ile ilgili önceki bölümdeki her şey geçerli olsa da, parazitik değerler ve operasyonel bant genişliği gibi yüksek frekanslı ölçümler için dikkate alınması gereken ek faktörler vardır. Bu bölüm özellikle radyo frekanslarında ölçüm yapmaya uygun ekipman ve teknikler üzerinde yoğunlaşmaktadır. **RF Teknikleri bölümü,** yüksek frekanslardaki devreler hakkında ek bilgilere sahiptir.

25.4.1 RF Gerilim ve Akım Ölçümü

Bir *RF probu, bir* radyo frekansı sinyalini rektifiye eder, böylece genliği multimetre gibi bir aletle ölçülebilir. The Devre tipik olarak oldukça basittir, **Şekil 25.26 örneğinde olduğu gibi bir diyot, bir direnç ve birkaç kapasitörden oluşur. Direnç** değeri, düzeltilmiş çıkış voltajının yaklaşık olarak bir sinüs dalgası giriş sinyalinin RMS değerine eşit olması için seçilir. Gösterilen 390 k © değeri, sayacın 1 MO giriş direnci. Diyot, 1N914 veya 1N4148 gibi yüksek hızlı anahtarlama diyotu olabilir veya daha fazla hassasiyet için bir Schottky diyotu olabilir.

Dedektör, başıboş indüktansı ve kapasitansı en aza indirmek için ölçüm noktasına mümkün olduğunca yakın yerleştirilir. Yol açan



Şekil 25.26 - Temel **RF probu, bir RF sinyalini bir voltmetre ile ölçülebilen bir de voltajına dönüştürmek için kullanılır.**

de voltmetre daha uzun olabilir. RF probu, ele kolayca uyan herhangi bir uygun muhafazaya yerleştirilebilir ve devre, uçlar kısa tutulduğu sürece delikli fenolik levhanın bir hurdası üzerine inşa edilebilir. Bir koaksiyel giriş ve entegre bir telafi voltmetre ile çok daha ayrıntılı bir versiyonu indirilebilir ek içeriği ile açıklanmıştır.

RF akımını ölçmek biraz daha zordur. Bir anten veya besleme hattındaki akımı ölçerken, bir ampermetre takmak için bağlantıyı kesmek pratik olmayabilir. Bu yapılabilse bile, sayacın kendisi genellikle ölçümü bozar, çünkü ya ac gücüne takılması gerekir ya da sadece cihazın büyüklüğü nedeniyle.

Zamana bağlı bir teknik, küçük bir akkor lambayı ölçülecek anten veya besleme hattı ile seri olarak bağlamaktır. Bilinen bir de akım ile parlaklığı karşılaştırarak RF akımının miktarı hakkında kaba bir fikir edinebilmenize rağmen, bu yöntem yalnızca mutlak değerin bilinmesi gerekmeyen göreceli ölçümler için kullanışlıdır.

Başka bir alternatif, tel üzerinde kenetlenen bir akım transformatörü kullanarak bir RF ampermetre oluşturmaktır.!! Bu yöntem, telin bağlantısının kesilmesi gerekmemesi avantajına sahiptir. İt metrenin, ölçülen tel veya kabloyla eşleşmemesi önemlidir.

AM yayın istasyonu antenlerinin baz akımını ölçmek için yapılan yüksek hassasiyetli ticari RF ametreler bazen fazla piyasada bulunabilir. Eğer bir tane bulabilirseniz, bir homebrew cihazından çok daha iyi doğruluk verir.

25.4.2 RF Gücünün Ölçülmesi

Verici gücü normalde watt birimlerinde verilir. Alıcı ve verici devrelerinde bulunan düşük güçlü RF sinyalleri, miliwatt (mW) veya microwatt (μ W) birimlerinde belirtilebilir, ancak bir miliwatt'a göre dBm, desibel birimlerini görmek daha yaygındır. Örneğin, bir Sl sinyalinin gücünü -121 dBm olarak ifade etmek 0.00000000076 µW'den çok daha kolaydır. Formül dBm = 10 log (1000 P), burada Pis watt cinsinden güçtür. Bir miliwatt (P = 0.001) 0 dBm'dir ,

Tablo 25.2
Güç ve dBm Eşdeğerleri

dBm	*Güç*	*dBm*	*Güç*
-60dBm	1nW	3dBm	*2mW*
-30 dBm	1 µW	6 dBm	4mW
-20 dBm	10 µW	10 dBm	10 mW
-		20dBm	100
-6 dBm	¼ mW	30 dBm	mW 1W
-3 dBm	½ mW	60 dBm	1 kW
0 dBm	1mW	61.7 dBm	1.5 kW

10 mW + 10 dBm, 0.01 mW -20 dBm ve benzeri. **Tablo 25.2,** yaygın dBm ve güç eşdeğerini listeler .

RF gücünü ölçmek biraz kafa karıştırıcı olabilir çünkü bunu yapmanın birkaç yolu vardır. Tepe ve RMS voltajı ve akım arasındaki farkı zaten ele aldık. RF gücü her zaman RMS değerlerine dayanır. Örneğin, 50-0 kukla yüküne RF voltajı 70.7VRMS (RF sinüs dalgalarının lO0Vatthepeak), o zaman güç 2P = E/R = 70.7^2 *İ 50 = lO0W'dir.* **(Seewww.eznec. com/ Amateur/RMS_ Güç** ve RMS'nin daha kapsamlı bir açıklaması için Power.pdf .)

Pik zarf gücü (PEP) sinüs dalgasının tepe ve ortalama voltaj arasındaki fark ile ilgisi yoktur. Bu, bir RF döngüsünde ortalaması alınan modülasyon zirvesindeki bir RF sinyalinin gücünün bir ölçüsüdür. Bir CW sinyali için, PEP, herhangi bir wattmetrede okunduğu gibi, anahtar kapatıldığında güçtür. Ancak, bir SSB sinyali için, konuştuğunuz gibi güç sürekli değişiyor. Ortalama okuma wattmetre PEP çok daha düşük bir değer okuyacaktır.

En yüksek zarf gücünü ölçmek, ortalama gücü ölçmekten daha zordur. Osiloskop, yük empedansı doğru bir şekilde biliniyorsa, bant genişliği sınırlamaları dahilinde oldukça doğru bir yöntem olabilir. Osiloskopun RMS voltajı yerine tepe-tepe gösterdiğini unutmayın, bu nedenle maksimum okumayı 2 x √2 veya 2.828'e bölmeniz gerekir. Bazı wattmetreler PEP okuma yeteneğine sahiptir. Devreleri, tepelerin doğru bir şekilde okunmasını sağlamak için algılanan RF sinyaline çok hızlı yanıt vermelidir.

Yönlü bir wattmetre, bir iletim hattında her yönde akan gücü ölçen bir cihazdır. RF sinyallerinin iletim hatlarında yayılma şekli **İletim Hatları bölümünde ele alınmıştır.** Birçok amatör, vericilerinin ve antenlerinin durumunu izlemek için istasyonlarında kalıcı olarak bağlı bir wattmetre tutar. Yönlü su ölçerler hakkında daha fazla tartışma için İstasyon Aksesuarları bölümüne bakın.

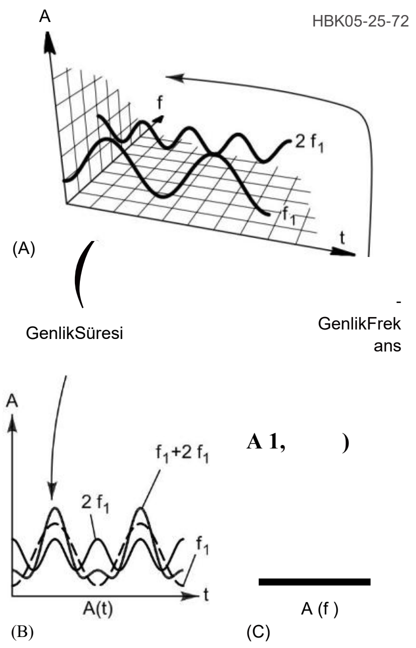
Bolometre, dirençli bir yükte yayılan ısıyı ölçerek verici gücünü ölçmek için kullanılan bir cihazdır. Bir termistör veya başka bir cihaz sıcaklığı ölçer. Cihaz bir de voltaj ile kalibre edilir, çünkü de voltaj ve akım çok hassas bir şekilde ölçülebilir. Dikkatli inşaat ve kalibrasyon ile çok yüksek doğruluk elde edilebilir. Bununla birlikte, ölçümün tepki süresi çok yavaştır, bu nedenle bir bolometre normalde ölçümler için doğrudan kullanılmak yerine başka bir wattmetreyi kalibre etmek için kullanılır. Bolometreler ticari olarak üretilir, ancak plastik bir piknik soğutucusu kullanarak evde demlemek mümkündür.[12]

Ticari laboratuvar güç sayaçları genellikle milliwatt veya microwatt aralığındaki güç seviyelerini ölçmek için tasarlanmıştır.

Diyot veya termokupl dedektörlerine dayanan iki temel tip vardır. Belirli bir güç seviyesinin altında, bir diyot dedektöründen gelen çıkış, güçle, yani RF voltajının karesiyle doğru orantılıdır. Uygun bir de amplifikatör ile, dedektör çıkışı, gücü doğrudan okumak için doğrusal bir ölçek ile bir metre sürebilir.

Termokupl tipi güç sayaçları, RF sinyalini güç seviyesine orantılı olarak ısınan bir dirence besler. Sıcaklık, farklı metallerin bir çift bağlantısından oluşan bir termokupl ile ölçülür. RF gücü ile orantılı olan iki kavşağın sıcaklık farkına bağlı olarak bir voltaj üretilir. Termokupl yöntemi yüksek doğruluk ve geniş bant genişliği sağlar, ancak ölçüm süresi, bir diyot dedektöründe olduğu gibi neredeyse anlık olmak yerine, düşük güç seviyelerinde birkaç saniyeye kadar çıkabilir. Eski model fazla diyot ve termokupl tipi sayaçlar genellikle makul fiyatlarla bulunabilir, ancak istenen frekans aralığı ve güç seviyesi için uygun sensörler genellikle güç sayacının kendisinden daha pahalıdır.

Analog Cihazlar, RF sinyallerini algılayabilen ve güç seviyesinin logaritmasına orantılı bir de voltaj verebilen bir dizi entegre devre yapar. Bu, doğrudan dBm'de okuyan bir RF güç ölçer oluşturmayı kolaylaştırır. Örneğin, AD8307, 1-dB (yaklaşık 1 milyardan bire) bir güç aralığında 88-dB doğrulukla 500 MHz'e kadar kapsar.



Şekil 25.27 - **Zaman ve frekans alanlarında karmaşık bir sinyal. A, genlik, zaman ve frekansın üç boyutlu bir görüntüsüdür. B, zamana karşı genliğin bir osiloskop gösterimidir. C, frekans alanının spektrum analizörü ekranıdır ve frekans ve genliği gösterir.**

25.4.3 Spektrum Analizörleri

Bir spektrum analizörü bir osiloskopa benzer. Her ikisi de bir elektrik sinyalinin grafiksel bir görünümünü sunar. Osiloskop, *zaman alanındaki elektrik sinyallerini gözlemlemek için kullanılır (zamana* karşı genlik). Bununla birlikte, zaman alanı, frekans tepkileri açısından en iyi karakterize edilen karmaşık sinyalleri oluşturan frekanslar hakkında çok az bilgi verir. Bu bilgi, *frekans alanındaki (genliğe* karşı - frekans) elektrik sinyallerini görüntüleyerek elde edilir. Frekans alanını gösterebilen bir araç spektrum analizörüdür.

TIME VE FREKANS DOMAİN Zaman ve frekans alanı kavramlarını daha iyi anlamak için bkz **Şekil 25.27.** Şekil 25.27A'deki üç boyutlu koordinatlar, zamanı sağ alta doğru eğimli çizgi olarak, frekansı sağ üste doğru yükselen çizgi olarak ve genliği dikey eksen olarak gösterir. Gösterilen iki ayrı frekans harmonik olarak ilişkilidir, bu yüzden biz 'İİ onlara fl ve 2fl diyoruz.

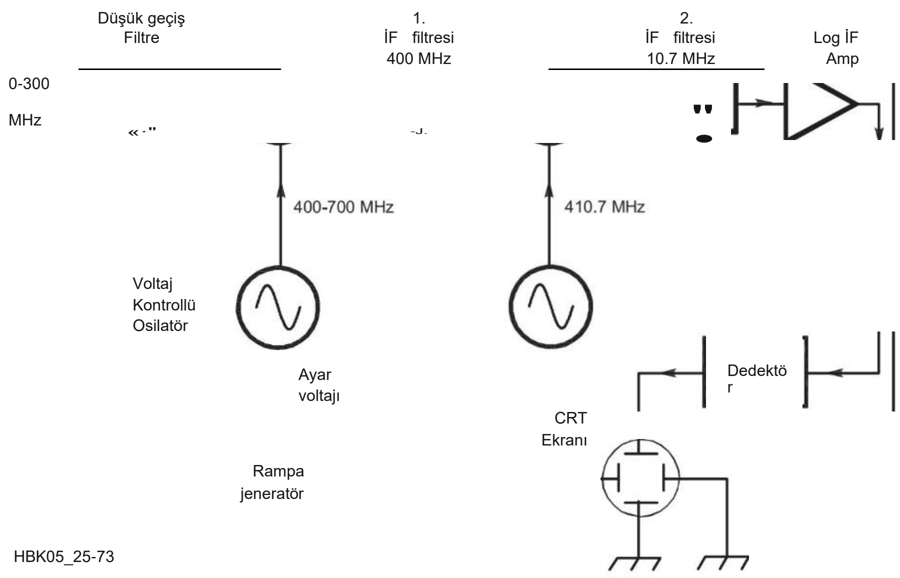
Şekil 25.27B'de zaman alanının gösteriminde, bir sinyalin tüm frekans bileşenleri birlikte toplanır. Aslında, gösterilen iki ayrı frekans bir osiloskopun girişine uygulanırsa, ekranda katı çizgiyi (fl ve 2fl toplamına karşılık gelir) görürüz.

Frekans alanında, karmaşık sinyaller (birden fazla frekanstan oluşan sinyaller) - kendi bireysel frekans bileşenlerine ayrılır. Bir spektrum analizörü, her ayrı frekansta güç seviyesini ölçer ve görüntüler; Bu ekran C'de gösterilmektedir.

Frekans alanı, zaman alanında görünmeyen bilgileri içerir ve bu nedenle spektrum analizörü, daha önce belirtildiği gibi harmonik içerik veya bozulma gibi belirli ölçümler için osiloskop üzerinde avantajlar sunar. Zaman alanında en iyi şekilde yapılan ölçümler için, osiloskop tercih edilen araçtır.

SPECTRUM ANALYZER BASICS
Spektrum analizörünün birkaç farklı türü vardır, ancak en yaygın olanı elektronik olarak ayarlanmış bir süperheterodin alıcısından başka bir şey değildir. Alıcı bir rampa voltajı vasıtasıyla ayarlanır. Bu rampa voltajı iki işlevi yerine getirir: Birincisi, analizörün yerel osilatörünün frekansını süpürür; İkincisi, **Şekil 25.28'de gösterildiği gibi, bir CRT ekranının yatay ekseni boyunca bir ışını saptırır.** CRT ışınının dikey eksen sapması, alınan sinyalin gücü ile belirlenir. Bu şekilde, CRT yatay eksende frekansı ve dikey eksende sinyal gücünü gösterir.

Çoğu spektrum analizörü, geniş bantlı bir girişin



Şekil 25.28 - Tipik bir süperheterodin spektrum analizörünün blok diyagramı. 300 MHz'e kadar olan İnput frekansları, yerel osilatör ve karıştırıcı tarafından 400 MHz'lik sabit bir frekansa dönüştürülür.

En yüksek giriş frekansından daha yüksek bir İF'ye dönüştürülür. Yukarı dönüşüm, sabit ayarlı bir giriş filtresinin herhangi bir görüntü sinyalini kaldırabilmesi için kullanılır ve alıcıyı ayarlamak için yalnızca ilk yerel osilatörün ayarlanması gerekir. Çoğu yukarı dönüştürücü iletişim alıcısında olduğu gibi, yüksek frekans nedeniyle ilk İF'de istenen nihai seçiciliği elde etmek kolay değildir. Bu nedenle, istenen seçiciliğin pratik olması için yeterince düşük bir İF oluşturmak için birden fazla dönüşüm kullanılır. Gösterilen örnekte, çift dönüşüm kullanılır: İlk İF 400 MHz'dir; İkincisi 10.7 MHz.

Örnek spektrum analizöründe, ilk yerel osilatör 400 MHz'den 700 MHz'e süpürülür; Bu, girişi (yaklaşık 0 MHz'den 300 MHz'e) 400 MHz'lik ilk İF'ye dönüştürür. Varaktör ayarlı osilatörler için genel kural, maksimum pratik ayarlama oranının (en yüksek frekansın en düşük frekansa oranı) bir oktav, 2:1 oranıdır. Örnek spektrum analizörümüzde, ilk yerel osilatörün ayarlama oranı bu spesifikasyonu karşılayan 1.75: 1'dir.

Görüntü frekansı aralığı 800 MHz'den 1100 MHz'e kadar uzanır ve 300 MHz civarında bir kesme frekansına sahip düşük geçişli bir filtre kullanılarak kolayca ortadan kaldırılır. 400-MHz ilk İF, analizörün nihai seçiciliğinin elde edildiği 10.7 MHz'e dönüştürülür. İkinci dönüşümün görüntüsü - (421.4 MHz), ilk İF filtresi tarafından elimine edilir. Görüntünün zayıflaması, 60 ila 80 dB aralığında büyük olmalıdır. Bu, sarmal rezonatörler kullanılarak elde edilen yüksek Q'lu ilk bir İF filtresi gerektirir, SAW Rezonatörler veya boşluk filtreleri. Görüntü sorununu ortadan kaldırmanın bir başka yöntemi de üçlü dönüşüm kullanmaktır; Önce 50 MHz ve daha sonra 10.7 MHz gibi bir ara İF'ye dönüştürülür. Herhangi bir alıcıda olduğu gibi, ek bir frekans dönüşümü ek devre gerektirir ve potansiyel sahte yanıtlar ekler.

Sinyal amplifikasyonunun çoğu, bu örnekte en düşük İF, 10.7 MHz'de gerçekleşir. Burada iletişim alıcısı ve spektrum analizörü farklıdır. Bir iletişim alıcısı gelen sinyali demodüle eder, böylece modülasyon RTTY veya paket veya diğer çalışma modu için duyulabilir veya demodüle edilebilir. Spektrum analizöründe, sadece sinyal gücü gereklidir.

Spektrum analizörünün en kullanışlı olması için, çok farklı seviyelerdeki sinyalleri göstermelidir. Örnek olarak, 60 dB ile farklılık gösteren iki sinyali düşünün; bu, voltajda bin ila bir fark veya bir milyonda bir güçtür. Bu, güç gösterilseydi, bir sinyalin diğerinden bir milyon kat daha büyük olacağı anlamına gelir. Gerilim durumunda bir sinyal bin kat daha büyük olacaktır. Her iki durumda da, her iki sinyali de bir CRT'de görüntülemek zor olacaktır. Bu sorunun çözümü, desibel cinsinden göreceli sinyal seviyelerini gösteren logaritmik bir ekran kullanmaktır. Bu tekniği kullanarak, 1000:1 voltaj oranı 60-dB bir farka indirgenir.

Sinyalin bir logaritmaya dönüştürülmesi genellikle İF amplifikatöründe veya dedektöründe gerçekleştirilir, bu da giriş RF seviyesinin logaritmasına orantılı bir çıkış voltajı ile sonuçlanır. Bu çıkış voltajı daha sonra CRT ekranını çalıştırmak için kullanılır.

SPECTRUM ANALYZER PERFORMANCE

Bir spektrum analizörünün performans parametreleri, bir alıcı ve bir spektrum analizörü arasında birçok fark olmasına rağmen, radyo alıcıları için kullanılanlara benzer terimlerle belirtilmiştir.

Bir alıcının duyarlılığı genellikle *minimum fark edilebilir sinyal* (MDS) olarak belirtilir, bu da duyulabilecek en küçük sinyal anlamına gelir. Spektrum analizörü durumunda, duyulabilecek en küçük sinyal değil, görülebilecek en küçük sinyaldir. Spektrum analizörünün dinamik aralığı, analizörde aynı anda görüntülenebilecek en büyük ve en küçük sinyalleri belirler. Bir alıcıda olduğu gibi, - dinamik *aralığı etkileyen bir faktör, ikinci ve üçüncü dereceden intermodülasyon bozulmasıdır* (İMD). IMD dinamik aralığı, minimum algılanabilir sinyal ile minimum - algılanabilir sinyale eşit bir İMD ürünü üreten eşit güçte iki sinyal seviyesi arasındaki sinyal seviyesindeki maksimum farktır. (İMD hakkında daha fazla bilgi için Alıcılar bölümüne bakın.)

İletişim alıcısı spektrum analizörünü tanıtmak için mükemmel bir örnek olmasına rağmen, daha önce açıklanmış bir demodülatör eksikliği gibi birkaç fark vardır. İletişim - alıcısının aksine, spektrum analizörü hassas bir radyo alıcısı değildir. Geniş bir dinamik aralığı korumak için, spektrum analizörü genellikle - birinci ve ikinci karıştırıcılar için pasif karıştırıcılar kullanır. Bu nedenle, Şekil 25.28'e atıfta bulunarak, analizörün gürültü figürü, giriş alçak geçiş filtresinin artı ilk mikser, ilk İF filtresi, ikinci mikser ve ikinci İF filtresinin kaybından daha iyi değildir. Bu genellikle 20 dB'den daha fazla birleşik gürültü rakamıyla sonuçlanır. Bu tür bir gürültü şekli ile spektrum analizörü, gürültüden çok zayıf sinyalleri çıkarmak için bir iletişim alıcısı değil, frekans spektrumunun analizi için bir ölçüm cihazıdır. Bazı uygulamalar için, gürültü şeklini iyileştirmek için harici bir geniş bant, düşük gürültülü preamplifikatör eklemek yararlı olabilir.

Analizörün seçiciliğine *çözünürlük bant genişliği (RBW) denir.* Bu terim, eşit seviyedeki iki sinyalin minimum frekans ayrımını ifade eder, böylece sinyaller aralarında 3 dB'lik bir düşüş ile ayrılır. Bir spektrum analizöründe kullanılan İF filtreleri, yüksek kaliteli bir iletişim alıcısında düz geçiş bandı ve bir İF filtresinin çok dik etekleri yerine çok yumuşak eteklere ve yuvarlak geçiş bantlarına sahip olmaları nedeniyle bir iletişim alıcısından farklıdır. Yuvarlak geçiş bandı gereklidir, çünkü spektrum analizörü istenen frekans - aralığını süpürürken sinyaller filtre geçiş bandından geçer. Eğer sinyaller aniden Geçiş bandı (filtrenin dik etekleri varsa yaptıkları gibi), filtre çalma eğilimindedir. Yumuşak etekli bir filtrenin daha az zili vardır. Yuvarlatılmış geçiş bandı filtrelerinde bile ortaya çıkan bir başka etki, sinyal genliklerinin hızlı süpürme oranlarında azaltılmasıdır, bu da ekranı bozar ve analizörün frekansı çok hızlı süpürmemesini gerektirir. Çözünürlük bant genişliğini veya frekans *aralığının genişliğini (*ölçülen frekans aralığı) ayarlarken, tarama hızının, sinyal genliğinin hızlı süpürmeden etkilenmemesi için azaltılması gerekebilir.

Dedektör tarafından üretilen sinyal *video* sinyali olarak bilinir. Çoğu spektrum analizörü, görüntülenen gürültü seviyesini azaltmak için düşük geçişli bir video filtresi içerir. Video *bant genişliği (VBW*) bu filtrenin bant genişliğidir. RBW gibi, süpürme hızını ayarlarken VBW de dikkate alınmalıdır.

USİ SPECTRUM ANALYZER Spektrum analizörleri, analiz edilecek sinyallerin karmaşık olduğu durumlarda, çok düşük seviyeli sinyaller için veya analiz edilecek sinyallerin frekansının çok yüksek olduğu durumlarda kullanılır. Yüksek performanslı osiloskoplar UHF bölgesinde çalışabilmesine rağmen, orta fiyatlı spektrum analizörleri - gigahertz bölgesinde iyi kullanılabilir.

Geniş ve geniş bir alet olan osiloskopun aksine, spektrum analizörü dar bir bant genişliği kullanarak dalga formunu ölçer; Böylece görüntülenen gürültü gücünü azaltabilir.

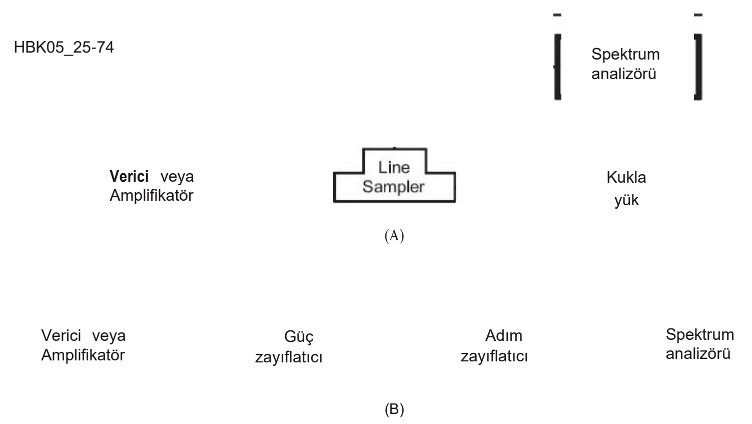
Muhtemelen bir spektrum analizörünün en yaygın Amatör Radyo uygulaması, bir radyo vericisinin çıkışındaki harmonik içeriğin ve diğer sahte sinyallerin ölçülmesidir**. Şekil 25.29,** verici ve spektrum analizörünü bağlamanın iki yolunu göstermektedir. A'da gösterilen yöntem, geniş bant ölçümleri için kullanılmamalıdır, çünkü çoğu hat örnekleme cihazı bir Geniş bir frekans aralığında sabit genlikli çıkış. Bununla birlikte, bir çizgi örnekleyici kullanmak dar bant ölçümleri için iyidir.

B'de gösterilen yöntem ARRL Lab'de kullanılır. Zayıflatıcı, verici gücünü dağıtabilmelidir. Ayrıca spektrum analizörü girişini korumak için yeterli zayıflama olmalıdır. Birçok spektrum ana- l yzer giriş mikseri sadece birkaç miliwatt zarar görebilir, bu nedenle çoğu analizörde koruma için gerekli miktarda zayıflama sağlamak için ayarlanabilir bir giriş zayıflatıcı bulunur. Bununla birlikte, zayıflatıcının kendisinin güç sınırlaması genellikle bir watt kadardır. Bu, güç zayıflatıcının, 20 W vericisi için 100 dB, 30 W vericisi için 1000 dB ve benzeri için, spektrum analizörüne girişi **1 W ile sınırlamak için olması gerektiği anlamına gelir.** Verici testi için özel zayıflatıcılar vardır; Bu zayıflatıcılar, 20 ila 30-dB aralığında gerekli güç dağılımını ve zayıflamasını sağlar.

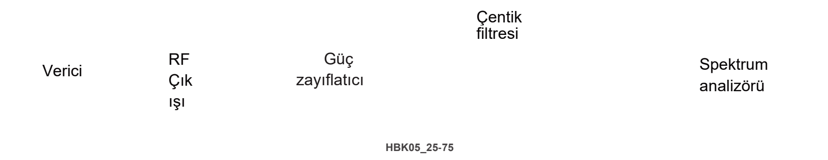
Bir spektrum analizörü kullanırken, bir - ölçüm yapılmadan önce uygun miktarda zayıflama uygulanması çok önemlidir. Ek olarak, maksimum zayıflama ile başlamak ve zayıflatıcı ayarlanmadan önce bir sinyalin tüm spektrumunu görüntülemek iyi bir uygulamadır. Görüntülenen sinyal güvenli bir seviyede görünebilir, ancak görünmeyen başka bir spektral bileşen hasar sınırının üzerinde olabilir. Darbe gücü ölçülürken giriş gücünü analizöre sınırlamak da çok önemlidir. Ortalama güç yeterince küçük olabilir, böylece giriş zayıflatıcı hasar görmez, ancak analizör ekranında kolayca görülemeyen tepe darbe gücü, tam anlamıyla mikrosaniye cinsinden bir karıştırıcıyı yok edebilir.

Sahte Cevaplar Spektrum Analizörleri

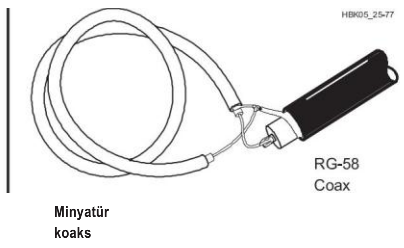
Bir spektrum analizörü kullanırken gerekler-



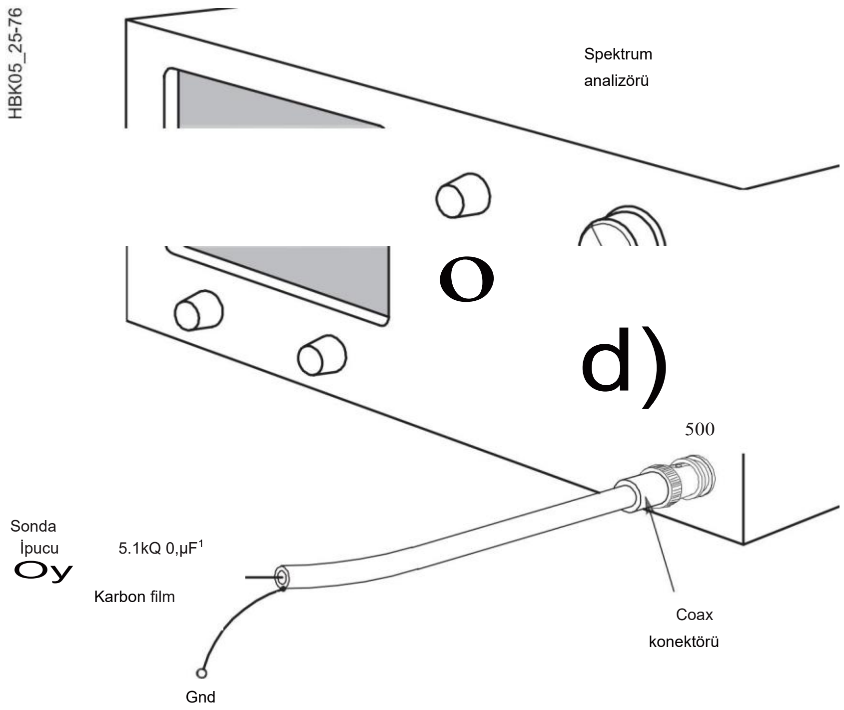
Şekil 25.29 - Bir spektrum analizöründe yüksek güçlü bir vericinin veya osilatörün çıkışını görüntülemek için alternatif tezgah kurulumları. A, az miktarda verici veya amplifikatör gücünü almak için bir hat örnekleyici kullanır. İn B, verici gücünün çoğu güç zayıflatıcıda dağıtılır.



Şekil 25.30 - Bir çentik filtresi, bir vericinin temel sinyalinin seviyesini azaltmanın başka bir yoludur, böylece temel, içinde harmonikler üretmez.
Analizör. Bununla birlikte, temel ve vericinin gerçek harmonikleri ve mahmuzları arasındaki genlik ilişkisini bilmek için, çentik filtresindeki temelin zayıflaması bilinmelidir.



Şekil 25.32 - Endüktif bir pick-up'tan oluşan bir "sniffer" probu. İt, test edilen devreyle doğrudan temas kurmamak gibi bir advan-tage'a sahiptir.



Şekil 25.31 - Bir spektrum analizörü ile kullanılmak üzere tasarlanmış bir voltaj probunun şematik bir gösterimi. Prob ucunu (direnç ve kapasitör) ve zemin uçlarını mümkün olduğunca kısa tutun.

Analizörün, daha sonra test edilen sisteme atfedilen ek sahte sinyaller üretmemesini sağlamak için sary. Bir spektrum analizörü tarafından üretilebilen sahte sinyallerden bazıları harmonikler ve IMD'dir. İt, spektrum analizörü içindeki sahte sinyallerin oluşumunu kontrol etmek için iyi bir uygulamadır. Bir giriş sinyali spektrum analizörünün sahte bir sinyal üretmesine neden olduğunda, analizör girişinde zayıflama eklemek, dahili olarak üretilen sahte sinyallerin eklenen zayıflamadan daha büyük bir miktarda azalmasına neden olur. Analizörün önüne eklenen İf zayıflama, tüm görünür sinyallerin aynı miktarda azalmasına neden olur, bu sahte olmayan bir ekranı gösterir.

Bir vericinin harmonik seviyelerini, analizörün kendisinin sahte seviyesinin altında bir seviyede ölçmek istenirse, zayıflatıcı ile spektrum analizörü arasına bir çentik filtresi yerleştirilebilir. **Şekil 25.30. Bu,** temel sinyalin seviyesini azaltır ve bu sinyalin analizör içinde harmonikler üretmesini önlerken, vericiden gelen harmoniklerin zayıflatma olmadan analizöre geçmesine izin verir. Bu teknikle dikkatli olun; Çentik filtresini sökmek veya yanlışlıkla verici frekansını değiştirmek, potansiyel olarak yüksek güç seviyelerinin analizöre girmesine izin verecektir. Ek olarak, filtre seçerken dikkatli olun; Bazı filtreler (boşluk filtreleri gibi) sadece temel değil, aynı zamanda garip harmoniklere de yanıt verir.

Çoğu RF spektrum analizörü için giriş empedansı 50 © 2'dir, ancak tüm devreler test amacıyla erişilebilen uygun 50-02 bağlantılarına sahip değildir. **Şekil 25.31'de gösterildiği gibi bir prob kullanmak,** analizörün bir sorun giderme aracı olarak kullanılmasını sağlar. Prob, bir verici veya alıcı içindeki sinyalleri izlemek için kullanılabilir. osiloskop gibi kullanılır. Gösterilen prob 100:1 voltaj azaltımı sunar ve devreyi yaklaşık 5000 ile yükler. Şekil **25.32'de farklı bir prob tipi gösterilmiştir. Bu endüktif** toplama bobini (bazen "koklayıcı'olarak adlandırılır) sorun giderme için çok kullanışlıdır. Bobin, bir devrenin yayılan manyetik alanından gelen sinyalleri analizöre birleştirmek için kullanılır. Minyatür koaksın kısa bir uzunluğu bir toplama döngüsüne sarılır ve spektrum analizörüne bağlanan daha büyük bir koaksa lehimlenir. Döngünün boyutları kritik değildir, ancak daha küçük döngü boyutları, döngünün yayılan RF kaynağını daha kesin olarak bulmasını sağlar. Coax, elektrik alan bileşeninden (kapasitif - kuplaj) koruma sağlamak için döngü için kullanılır. Koaksiyel kalkanın sadece bir ucuna bağlanması, kısa devre yapmadan tam bir elektrostatik kalkan sağlar.

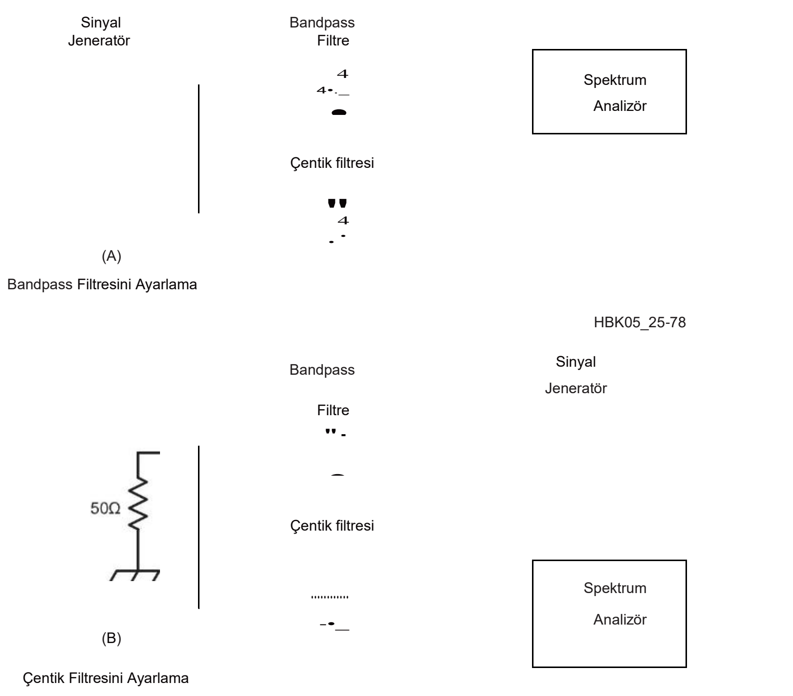
Sniffer, spektrum analizörünün, analiz edilen devre ile temas etmeden RF enerjisini algılamasını sağlar. Döngü bir osilatör bobininin yanına getirilirse, osilatör devreye doğrudan temas etmeden (ve dolayısıyla rahatsız etmeden) ayarlanabilir. Osilatör daha sonra güvenilir başlatma ve sahte yan bantların üretimi için kontrol edilebilir. Bobin, amplifikatörlerin veya frekans çarpanlarının ayarlanmış devrelerinin yanına getirildiğinde, bu aşamalar benzer bir teknik kullanılarak ayarlanabilir.

Koklayıcı, değerlendirilen devreye temas etmese de, devreden bir miktar enerji çıkarır. Bu nedenle, döngü, ayarlanan devreden pratik olduğu kadar uzağa yerleştirilmelidir. Döngü devreden çok uzağa yerleştirilirse, sinyal çok zayıf olur veya toplama döngüsü devrenin diğer bölümlerinden enerji alır ve test edilen devrenin doğru bir göstergesini vermez.

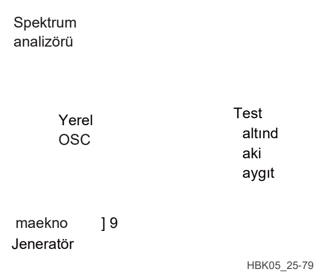
Koklayıcı, RF sızıntısı kaynaklarını bulmak için çok kullanışlıdır. RF üreten ekipmanın (vericiler gibi) kalkanlarını ve kabinlerini inceleyerek, RF enerjisinin çıkış ve giriş noktaları analizör ekranındaki artan endikasyonlarla tanımlanabilir.

Çok düşük seviye sinyalleri ölçmek

Spektrum analizörünün çok güçlü bir özelliği, aletin kapa-



Şekil 25.33 - Bir **dupleksleyicinin bant geçişini ve çentik filtrelerini ayarlamak için kullanılan bir spektrum analizörü ve sinyal üreticisinin blok diyagramı. Dupleksleyicinin tüm portları düzgün bir şekilde sonlandırılmalı ve sızıntıyı azaltmak için kullanılan sağlam ekranlama ile iyi kalitede koaksiyel olmalıdır.**



Şekil 25.34 - Bir **spektrum analizörünün yerel osilatörüne kilitlenen bir sinyal jeneratörü (şekilde "İzleme Jeneratörü'olarak gösterilir), bir dizi frekans üzerindeki filtre yanıtını belirlemek için kullanılabilir.**

Çok düşük seviyeli sinyalleri ölçmek için bility. Bu özellik, çok yüksek zayıflama seviyeleri ölçüldüğünde çok avantajlıdır. **Şekil 25.33, bir** VHF dupleksleyicinin çentiğini ve geçiş bandını ayarlama ayarını göstermektedir. Düşük mikrovolt bölgesine sinyalleri iyi görüntüleyebilen spektrum analizörü, sinyal jeneratörü çıkışının altında 100 dB'den daha fazla çentik boşluğunun yerleştirme kaybını ölçebilir. Bu tür bir ölçüm yapmak, ekipmanın ara bağlantısına ve iyi tasarlanmış bir spektrum analizörü ve sinyal jeneratörüne dikkat etmeyi gerektirir. RF

Sinyal jeneratörü kabininden, hat kablosundan veya hatta koaksin kendisinden sızan enerji, benzer yollardan spektrum analizörüne girebilir ve ölçümü bozabilir. Bu sızıntı, sızan sinyalin faz ilişkisine bağlı olarak ölçümün gerçek zayıflamadan daha iyi veya daha kötü görünmesini sağlayabilir.

SPEKTRAL ANALİZLERİN UZANTILARI

Birçok ölçüm, spektrum analizörü ile aynı frekansa ayarlanmış bir sinyal üreteci içerir. Bu, sinyal jeneratörünü sürekli olarak istenen frekansa sıfırlamak zorunda kalmamak için gerçek bir kolaylık olacaktır. Bununla birlikte, bir kolaylıktan daha fazlasıdır. Bu şekilde bağlanan bir sinyal jeneratörüne *izleme jeneratörü denir,* çünkü çıkış frekansı spektrum analizörü giriş frekansını izler. İzleme jeneratörü, ilgili zayıflama büyük olsa bile, devrelerin zayıflama özelliklerinin süpürülmüş frekans ölçümlerini yapmayı mümkün kılar.

Şekil 25.34, bir izleme jeneratörünün test edilen bir devreye bağlantısını göstermektedir. İzleme jeneratörünün spektrum analizörünün giriş frekansına tam olarak eşit bir çıkış frekansı oluşturması için, spektrum analizörünün dahili yerel osilatör frekansları bilinmelidir. Arasındaki bağlantıların nedeni budur.

İzleme jeneratörü ve spektrum analizörü. Gösterilen test kurulumu, test edilen devrenin kazancını veya kaybını ölçecektir.

Sadece kazanç veya kaybın büyüklüğü mevcuttur; Bazı durumlarda, giriş ve çıkış arasındaki faz açısı da önemli ve gerekli bir parametre olacaktır. Bu, aşağıdaki bölümde ele alınan bir vektör ağı analizörünün işlevidir.

BİR SPEKTRUM ANALİZÖRÜ

Frekans aralığı, bir spektrum analizörü seçerken belki de en önemli özelliktir. Elbette test etmek istediğiniz amatör bantları kapsamalıdır, ancak verici harmoniklerini test etmek istiyorsanız, bu frekansların harmoniklerini de kapsamalıdır. Birçok yüksek frekanslı spektrum analizörü sadece 10 kHz'e kadar kapsar, bu nedenle ses spektrum analizi için kullanışlı değildir (ses kullanımı için spektrum analizörleri de mevcuttur). Bazı aletler daha yüksek mikrodalga bantlarında harmonik örnekleyici kullanır. İncelemek istediğiniz sinyalin harmoniklerinde veya alt harmoniklerinde istenmeyen sinyalleri kaldırmak için harici bir filtre kullanmanız gerekebilir.

Frekans kararlılığı, modülasyon spektrumlarına bakmak gibi dar bant ölçümleri için hayati öneme sahiptir. Bazı eski enstrümanlar, analizör istenen sinyale ayarlandıktan sonra ekranı stabilize eden bir frekans kilidi şeması içerir.

Mevcut çözünürlük bant genişliği aralığı (RBW), ne tür ölçümlerin mümkün olduğunu belirler. Bir SSB sinyalinin iki tonlu intermodülasyon bozulmasını ölçmek için, minimum RBW iki tonu çözmek için yeterince dar olmalıdır, yani yaklaşık 100 Hz'den fazla olmamalıdır. Demodüle edilmiş zaman alanı videosunu hızlı taramalı bir televizyon sinyalinden görüntülemek istiyorsanız, RBW tüm sinyali, belki de 5 veya 6 MHz'i içerecek kadar geniş olmalıdır.

İnput hassasiyeti normalde çok önemli değildir. Belirli bir ölçüm için gerektiğinde harici bir ön amplifikatör her zaman eklenebilir. Bununla birlikte, dinamik aralık, daha önce tartışıldığı gibi önemli bir özelliktir. Ayrıca, ekran görüntüleme aralığı önemlidir. Örneğin, ekranda 8 bölüm varsa ve bölüm başına maksimum dB ayarı 10 dB/div ise, maksimum ekran aralığı 80 dB'dir. Birçok spektrum analizörü, modülasyona bakmak için yararlı olabilecek doğrusal ve logaritmik (dB) modda sinyalleri görüntüleyebilir.

Doğru güç ölçümleri için genlik doğruluğu önemlidir. Taşıyıcıya göre sahte sinyalleri ölçmek için önemli olan göreceli ölçümler yapmak için, logaritmik doğrusallık anahtar spesifikasyondur.

Spektrum analizörünün faydasını genişleten birkaç özellik vardır. *İşaretleyiciler* pips

Ekrandaki sinyaller arasında bir düğmeyle ileri geri hareket ettirilebilir. Bir sinyalin üstüne bir işaretleyici yerleştirerek, frekansı ve genliği doğrudan okuyabilirsiniz. *Tepe araması, en* güçlü sinyalin zirvesine otomatik olarak bir işaretleyici yerleştiren bir özelliktir. *Marker delta,* iki markörün frekans ve genlik farkını ölçer.

Sıfır açıklık, zamana karşı sinyaldeki değişikliği görüntülemek için süpürme genişliğini sıfır hertz olarak ayarlamak anlamına gelir. Bu modülasyon bakmak için yararlıdır. Birçok spektrum analizörü, bir osiloskoptaki tetikleme devresine benzer şekilde, bu amaç için bir süpürme tetikleme özelliği içerir. Bazıları bir hoparlör içerir, böylece modüle edici sinyalin neye benzediğini duyabilirsiniz .

Modem spektrum analizörleri, iz depolama ve geri alma gibi dijital osiloskoplarda bulunan özelliklerin çoğuna sahiptir. Çoğu, hem ölçülen verileri depolamak hem de cihazı uygun yazılımla kontrol etmek için bilgisayar bağlantısını içerir.

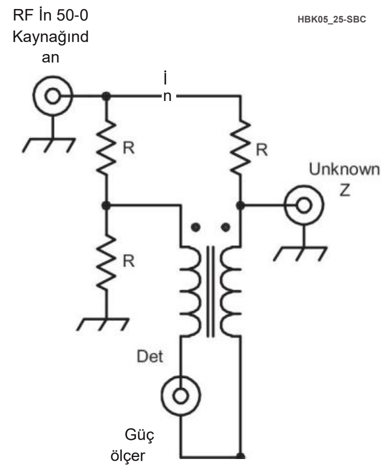
Geleneksel süpürülmüş frekans spektrum analizörlerine ek olarak, bazı modem birimleri, süpürülmüş frekans mimarisinin yerine veya buna ek olarak Hızlı Fourier Dönüşümü'nü (FFT) kullanır. FFT, dar açıklıkları kullanırken çok daha hızlı ekran güncellemeleri sağlar. Bazı RF ve mikrodalga aletlerinin FFT'ye *dayalı bir dijital*! F ornarrow açıklıkları, yerel osilatör sabit bir frekansta tutulur ve "süpürme" FFT tarafından matematiksel olarak gerçekleştirilir .

Artı piyasada, tüm farklı vintajlarda ve fiyat noktalarında kullanılan birçok spektrum analizörü vardır. Her zamanki gibi, mümkünse satın almadan önce deneyin ve varsa operatörün ve servis kılavuzlarını edinin. Başka bir alternatif, kişisel bir bilgisayara takılan veya bir seri veri bağlantısı aracılığıyla PC'ye bağlı harici bir sayısallaştırma bölmesinden oluşan bir kart üzerine kurulmuş bir spektrum analizörüdür. PC tabanlı osiloskoplarda olduğu gibi, -mükemmel değeri temsil edebilirler çünkü bilgisayar tarafından sağlanan ekran, kabin, güç kaynağı ve mikroişlemcinin maliyetinden tasarruf ederler.

En ucuz alternatif, bir PC'nin ses kartına dayanan bir ses spektrumu analizörüdür. Ücretsiz spektrum analiz yazılımı İnternet'te mevcuttur. Ana sınırlama, tipik olarak ses kartının örneklem oranının yaklaşık %40-45'i olan frekans kapsamıdır. Bir PC'de standart olarak gelen ses kartı tipik olarak 48 kHz örnek hızına sahiptir, böylece frekans tepkisi dır. Bu, bir iletişim ki ses devrelerini lir.

25.4.4 RF İmpedance ölçümü

RF empedans ölçüm cihazlarının çoğu, daha önce LCR bölümünde açıklandığı gibi Wheatstone köprüsüne dayanmaktadır.



Şekil 25.35 - RF için bir dönüş kaybı köprüsü. Ayrıntılar için metne bakın.

Köprüler. Aradaki fark, bir empedans köprüsünün, test altındaki cihazın saf bir endüktans, kapasitans veya direnç olmasını gerektirmemesidir, ancak hem direnç hem de reaktansı içeren karmaşık bir empedans olabilir. Bu, bir LCR köprüsünde olduğu gibi sadece bir tane yerine köprüyü dengelemek için iki ayarlamanın gerekli olduğu anlamına gelir. Hem direnç hem de reaktans eşleşmelidir.

Ek olarak, bir empedans köprüsü tipik olarak daha yüksek frekanslarda çalışacak şekilde tasarlandığından, devre düzeni ve test edilen cihaza bağlantı daha önemlidir. Genellikle cihaza bağlanmak için bir koaksiyel konektör kullanılır ve empedans ölçümleri 50 © 2 olarak adlandırılır .

Bir dönüş-kayıp köprüsü (RLB), test edilen cihaza bağlı olan hariç, her bacakta sabit, genellikle 50-2 £'luk dirençlere sahip bir RF köprüsüdür. *Geri dönüş kaybı,* yansıyan sinyalin bir bileşen üzerindeki sinyal olayına oranıdır, genellikle dB olarak ifade edilir, bu da pasif bir cihaz[13] için her zaman pozitif bir sayıdır. (Retum kaybı tartışması için RF Teknikleri bölümüne bakın.)

Basit bir geri dönüş-kayıp köprüsünün şeması **Şekil 25.35'te gösterilmiştir**. Devre ayrıca, UNKNOWN etiketli portun ortak port olduğu ve diğer ikisinin birbirinden izole edildiği hibrit bir birleştirici olarak da kullanılabilir (bu bölümün RF ve Mikrodalga Test Aksesuarları bölümüne bakın). Yüksek frekanslarda iyi sonuçlar için, koaksiyel konektörlere kısa uçlu küçük bir kutuda inşa edilmelidir.

Bir sinyal jeneratörünün veya başka bir sinyal kaynağının çıkışını RLB'nin RF İN portuna uygulayın. Güç seviyesi, 6-dB hesapladıktan sonra UNKNOWN portuna bağlı cihazı sürmek için uygun olmalıdı

Köprünün kaybı. Köprü POWER METER portunu bir adım zayıflatıcı vasıtasıyla bir güç ölçere veya başka bir güç ölçüm cihazına bağlayın ve köprünün UNKNOWN portunu devre dışı bırakın. Nispeten yüksek bir zayıflama seviyesi için adım zayıflatıcıyı ayarlayın ve güç ölçer göstergesine dikkat edin.

Şimdi bilinmeyen empedansı köprüye bağlayın. Güç ölçer okuması azalacaktır. -UNKNOWN portu devre açıkken elde edilen aynı okumayı üretmek için adım azaltıcıyı ayarlayın. Zayıflatıcının iki ayarı arasındaki fark, dB cinsinden ölçülen dönüş kaybıdır.

25.4.5 Ağ Analizörleri

Elektronik *port,* eşit ve zıt akım akışlarına sahip bir çift terminaldir. Bir anten analizörü, bir anten, bir anten tunerinin giriş portu veya bir direnç veya kapasitör gibi iki terminalli bir bileşen gibi tek portlu bir ağın empedansını ölçebilir. İki bağlantı noktalı bir ağ örneği bir amplifikatördür. Giriş bir port, çıkış diğeridir. Düşük geçişli filtre başka bir örnektir. Üç bağlantı noktalı bir ağ örneği, bir alıcı-vericiyi iki antene bağlamak için kullanılan bir diplexerdir. İki bağlantı noktalı ağların ardındaki teori **RF Teknikleri** bölümünde ele alınmıştır.

Bir skaler ağ analizörü (SNA), frekansın bir fonksiyonu olarak, iki bağlantı noktalı bir cihazın iki bağlantı noktası arasındaki kazanç veya kaybın büyüklüğünü ve her bir bağlantı noktasının dönüş kaybının (SWR'ye eşdeğer) büyüklüğünü ölçebilen bir araçtır. "Skaler" terimi, bu miktarların sadece büyüklüklerinin ölçüldüğü ve faz açılarının ölçülmediği anlamına gelir. Şekil **25.36,** "REF" etiketli sinyal süpürme osilatör çıkışı ile orantılıdır ve "A" etiketli olan, kusurlu bir 50-02 eşleşmesi nedeniyle test edilen cihazdan geri yansıyan sinyal ile orantılıdır. A'nın REF'ye oranı, cihazın dönüş kaybını ve SWR'yi hesaplamak için kullanılabilir. "B" sinyali, cihazın iki portu arasında hareket eden sinyalle orantılıdır. B'nin REF'ye oranı cihaz kazancı sağlar. Kazancı ters yönde bulmak ve diğer portun geri dönüş kaybını bulmak için, cihazı etrafına takın ve iki portu değiştirin. Bazı ağ analizörleri, bunu otomatik olarak yapmak için RF anahtarları içeren bir test seti ile birlikte gelir.[14]

"Sinyal işleme ve görüntüleme" etiketli kutu, dB'de görüntülenebilmeleri için sinyallerin logaritmasını almak için devre içerir. İn modem enstrümanları normal olarak, sinyal işlemenin çoğunu yapan ve aynı zamanda süpürme osilatörünü ve diğer devreleri kontrol eden bir mikroişlemci içerir.

Bir *vektör ağı analizörü* (VNA), kazanç ve geri dönüş kaybının hem büyüklüğünü hem de fazını ölçebilen bir araçtır.

İki portlu bir ağ. Blok diyagramı, Şekil 25.36 ile aynıdır, ancak dedektörler sadece büyüklüğü değil, aynı zamanda her sinyalin referans, REF'ye göre fazını da ölçebilir. Ölçülen veriler genellikle *saçılma - parametreleri* veya S *parametreleri cinsinden sunulur.* Sy, olayın port 1'deki yansıyan sinyale oranıdır, S, port 2'deki eşdeğerdir, S5, port 1'den 2'ye kazançtır ve Si, port 2'den 1'e kazançtır. Her S parametresi, hem büyüklüğü hem de fazı temsil eden karmaşık bir sayıdır. Daha fazla tartışmaS parametreleri **Bilgisayar Destekli Devre Tasarımı ve RF Teknikleri** bölümlerinde bulunabilir. Genellikle VNA, S parametrelerini kolay değerlendirme için ekrana yerleştirilmiş bir Smith grafiğinde çizme yeteneği sağlar. Smith çizelgesi **İletim Hatları** bölümünde tartışılmıştır.

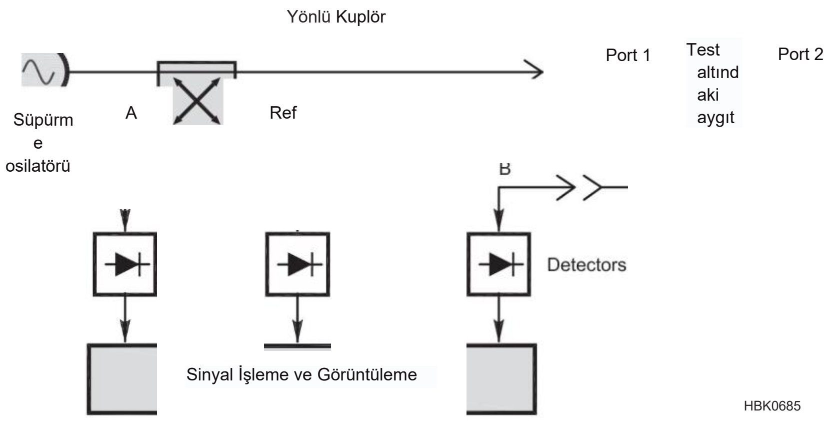
Bir VNA'nın doğruluğu, yönlü kuplörlerin, dedektörlerin ve diğer devrelerin performansına bağlıdır. Kuplör yönlülüğü ölçüm hatalarına önemli bir katkıda bulunur. Örneğin, yönlülük 20 dB ise,

Daha sonra mükemmel bir 50-9 yük bile, 1.22: 1 SWR'ye eşdeğer 20 dB dönüş kaybı gösterecektir. Neyse ki, bilinen empedansın birkaç sonlandırmasını ölçerek ve bir dizi düzeltme faktörünü hesaplayarak çoğu hatayı ortadan kaldırmak mümkündür. İlgili matematik oldukça karmaşıktır, ancak hepsi cihaz yazılımı tarafından ele alınır ve kullanıcı tarafından görünmez. En popüler teknik, Kısa Açık Yük Geçişi (SOLT) kalibrasyonu olarak adlandırılır, çünkü dört kalibrasyon standardı, kısa devre, açık devre, 50-02 yük ve iki bağlantı noktası arasında bir geçiş bağlantısı kullanır. Kalibrasyon tarafından kaldırılan hata kaynaklarından biri, test edilen cihaza bağlanan koaksiyel kabloların uzunluğu nedeniyle herhangi bir hatadır. Bu nedenle kalibrasyon standartları daima test için kullanılacak kabloların ucuna bağlanmalıdır. VNA hata düzeltme tekniklerinin kapsamlı bir tartışması Agilent Technologies uygulama notunda bulunabilir.[15]

BİR AĞ ANALİZÖRÜ SEÇİNİZ

İzleme jeneratörlü bir spektrum analizörü, yüksek performanslı bir skaler ağ analizörünün temeli olabilir. Şekil 25.36'ya atıfta bulunarak, eklenmesi gereken tek parça yönlü kuplör ve bir çift 50-92 yüktür. Takip jeneratörü süpürme osilatörünün yerini alır. Spektrum analizörü girişini A, B veya REF'ye bağlayın ve diğer ikisini 50-Q - yüklerle sonlandırın. Geleneksel bir skaler ağ analizörünün aksine, bir spektrum analizörünün ayarlı bir alıcısı vardır, bu nedenle süpürme osilatörü veya test edilen cihaz tarafından üretilen sahte frekanslara cevap vermez.

Performans "spektrumunun" diğer ucunda, kazanç veya zayıflama ölçmek için basit bir SNA herhangi bir süpürme ile yapılabilir.



Şekil 25.36 - Bir skaler ağ analizörünün (SNA) blok diyagramı. Bir vektör ağı analizörü, dedektörlerin fazı ve genliği ölçebilmesi dışında aynı blok diyagramına sahiptir.

Cillator, belki de süpürme kabiliyetine sahip bir fonksiyon jeneratörü, artı bir çeşit dedektör ve tespit edilen voltajı görüntülemek için bir osiloskop. Osiloskop bant genişliği istenen frekans aralığını kapsayacak kadar büyüktür, dedektöre gerek yoktur ve RF sinyali doğrudan görüntülenebilir. Dinamik aralık, görüntülenen sinyal doğrusal olduğu ve logaritmik olmadığı için bu teknikle sınırlıdır. Bununla birlikte, bir filtrenin geçiş bandı dalgalanmasını veya bir amplifikatörün frekansına karşı kazancı ölçmek gibi birçok amaç için yeterlidir.

Kullanılan skaler ağ analizörleri artık piyasada kolayca bulunabilir. Süpürme osilatörü normalde ayrı bir birimdir. Vektör ağ analizörleri de fazla satın alınabilir. Bazıları harici bir süpürme osilatörü gerektirirken, diğerleri dahili bir sinyal kaynağı içerir. Test setleri dahili veya harici olabilir.

Son yıllarda, birkaç amatör VNA tasarımı ortaya çıktı. Bunlar ticari birimlerden çok daha küçük, daha hafif ve daha düşük maliyetli olma eğilimindedir. DG8SAQ tarafından biri, algılanacak sinyalleri ses aralığındaki frekanslara dönüştürür, böylece kişisel bir bilgisayardaki ses kartına beslenebilirler.[16] İt, süpürme osilatörü ve aşağı dönüştürücünün yerel osilatörü için bir çift Analog Cihaz DDS çipi kullanır. Tüm sinyal işleme ve kontrol PC'deki mikroişlemcide yapılır. N2PK yaşındaki Paul Kiciak, kaynak için DDS yongaları kullanan bir VNA ve de algılama işlevini yerine getiren doğrudan dönüşüm mimarisi geliştirdi. DG8SAQ tasarımı gibi, işleme, kontrol ve görüntüleme için bir PC'ye dayanır. Tasarımı çeşitli tedarikçilerden kit formunda mevcut hale geldi ve çok sayıda üçüncü taraf bunu desteklemek için yazılım yazdı. Bir dizi VNA kiti ve ürünü mevcuttur, çoğu temel olarak bir PC kullanmaktadır.6., [17]18

Birçok VNA'nın düşük frekans sınırı vardır

100 kHz ile 1 MHz aralığındadır. Bu sınır, analizörün değişken frekanslı osilatörü tarafından uygulanır. VNA aralığı, çıkış RF sinyalini VNA'dan kaydıran, test edilen devreye uygulayan ve ardından devrenin çıkış sinyalini VNA'nın RF aralığına yeniden kaydıran harici bir adaptör kullanılarak ses frekansı aralığına daha düşük bir seviyeye uzatılabilir. Düşük frekanslı bir adaptör projesi daha sonra bu bölümün sonundaki projeler bölümünde açıklanmıştır.

25.4.6 RF Sinyal Jeneratörleri

Bir *RF sinyal jeneratörü,* geniş bir radyo frekansı aralığında doğru şekilde kalibre edilmiş bir frekansa ve genliğe sahip bir sinüs dalgası sinyali üreten bir test osilatörüdür. Genellikle AM ve FM modülasyon yeteneği ve bazen diğer modülasyon türleri de sağlanır.

Bazı cihazlar da dahili süpürme yeteneğine sahiptir. Eğer değilse, dar bant taraması, bir testere dişi dalga formunu FM girişine besleyerek elde edilebilir. Alıcı-verici testi için çok yararlı olan bir başka özellik de *ters güç korumasıdır. İt* hassas çıkış devrelerini korurAlıcı verici, sinyal jeneratörüne bağlıyken yanlışlıkla iletim moduna geçer.

Modem dijital elektronik günlerinden önce, tüm sinyal jeneratörleri serbest çalışan osilatörler kullandı. En iyi ve en kötü arasında frekans kararlılığı ve doğruluğunda geniş bir değişiklik vardır. Neredeyse herhangi bir modem sentezlenmiş sinyal jeneratörü, çoğu amatör amaç için yeterince iyi bir doğruluğa sahiptir. Bununla birlikte, bu doğruluk bazen faz gürültüsü fiyatına gelir, fazdaki kısa süreli dalgalanmaların neden olduğu bir tür geniş bant gürültüsü, genellikle taşıyıcı frekansından kademeli olarak düşer. Eski tüp tipi Hewlett-Packard 608 serisi sinyal jeneratörleri daha iyi per-

Bu bakımdan bazı modem sentezlenmiş enstrümanlardan daha biçimlidir. **Şekil 25.37'ye bakınız.** Faz gürültüsü Osilatörler **ve Sentezleyiciler bölümünde tartışılmıştır**.

Bazı sinyal jeneratörleri, hatta profesyonel laboratuvar sınıfı türleri, hassas bir iletişim alıcısı üzerindeki minimum fark edilebilir sinyali (MDS) doğru bir şekilde ölçmek için yeterli çıkış zayıflamasına sahip olmayabilir. 500 Hz bant genişliğindeki 10-dB bir gürültü rakamı, birçok sinyal jeneratöründe minimum genlik seviyesinin çok altında olan bir MDS-137 dBm anlamına gelir. Harici bir sabit 20-dB zayıflatıcı ekleyerek sorun kolayca çözülür. Tüm genlik ölçümlerinden 20 dB çıkarmayı unutma.

Birçok sinyal üreticisi, bunları bir bilgisayara bağlamanın bir yolunu içerir, böylece otomatik testler için kontrol edilebilirler. Bu, bir alıcıyı, örneğin bir frekans fonksiyonu olarak hassasiyet veya dinamik aralık çizebilmek için bir bant boyunca birçok frekansta test etmek için kullanışlıdır. Eski enstrümanlar genellikle bir GPİB arayüzüne sahipken, modemlerin RS-232, USB veya Ethernet'e sahip olma olasılığı daha yüksektir .

Muhtemelen sinyal jeneratörleri için en yaygın kullanım alıcı testi içindir. Bu daha sonraki bir bölümde ayrıntılı olarak ele alınmıştır. Ayrıca genel amaçlı test sinyalleri için de kullanışlıdırlar. Örneğin, yeni bir alıcı tasarımı geliştirirken, yerel osilatör olarak bir sinyal jeneratörü kullanarak VFO tamamlanmadan önce RF, İF ve ses aşamalarını test edebilirsiniz.

Kritik özellikler, frekans aralığı, frekans doğruluğu ve stabilitesi, genlik aralığı, genlik doğruluğu ve faz gürültüsü, harmonikler ve harmonik olmayan sahte emisyonlar dahil olmak üzere spektral saflığı içerir. Modülasyon doğruluğu ve varsa iç modülasyon jeneratörünün yetenekleri, uygulamaya bağlı olarak da önemli olabilir.

Hobi ve tüketici elektroniği servis endüstrisi için yapılan birçok ucuz sinyal jeneratörü, alıcı hassasiyetini ölçmek için uygun değildir, çünkü çıkış zayıflatıcı maksimumda olduğunda, kabinden sızan ve güç kablosundan yayılan daha fazla sinyal vardır. koaksiyel konnektör. Bu tür enstrümanlar ayrıca zayıf frekans stabilitesine sahip olma eğilimindedir ve ayar kadranı melodileri o kadar hızlıdır ki, kesin bir frekansa ayarlamak zordur. Basit sorun giderme için kullanışlıdırlar, ancak doğru ölçümler yapamazlar.

Arazi-mobil ve diğer iletişim - ekipmanlarına hizmet vermek için tasarlanan daha kaliteli sinyal jeneratörleri bazen fazla pazarda kullanılabilir hale gelir. Laboratuar cihazlarının hassas özelliklerine sahip değildirler, ancak genellikle sağlam, güvenilir ve kullanımı kolaydır.

Laboratuvar sınıfı sinyal jeneratörleri genellikle yeni ama eski modeller gibi satın alındığında ev hobisi için çok pahalıdır.



Şekil 25.37 - Klasik bir Hewlett-Packard 608F tubetype sinyal üreteci. Modern sentezlenmiş sinyal üreteçleri kadar kararlı olmasa da, diğer açılardan performans oldukça güncel.

HP8640B veya askeri versiyonu (AN/USM323) yaygın olarak bulunur ve - mükemmel özelliklere sahiptir. Elbette yeni cihazlardan daha az güvenilir olabilirler, ancak birçok durumda eski teknoloji özel ekipman olmadan tamir edilebilir. Servis kılavuzları bazen üreticiden web sitelerinde bulunabilir.

25.4.7 Gürültü kaynaklarını kullanma

Çoğu zaman, gürültü elektronik devrelerde kaçınılması gereken bir şeydir. Bununla birlikte, test için oldukça yararlı olabilir, çünkü bilerek oluşturduğunuz kalibre edilmiş gürültü, en aza indirmeye çalıştığınız istenmeyen devre gürültüsüyle aynı özelliklere sahiptir. Böylece, kalibre edilmiş gürültü kaynakları çeşitli ölçümler için test cihazları olarak kullanılır. (Gürültü ve bununla ilişkili terminoloji tartışması için RF Teknikleri bölümüne bakın.)

MEASURIHNG RECEIVER NOISE FIGURE

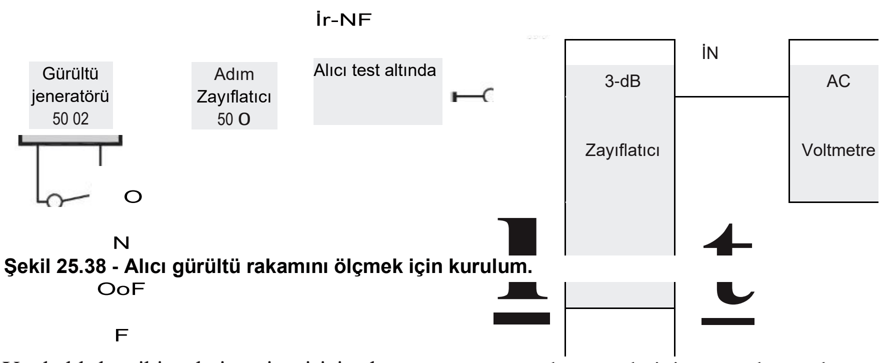
Bir SSB veya CW alıcısının gürültü rakamını ölçmek için bir gürültü kaynağı kullanılabilir. Aşırı *gürültü oranı (ENR),* gürültü kaynağı tarafından eklenen gürültünün normalde dB olarak ifade edilen termal gürültü seviyesine oranıdır. Gürültü rakamının bir açıklaması **RF Teknikleri bölümünde verilmiştir**. Temel Fikir, gürültü kaynağını alıcı anten girişine bağlamak ve ardından gürültü kaynağı açıldığında veya kapatıldığında alıcı hoparlör terminallerindeki gürültü seviyesindeki farkı ölçmektir. Kapalı olduğunda, ölçülen gürültü yalnızca termal gürültü ve alıcının katkıda bulunduğu gürültüyü içerir. Açıkken, gürültü, gürültü kaynağından gelen aşırı gürültüyü içerir. Gürültü rakamı daha sonra bu iki değerin oranından hesaplanabilir,

NFM = ENR-lOlog [EoN: -1)
EoFF

NF, dB cinsinden ölçülen gürültü rakamı olduğunda, ENR, dB'deki aşırı gürültü oranıdır, Eox, gürültü kaynağı açıkken RMS çıkış gürültü voltajıdır ve Eorr, gürültü kaynağı kapalıyken RMS çıkış gürültü voltajıdır.

Denklemi kullanmak yerine, başka bir teknik, gürültü kaynağı çıkışında 1-dB adımlı bir adım zayıflatıcı eklemektir. **Şekil 25.38'e bakınız.** Zayıflatıcıyı ayarlayın, böylece gürültü kaynağı açıldığında gürültü 3 dB (voltajın 1.414 katı) artar. Gürültü figürü daha sonra basitçe gürültü kaynağının ENR'si eksi zayıflamadır.

Gürültüyü gürültüyle ölçmenin güzel yanı, voltaj okumanın doğruluğunun, iki okumanın oranı doğru olduğu sürece önemli olmamasıdır. Gürültüyü ölçerken RMS olmayan bir ac voltmetre doğru değildir,



Şekil 25.38 - Alıcı gürültü rakamını ölçmek için kurulum.

Yanlışlık her iki voltaj seviyesi için de aynı olduğu sürece oran doğrudur. Anon-RMS cihazı kullanırken, ac voltmetrenin önünde bir 3-dB zayıflatıcı (1/1.414 voltaj bölücü) ile birlikte önceki paragrafta açıklanan adım zayıflatıcı tekniğini izleyin. Önce gürültü kaynağı kapalıyken bir voltmetre okuması yapın ve 3-dB zayıflatıcı atlandı. Ardından 3-dB zayıflatıcıyı ve gürültü kaynağını açın ve adım azaltıcıyı aynı okuma için ayarlayın. Gürültü figürü, gürültü kaynağının ENR'si eksi zayıflamadır.

Dikkat edilmesi gereken bazı olası hatalar var. Bu test için alıcı AGC kapatılmalıdır, böylece gürültü kaynağı açıldığında veya kapatıldığında kazanç değişmez. Ek olarak, ses kazancı ve belki de İF kazancı, herhangi bir koşul altında gürültü zirvelerinin kırpılmaması için ayarlanmalıdır. Gürültü kaynağı açıkken, hoparlör çıkışındaki gürültünün RMS değeri, tepe noktalarının kırpılmasını önlemek için maksimum çıkış seviyesinden %'den fazla olmayacak şekilde ayarlanmalıdır.

NOISE KAYNAĞININ DİĞER KULLANIMLARI

RF cihazlarının frekans tepkisini ölçmek için bir gürültü kaynağının düz spektrumundan yararlanabilirsiniz. İt, bir spektrum analizörü veya interterest frekans aralığı boyunca manuel olarak ayarlanabilen bir alıcı gerektirir. Yeterli ortalamada, her frekanstaki çıkış gürültü seviyesi, cihazın o frekanstaki tepkisini doğru bir şekilde yansıtır. Örneğin, bir alıcının antenden hoparlör çıkışına toplam tepkisini, bir RF gürültü kaynağı ve bilgisayar ses kartını bir ses spektrum analizörüne dönüştüren bir PC'de çalışan ücretsiz bir yazılım kullanarak ölçmek oldukça kolaydır. Alıcı antene bağlı gürültü kaynağı ve ses kartı girişine bağlı ses çıkışı ile, İF kristal filtresi ve tüm ses aşamaları dahil olmak üzere toplam yanıt, spektrum analizörü penceresindeki ortalama gürültü seviyesi ile gösterilir.

Alıcılara ek olarak, gürültü kaynakları, amplifikatörler gibi diğer cihazların gürültü figürünü ölçmek için de kullanılabilir. Teknik temelde aynıdır, ancak ölçülecek çıkış sinyalinin ses yerine bir radyo frekansında olması dışında. Başka bir farklılık-ence, ölçüm aletinin gürültü rakamının sonuçları etkileyebileceğidir. Bu, alıcıları ölçerken neredeyse hiçbir zaman bir endişe değildir, çünkü antenden hoparlör çıkışına kadar olan kazanç normalde etkiyi ortadan kaldıracak kadar yüksektir. Düzeltilmiş gürültü rakamı

NF = 101og] 109/10_1o (5a 9)]

Burada NE ", dB'de ölçülen gürültü rakamıdır, NFi, dB'de gürültü ölçme aletinin gürültü rakamıdır ve G, dB'de test edilen cihazın kazancıdır. Bu denklemin geçerli olması için, ölçüm cihazının bant genişliği test edilen cihazın bant genişliğinden daha büyük olmamalıdır.

Ticari gürültü rakam ölçerler, amplifikatörlerin ve diğer cihazların gürültü rakam ölçümlerini tek bir kutuda gerçekleştirmek için ihtiyacınız olan her şeyi birleştirir. Gürültü kaynağının kendisi genellikle ayrı bir modül olsa da, anahtarlanmış güç gürültü rakam ölçer tarafından sağlanır. Hesaplamalar dahili olarak yapılır ve gürültü figürü doğrudan bir metre veya ekran üzerinde okunur. Gürültü kaynağı, sürekli olarak güncellenen bir gürültü figürü okuması üretmek için tekrar tekrar açılır ve kapatılır; bu, test edilen cihazı ting veya ayarlama yapmak için kullanışlıdır. Eski birimler tipik olarak az sayıda sabit ara frekansta çalışır ve sinyali İF'ye heterodyne etmek kullanıcıya kalmıştır. Birçok modem birimi çok çeşitli frekanslarda çalışır ve bazıları

Frekans karşı gürültü rakam bir arsa sağlamak için süpürme. Agilent Technologies, ücretsiz olarak indirilebilen gürültü figürü ölçümü konusunda iyi bir uygulama notuna sahiptir.[19]

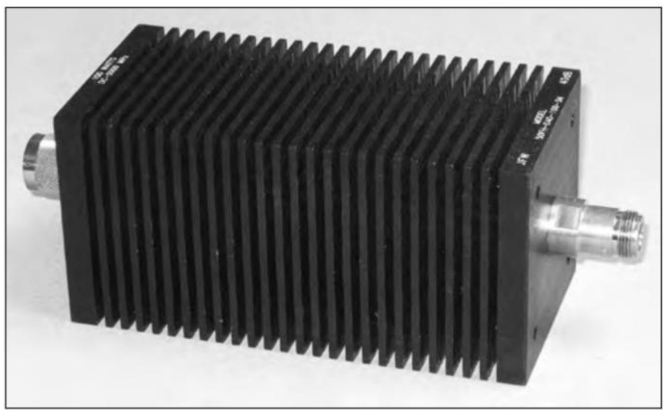
25.4.8 RF ve Mikrodalga Test Aksesuarları

Aşağıdaki bölümde, tüm koaksiyel cihazların 50-92 karakteristik empedans için tasarlandığı varsayılmaktadır. Bu, Amatör Radyo sistemleri için en yaygın değer olsa da, bilgilerin çoğu, video ve televizyon endüstrisinde yaygın olan 75 92 gibi diğer engeller için de geçerlidir.

ZAYIFLATICILAR VE TERMİNATİONLAR

Çoğu amatör, koaksiyel bir konektöre sahip yüksek güçlü bir 50-9 dirençten başka bir şey olmayan kukla yük kavramına aşinadır. Terim, verici testi için düşük SWR yükü sağlamak için genellikle kukla bir anten olarak kullanılmasından kaynaklanmaktadır. Direnç, istenen frekans aralığı boyunca düşük başıboş reaktansa sahip olmalıdır. Yaygın tel sargılı güç dirençleri, çok fazla indüktansa sahip oldukları için kukla yük için uygun değildir. **Şekil 25.39'daki güç zayıflatıcı gibi ticari yükler,** vericiden emilen güç tarafından üretilen ısıyı dağıtmak için kanatlı bir muhafaza içine yerleştirilmiş özel dirençler kullanır. Bazı amatör kukla yüklerinde kullanılan bir teknik, daha az pahalı, daha düşük güçlü dirençlerin güç dağılım kabiliyetini bir yağ banyosuna batırarak arttırmaktır.

Normalde *sonlandırma olarak adlandırılan düşük güçlü kukla yükler,* test edilen bir cihazın koaksiyel konektörlerinden birinin geniş bir frekans bandında iyi bir geri dönüş kaybına sahip bir yükte sonlandırılması gerektiğinde kullanılır. **Şekil 25.40'taki gibi afeed-through sonlandırma,** aralarında düz bir bağlantı bulunan iki koaksiyel konektörün yanı sıra merkez iletkenler ve kalkan arasında bağlı bir 50-02 yük direncine sahip olanıdır. İt 50-92 yük sağlamak için kullanılır



Şekil 25.39 - dc-3000 MHz için derecelendirilmiş bir 100 watt güç zayıflatıcı. Verici Erkek tip-N konektörüne bağlanır. Dişi konektör düşük güç bağlantısı içindir.

Osiloskop gibi yüksek girişli bir ölçüm cihazı kullanırken. Test edilen cihaza bağlı koaksiyel iletim hattında duran dalgalardan kaçınmak için, besleme hattının doğrudan osiloskopun -giriş konektörüne yerleştirilmesi önemlidir, böylece iletim hattı düzgün bir şekilde sonlandırılır.

Düşük bir SWR'yi korumak için başka bir teknik, osiloskop girişinde bir T konektörü kullanmaktır. Test edilen cihaz T'nin bir tarafına bağlanır ve iyi bir 50-Q yükü sağlayan başka bir cihaz diğer tarafa bağlanır. Yüksek empedanslı osiloskop girişi 50-02 sistemini aşırı derecede rahatsız etmez. Bu, cihazlar arasındaki bağlantıyı korurken, koaksiyel bir hat üzerinde iki cihaz arasında seyahat eden bir sinyale "dokunmak" için iyi bir yoldur.

Sabit bir zayıflatıcı, hem bir sinyal seviyesini azaltmak hem de 50-02 eşleşmesini iyileştirmek için kullanışlıdır. Örneğin, bir 10-dB zayıflatıcı, yük SWR'si sonsuz olsa bile en az 20 dB dönüş kaybını (1.22: 1 SWR) garanti eder. Bir 20-dB zayıflatıcı, çıkışına bağlı hiçbir şey olmasa bile 50-02 yüksek kaliteli bir sonlandırma yapar .

Sabit adımlarla sinyal seviyesini ayarlamanız gerektiğinde bir adım zayıflatıcı kullanılır. "10-dB adım zayıflatıcı" terimi, adım boyutunun 10 dB olduğu anlamına gelir. Maksimum zayıflama tipik olarak belki 70 ila 120 dB olacaktır. Bir

RF Ölçüm Test Seti

Birçok düşük seviyeli RF ölçümü benzer test kurulumları gerektirir, bu yüzden neden bunları tek bir pakette birleştirmiyorsunuz? Bu da gerçekleştirmeyi kolaylaştırır
Testler ve tutarlı sonuçlar elde edin. N0ADL ve KE4PT, ek çevrimiçi bilgilerle indirebileceğiniz QEX makalesi "RF Ölçümleri için Cihazlar'da bir örnek göstermektedir.

1 dB adımları ve 10 dB maksimum zayıflama ile zayıflatıcı "1 dB adım zayıflatıcı" veya "0 ila 10 dB adım zayıflatıcı'olarak adlandırılır. Biri 10 dB adımlı ve diğeri 1 dB adımlı iki zayıflatıcı, çok geniş bir zayıflama aralığında 1 dB çözünürlük elde etmek için seri olarak bağlanabilir. Mikrodalga frekanslarında, dalga kılavuzu iletim hatları için sürekli değişken zayıflatıcılar mevcuttur. Bazen makul fiyatlarla kullanılabilir.

DİĞER TEST AKSESUARLARI

Dalga kılavuzu için mevcut diğer aksesuarlar arasında koaksiyel-dalga kılavuzu adaptörleri, dedektörler, yönlü kuplörler, izolatörler, -absorpsiyon dalga ölçerler, karıştırıcılar ve sonlandırmalar bulunur.

çeşit çeşit. Her dalga kılavuzu boyutu yaklaşık 1.5: 1 frekans aralığını kapsar. Yıllar boyunca, çeşitli mikrodalga frekans bantlarına harfler atamak için çeşitli sistemler olduğunu unutmayın. Örneğin, Agilent Technologies (eskiden Hewlett-Packard'ın bir parçası) kataloğundaki "X" bandı 8.2 ila 12.4 GHz'dir, ancak eski ABD Donanması tanımı 6.2 ila 10.9 GHz idi ve Xband radarı için ITU ataması 8.5 ila 10.68 GHz'dir. IEEE standart tanımı 8.0 ila 12.0 GHz'dir. Fazla dalga kılavuzu aksesuarları satın alırken, ihtiyacınız olan frekans aralığını kapsadığından emin olun.

Şekil 25.41'de gösterilenler gibi adaptörler, çeşitli test ekipmanı parçaları arasında bağlantı kurmak için kullanışlıdır.

Bir koaksiyel dedektör, adın ima ettiği şeydir, genellikle 50-02 RE yük empedansı olan bir koaksiyel pakette bir diyot dedektörüdür. Silikon Schottky diyotlar genellikle iyi hassasiyet elde etmek için kullanılır, ancak galyum arsenit cihazları bazen yüksek mikrodalga ve milimetre dalga frekansları için kullanılır. Belirli bir sinyal seviyesinin altında, tipik olarak yaklaşık -15 dBm, tespit edilen çıkış voltajı giriş voltajının karesi ile orantılıdır, yani giriş gücü ile orantılıdır. Duyarlılık, tespit edilen sinyal için yüksek empedanslı bir yük varsayılarak tipik olarak m V/mW cinsinden belirtilir.

Geniş bant amplifikatörler genellikle test sistemlerinde yararlı olabilir. Güç seviyesine uygun olarak boyutlandırılmış paketlerde çeşitli konektör tipleri mevcuttur. Düşük gürültülü bir amplifikatör, örneğin bir spektrum analizörü için bir ön amplifikatör olarak kullanışlıdır. Bir yüksek güç amplifikatörü, bir sinyal jeneratörünün çıkışında, alıcı dinamik aralık testi için veya bir RF güç amplifikatörünü test etmek için bir giriş sinyali olarak kullanılabilir.

Yönlü kuplörler ve köprüler, daha önce açıklandığı gibi faydalı ağ analizörü aksesuarlarıdır, ancak diğer test amaçları için az miktarda sinyal elde etmek için de kullanılabilir. Örneğin, bir 30-dB vericisinin çıkışındaki bir 100-W kuplörü, 100-W sinyalinin geri kalanını antene veya kukla yüküne geçirirken, bir koaksiyel dedektöre veya bir spektrum analizörüne beslenebilen 100 m W sinyal üretir.

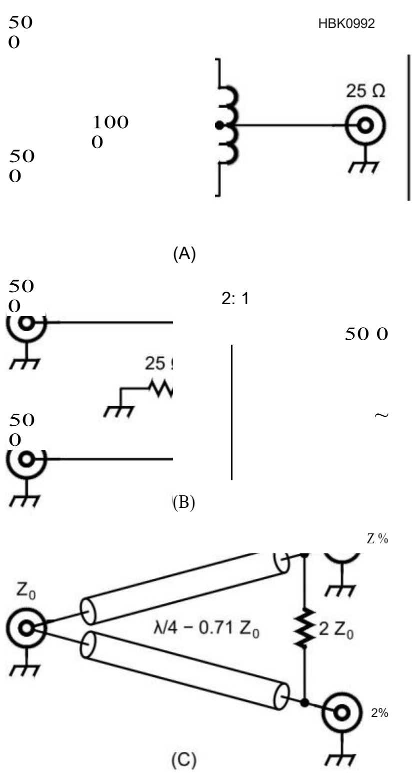
Ayırıcı olarak da bilinen bir güç ayırıcı, bir -giriş sinyalini çıkış portları arasında eşit olarak bölen bir cihazdır. Bir *birleştirici temelde* geriye doğru bağlanmış bir güç bölücüdür; Giriş portlarından gelen sinyaller çıkış portunda birleştirilir. Bazı güç bölücüler sadece bir direnç ağından oluşur.



Şekil 25.40 - Çeşitli RF test aksesuarları. Arkada, 0-120 dB aralığına sahip 10 dB adımlı bir zayıflatıcı bulunmaktadır. Soldan sağa ön planda bir BNC "T" konektörü, bir 50-0 besleme sonlandırma, bir 0.1-500 MHz düşük gürültülü amplifikatör ve bir 10-dB sabit zayıflatıcı bulunmaktadır .



Şekil 25.41 - Koaksiyel konnektör adaptörleri. Soldan: BNC erkek tip-N erkek, BNC kadın UHF erkek, BNC kadın SMA erkek, tip-N erkek SMA kadın ve tip-N kadın SMC erkek.



Şekil 25.42 - Wilkinson güç birleştirici/ayırıcının üç formu. A ve B, topaklı element uygulamasını gösterir. C'deki versiyon, senkron transformatörler olarak hareket eden bir çift ./4 iletim hattı kullanır. Her üç bağlantı noktası da Z'de sonlandırılırsa, A ve B bağlantı noktaları birbirinden izole edilir.

Ekleme kaybı tipik olarak 2 portlu bölücüler için en az 6 dB'dir, yani gücün dörtte biri her porttan çıkar ve gücün yarısı dirençlerde emilir.

Şekil 25.42'de gösterilen Wilkinson birleştiricisi gibi bir hibrid birleştirici, ağın bir parçası olarak bir transformatör içerir. İt, çıkış portunda iyi, düşük SWR eşleşmesi olduğu sürece, iki giriş portu arasında mükemmel izolasyon olması avantajına sahiptir. Bu, bir alıcının yüksek seviyeli dinamik aralık testi için iki sinyal jeneratöründen gelen sinyalleri birleştirirken çok kullanışlıdır. Bağlantı noktasından bağlantı noktasına izolasyon, iki sinyalin sinyal jeneratörlerinin çıkış amplifikatörlerinde birleşmesini önler; burada, ölçmeye çalıştığınız alıcı tarafından üretilenlerden daha büyük bozulma ürünleri üretebilirler. Ekleme kaybı nominal olarak 3 dB'dir.

Geleneksel Wilkinson birleştirici, giriş/çıkış empedansının 2:1 oranına sahiptir. Şekil 25.42B'deki varyasyon bir transformatör kullanıyor

Tüm portlarda 50 Q elde etmek için "/2: 1 dönüş oranı (2:1 empedans oranı) ile.

Wilkinson birleştirici güç ayırıcı olarak da kullanılabilir. Şekil 25.42C'deki iletim hattı versiyonu, giriş sinyalini çıkış portu çifti arasında bölmek için Şekil 25.42A transformatörünü bir çift 4 dalga boylu iletim hattı transformatörü ile değiştirir (bkz. Her üç portun da aynı empedansa sahip olması gerekir, Z. Çıkış portları arasındaki 22 değerinde bir direnç kaybı azaltır ve izolasyonu arttırır. ¼ -wavelength bölümleri karakteristik bir empedansa sahip olmalıdır

5
Z, x -- 0.707 Z ,
2

Çoğu amatör ekipman ve yükün girişi 50 n olduğundan, 75 9 empedanslı RG-59 veya RG-11 kullanılması kabul edilebilir performansa neden olacaktır.

25.5 Alıcı ölçümleri

Alıcılar, işleyebilmeleri gereken çok çeşitli sinyal seviyeleri nedeniyle özel bir ölçüm zorluğu sunar. Son teknoloji ürünü bir alıcıda, minimum fark edilebilir sinyal ile engelleme seviyesi arasındaki fark 130 veya 140 dB kadar yüksek olabilir. Bu performans seviyesini ölçmek için özel bakım ve yüksek kaliteli test ekipmanı gerektirir.

25.5.1 Standart ARRL Lab Testleri

ARRL laboratuvar personeli, alıcılar, vericiler ve diğer bazı RF ekipmanı türleri için bir dizi test üzerinde standartlaştırılmıştır. Her test için kesin prosedürler, farklı kişiler tarafından farklı zamanlarda yapılan testlerin aynı şekilde yapılmasını sağlamak için 163 sayfalık bir belgede titizlikle belirtilmiştir. Burada bu ayrıntı düzeyini tekrarlamaya çalışmayacağız, bunun yerine testleri ev deneycisinin kullanımına uygun genel terimlerle açıklayacağız. (Prosedürlerin tamamı çevrimiçi olarak **www.arrl.org/product-review adresindeki ARRL web sitesinin Ürün İnceleme Test alanında mevcuttur.)** Alıcı tasarımı ve performansı hakkında ek bilgiler **Alıcı ve RF Teknikleri bölümlerinde**

RECEIVER SENSITIVITY

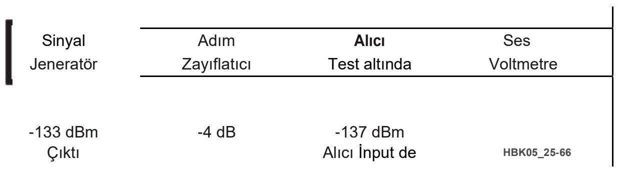
Alıcı hassasiyetini belirlemek için çeşitli yöntemler kullanılır. Modülasyon modu genellikle en iyi seçimi belirler. En yaygın duyarlılık ölçümlerinden biri, CW ve SSB alıcıları için uygun olan minimum fark edilebilir sinyal (MDS) veya gürültü tabanıdır. Minimum fark edilebilir sinyal

Dahili olarak üretilen alıcı gürültüsüyle aynı ses çıkış gücünü üretecek olan olarak tanımlanır. Bu nedenle, "gürültü zemini" terimi.

MDS'yi ölçmek için, alıcıyla aynı frekansa ayarlanmış bir sinyal jeneratörü kullanın. Alıcı jeneratör sinyali üzerinde zirve olduğundan emin olun. **Şekil 25.43,** çoğu sinyal jeneratörü MDS ölçümleri için gereken düşük sinyal seviyelerini doğru bir şekilde üretemediğinden, alıcı girişine bir adım zayıflatıcı dahil edilmiştir. Bir ses frekansı ac voltmetre alıcının hoparlör terminallerine bağlanır. Hoparlör bağlı değilse, hoparlör empedansı ile aynı dirence sahip bir direnç değiştirilmelidir. Alıcıyı 500 Hz bant genişliğine veya mevcut bant genişliğine en yakın olan CW moduna ayarlayın. Gürültü gücü bant genişliği ile doğru orantılı olduğundan, okumaları karşılaştırırken her zaman aynı filtre bant genişliklerini kullanın. Mümkünse AGC'yi kapatın. İle

Sherwood Labs alıcı test

Rob Sherwood, NC0B, uzun...
Alıcı performansının amatör testine zaman katkısı **(www.sherweng. com/table.html). Katkısı** var-
Bu kitap için indirilebilir ek bilgilere dört makale uped. Konular onun prosedürlerini içerir
ve laboratuar kurulumu, alıcı gürültüsü ve bant gürültüsü tartışması ile birlikte.



Şekil 25.43 - A genel test kurulumu ölçüm alıcısı MDS veya gürültü Gösterilen sinyal Örnek olarak metinde tartışılmıştır.

Jeneratör çıkışı kapalı, Eğer heartnothing ama hoparlör gürültü gerekir. Alıcı ses çıkışını voltmeterreading dikkat edin. Daha sonra, jeneratörde tum ve voltmetre a3-dB artış gösterene kadar çıkış seviyesini artırın (voltajın 1.414 katı). Bu noktada sinyal girişi, µ V veya dBm olarak ifade edilebilen minimum fark edilebilir sinyaldir.

Şekil 25.43'ün varsayımsal örneğinde, sinyal üreteci ses çıkış gücünde 3-dB artışa neden olmak için -133 dBm'ye ayarlandı ve adım zayıflatıcı 4 dB'ye ayarlandı. MDS şu denklemle hesaplanır:

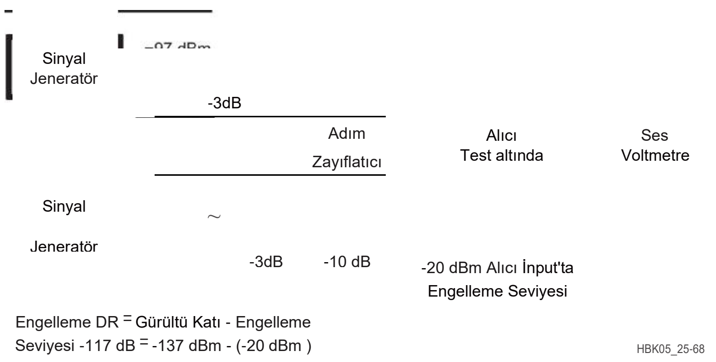
MDS = -133 dBm -4 dB = -137 dBm

Burada MDS minimum fark edilebilir sinyaldir ve 4 dB zayıflatıcı yoluyla kayıptır.

Voltmetrenin, gürültünün RMS voltajını doğru bir şekilde ölçmek için gerçek bir RMS tipi olması gerektiğini unutmayın. Tipik bir ortalama okuma multimetresi, bir sinüs dalgasının RMS voltajını göstermek için kalibre edilir, ancak Gaussian gürültüsünde düşük okur. Bununla birlikte, MDS testi için hata küçüktür. Hatayı düzeltmek için, sinyal üreticisini 3.0 dB yerine 3.2-dB bir artış (voltajın 1.445 katı) için ayarlayın.

Dikkat edilmesi gereken bir diğer konu, pik gürültü voltajının RMS'den, tipik olarak 4 veya 5 faktöründen çok daha büyük olmasıdır. Alıcı hacmi, RMS çıkış voltajının ses amplifikatörünün kırpma seviyesinin beşte birinden daha fazla olmayacak şekilde ayarlanmalıdır.

AM modülasyonu için, alıcı duyarlılığı, ses çıkışında 10 dB sinyal artı gürültü/gürültü oranı ile sonuçlanan RF sinyal seviyesi olarak ifade edilir. AM sinyali 1000 Hz ton ile %30 modüle edilmiştir. Aksi takdirde, test kurulumu MDS testi ile aynıdır. Modülasyon kapalıyken ses çıkış voltajında 10 dB (3 .16 voltaj oranı) artış olana kadar sinyal jeneratörü çıkış seviyesi ayarlanır. Yine, gerçek-RMS voltmetre yerine tipik bir ortalama okuma multimetresi kullanılırsa bir hata vardır. AM duyarlılık ölçümü için hata 0.8 dB'dir. Modülasyon açıldığında sinyalde 10.8 dB (3.47 voltaj oranı) artış sağlamak için sinyal jeneratörü çıkışını ayarlayın. RMS voltmetre yerine bir ses bozulma ölçer kullanılırsa, modülasyonu açık bırakabilir ve %31.6 bozulma için sinyal jeneratörü çıkış seviyesini ayarlayabilirsiniz.



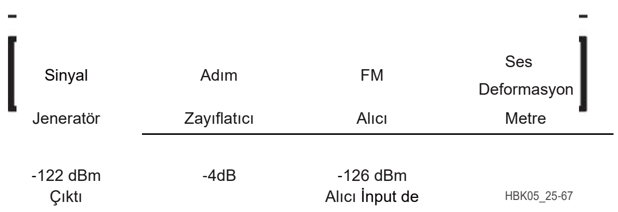
Şekil 25.45 - Alıcı engelleme dinamik aralığı bu ekipman ve düzenleme ile ölçülür. Gösterilen sinyal seviyeleri metinde tartışılan örnek içindir.

FM modülasyonu için, alıcı duyarlılığı, 12 dB SINAD ile sonuçlanan RF sinyal seviyesi olarak ifade edilir. SIHAD "sinyal artı gürültü ve bozulma" anlamına gelir ve

$$\text{SINAD} = 10 \log \left[\frac{\text{Sinyal} + \text{gürültü} + \text{bozulma}}{\text{gürültü} + \text{deformasyon}} \right] \text{dB}$$

Sinyal, gürültü ve bozulmanın tümü güç birimlerine (watt veya miliwatt) girilir. İt, AM testi için kullanılan sinyal artı gürültü/gürültü oranına çok benzer, ancak ses sinyalindeki herhangi bir bozulma gürültü ölçümüne eklenir. Bununla birlikte, sinyal, gürültü ve bozulmanın hepsinin modülasyonu kapatmadan aynı anda ölçülmesi gerektiği anlamına gelir. Bunun için Şekil **25.44'te gösterildiği gibi bir bozulma analizörü gereklidir. Bir** distorsiyon analizörü, gürültü ve distorsiyon ölçümü için 1 kHz tonunu sıfırlamak için değiştirilebilir bir bant reddetme filtresi içerir. Filtre, sinyal-plusnoise-and-distortion ölçümü için bypass edilir. Test için, sinyal jeneratörü 1 kHz ton ve istenen FM sapması ile FM modülasyonu için ayarlanır, normalde VHF tekrarlayıcı işlemi için 3 kHz. Sinyal jeneratörü çıkış seviyesini, distorsiyon analizörü %25 bozulma gösterene kadar ayarlayın, bu da 12 dB SINAD'a eşdeğerdir. MDS testi için yapıldığı gibi, adım zayıflatıcının zayıflamasını sinyal jeneratörü çıkış seviyesinden çıkarmayı unutmayın.

Gürültü şekli, şimdiye kadar sunulan diğer yöntemlerden farklı olarak, alıcı bant genişliği ve çalışma modundan bağımsız olan bir alıcı duyarlılığı ölçüsüdür. Bu, alıcı filtrelemenin gürültü bant genişliği bilindiği sürece MDS'den hesaplanabilir.



Şekil 25.44 - FM SIHAD test

Gürültü bant genişliği, alıcı filtre ile aynı toplam gürültü gücünü üretecek dikdörtgen bir spektrum şekline sahip varsayımsal bir mükemmel filtrenin bant genişliğidir. Bir filtrenin gürültü bant genişliğinin doğru bir şekilde ölçülmesi, süpürülmüş bir sinyal kaynağı kullanarak spektral tepkinin entegre edilmesini gerektirir, ancak filtrenin 3 dB bant genişliği makul bir yaklaşım olarak kullanılabilir. Formül şu:

NF = MDS- (10 log (BW) -174) dB

MDS, dBm ve BW'deki minimum fark edilebilir sinyal olduğunda, Hz'deki gürültü bant genişliğidir. Gürültü bant genişliğinin 500 Hz olduğunu varsayarsak, NF = MDS + 147 dB elde ederiz. Örneğin, MDS -137 dBm ise, NF = -137 + 147 = 10 dB.

RECEIVER DYNAMİC RANGE

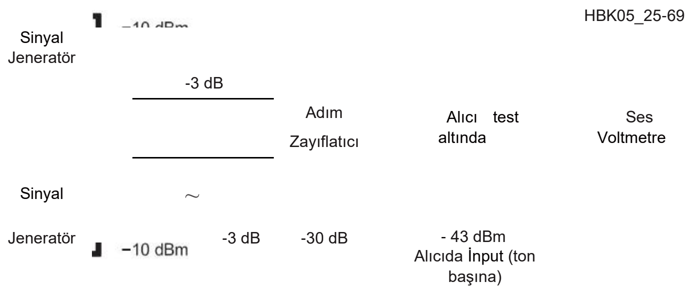
Dinamik aralık, bir alıcının güçlü sinyaller tarafından aşırı yüklenmeden zayıf sinyalleri alma yeteneğinin bir ölçüsüdür. Zayıf - sinyallere karşı iyi hassasiyete sahip bir alıcı tasarlamak kolaydır. Ayrıca, güçlü sinyallerle aşırı yüklenmeyen bir alıcı tasarlamak da kolaydır. Her ikisini de aynı anda yapabilen bir alıcı tasarlamak çok daha zordur.

Engelleme dinamik aralığı (BDR), gürültü zemini ile *engellemenin* gerçekleştiği sinyal seviyesi arasındaki farktır, yani yakındaki zayıf sinyaller için kazançta 1 dB'lik bir azalmaya neden olan seviyedir. Gürültü zemini sadece MDS'dir ve önceki bölümde açıklanan teknik kullanılarak ölçülebilir.

Engelleme seviyesi, MDS ölçümü için kullanılana benzer bir test kurulumu kullanılarak ölçülür, ancak **Şekil 25.45'te gösterildiği gibi, iki sinyal jeneratörü bir hibrid birleştirici aracılığıyla girişe bağlanır.** Bu test için alıcı AGC kapatılmalıdır. Mod CW ve bant genişliği 500 Hz veya mevcut en yakın olarak ayarlanır. İki sinyal jeneratörü kullanılır. Biri, alıcının ayarladığı zayıf sinyali üretir. ARRL standardı alıcıda -110 dBm belirtir

3 dB kaybı olduğunu varsayarsak, hibrid birleştiriciye girişte -97 dBm gerektiren giriş. Diğer sinyal üreteci, yakındaki bir frekansta güçlü müdahale sinyali üretir. Standart frekans ayrımları artı ve eksi 20, 5 ve 2 kHz'dir. Güçlü sinyalin seviyesi, alıcı ses çıkışında ölçülen zayıf sinyalin seviyesi 1 dB azalana kadar artar.

Şekil 25.45'e atıfta bulunarak, engelleme seviyesi sinyal jeneratöründen gelen seviye eksi hibrid birleştirici ve zayıflatıcının kaybı,



Şekil 25.46 - Alıcı intermodülasyon bozulma dinamik aralığı için test kurulumu. Gösterilen sinyal seviyeleri metinde tartışılan örnek içindir.

BL = -7 - 3 - 10 = -20 dBm

Engelleme dinamik aralığı şu şekilde verilir:

BDR = BL-MDS = -20- (-137) = 117 dB

Önceki örneklerde olduğu gibi -137 dBm'lik bir MDS varsayalım.

Bir komplikasyon, sinyal jeneratörünün ve alıcının yerel osilatörünün, özellikle 2 ve 5 kHz frekans aralıklarında faz gürültüsünün neden olduğu gürültünün varlığı nedeniyle ses tonunun genliğini ölçmenin zor olabileceğidir. Çözüm, ton genliğindeki değişimi ölçmek için bir ses frekansı spektrum analizörü kullanmaktır. Spektrum analizörünün mutlak doğruluğu, sinyal seviyesinde 1-dB bir değişikliği doğru bir şekilde gösterebildiği sürece önemli değildir. Bilgisayar ses kartına ve özgür spektrum analiz yazılımına dayalı bir alet yeterli olmalıdır.

Karşılıklı karıştırma, alıcının yerel osilatörünün faz gürültüsü ile yakındaki bir parazit sinyalinin karıştırılmasının adıdır ve bu da ses çıkışında gürültüye neden olur. ARRL BDR testi ölçümden bu etkiyi ortadan kaldırsa da, gerçek havadaki operasyonda faz gürültüsü genellikle etkili dinamik aralığı sınırlayan faktördür. Bu sorunu gidermek için, ARRL test paketi karşılıklı karıştırma için ayrı bir ölçüm içerir. Test kurulumu, MDS ile aynıdır, ancak Şekil 25.43'teki sinyal jeneratörü, + 15 dBm çıkış gücü seviyesine sahip düşük fazenoise kristal osilatör ile değiştirilir. Adım zayıflatıcı blok, hem sinyal seviyesini geniş bir aralıkta ayarlayabilmek için 10-dB adımlı bir ünite hem de ince ayar için 1-dB adımlı bir zayıflatıcı içermelidir. Alıcı, osilatör frekansının üstünde veya altında 20, 5 veya 2 kHz'e ayarlanmıştır. Çıkış gürültü seviyesi önce osilatör kapalıyken ölçülür, daha sonra osilatör açılır ve adım zayıflatıcı, gürültü 3 dB artana kadar kademeli olarak azaltılır. Karşılıklı karıştırma negatif bir sayı olarak ifade edilir :

Karşılıklı karıştırma = MDS- (+ 15-A) dB,

MDS gürültü zemini, + 15 sinyal

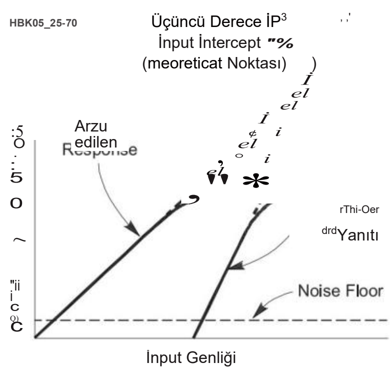
Kristal osilatörün dBm'deki seviyesi ve A, dB'deki toplam zayıflamadır.

İntermodülasyon bozulması (İMD), - birbirini modüle eden iki veya daha fazla güçlü müdahale sinyali nedeniyle yeni frekanslarda istenmeyen sinyallerin oluşturulması anlamına gelir. Fl ve f2 frekanslarında iki müdahale sinyali varsa, ikinci *dereceden İMD ürünleri* fl + f2'de gerçekleşir. İf fl ve f2 birbirine yakındır, daha sonra ikinci dereceden ürünler ikinci harmoniklerin yakınında meydana gelir. *Üçüncü dereceden IMD* ürünleri 2fl - f2 ve 2f2 - fl'de ortaya çıkar. İf fl ve f2 birbirine yakındır, daha sonra üçüncü ürünler yakın gerçekleşir. Örneğin, iffl ve f2 10 kHz ile farklılık gösterir, daha sonra thirdorder İMD ürünleri yüksek frekansın üstünde 10 kHz ve alt seviyenin altında 10 kHz'dir.

Şekil 25.46'da gösterilen iki tonlu İMD test kurulumu, ikinci ve üçüncü İMD için aynıdır. Yeterli çıkış gücü ve iki sinyal jeneratörünün izolasyonunu elde etmek için, her birini gösterilmeyen geniş bantlı bir güç amplifikatörü ile takip etmek gerekebilir. Test edilen alıcı, MDS testi ile aynı bant genişliğine sahip CW alacak şekilde ayarlanır ve ölçülecek bozulma ürününün frekansına göre ayarlanır. İki sinyal jeneratörü her zaman aynı çıkış genlik seviyesine ayarlanır, bu da ses voltmetre okumasında 3-dB bir artışa neden olan, gürültü tabanına eşit genlikte İMD ürünleri görünene kadar arttırılır. *IMD dinamik aralığı,* araya giren sinyallerin seviyesi ile MDS arasındaki dB farkıdır.

İkinci dereceden IMD ölçümü için, standart ARRL testi iki sinyal jeneratörünü 6.000 MHz ve 8.020 MHz'e ayarlar ve alıcı 14.020 MHz'e ayarlanır. Üçüncü dereceden İMD ölçümleri için, iki sinyal jeneratörü 20, 5 ve 2 kHz frekanslarına ayarlanır, alıcı frekansından artı ve eksi 20, 5 ve 2 kHz ile ayrılır, böylece alt veya üst İMD ürünü alıcı geçiş bandına girer.

Örneğin, alıcıyı 14.020 MHz'e ve iki sinyal jeneratörünü 13.980MHzand 14.000MHz ayarlayın. Sinyal jeneratörleri kapalıyken, ses voltmetre ile gürültü seviyesini ölçün. Tum sinyal üzerinde



Şekil 25.47-Thethird-orderintercept noktası, müdahale eden sinyal seviyesini ve üçüncü dereceden intermodülasyon ürünlerini temsil eden çizgileri genişleterek belirlenebilir. dB'deki sinyal seviyelerinin bir grafiğinde.

Jeneratörler ve voltmetre 3-dB bir artış gösterene kadar genliklerini arttırın. Eğer sinyal jeneratörü genlikleri -10 dBm ise, hibrid birleştiricideki kayıp 3 dB ise ve adım zayıflatıcı 30 dB zayıflama ayarlandıysa, üçüncü dereceden İMD seviyesi

İMD = -10-3-30 = -43 dBm

MDS -13 7 dBm ise, üçüncü dereceden İMD dinamik aralığı

İMD DR = İMD- MDS = -43- (-137) = 94 dB

Engelleme dinamik aralık testinde olduğu gibi, sinyal jeneratörlerinin ve alıcı LO'nun faz gürültüsü, ölçülen IMD ürününü gizleyebilir. Yine, çözüm ton genliğini ölçmek için bir ses spektrumu analizörü kullanmaktır. Sinyal jeneratörlerinden birini geçici olarak alıcı frekansına ayarlayarak ve genlik seviyesini alıcıdaki sinyal seviyesinin MDS olacak şekilde ayarlayarak genliği kalibre edin. Spektrum analizöründeki seviyeye dikkat edin. Ardından sinyal jeneratörünü müdahale frekansına döndürün ve sinyali ayarlayın

IMD ürünü MDS sinyali ile aynı seviyeye gelene kadar jeneratörlerin genlikleri. ARRL test tezgahı aslında kalibrasyon sinyalini üretmek için üçüncü bir sinyal jeneratörü ve alıcı girişinde ikinci bir hibrid birleştirici kullanır, böylece daha doğru bir karşılaştırma için hem kendisi hem de IMD ürünü spektrum analizöründe aynı anda görülebilir.

Mikserler ve amplifikatörler gibi analog bileşenlerin çoğunda, ikinci dereceden ürünler, araya giren sinyallerdeki her 1 dB'lik artış için genliği 2 dB arttırır ve üçüncü sınıf ürünler dB başına 3 dB artar. Çıkış sinyali seviyeleri, bir log-log grafiğindeki (yani dB birimleri) giriş seviyelerine karşı çizilir, istenen sinyal ve istenmeyen İMD ürünleri, Şekil **25,47'de üçüncü dereceden ürünler için gösterildiği gibi teorik olarak düz çizgiler izler.** IMD ürünleri istenen - sinyalden daha hızlı artmasına rağmen, hatlar asla geçmez, çünkü engelleme bu seviyeden önce gerçekleşir, ancak bu iki çizginin uzantılarının geçtiği noktaya üçüncü dereceden *kesişme noktası (*IP3) denir.

Üçüncü dereceden kesişme yapay bir nokta olmasına rağmen, bir alıcının güçlü sinyal işleme kabiliyetinin yararlı bir ölçüsüdür. It denklemden hesaplanabilir

IP3 = MDS + 1.5 xIMD DR dBm

IP3'ün üçüncü dereceden kesişme noktası olduğu yerde, MDS, dBm'deki minimum fark edilebilir sinyaldir ve İMD DR, dB'deki üçüncü dereceden İMD dinamik aralığıdır. Önceki örnekteki sayıları kullanarak, IP3 = -13 7 + 1.5 x 94 = + 4 dBm .

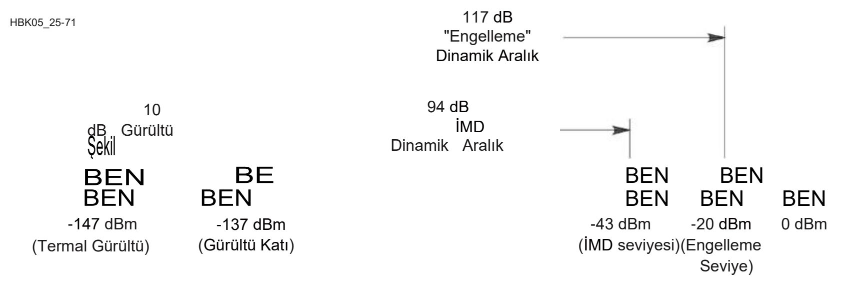
İkinci dereceden kesişme, benzer bir şekilde hesaplanabilir.

IP2 = MDS + 2 xİMD DR

Burada IP2 ikinci dereceden kesişme noktasıdır ve IMD_DR bu durumda ikinci dereceden İMD dinamik aralığıdır.

Üçüncü tip İMD'yi ölçmenin alternatif bir yöntemi, İMD ürünlerinin ayarlandığı referans seviyesi olarak MDS yerine S5 (-97 dBm) kullanmaktır. Bu, daha yüksek bir İMD seviyesine, ancak daha küçük bir İMD dinamik aralığına (İMD seviyesi ile referans arasındaki fark) neden olur. İt, üçüncü dereceden kesişmenin belirlenmesinde daha doğru bir yöntem olabilir, çünkü sinyal seviyelerinin, sinyalle aynı seviyede olan gürültü varlığında ölçülmesi gerekmez.

Üçüncü dereceden kesişme, genellikle analog bir ön uç kullanmayan yazılım tanımlı alıcılar (SDR'ler) için geçerli bir kavram değildir. Bazı SDR'ler bir karıştırıcı kullanmaz, ancak sinyali antenden doğrudan bir analogto-dijital dönüştürücüye (ADC) besler. ADC'ler genellikle sinyal seviyesi ve üçüncü dereceden ürünler arasında dB başına 3 dB ilişki göstermez,



Şekil 25.48 - **Metinde tartışılan örnek alıcının performans grafiği.**

Dinamik Aralık Metrikleri: Superheterodyne vs. SDR Alıcıları

Bob Allison, WB1GCM, ARRL Laboratuvar Müdür Yardımcısı

Karşılıklı Karıştırma (RM), yerel osilatörden (LO) gelen gürültü güçlü, bitişik sinyallerle karıştığında bir süperheterodin alıcısında üretilen gürültüdür. Tüm osilatörlerin gürültü kenar bantları vardır ve bazı tip ve tasarımlar diğerlerinden daha fazladır. Gürültü kenar bantları güçlü bitişik kanal dışı sinyalle karışarak mikserin çıkışında gürültü ürünleri oluşturur. Bu gürültü, alıcının hassasiyetini düşürebilir ve güçlü bir sinyal İF geçiş bandının hemen dışında olduğunda en dikkat çekicidir. Karşılıklı karıştırma, ayarlanan frekanstan 2 kHz uzakta tek bir güçlü sinyal ile 5 veya 20 kHz uzakta olduğundan daha kötüdür.

İki tonlu üçüncü dereceden İMD dinamik aralığıyla karşılaştırmak ilginç (3IMD DR) karşılıklı karıştırma dinamik aralığı (RMDR). 3IMD durumunda, iki güçlü bitişik sinyal istenmeyen bir etkiye neden olmak için toplanır, ancak RM durumunda, istenen sinyalden uzakta tek bir güçlü bitişik istasyon 5 veya 2 kHz, istenen bir zayıf sinyali duyma yeteneği üzerinde daha fazla etkiye sahiptir. Çoğu süperheterodin alıcısı için, RMDR 2 kHz aralıkta en kötü dinamik aralık rakamıdır.

ARRL Laboratuvarında, birçok doğrudan örnekleme SDR alıcısının, analogdan dijitale dönüştürücü (ADC) aşırı yüklenme noktasına kadar herhangi bir karşılıklı karıştırma durumunda çok az sergilediği gözlemlenmiştir. Bu alıcıların ön uç mikseri ve yerel osilatörü yoktur, bu nedenle bitişik sinyallerle karıştırmak için bir osilatörün yan bant gürültüsü yoktur.

Karşılıklı karıştırma testini 14.025 MHz'de, kanal dışı, güçlü sinyal üretmek için + 14 dBm'lik bir ölçülen çıkışa sahip çok düşük gürültülü bir Wenzel test osilatörü kullanarak gerçekleştiriyoruz. Bir test osilatörü mümkün olan en düşük yan bant gürültüsüne sahip olmalıdır - ölçülen karşılıklı karıştırmadan oldukça düşük. Mükemmel bir alıcı, 2 kHz aralıkta 100 dB RMDR sergileyecektir .

Engelleme - güçlü bir sinyalin varlığı nedeniyle alıcı kazancında belirgin bir azalma - geçmiş yıllarda sorunluydu. AGC kapalıyken, istenen sinyal, özellikle zayıfsa, güçlü, kanal dışı bir sinyal varsa alıcı sesinden kaybolur. Bitişik sinyalleri reddetme yeteneği son yıllarda büyük ölçüde gelişmiştir,
Öyle ki, dinamik aralığı (BDR) engellemek diğer dinamik aralıkları büyük ölçüde aşıyor. Laboratuar testleri sırasında, bir alıcıda karşılıklı karıştırma, istenen sinyali boğacak kadar ses çıkış gürültüsünü artırabilir! Laboratuvar danışmanlarımızdan bazıları BDR figürünün bu davranış nedeniyle biraz işe yaramaz olduğunu ifade etmişlerdir. Anlaştık! Yine de, bazıları hala engellemeyi bildirmemizi istiyor, çünkü ses bant genişliklerini (2 veya 5 Hz) daraltmak için ayarlanmış sinyal analizörlerini kullanıyoruz.

QST Ürün İncelemesi için ölçülen birçok SDR alıcısı, analogdan dijitale dönüştürücü (ADC) aşırı yüklenme noktasına kadar çok az veya hiç engelleme etkisi göstermez. Bu davranış, bir SDR'nin karşılıklı karıştırma davranışı ile birlikte en çok arzu edilen şeydir. 2 kHz aralıktaki modern alıcıların tipik BDR değeri 110 dB veya daha fazladır.

İki tonlu Üçüncü Dereceden İntermodülasyon Bozulması (3IMD), anten jakında iki güçlü sinyal (örneğin ayarlanan frekanstan 2 ve 4 kHz uzakta) göründüğünde, ayarlanan frekansta istenmeyen bir "hayalet" sinyal duyulduğunda meydana gelir. Bir süperheterodin alıcısı ile, İMD, ilk İF'ye giriş aşamalarında üretilir ve istenmeyen karıştırma ürünleri alıcı aşamalarının geri kalanından geçer.
Bir SDR alıcısı, ADC saat kalitesi ve ADC'ye giren kümülatif sinyal seviyesi, hoparlördeki İMD seviyesini belirler (diğer kenar çubuğuna bakın). Hem süperheterodin hem de SDR alıcılarının tasarım iyileştirmeleri nedeniyle, 2 kHz aralıkta tipik 3IMD DR 90 dB veya daha büyüktür.

Teknolojideki değişiklikler nedeniyle, çoğu modern alıcı, İMD sinyal seviyesi ile İMD giriş seviyesi arasında 3:1 ilişki göstermez. Oran, 3:1'den önemli ölçüde daha büyük veya daha az olabilir. Üçüncü dereceden kesişme noktası (IP3) rakamı 3:1 oranı varsayımına dayanarak hesaplandığından, bu rakam günümüz alıcıları için anlamsızdır. Her üç dinamik aralığa da vurgu yapılmalıdır. Yayınladığımız üç dinamik aralığın 2 kHz'inde en düşük dinamik aralık, alıcının dinamik aralığıdır. Mükemmel performans için kriter 100 dB'dir.

İki Tonlu Üçüncü Derece Dinamik Aralık ile SDR Davranışı: Üçüncü Sinyal

Bob Allison, WB1GCM, ARRL Laboratuvar Müdür Yardımcısı

ARRL Laboratuvarı, normal iki tonlu üçüncü dereceden IMO dinamik aralık (3IMD DR) testlerimizin, yazılım tanımlı radyo (SOR) alıcılarının gerçek dünyada çalışma biçimine her zaman uygulanmadığını belirledi. * Bir SOR alıcısı ile tüm demodülasyon yazılım tarafından yapılır. Bir SOR, bir analog RF spektrumu bloğunu dijital bir veri akışına dönüştürür, daha sonra bu verilerden istenen bir sinyali seçmek ve demodüle etmek için yazılım kullanır. Bir analog sinyalin sayısallaştırılması, sinyal seviyesinde bir dizi küçük adımla sonuçlanır. Bu küçük adımlar, analog alıcılarda gözlenenlere benzer şekilde intermodülasyon (IMO) ürünleri oluşturan bir tür doğrusal değildir .

Analog alıcılar için, intermodülasyon gerçekleştiğinde, hızlı bir şekilde güçlenir. Test için kullanılan kanal dışı sinyaller artırılır. Bununla birlikte, bir SOR ile, küçük adımlar dijitalleştirilen sinyalin tüm seviyeleri için aynı olduğundan, düşük seviyelerde intermodülasyon, test sinyallerinin seviyesine göre önemli ölçüde değişmez. Bir laboratuvar ortamında sinyal jeneratörlerinden görülen sabit durum sinüs dalgaları için, adımlar her döngü için aynıdır RF.Any oluşturulan intermodülasyon, alıcı çıkışında tutarlı bir şekilde ekler.

Bazı SOR tasarımlarında, sayısallaştırma işlemini randomize etmek için RF girişine rastgele gürültü eklenir ve intermodülasyon ürünlerinin tutarlı bir şekilde eklenmesini önler. Bu tekniğe titreme denir. Bir alıcı antene bağlandığında, analogdan dijital dönüştürücüye (ADC) girişte bulunan bant gürültüsü, çoğu durumda sayısallaştırmayı rastgele hale getirebilir. Net etki aynıdır - laboratuvar test ortamında görülen düşük seviyeli intermodülasyon, alıcı bir antene bağlandığında ve havada sinyal almak için kullanıldığında mevcut olmayacaktır. Bu etki, iki tonlu IMO test fikstürümüze bir alıcı anten (titreme kaynağımız olarak hareket ederek) ekleyerek Laboratuvardaki ölçümlerle doğrulandı; Bant gürültüsü seviyesi yerel koşullara ve yayılmaya göre değişiyordu, bu nedenle mevcut titreme miktarı da değişiyordu ve bu da IMO ürünlerinin de değişmesine neden oluyordu.

Bu tür gözlemlerle, IMO ürünlerinin gürültünün bir fonksiyonu olarak mı yoksa seviyenin bir fonksiyonu olarak mı değiştiğini bulmak zorunda kaldık. Rastgele bir gürültü jeneratörü değiştirdik
titreyen kaynağımız olarak. Sonuç: Düşük seviyeli IMO ürünleri, yükseltilmiş gürültü seviyesi ile maskelendi ve IMO ürünlerinin seviyesinde çok az değişiklik yapıldı. Gürültü seviyesini değiştirmenin, yükseltilmiş bir gürültü tabanının istenmeyen etkisi dışında hiçbir etkisi yoktu. Gürültü veya seviyesinin IMO ürünlerinin seviyesi üzerinde hiçbir etkisi olmadığından, bir anten üzerinde alınan diğer tek titreme kaynağı ayrı sinyaller olmalıdır!

Kısa bir süre sonra, titreme kaynağımız (üçüncü sinyal) olarak güçlü, kapalı bir frekans, tek bir sinyal kullanarak, IMO ürün seviyesinin azaltılabileceğini keşfettik. Üçüncü sinyalin (jeneratör) seviyesini değiştirerek, IMO ürün seviyesi de değişmiştir. Böylece, bir antene bağlandığında, ADC'ye girişteki tüm sinyallerin seviyeleri yayılma ve modla önemli ölçüde değişir ve bu nedenle dinamik aralık yayılma ve moda göre değişir. Bu önemli keşif, gürültü eklemenin (titreme) bir SDR'nin 3IMD DR'sini mutlaka iyileştirmediğini belirledi.
Ama tek, güçlü, sabit, frekans dışı bir sinyal yapar. Deney yaparak, üçüncü sinyalin seviyesini ve frekansını değiştirerek, 3IMD DR'yi en üst düzeye çıkaran bir "tatlı nokta'nın kolayca bulunabileceğini bulduk.
-43 dBm, ayarlanan frekanstan 200 kHz uzakta "tatlı nokta" için iyi bir örnektir.

Bu tek ek sinyal, belirli bir seviyede ve frekansta, gerçek hava koşullarını temsil etmiyor. Gerçek şu ki, 3IMD DR hareketli bir hedef olabilir.
Koşullara bağlı olarak 30 dB veya daha fazla ing! Geliştirilmiş 3IMD DR sergileyen SDR'ler ile QST Ürün İncelemeleri, mutlak en iyi durum dinamik aralığını temsil eden "XX dB'ye kadar" rapor verir. Bu tür cihazların bir kullanıcısı, ortalama bant koşullarında çok daha düşük dinamik aralık bekleyebilir ve "sessiz" koşullar sırasında beklenen dinamik aralıktan bahsetmek için çaba sarf eder.

Tasarım gereği, bazı SDR üreticilerinin artık 3IMD DR'yi iyileştirmek için "üçüncü bir sinyal" kullandığını belirtmek ilginçtir; Üçüncü sinyal dahili olarak üretilir ve ayarlanan sinyalle, belirli bir seviyede, IMO ürünlerini en aza indiren ve 3IMD DR.

Bir anten bir alıcıya bağlandığında, atmosferik, güneş ve insan yapımı gürültünün laboratuvar ortamında ölçülen düşük seviyeli IMO ürünlerinin çoğunu maskeleyeceğini lütfen unutmayın. Yani, dinamik aralık olabilir
Bir alıcının gürültü tabanının ölçülebilir olduğu laboratuvar "sessiz" koşullarında

* Allison, Bob, WB1GCM, "SOR-İQ'nun ARRL Laboratuvarında Test Edilmesi", Şubat, 2010 QST, s 52 .

En azından çalışma alanlarının büyük bir kısmında. Bir SDR ve geleneksel bir analog radyonun üçüncü dereceden dinamik aralık ölçümlerinin karşılaştırılması yanıltıcı sonuçlar verebilir.

Şekil 25.48, çeşitli dinamik aralık değerleri arasındaki ilişkiyi göstermektedir. Taban çizgisi, solda çok küçük sinyaller ve sağda büyük sinyallerle farklı güç seviyelerini temsil eder. Listelenen sayılar, tipik bir alıcı için önceki örneklerden - alınmıştır. Termal gürültü ve gürültü zemini 500 Hz bant genişliğine atıfta bulunur. Üçüncü dereceden İMD dinamik aralığı engelleme dinamik aralığından daha azdır, bu da -43 dBm kadar düşük sinyallerin İMD parazitine neden olabileceği anlamına gelirken, sinyallerin engellemeye neden olması için -20 dBm'yi aşması gerekir. Bununla birlikte, intermodülasyon - distorsiyonu aslında daha az soruna neden olabilir, çünkü İMD ürünleri sadece belirli ayrı frekanslarda görünür. Engelleme seviyesini aşan bir sinyal, tüm bant boyunca parazite neden olabilir.

Üçüncü dereceden İMD dinamik aralığı bir FM alıcısında da ölçülebilir. Test kurulumu Şekil 25.46 ile aynıdır, ancak ses voltmetresi Şekil 25 .44'te olduğu gibi bir ses bozulma ölçer ile değiştirilmiştir. İlgili frekanslar bu örnektekiyle aynıdır. Bu test için, sinyal jeneratörlerinden biri (test edilen alıcıdan en uzak frekansa ayarlanmış olan), 3 kHz sapmada 1000 Hz ton ile FM modülasyonludur. Bu, İMD ürünlerinin de distorsiyon ölçer ile ölçülebilen FM modülasyonlu olmasına neden olur. Sinyal üreteci genlikleri, bozulma ürünü metre üzerinde 12 dB SINAD (%25 bozulma) üretene kadar arttırılır. FM üçüncü dereceden IMD dinamik aralığı, SSB ve CW için olduğu gibi aynı denklem kullanılarak hesaplanır, ancak SIHAD duyarlılığı MDS'nin yerine geçer. Örneğin, 12 dB SINAD duyarlılığı -120 dBm ise, sinyal üreteci çıkışları -10 dBm'dir, birleştirici kaybı 3 dB'dir ve adım zayıflatıcı 30 dB'ye ayarlanır.

FM İMD DR, üçüncü dereceden FM İMD dinamik aralığıdır.

DİĞER ARRL RECEIVER TESTLERİ

Çoğu modem iletişim alıcısı süperheterodin tipleridir. İlk/F *reddi ve görüntü reddi testi,* orta frekanstaki sinyal seviyelerini ve MDS'ye veya gürültü tabanına eşdeğer bir ses çıkış sinyali üreten görüntü frekansını ölçer. Test kurulumu, Şekil 25.43'te gösterildiği gibi MDS testi ile aynıdır. Alıcı CW moduna ve 500 Hz bant genişliğine ayarlanmıştır. Sinyal jeneratörü, alıcının ilk ara frekansına veya alıcı olan görüntü frekansına ayarlanır.

Frekans artı veya eksi iki çarpı İF. Sinyal üreteci çıkış seviyesi, ses voltmetre okumasında 3-dB bir artış olana kadar kademeli olarak artırılır. MDS testinde olduğu gibi, bir trueRMS voltmetre yerine bir multimetre kullanılıyorsa, sinyal jeneratörü 3.2-dB bir artış için ayarlanmalıdır. İF veya görüntü reddi, MDS'den daha az olan alıcı girişindeki sinyal üretici seviyesidir. Örneğin, eğerMDS-137 dBm ise, sinyal üreteci seviyesi-40 dBm'dir ve zayıflatıcı 10 dB için ayarlanır, daha sonra İF veya görüntü reddi İS IR = -40 - 10 - (-137) = 87 dB.

FM bitişik kanal reddi, bir FM alıcısının - bitişik bir frekans kanalında güçlü bir interfenng FM modüle edilmiş sinyal varlığında zayıf bir sinyali tespit etme yeteneğinin bir ölçüsüdür. Test kurulumu, Şekil 25.46'da gösterilen iki tonlu İMD dinamik aralık testi ile aynıdır, ancak Şekil 25 .44'te gösterilen FM SINAD testi için yapıldığı gibi ses voltmetresi için bir bozulma ölçer değiştirilmiştir. Standart kanal aralığı 20 kHz'dir. Zayıf sinyal 1000 Hz ton ve her ikisi de 3 kHz sapma ile 400 Hz ton ile müdahale sinyali ile modüle edilir. Test edilen alıcı FM modülasyonu için ayarlanır ve zayıf sinyalin frekansına ayarlanır. Zayıf sinyal, bozulma ölçerdeki 12 dB SINAD (%25 bozulma) için ayarlanır ve daha sonra SIHAD 6 dB'ye (%50 bozulma) düşene kadar müdahale eden sinyal seviyesi artırılır. Bitişik kanal reddi, müdahale sinyalinin gücü ile iki sinyal jeneratörü arasındaki seviye farkı olan 12 dB SINAD duyarlılığı arasındaki farktır.

Özellikle FM alıcıları için geçerli olan bir başka test de *squelch hassasiyet testidir.* Her zamanki gibi, sinyal jeneratörü 1 kHz ton ve 3 kHz sapma ile FM modülasyonu için ayarlanmıştır. İf squelch SSB için kullanılabilir, bu modda da test edilebilir. Sinyal jeneratörü kapalıyken, alıcıdaki susturucu kontrolü, gürültünün susturulduğu noktaya göre ayarlanır. Daha sonra sinyal jeneratörü açılır ve sinyal duyulana kadar seviye artar.

Ses güç çıkışı, Şekil 25.44'te gösterilen FM SINAD testi ile aynı kurulum ile test edilmiştir. Test edilen alıcı, mevcut en geniş bant genişliğine sahip SSB modu için ayarlanmıştır. Belirtilen direncin bir yük direnci, genellikle 8 92, hoparlör yerine hoparlör çıkışına bağlanır. Sinyal jeneratörü seviyesi bir S9 seviyesi için ayarlanır ve alıcı 1 kHz çıkış tonu frekansı için ayarlanır. Alıcı ses kontrolü, belirtilen bozulma seviyesi genellikle %10, bozulma ölçer üzerinde belirtilene kadar artırılır. Çıkış gücü denklem tarafından verilir

P = VµMs */R

Pis, watt cinsinden güç olduğunda, V RMS, RMS çıkış voltajıdır ve R, yük direncidir.

Ses ve İF frekans tepkisi, alıcı ses çıkışının zirveden 6 dB düştüğü ses frekanslarını ölçer. İt, anten konektöründen hoparlör çıkışına kadar tüm alıcının toplam tepkisini içerir. Test kurulumu, ses gücü çıkış testi ile aynıdır, ancak dijital osiloskop veya frekans sayacı gibi çıkış ses frekansını ölçmek için bazı yöntemlerin dahil edilmesi gerekir. Alıcı, test edilecek bant genişliğinde SSB modu için ayarlanır ve AGC devre dışı bırakılır. İlk önce bir tepe ses çıkış sinyali için sinyal üreticisini ayarlayın ve ses sinyalinin seviyesini kaydedin. Ardından sinyal jeneratörünü sinyal 6 dB (% voltaj) düşene kadar aşağı doğru ayarlayın ve ses frekansını kaydedin. Ardından sinyal jeneratörünü yukarı doğru ayarlayın ve sinyalin 6 dB düştüğü yüksek uç frekansı kaydedin. 6-dB bant genişliği, iki frekans arasındaki farktır.

Ürün incelemelerinde yaygın olarak bildirilen çeşitli ARRL alıcı testleri vardır. S metre testi, metre üzerinde bir S9 göstergesi üretmek için gereken sinyal seviyesini ölçer. Çentik filtre testi, çıktıda bir ses spektrum analizörü ile Şekil 25 .46'daki IMD dinamik aralık testine benzer bir kurulum kullanır. Bir sinyal çentikli ve diğeri seviye referansı olarak kullanılır; Çentik derinliği, iki ton arasındaki genlik farkıdır. DSP gürültü azaltma testi, bir sinyal jeneratörünün geniş bantlı bir gürültü jeneratörü ile değiştirilmesi dışında benzer bir kurulum kullanır. Sinyal jeneratörü S9 ve ses voltmetresinde 3-dB bir artış için gürültü kaynağı için ayarlanır, böylece gürültü ve sinyal aynı seviyede olur. DSP gürültü azaltma daha sonra açılır ve gürültü seviyesindeki azalma kaydedilir.

25.5.2 Diğer Ortak Alıcı Ölçümleri

Standart ARRL test paketinde yer almayan birkaç yararlı alıcı testi daha vardır. Örneğin, İF ve görüntü yanıtına ek olarak, bir alıcının diğer frekanslarda da sahte yanıtlara sahip olması mümkündür. Bunun için test yapmak zaman alıcı bir süreç olabilir, çünkü sinyal jeneratörünü geniş bir frekans aralığında ayarlamayı içerir, alıcı bir dizi temsili frekansın her birine ayarlanmış, tipik olarak her bantta en az bir tane. Maksimum çıkış gücünde sinyal jeneratörü ile başlayın. Bir yanıt bulduğunuzda, alınan sinyal seviyesi gürültü tabanına (MDS) gelene kadar seviyeyi azaltın. Sahte tepki genliği, sinyal üreteci seviyesi ile MDS arasındaki farktır.

Başka bir zaman alıcı test, bazen kuş olarak adlandırılan, dahili olarak üretilen sahte sinyaller içindir, çünkü bazen kuş gibi cıvıldayan bir kuş gibi ses çıkarırlar.

Sinyal. Kuşlar tipik olarak yerel osilatör (ler) ve BFO ve onların İMD ürünlerinin zararlarından kaynaklanır. Bu test için, anten konektörüne 50-02 sonlandırma bağlayın ve alıcıyı tüm frekans aralığı boyunca ayarlayın, bulunan her sahte sinyal için frekans ve S metre okumasını yazın. Çok yavaş ayarlamalısınız çünkü birçok kuş, normal sinyallerden çok daha hızlı, bazen ters yönde, İF geçiş bandından geçer.

ARRL S metre testi başladı! y, S9 seviyesinde yanıtı ölçer. Eğer S metre aralığı boyunca doğrudur, havadaki sinyal seviyelerini ölçmek için kullanılabilir. Standart tanım, HF bantlarında S9'un -73 dBm'ye (50 µV'e 50 92) karşılık gelmesi ve her bir S ünitesinin 6 dB'ye veya bir çift mgRF voltajına karşılık gelmesidir. Yani S8is-79 dBm veya 25 µV, S7is -85 dBm veya 12.5 µV, vb. Çoğu ticari ekipmanın S ünitesi kalibrasyonu S ünitesi başına 6 dB'den önemli ölçüde değişir, ancak S metre doğruluğu kalibre edilmiş bir sinyal jeneratörü ile kolayca ölçülebilir.

Otomatik kazanç kontrol devresi, bir alıcının çalışması üzerinde büyük bir etkiye sahiptir. Statik AGC performansı, bir sinyal jeneratörü ve hoparlör çıkışına bağlı bir ses voltmetresi ile bir CW veya SSB alıcısında ölçülebilir. Alıcının çıkış seviyesini sabit tutmada ne kadar iyi bir iş yaptığını görmek için dBm'de RF giriş seviyesine karşı dBV'de (bir volt'a göre desibel) bir ses çıkışı grafiği çizebilirsiniz. Bazı alıcılar, eğrinin eğimini ve AGC devresinin kazancı azaltmaya başladığı küçük sinyal seviyesi olan eşiği ayarlamak için menü ayarlarına sahiptir. Dinamik yanıt da önemlidir, ancak ölçülmesi zordur. Ani güçlü sinyallerdeki geçişleri azaltmak için kısa bir saldırı süresi önemlidir, ancak çok kısaysa, güçlü sinyaller arasındaki kanal içi intermodülasyon bozulması sinyalleri "duygusal" hale getirebilir.

ARRL test paketi, ses çıkışında 6 dB bant genişliğinin bir ölçümünü içerir, ancak ses, geçiş bandı yanıtındaki eğim ve dalgalanmadan da etkilenir. 6 dB ölçümüyle aynı test kurulumunu kullanarak, çıkış voltajını eşit aralıklı frekanslarda ölçebilir ve sonuçları bir grafik üzerinde çizebilirsiniz. Çıkış gücü %10 bozulma seviyesinde ölçülür, ancak bozulmayı gerçek uygulamada kullanılana daha yakın bir hacim seviyesinde ölçmek de yararlıdır. Bu test için yaygın olarak 1 V RMS çıkış seviyesi kullanılır.

Frekans doğruluğu ve stabilite, bir alıcı için önemli performans kriterleridir. Yeterli frekans doğruluğuna sahip bir sinyal jeneratörü mevcut değilse, radyo istasyonu WWV gibi standart bir zaman sinyali kullanılabilir. Geleneksel yöntem, alıcıyı SSB moduna koymak ve taşıyıcıyı sıfır atmaktır, bu da alıcıyı sese kadar ayarlamak anlamına gelir.

Ton (vuruş notu) sıfır Hz'de. Çoğu alıcının ses frekansı tepkisi sadece birkaç yüz Hertz'e kadar uzandığından, bunu kullanarak iyi bir doğruluk elde etmek zordur.

yöntem. Ses çıkış frekansını ölçmenin başka bir yolu varsa, alıcıyı 1000 Hz ton elde etmek ve (LSB için) eklemek veya çıkarmak için ayarlayabilirsiniz.

(USB için) Alıcının belirtilen frekansından 1000 Hz. Soğuk tum-on'dan frekans kayması, zamana karşı ses çıkış frekansını çizerek ölçülebilir.

25.6 Verici ölçümleri

Bir vericide bulunan sinyal seviyeleri neredeyse bir alıcıda olduğu kadar değişmez. Tüm sinyaller havadan alınmak yerine dahili olarak üretilir, bu nedenle çok daha iyi kontrol edilir. Kısmen bu nedenle verici ölçümleri alıcı ölçümlerinden daha basit olma eğilimindedir ve daha azı vardır.

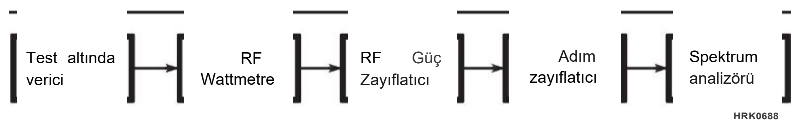
25.6.1 Standart ARRL Lab Testleri

Bir verici için, RF güç çıkışı muhtemelen akla gelen ilk ölçümdür. Test kurulumu basittir: Verici çıkışını bir RF wattmetrenin girişine bağlayın ve wattmetre çıkışını uygun bir kukla yüküne bağlayın. CW, AM ve FM modları için, sadece vericiyi tuşlayın ve wattmetre üzerindeki gücü ölçün. AM ve FM için modülasyon devre dışı bırakılmalıdır. SSB için, ses sinyalinin yerini almak üzere mikrofon girişine iki tonlu bir ses osilatörü bağlanmalıdır. SSB testi için wattmetre PEP gücünü ölçmek için bir tepe okuma türü olmalıdır

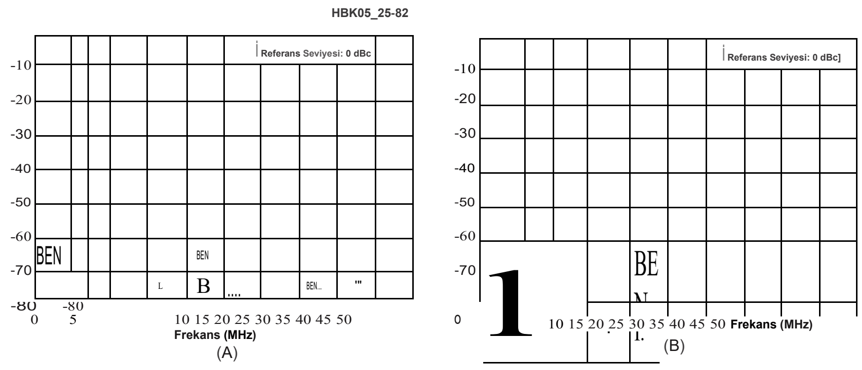
TRANSMITTER SPEKTRAL PURITY

Bir verici, emisyonlarını istenen sinyalin etrafındaki dar bir frekans aralığına sınırlar. İstenmeyen emisyonlar, istenen sinyale yakın olanlar ve çok uzaklara uzananlar olmak üzere iki kategoriye ayrılabilir.

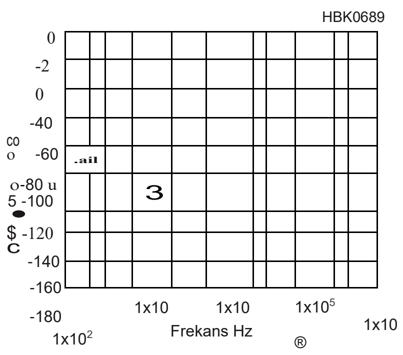
İkinci kategoride harmonikler ve diğer ayrık sahte frekanslar bulunur. Ölçüm, **Şekil 25.49'da gösterilen test kurulumu kullanılarak CW modunda verici ile yapılır.** Vericiyi kılavuzda belirtildiği şekilde ayarlayın, istenen güç seviyesine ayarlayın ve -spektrum analizörünü gözlemlerken frekansı bandın bir ucundan diğerine ayarlayın. Bu her grupta yapılmalıdır. Frekans ayarlanırken vericiyi ara sıra yeniden ayarlamak gerekebilir. Sahte sinyal ve harmonik bastırma, taşıyıcı ile maksimum sahte sinyal arasındaki dB farkıdır. Spektrum analizöründeki güç seviyesinin, spektrum analizörünün kendisinde sahte sinyallerin üretilmeyeceği kadar düşük bir seviyede tutulması önemlidir. Bunu test etmek için, adım zayıflatıcı ayarını değiştirmeyi deneyin; İstenilen taşıyıcı ve tüm sahte sinyaller aynı miktarda değişmelidir. Eğer değilse, onlar yapana kadar zayıflamayı artırın.



Şekil 25.49 - Verici spektral saflık testi, sahte frekansları görüntülemek için bir spektrum analizörü kullanır.



Şekil 25.50 - Spektrum analizörü ekranında gösterildiği gibi iki 100 watt vericinin sahte sinyal seviyelerinin karşılaştırılması. Üstteki ekran yaklaşık 63 gösteriyor dB en kötü durumda sahte sinyal bastırma, alttaki ise yaklaşık 42 dB bastırılmış ikinci bir harmonik vardır. 1 Ocak 2003'ten sonra kurulan 30 MHz'in altındaki vericiler için, en kötü durumda sahte emisyon, taşıyıcı gücün en az 43 dB altında olmalıdır.

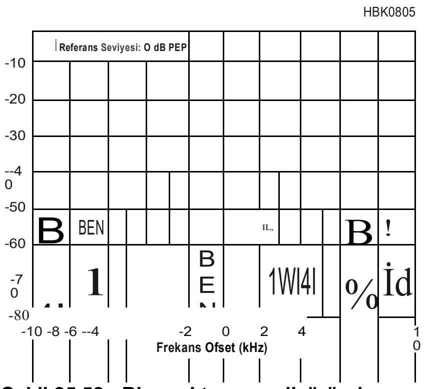


Şekil 25.51 - Spektral gösterimi ARRL Lab'de kompozit gürültü testi sırasında amatör bir verici çıkışı. Güç çıkışı 200 W idi 14 MHz bandı. Grafiğin sol kenarındaki taşıyıcı gösterilmez. Bu çizim, 100 Hz ila Logaritmik ölçekte taşıyıcıdan 1 MHz. Dikey ölçek, taşıyıcıya göre dB'dir.

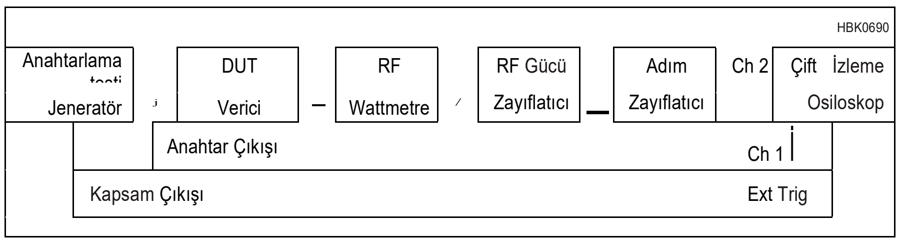
Temsili spektrum analiz grafikleri **Şekil 25.50'de gösterilmiştir.** Yatay (frekans) ölçek, bölme başına 5 MHz'dir. 7 MHz'de istenen taşıyıcı frekansı, arsanın solundan 1.4 bölüm görünüyor. Gösterilmemesine rağmen, büyük bir belirgin sinyal genellikle aşırı sol kenarda görülür. Sıfır Hz'deki bu sinyal, spektrum analizörü yerel osilatör frekansının sızmasından kaynaklanır.

ve göz ardı edilmelidir.

Önceki testle ölçülen ayrık sahte sinyallere ek olarak, bir verici de geniş bant gürültüsü üretebilir. Hem yerel osilatörün faz gürültüsünden hem de amplifikatör zincirindeki tüm cihazlardan gelen AM gürültüsünden kaynaklanabilir. Genellikle faz gürültüsü, en azından taşıyıcıya yakın frekanslar için baskındır. Kompozit gürültü testi önlemleri



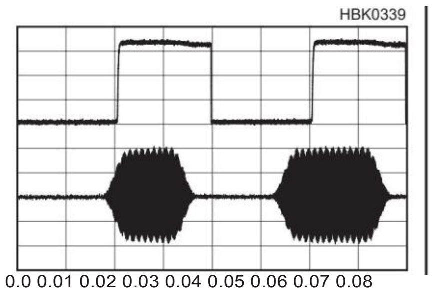
Şekil 25.52 - Bir spektrum analizöründe görüldüğü gibi bir SSB vericisi iki ton testi. Her yatay bölme 2 kHz'i temsil eder ve her dikey bölme 10 dB'dir. Üçüncü sipariş ürünler PEP (üst çizgi) altında 30 dB, beşinci sipariş ürünler 38 dB aşağı ve yedinci sipariş ürünler 40 dB aşağı.



Şekil 25.53 - CW anahtarlama dalga formu test kurulumu.



Şekil 25.55 - Ses modu vericileri için PTT-RF-çıkış testi kurulumu.



Şekil 25.54 - Tipik CW anahtarlama ARRL Lab'de test sırasında modern bir Amatör Radyo alıcı-vericisi için dalga formu. Bu çizim, harici anahtarlama kullanarak tam giriş (QSK) modunda ilk iki noktayı gösterir. Eşdeğer anahtarlama hızı 60 WPM'dir. Üst iz gerçek anahtar kapanışıdır; Daha düşük iz RF zarfıdır. (İlk anahtar kapanışının şeklin sol kenarından başladığını unutmayın.) Yatay bölümler 10 ms. Alıcı-verici 14 MHz bandında 100 W çıkışta çalışıyordu.

Her iki kaynaktan gelen toplam gürültü ve geniş bantlı sahte sinyal ve harmonik bastırma testinde görünmeyen yakın sahte frekanslar. Faz gürültüsünü ölçmek, yüksek performanslı test ekipmanı ve özel ölçüm teknikleri gerektirir ". ARRL laboratuvarı, kurulduktan sonra yaklaşık 15 dakika süren bu karmaşık ölçümü gerçekleştirmek için özel bir düşük gürültülü osilatör ve bilgisayar kontrolü altında bir Hewlett-Packard (şimdi Agilent Technologies) faz gürültü testi seti kullanır. Sonuç, **Şekil 25.51'deki gibi gürültü spektrumunun bir grafiğidir .**

Taşıyıcı frekansa yakın en önemli istenmeyen emisyonlar, verici amplifikatör aşamalarındaki bozulmadan kaynaklanır. Bir SSB vericisinde, bu bozulma, Orijinal modülasyon ve diğer istasyonlara parazit neden olur. Bu test için, Şekil 25.49'da gösterilen harmonikler ve sahte frekanslar testinde olduğu gibi aynı test kurulumu kullanılır, ancak birçok frekans bileşeni içeren bir ses sinyalini simüle etmek için verici mikrofon girişine iki tonlu bir ses üreteci bağlanır. İki ton frekansı, ton harmoniklerinin IMD ürünleri ile karıştırılmasını önlemek için harmonik olarak ilişkili olmamalıdır. ARRL Lab bu testler için 700 Hz ve 1900 Hz kullanır. Birçok vericinin modülasyon frekansı yanıtı düz olmadığından, spektrum analizöründe eşit genlikli RF tonları elde etmek için iki ses frekansı tonunun göreceli genlikleri ayarlanmalıdır. Test hem alt hem de üst modlar için yapılmalıdır.

İki tonlu IMD ürünleri, iki tondan herhangi birinin genliğinden 6 dB daha büyük olan verici tepe-zarf gücüne (PEP) göre ölçülür. Spektrum analizörü referans seviyesini, iki tonu 6 dB sıfır dB referans çizgisinin altına yerleştirecek şekilde ayarlayarak, **Şekil 25.52'de gösterildiği gibi,** İMD distorsiyonu doğrudan okunabilir. Gösterilen sinyal için, üçüncü dereceden ürünler PEP'den 30 dB'dir.

Taşıyıcı ve istenmeyen yan bant baskılama aynı kurulum ile ölçülebilir. Bu durumda iki ton jeneratörünün 700 Hz tonu kapatılır ve sadece 1900 Hz ton kullanılır. Tek ton, spektrum analizörünün 0-dB referans çizgisine ayarlanır. USB için, bastırılmış taşıyıcı istenen sinyalin altında küçük bir pip 1900 Hz ve istenmeyen yan bant 3800 Hz altındadır. LSB için istenmeyen sinyal frekansları istenen sinyalin üzerindedir.

TESTLER İN TIME DOMAİN

Osiloskoplar zaman alanında verici testi için kullanılır. Çift izli cihazlar çoğu durumda en iyisidir, anahtarlama girişi ile RF- veya ses çıkış sinyalleri arasında okunması kolay zaman gecikmeli ölçümler sağlar. Kapsamlarla yapılan yaygın verici ölçümleri arasında CW anahtarlama dalga formu ve SSB/FM iletim-alma geri dönüş testleri (birçok dijital mod için önemlidir) bulunur.

CW anahtarlama dalga formunu ve zaman gecikmesini ölçmek için tipik bir kurulum **Şekil 25.53'te gösterilmiştir.** Vericiyi kontrollü bir hızda anahtarlamak için bir anahtarlama test jeneratörü kullanılır. Jeneratör herhangi bir makul hıza ayarlanabilir, ancak ARRL testleri genellikle 20 ms açık ve 20 ms kapalı (25 Hz, %50 görev döngüsü), 60 WPM'de bir dizi dit'e karşılık gelir. **Şekil 25.54** tipik bir ekranı göstermektedir. Transmisyonun başlangıcındaki ilk iki < bit, transceiver alımdan iletim durumuna geçtiğinde meydana gelen geçişleri veya kesilmeleri göstermek için görüntülenir. RF çıkış darbesinin yükselme ve düşme süreleri, sırasıyla ön ve arka kenarlardaki %10 ve %90 noktaları arasında ölçülür. Gecikme süreleri, anahtarlama ve RF çıkış dalga formlarının %50 noktaları arasında ölçülür. CW anahtarlama konularının daha fazla tartışılması için Verici ve Alıcı-Verici Tasarım Konuları bölümlerine bakın .

Ses modları için, PTT-RF çıkış testi CW anahtarlama testlerine benzer. CW testinde olduğu gibi yükselme ve düşme sürelerinin yanı sıra gecikme ve gecikme sürelerini de ölçer. Test kurulumu için Şekil 25.55'e bakınız. SSB için verici tek bir 700-Hz tonuyla modüle edilir. FM için verici modüle

hıza ayarlanır



Şekil 25.56 -Alınan geri dönüş süresi test kurulumu.

Alıcı-vericinin < lits arasında iyileşmesi için bolca zaman sağlar. AÇIK veya KAPALI gecikme süreleri, anahtar çıkış çizgisinin düşen veya yükselen kenarının %50 noktasından RF dalga formunun %50 noktasına kadar ölçülür .

İletme-alma geri dönüş süresi, bir alıcı-vericinin anahtar hattının %50 artış süresinden ses çıkışının %50 yükselmesine geçmesi için geçen süredir. Geri dönüş süresi, bazı dijital modlarda, bazı durumlarda 50 ms'den daha az geri dönüş süreleri gerektiren önemli bir husustur. Test kurulumu **Şekil 25.56'da gösterilmiştir. Bu** test, aşırı verici gücünün sinyal jeneratörüne ulaşmasını ve özelliklerini aşmasını önlemek için aşırı özen gerektirir. Adım zayıflatıcı maksimuma ayarlanır ve alıcının S metre S9'u okuyana kadar kademeli olarak azaltılır. Alıcı AGC genellikle açıktır ve bu test için en hızlı yanıt için ayarlanmıştır, ancak AGC ve sinyal giriş seviyesi ile yapılan deneyler şaşırtıcı varyasyonları ortaya çıkarabilir. PTT-RF çıkış testine gelince, verici tek bir 700 Hz ton ile tam güç çıkışına ayarlanır. Anahtarlama oranı, geri dönüş süresinden önemli ölçüde daha yavaş olmalıdır; Oranları 200 ms kapalı/200 ms kapalı veya daha hızlı, var ARRL Lab'da Ürün İnceleme testlerinde başarıyla kullanılmıştır.

25.6.2 Diğer Ortak Verici Ölçümleri

%100 modüle edilmiş AM sinyalinin tepe zarf gücü (PEP), ortalama gücün dört katıdır. Bu nedenle, çoğu SSB vericisinin belirtilen AM güç seviyesi genellikle PEP SSB güç derecesinin yaklaşık %25'idir .

Modülasyon yüzdesi, 50-92 kukla yüküne bağlı geniş bantlı bir osiloskop ile en kolay şekilde ölçülebilir. Bu sadece göreceli bir ölçüm olduğu için temiz bir sinyal görüntülendiği sürece, belirtilen bant genişliğini biraz aşmakta sorun yoktur. %100 modülasyonla, negatif modülasyon zirveleri sadece sıfır sinyal seviyesine ulaşır ve pozitif zirveler, modüle edilmemiş taşıyıcının genliğinin iki katıdır. Tam değer denklemle hesaplanabilir,

$$M = 100\,\frac{\max - \text{mm}}{\max + \ \min}$$

Burada M modülasyon yüzdesi, max Zirvelerdeki sinyal genliği ve min, oluklardaki genliktir. Alternatif bir RF spektrum analizörü kullanmaktır. %100 sinüs dalgası modülasyonu ile, iki kenar bandının her biri taşıyıcıya göre -6 dB'dir. Bu durumda, M = 100 $^{6x\ 106\ +)}$ $^{0}2$, burada S taşıyıcıya göre yan bant seviyesidir (negatif bir sayı) ve M modülasyon yüzdesidir .

Bir FM vericisi için eşdeğer ölçüm, RF frekansının merkez taşıyıcı frekansından saptığı miktar olan sapmadır. FM sapmasını doğrudan ölçen bir enstrüman satın almak mümkündür; Fonksiyon genellikle iki yönlü radyo test setlerine dahil edilir. Başka bir yol, standart bir analog spektrum analizörü ile eğim algılamayı kullanmaktır. Spektrum analizöründe bir çözünürlük bant genişliği (RBW) seçerek başlayın, böylece modüle edilmemiş taşıyıcıdan uzaklaşırken, sinyal seviyesi en az 10 kHz aralığında yaklaşık olarak doğrusal olarak (dB başına aynı sayıda kHz) değişir. 10 kHz'lik bir RBW genellikle yaklaşık doğrudur. dB duyarlılık değeri başına kHz değerini kaydedin. Ardından, doğrusal aralığın ortası için frekansı ayarlayın ve spektrum analizörünü sıfır aralık için ayarlayın. Vericiye uygulanan modülasyonla, sapma, ekrandaki sinyalin tepe-tepe dB varyasyonunun yarısına eşittir, daha önce belirlenen dB değeri başına kHz.

FM sapmasını bir spektrum analizörü ile ölçmenin bir başka yolu, Modülasyon - bölümünde açıklandığı gibi, taşıyıcının 2.405'lik bir modülasyon indeksi için kaybolduğu gerçeğini kullanmaktır. Örneğin, sapmayı 3 kHz'e ayarlamak için, sinüs dalgası modülasyonunu 3.0/2.405 = 1.25 kHz frekansında uygulayın ve modülasyon seviyesini taşıyıcıyı sıfırlayacak şekilde ayarlayın.

25.7 Anten sistemi ölçümleri

Bu bölümde anten sistemlerinin ölçümleri tartışılmaktadır. Anten sistemi tipik olarak anteni iletim hattıyla birlikte ve anahtarlar, filtreler, eşleşen ağlar, anten tunerleri ve benzeri diğer aksesuarları içerir. Bu bölümdeki aletler ve ölçümler, tüm anten sisteminin yapım ve kurulum, performans değerlendirmesi ve sorun giderme işlemlerine yardımcı olur. İlgili bilgiler - **İletim Hatları, Antenler** ve **İstasyon İnşaatı** bölümlerinde mevcuttur.

25.7.1 Alan mukavemeti ölçümleri

Bir antenin gerçekte ne kadar iyi yayıldığını belirlemek için, sinyal seviyesini antenden belirli bir mesafede tespit etmenin bir yolu gerekir. Antenin yakınındaki ölçümler için, genellikle yerleşik bir antenle, alan-mukavemet ölçer, havadan yayılan sinyali alır ve bir metre veya ekrandaki seviyeyi gösterir. Profesyonel alan mukavemetli sayaçlar, metre başına volt veya metrekare başına watt cinsinden gerçek yayılan sinyal gücünü okuyabilen dikkatlice kalibre edilmiş bir anten ve devre kullanır. **Şekil 25.57'de gösterilenler gibi çoğu amatör alan gücü ölçer** kalibre edilmemiştir, ancak yalnızca göreceli bir gösterge verir. Maksimum sinyal için bir anten, anten tuneri veya vericiyi ayarlamak ve farklı antenleri karşılaştırmak için kullanışlıdırlar. Bir alan mukavemet ölçer basit bir akşam inşaat projesidir. **Şekil 25.58,** basit bir alan mukavemet ölçerin şemasını göstermektedir.! (Bu makale ayrıca kitabın indirilebilir ek materyalinde de yer almaktadır.)

Referans anteniniz varsa (yarım dalga dipol gibi) Bilinen bir kazancı vardır, daha sonra ikinci bir antenin kazancı, her antenle dönüşümlü olarak iletilerek ve anteni *yakın alanın dışında olacak kadar uzakta bulunan bir alıcıdaki sinyal seviyesindeki farkı ölçerek,* tipik olarak test edilen antenden birkaç dalga boyuna kadar hesaplanabilir. İlk bakışta, bunun yapılması kolay bir ölçüm olması gerektiği anlaşılıyor, ancak pratikte ölçüm doğruluğunu bozabilecek bir takım şeytani detaylar var.

En büyük sorun yansımalar. Verici ve alıcı antenler arasında RF sinyallerinin önemli bir yansıtıcısı varsa, test ve referans anten modelleri önemli ölçüde farklıysa, sinyal karşılaştırması doğru olmayabilir. Hatta ifthere



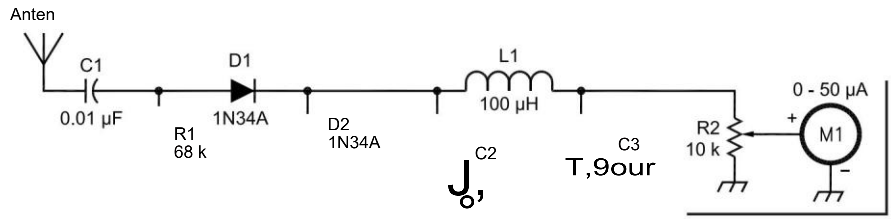
Şekil 25.57 - VE7NI - fieldstrength metre.

teller, su kütleleri, çitler veya diğer iletken nesnelerdeki civar, zemin reflec tion neden olabilir Bir appar içinde ent ek 6 dB kazanç veya tersine birçoğunun kaybı dB ise re- ceive anten başına gelen boşlukta ol. Mikrodalgada Frekanslar bazen yüksek kazançlı, dar ışın genişliğinde bir alıcı anten kullanmak ve anteni yeterince yüksek test altında monte etmek mümkündür, böylece zemin yansıması alıcı antenin ışın genişliğinin dışında kalır.[22] Nadiren mümkün olan HF frekanslarında.

Ticari anten şirketleri, ölçüm doğruluğunu sağlamak için çeşitli teknikler kullanan ayrıntılı anten test aralıkları kullanır. Uygun bir test aralığı yoksa, en iyi çözüm muhtemelen zemin yansımalarının ölçümü ne kadar etkilediğine dair bir fikir edinmek için yerden çeşitli yüksekliklerde test edilen referans anteni ve anteni ölçmektir. [Anten ölçümleri konusu Paul Wade, WlGHZ tarafından Ekim 2012 (anten aralığını kapsayan) ve Ocak 2013 (ölçüm ve ekipmanı tartışan) için "Microwavelengths" QST sütunlarında ele alınmıştır.]

Antenleri karşılaştırmanın en yaygın yolu, havada sinyal raporları istemektir. Ne yazık ki, yayılma çoğu amatör bantta (birkaç saniyede 20 dB'den fazla solma yaygındır) o kadar değişkendir ki, bir sinyal raporu, aynı anda başka bir antenle (belki de başka bir yerel amatör istasyonunda) karşılaştırılamadığı sürece, anteninizin ne kadar iyi çalıştığına dair çok kaba bir fikir verir.

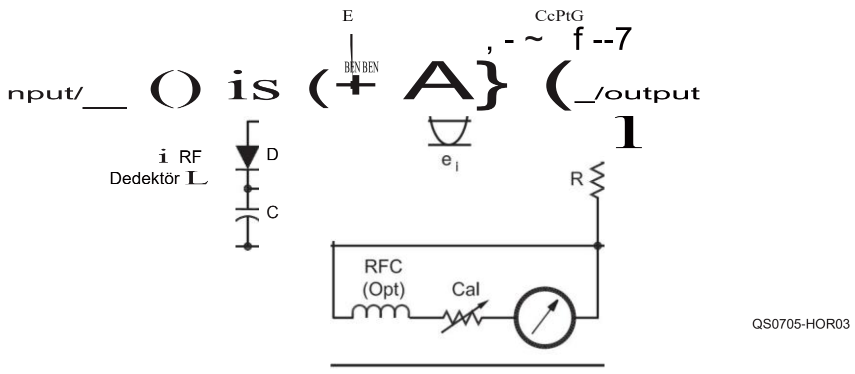
Uzak istasyonlardan anten performansını değerlendirmek için geliştirilmiş bir yöntem, otomatik alıcı sistemlerden birini kullanmaktır; *Ters Beacon Ağı* veya RBN (CW sinyalleri için reversebeacon.net), *PSKReporter* ***(PSK*** sinyalleri için pskreporter.info) ve *WSPRNet (WSPR* sinyalleri için wsprnet.org). Bu sistemler, - sinyalleri çözen ve çağrı işaretini ve sinyalini bildiren dünya çapında bağımsız bir alıcı ağından oluşur.



Şekil 25.58 - VE7NI alan mukavemet ölçerin şematik diyagramı.

C1-C3 - 0.01 µF kapasitörler.
D1, D2 - 1 N34A diyotlar .
L1 - 100 µH indüktör.
M1 - Analog metre, 50 µA.
R2 - Hassasiyet kontrol potansiyometresi, 10 ko .

Anten-BNC dişi kasa montaj soketi. Anten seçimi VHF ve UHF frekans bandına uygun olmalıdır.
Üzerinde yakın alan ölçümleri için rastgele bir tel uzunluğu en iyi şekilde çalışabilir
HF 40 metreye. Metal kutu muhafazası zorunludur.



Şekil 25.59 - Yansıyan voltaj ve akım bileşenlerini algılayan bir Monimatch yönlü kuplör devresinin yarısı. İndüklenen voltaj örnekleri e; Ve hat gerilimi e, D ve C tarafından oluşturulan RF dedektöründe toplamı, sayacı çalıştıran bir voltaj üretir. Cal kontrolü, tam ölçekli bir okuma elde edilecek şekilde ayarlanır. Metre daha sonra ileri bileşenleri almak için ters yönde yönlendirilmiş aynı bir devrenin çıkışını görüntülemek üzere değiştirilir. Sayaç daha sonra kalibre edilir
Metindeki SWR denklemine.

Merkezi bir sunucuya güç. Anten sistemi testi için sistemleri kullanmak için, sunucu antenler arasında geçiş yaptıktan veya ayarlamalar yaptıktan sonra karşılaştırmalı sinyal güçleri için sorgulanabilir.

25.7.2 SWR Metre

Modem SWR metre, Lew McCoy, WlICP tarafından amatörlere tanıtılan ve Walter Bruene, W5OLY tarafından açıklanan 1959 "Monimatch'in soyundan gelmektedir. [2627]. **İletim Hatları** bölümünde duran dalga oranı hakkında ek bilgi verilmektedir. Yönlü RF wattmetreler, bu bölümün RF Gücünü Ölçme bölümünde ele alınmıştır .

Şekil 25.59, tipik bir birimin şemasını göstermektedir. SWR, aşağıdaki denklemde gösterildiği gibi, ileri ve yansıyan güçten hesaplanabilir:

$$SWR = \frac{1+6,7R}{\}6,77} \text{ '1-}$$

İki gücü temsil eden if voltajları sağlanır, SWR'yi hesaplayan bir devre oluşturmak kolaydır. Sayaç üzerindeki CAL (kalibrasyon) kontrolünün nedeni budur. Metre FWD'ye ayarlanır (ileri gücü temsil eden voltajı gösterir), güç uygulanır ve CAL kontrolü, ileri güç göstergesi 1'in tam ölçekli değeri olacak şekilde ayarlanır. P = 1 ve P '"nin O ve 1 arasında bir değer olduğunu varsayarsak, SWR denklemi şu şekilde basitleşir:

$$SWR = \frac{\{E - s}{\bar{I}-\{6,}$$

Yansıyan gücü temsil eden voltaj her zaman tam ölçekli voltajın bir kısmı olacaktır, bu nedenle sayaç ölçeği daha sonra voltaj yerine doğrudan SWR okumak için kalibre edilebilir. (Alternatif bir SWR metre tasarımı **İstasyon Aksesuarları** bölümünde verilmiştir.)

DIRECTİONAL COUPLER İnductive ve kapasitif kuplaj, pro-

Bağımsız ölçüm voltajlarını vide edin. Kuplaj, koaksiyel besleme hattının bozulmamış merkez iletkeninden ileri ve yansıyan voltaj ve akım örnekleri sağlar. Şekil 25.59, yansıyan gücü temsil eden voltajların nasıl elde edildiğini göstermektedir. W5OLY tarafından açıklandığı gibi, "İç iletkene paralel olarak yerleştirilmiş bir toplama teli, endüktif kuplaj ile hat akımını örneklemektedir. Voltaj e; Toplama sırasında indüklenen aralık, uzunluk, çizgi akımı ve frekans ile belirlenir. Mekanik boyutlar karşılıklı indüktansı belirler, M. Hat akımına bağlı indüklenen voltaj:

e = -jolM = -j2nfM

Burada f, Hz'deki frekanstır ve j, 90 °'lik bir faz kaymasını temsil eder. Bu, frekans ne kadar yüksek olursa, indüklenen voltajın o kadar büyük olduğunu gösterir .

"Voltaj örneği, iç iletkenden toplama teline kapasitif kuplaj (Ccpi) ile alınır. Bu kapasitans nedeniyle bir akım R'den akar ve bunun üzerinde bir voltaj geliştirir; Bu voltaj aynı zamanda frekans ile de artar, çünkü - bağlantı kapasitansının reaktansı frekans ile azalır. Yani:

e, = ER/X R = ER/-j (1/2nfC) = j2rfERC

X, R "D ve C'den çok daha büyük olduğunda, e'yi toplayan bir RF dedektörü oluşturur; Ve e, hattaki güçle orantılı tek bir voltaj yaratmak.

Hat akımı ve voltajı hem ileri hem de yansıyan gücün bileşenlerini içerdiğinden, ortaya çıkan tek çıkış voltajı da her ikisinin bileşenlerini içerir. Yansıyan gücün akım ve voltaj bileşenleri, ileri güce kıyasla 180 ° faz dışıdır. Yani e; Sadece şekil yansıyan güç ile orantılı bir voltaj üreten, e eklenir .

E'nin farklı kutupları; Mevcut algılama pikabının tersine çevrilmesiyle elde edilir. Bu, metredeki iki özdeş toplama devresi tarafından gerçekleştirilir; e, her iki devrede de aynıdır, ancak e; Toplama yönü birinden diğerine tersine çevrilir. Bir devre sadece ileri güçle, diğeri ise sadece yansıyan güçle orantılı bir voltaj üretir. Ekran veya ileri veya yansıyan güç, sayaca hangi voltajın uygulanacağını seçen anahtar tarafından kontrol edilir.

W5OLY'dan bir notla devam ediyor: "Akım ve voltaj alımları hem frekansla arttığından, oranları aynı kalacaktır. Pikaptaki değişim sadece duyarlılığın daha düşük frekanslarda düştüğü anlamına gelir. " Bu yüzden CAL ayarı sadece farklı güç seviyelerinde değil, farklı frekanslarda da gereklidir. Ölçüm cihazı ölçeği, kalibrasyon ayarı P'yi temsil eden voltajı tam ölçekte yerleştirdiğinde SWR denklemine göre kalibre edilir .

Monimatch tipi bir yönlü kuplörden en iyi performans için, dedektör devrelerinden birindeki R değeri, iki devrenin herhangi bir akım için aynı e değerini üretecek şekilde ayarlanmalıdır. Ek olarak, dengeli dedektör diyotları, tespit edilen voltaj seviyesinin diyot ileri voltajındaki değişiklikler için önemli hataların ortaya çıkması için yeterince küçük olduğu düşük güç seviyelerinde daha iyi performans sağlayacaktır. Bununla birlikte, düşük maliyetli ekipman için, sabit bileşenlerin kullanılması genellikle "yeterince iyi'dir.

Hasar görmüş sayaçlar için onarım çok basittir. Üretici, çok benzer bileşen değerlerini varsayarak sayacı kalibre etti. Her iki dedektör diyotunu aynı tip diyotla, tercihen aynı bileşen grubundan değiştirin. Diyotlar, diyotun İleri voltaj. Orijinal diyotlardan biri hasar görmezse, benzer bir ileri damla ile bir çift diyot seçin.

25.7.3 Gürültü köprüleri

Gürültü köprüsü, Şekil 25.35'dekine benzer ayarlanabilir bir köprü devresi içerir. Geniş bantlı bir gürültü jeneratörü kaynak olarak bağlanır ve geleneksel bir alıcı Güç Ölçer portuna bir dedektör olarak bağlanır. Alıcıyı istenen frekansa ayarlayın ve - alıcıdaki minimum gürültü için direnç ve reaktans kontrollerini ayarlayın. Eğer alıcı bir panadapter ekrana sahipse, null frekans ekranda görülebilir ve ayarlamayı hızlandırır. Gürültü köprüleri bugün nadiren aşağıdaki - bölümde açıklandığı gibi daha uygun anten analizörleri lehine kullanılmaktadır. Bir gürültü köprüsünün nasıl çalıştığının ve nasıl kullanıldığının daha ayrıntılı bir açıklaması için Althouse'un "Gürültü Köprüsü" için Referanslar girişine bakın.

25.7.4 Anten Analizörleri

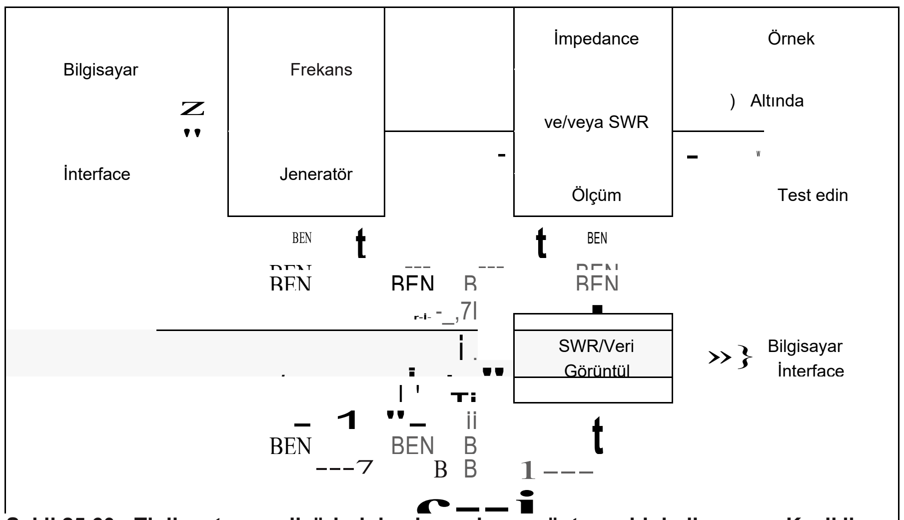
Geleneksel olarak, amatörler koaksiyel beslenen antenleri yukarıda açıklandığı gibi bir duran dalga oranı (SWR) ölçer kullanarak ölçtüler. Genellikle bir antenin rezonans frekansını belirlemek için kullanılırken, sayaç yalnızca SWRmeter'in kalibre edilmiş empedansına göre sayacın yerleştirildiği besleme hattındaki noktada SWR'yi ölçebilir. Besleme hattındaki gerçek SWR, yalnızca yükün veya antenin besleme noktası empedansının, besleme hattının karakteristik empedansına ne kadar iyi uyduğuna göre belirlenir.

Çoğu SWR sayacı 50 n için kalibre edilmiştir.

Çoğu verici 50 n yük taşıyacak şekilde tasarlandığından, ölçülen SWR, besleme hattı empedansının verici çıkışıyla ne kadar yakından eşleştiğini gösterir. Rezonansta anten besleme noktası empedansı 5092 olmadığında (örneğin, besleme noktasında bir dipol 70-85 © 2 olabilir), belirtilen minimum SWR frekansı, gerçek anten rezonans frekansından %1-2 oranında farklılık gösterecektir. Yani besleme noktası direncinin tamamen dirençli olduğu yerde .

Empedans hakkında daha fazla bilgi anten rezonans frekansı ve besleme noktası empedansının belirlenmesinde çok yardımcı olabilir. Empedansın büyüklüğünü ve fazını ölçebilen bir RF empedans analizörü genellikle bir *anten analizörü olarak adlandırılır, çünkü* amatörler tarafından en yaygın kullanım antenleri ölçmek içindir. Böyle bir alet, anten sisteminin herhangi bir yerindeki frekansa karşı karmaşık empedans hakkında daha ayrıntılı bilgi edinebilir.

Boyutu ve maliyeti minimumda tutmak için, taşınabilir anten analizörleri genellikle dar bant kaynağı (dahili osilatör) ve geniş bant dedektörü (diyot) kullanır. Bazı birimler



Şekil 25.60 - Tipik anten analizörlerinin elemanlarını gösteren blok diyagram. Kesikli çizgilerle gösterilen öğeler her modelin parçası olmayabilir.

ARRL1009

Bir mikroişlemci içerir ve SWR, dönüş kaybı, direnç, reaktans ve empedansın büyüklüğü ve fazını görüntüleyebilir. Amatör kullanıma uygun anten analizörleri bir dizi üreticiden temin edilebilir - bunları bulmak için İnternet'te "anten analizörleri" arayın.

Bir anten analizörü için alışveriş yaparken, yeteneklere ve sınırlamalara dikkat edin. - Performans ve maliyet arasındaki ödünleşimlerle çeşitli temel tasarımlar mevcuttur. Bazı birimlerin sadece SWR veya empedans büyüklüğünü ölçerken, diğerlerinin empedansın hem dirençli hem de reaktif kısımlarını ölçtüğünü unutmayın. Bazı birimler reaktansın büyüklüğünü verir, ancak işareti vermez, operatörün frekansı küçük bir miktarda değiştirmesini ve işareti ve dolayısıyla empedansın türünü, endüktif veya kapasitif belirlemek için empedans büyüklüğündeki değişikliği izlemesini gerektirir.

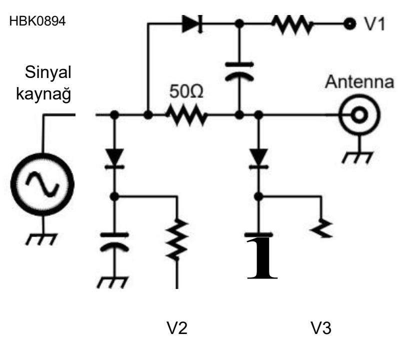
Bu analizörlerin empedans ve SWR ölçümlerinden çok daha fazla kullanımı vardır. Paul Wade, WlGHZ, bu kitabın indirilebilir ek bilgilerinde "Antenna Analyzer Pet Tricks" makalesine katkıda bulunmuştur. İt, bir dizi yararlı anten sistemi ölçümü için nasıl yapılır kılavuzları içerir.

Bazı kullanıcılar, yakınlarda bir AM yayın istasyonu olduğunda düşük bantlı antenlerde doğru empedans ölçümleri elde etmede zorluk yaşadıklarını bildirmişlerdir. Bunun nedeni, AM istasyonundan gelen sinyale yanıt veren geniş bant dedektörüdür. Bazı üreticiler, analizörlerin bu güçlü Sinyaller. Filtre, özellikle 3,5 MHz ve daha düşük frekans bantlarında yayın bandına yakın ölçümleri etkileyebilir. Analizörle filtre kullanmanın sınırlamaları hakkında filtre üreticisine danışın.

BASİC OPERATION

Şekil 25.60, tipik bir anten analizörünün blok diyagramını göstermektedir. Düz hatlardaki işlevler gereklidir ve kesikli hatlardakiler özellik setine ve fiyata bağlı olarak dahil edilir.

Şekil 25.61, harici yükte voltaj ve akıma karşılık gelen voltajları tespit etmek için diyotlar kullanan nispeten basit bir devre göstermektedir. Bu ucuz devre yararlıdır ancak düşük sinyal seviyelerinde diyotlar

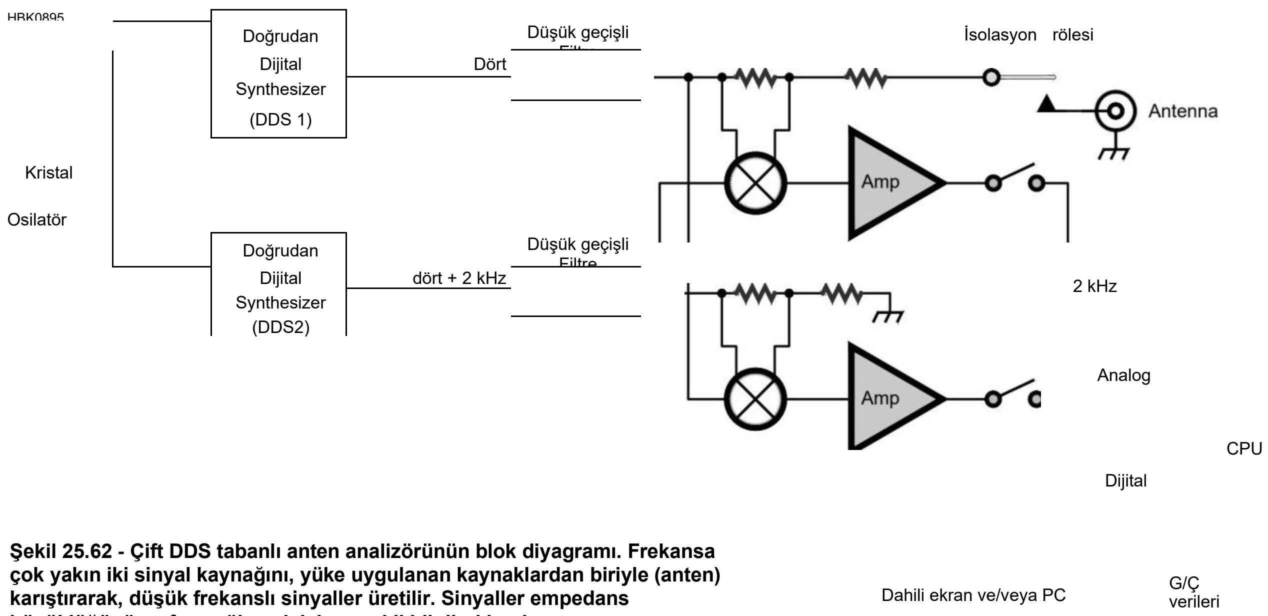


Şekil 25.61 - Nispeten diyot Birçok uygulama için yeterli sonuç veren empedansı ölçmek için dedektör devresi.

Bir sorun olabilecek bazı doğrusalsızlık ve sıcaklık kayması tanıtmak. Bu tip diyot dedektörü, geniş bir frekans aralığında sinyallere yanıt verir ve ölçüm sonuçlarını yanlış yapan yakındaki yayın istasyonlarından başıboş alım olabilir.

Düzeltilmiş voltajlar bir mikroişlemci tarafından sayısallaştırılabilir ve sonuçlar sayısal olarak görüntülenebilir. Sinyal kaynağı tipik olarak "analog" ünitelerde varaktör ayarlı bir LC osilatörü veya daha sofistike modellerde doğrudan dijital sentezleyicidir (DDS). DDS sinyal kaynağı çok kararlıdır, çünkü bir kristal osilatör tarafından kontrol edilir ve bir klavye girişi ile istenen frekansa hızlı bir şekilde ayarlanabilir. DDS versiyonu biraz daha pahalıdır, ancak varaktör ayarlı osilatöre kıyasla önemli performans ve çalışma kolaylıklarına sahiptir. (DDS sinyal kaynakları hakkında bilgi için Osilatörler ve Sentezleyiciler bölümüne bakın.)

Anten sisteminin daha ayrıntılı bir analizi için, radyo alıcısı gibi dar bant dedektörlü bir cihaz, geniş bant diyot dedektöründen çok daha iyi performans sağlar**. Şekil 25.62, anten** sistemine uygulanan ve diğeri referans olarak kullanılan iki DDS'nin nasıl kullanılabileceğini göstermektedir. Tipik olarak, saat osilatörü yüksek doğruluk için kristal kontrollüdür. Bir DDS, gerçek test frekansında bir sinyal verecek şekilde programlanmıştır ve diğer DDS, 1 ila 10 kHz aralığında, 2 kHz olarak gösterilen biraz daha yüksek bir frekansa programlanmıştır. - Michael Knitter, DG5MK tarafından bu tür bir analizörün ayrıntılı bir tasarım açıklamasını veren bir makalenin referans girişine bakın.



Şekil 25.62 - Çift DDS tabanlı anten analizörünün blok diyagramı. Frekansa çok yakın iki sinyal kaynağını, yüke uygulanan kaynaklardan biriyle (anten) karıştırarak, düşük frekanslı sinyaller üretilir. Sinyaller empedans büyüklüğünü ve fazını ölçmek için gerekli bilgileri içerir.

Sinyaller daha sonra ucuz bir analogdan dijital dönüştürücüye (ADC) kolayca sayısallaştırılabilen düşük frekanslı bir çıkış üretmek için karıştırılır. Ölçümler daha sonra ölçülen karmaşık empedans hakkında tam bilgi vermek için bir mikroişlemci veya PC'de matematiksel olarak işlenir. Bu tip ofanalizör aslında geniş bir frekans aralığında bir test empedansının hem büyüklüğünü hem de fazını ölçen tek portlu, sweptfrekans empedans ölçerdir. İki bağlantı noktalı bir vektör ağ analizörü (VNA), tek bağlantı noktalı süpürülmüş frekans ölçümleri yapmak için de yapılandırılabilir.

Bir sinyal anten sistemine uygulanan voltaja karşılık gelir ve diğer sinyal anten sisteminde akan akıma karşılık gelir. Bu sinyallerin oranı devrenin empedansıdır ve -fazlarının farkı devrenin faz açısıdır:

Büyüklük (Z) = Büyüklük (Vl)/Büyüklük (V2)

Faz (Z) = Faz (Vl) - Faz (V2)

Şekilde gösterilen PC bir masaüstü bilgisayar veya küçük bir tablet bilgisayar olabilir. Tablet iyi taşınabilirlik sağlar, ancak ekranın boyutu çok küçükse okunması zor olabilir. Analizör çok fazla veri üretebilir ve özellikle ayarlama ayarlamaları yaparken, bir ekranda bir kerede mümkün olduğunca çok şey görebilmek yararlıdır. Bir başka tradeoff, bir tabletteki menü düğmelerinin boyutudur. Eğer çok küçüklerse menü seçimi yapmak zor olabilir.

Bazı analizörler, daha sonra gözden geçirilmek üzere bir dosyada ölçüm kümelerini saklayabilir ve daha fazla işleme ve görüntüleme için bir PC'ye aktarabilir. Süpürülmüş empedans verileri (frekans ve empedans) için standart format, *Touchstone* (en. . Touchstone formatındaki dosyalar, tasarım yazılımına giriş de dahil olmak üzere çok çeşitli yazılımlar tarafından okunabilir ve işlenebilir.

En kullanışlı analizörler, analizördeki kusurları otomatik olarak düzeltmek için bir kalibrasyon tablosu oluşturabilir. Kalibrasyon işlemi, ölçüm aralığı boyunca seçilen frekanslarda veri alır. Bu genellikle, bilinen üç yükün analizörün girişine sırayla bağlanması ve bellekteki her yük için verileri kaydeden özel bir kalibrasyon rutini çalıştırılmasıyla yapılır. (Bu bölümün vektör ağ analizörleri bölümüne bakın.) Bu işlem çok hızlı ve kolaydır ve herhangi bir ölçümün nihai sonuçları, kalibrasyon prosedürü olmayan basit bir analizörden çok daha doğrudur. Kalibrasyon bilinen üç yükle gerçekleştirilir: kısa devre, açık devre ve bilinen değere sahip bir direnç. Bu düzeltme verilerini uygulamak için matematik çok karmaşıktır ancak mikroişlemci bunu kolayca yapar ve kullanıcının detaylar hakkında endişelenmesine gerek yoktur.

Empedans verileri, anten sistemi için çeşitli parametreleri hesaplamak için kullanılabilir. Sistem referans empedansı için belirtilen değeri kullanarak, herhangi bir değer olabilir (50 92 olması gerekmez), Örneğin, yansıma katsayısı (p veya rho) olarak hesaplanabilir:

$$\rho = (Z_L - Z_0) / (Z_L + Z_0)$$

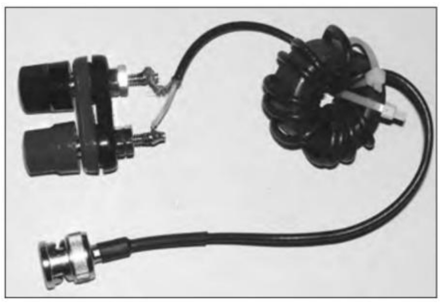
Burada Z, yükün ölçülen empedansıdır ve Z ", herhangi bir değer olabilen iletim hattının belirtilen empedansıdır. Z karmaşık bir sayıdır; Bu nedenle, p, genel olarak, sıfır ile bir arasında bir büyüklüğe sahip karmaşık bir sayıdır. Rho, hat antene eşleştirildiğinde yaklaşık olarak sıfıra eşittir, çünkü yansıma yoktur, tüm verici gücü anten tarafından emilir. Anten hatla yetersiz eşleştiğinde, p daha büyüktür ve uyumsuzluk büyük olduğunda 1'e yaklaşır.

SWR = **(1** + [*pl* **)/(** 1- [pl)

SWR'nin yalnızca dikey çubuklarla [p] olarak gösterilen p'nin büyüklüğüne bağlı olduğunu ve bu nedenle karmaşık bir sayı olmadığını unutmayın.

CALIBRATION

Farklı test durumları adaptörler, birbirine bağlı kablolar, ortak modlu boğucular, izolasyon transformatörleri veya filtreler gerektirebilir. Kalibrasyon işlemi, harici olarak bağlanan aksesuarları telafi edebilir, bu nedenle tam özellikleri kritik değildir. Kalibrasyon yüklerini harici donanımdan sonra yerleştirerek, bütünün özellikleri Kalibrasyon tablosunda ölçüm sistemi hesaba katılabilir. Kalibrasyon yüklerinin takıldığı noktaya analizörün *referans düzlemi denir. (Vektör* ağ analizörleri -reference 15 üzerindeki Agilent uygulama notuna bakın.) Örneğin, mükemmel olmayan bir tepkiye sahip bir filtre, kalibrasyon sırasında ölçüm sistemine dahil edildiği sürece kullanılabilir. Filtrenin ölçümler üzerindeki etkileri daha sonra matematiksel olarak iptal edilebilir.



Şekil 25.63 - Koaksın birden fazla dönüşünü bir ferrit toroid boyunca sararak, kalkanın dış yüzeyinde yüksek bir etki yaratarak yapılan basit bir boğucu balun. Boğulma 12 RG dönüşünden oluşur. 2.4 inç OD, Tip 31 çekirdek (Fair-Rite 2631803802 veya Amidon FT-240-31) ile 193 minyatür koaksiyel ve 1.8 ila 30 MHz arasında etkilidir. En iyi Choke, ölçüm frekansında en az 5.000 92 direnç empedansı sunmalıdır.

Çoğu anten analizörü, koaksiyel konnektörlü tek uçlu (dengesiz) bir çıkışa sahiptir. Pencere hattı veya merdiven hattı gibi iki telli bir iletim hattında ölçümler yapmak için, analizörün RF konektörü ile iletim hattına giriş arasında **Şekil 25.63'te olduğu gibi ortak modlu bir boğma eklenebilir.** Kalibrasyon yükleri bu balunun çıkış tarafına tutturulur, böylece ölçüm sırasında kusurları otomatik olarak iptal edilir. Analiz programı tarafından görüntülenen ölçüm sonuçları daha sonra iletim hattının girişine karşılık gelir.

Bu kalibrasyon prosedürü, antenin gerçek sürüş noktası empedansını ölçmeye izin verecek şekilde genişletilebilir. İletim hattı antende kesilir ve kalibrasyon yükleri anten yerine en uca bağlanır. Bu, ölçüm noktasını (referans düzlemini) eşleşen ağları tasarlarken kullanışlı olan antenin kendisine kaydırır. Nihai sonuç, bir dalga boyunun yarısı uzunluğunda bir iletim hattı kullanmaktan çok daha doğrudur, çünkü analizörün kalibrasyonu iletim hattı parametrelerini telafi eder: uzunluk, hız faktörü ve kayıp.

Bir anten analizörü kullanırken dikkatli bir kelime sırayla. Bunlar, girişlerinde düşük güç bileşenleri bulunan hassas cihazlardır. Bakım yapılmazsa statik elektrikten zarar görebilirler. Antenler yağmurdan veya rüzgardan önemli bir statik yük toplayabilir. Bir yere bağlamadan önce iletim hattını anlık olarak toprakladığınızdan emin olun.

Reaktans tipinin belirlenmesi

Bazı anten analizörleri reaktansın pozitif veya negatif işaretini gösterebilir. Daha ucuz birimler sadece bir reaktans büyüklüğü gösterebilir.
Reaktansın, işareti göstermeyen bir birimde endüktif veya kapasitif olup olmadığını belirlemek için, frekansta hafif bir artış yapın. Eğer reaktans artarsa, endüktif olur ve
Eğer reaktans azalırsa, kapasitif olur. Bu, antenleri reaktans işareti göstermeyen taşınabilir bir analizörle ayarlarken yararlı bir numaradır.

Giriş üzerindeki hassas bileşenlerin hasar görme riskini azaltmak için analizör.

Ölçülen anten için merkez iletken ve topraklanmış kalkan arasında bir yol sağlayarak statik birikim en aza indirilebilir, hem analizör hem de istasyon ekipmanı için bir miktar koruma sağlar. De yolu, ayar devresinde bir şant göstergesi olabilir veya verici gücüne uygun bir güç derecesine sahip büyük bir değer direnci olabilir. (Doğrudan topraklanmış bir bom veya destek üzerine monte edilmiş elemanlara sahip antenler de topraklanmamıştır.)

Başka bir verici aktif olduğunda analizörü kullanmak, test edilen anten tarafından yeterli sinyal alındığında da hasara neden olabilir. Şekil 25.62'de gösterilen analizör, -bir ölçüm yapılmadığında girişi koruyan bir izolasyon rölesi içerir.

MEASURİNG BILEŞEN DEĞERİ

Anten analizörü, antenler dışındaki bileşenleri ölçmek için kullanılabilir. Örneğin, bir indüktör, kullanılacağı frekans aralığında rezonant olup olmadığını görmek için geniş bir frekans aralığında ölçülebilir.

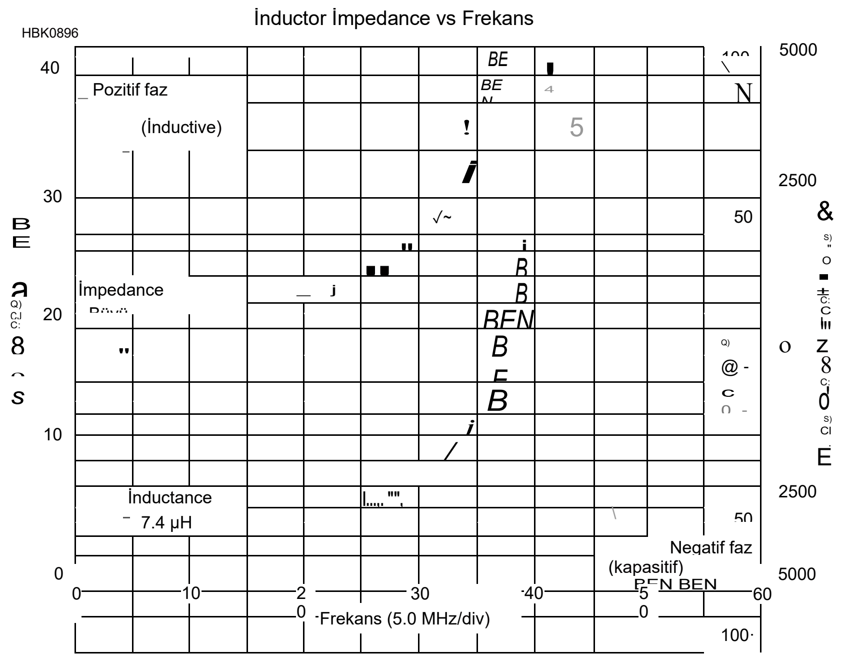
Şekil 25.64, Şekil 25.62'deki türden bir anten analizörü tarafından toplanan süpürülmüş frekans empedans verilerinden oluşturulan bir grafiği göstermektedir. Şekil, 7.4 µHat düşük frekanslarda nominal indüktansı olan bir hava çekirdeği indüktörünün empedansını göstermektedir. (İzler temsil ettikleri ölçüyle etiketlenir.) Kendinden rezonans frekansı 45.4 MHz'dir. Bu rezonans, bobinin inter-turn kapasitansı nedeniyle oluşur. (Başıboş ve parazitik kapasitans tartışması için RF Teknikleri bölümüne bakın.)

Rezonans frekansının çok altında - indüktans pozitif bir reaktansa sahiptir ve bobin beklenen değerini, 7.4 µH sunar. Test frekansı kendinden rezonans frekansına yaklaştıkça, kendinden rezonansa neden olan parazitik (başıboş) kapasitans toplam reaktansın artmasına neden olur, bu nedenle indüktans daha büyük görünür. Rezonansta, empedans yüksek değerde bir dirençtir. Self-resonant frekansın üstünde, bileşen negatif faz açısı ile gösterildiği gibi giderek bir kondansatör gibi görünür.

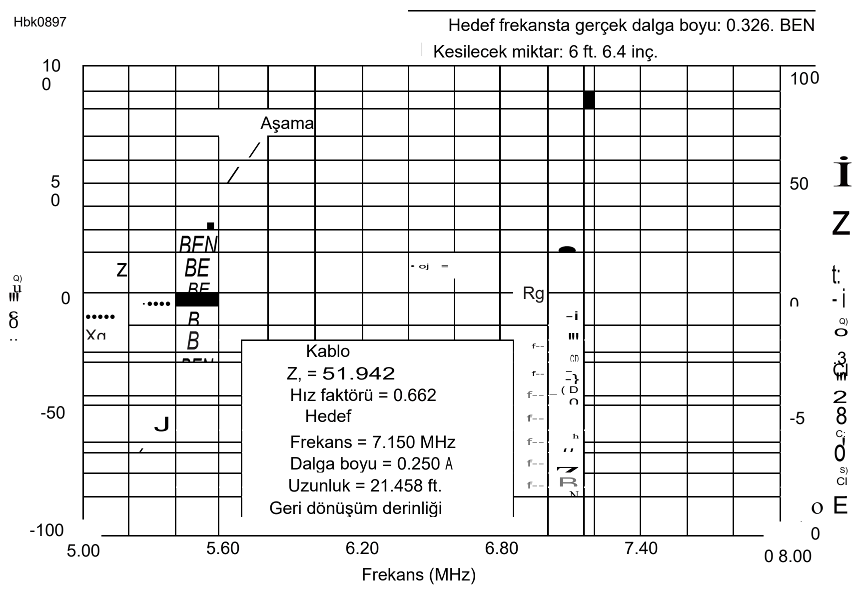
Analizör ayrıca bir toroid çekirdeğin malzemesini belirlemek için çok kullanışlıdır. Farklı ferrit veya toz demir karışımlarının çekirdekleri fiziksel görünümleri ile ayırt edilemez, ancak bazen bilinen bir malzeme çekirdeği ile karşılaştırıldığında bunları ayırabilirsiniz. Bir veya iki dönüşün küçük indüktansları, farklı karışımların çekirdeklerini ayırt etmek için yan yana test edilebilir. Bir çekirdeğin veya boncuğun ortasından geçen tek bir tum, iyi bir analizör üzerinde doğru bir ölçüm için yeterli endüktans yaratacaktır. Endüktif uygulamalara yönelik karışımlarla EMİ bastırma için tasarlanmış kafa karıştırıcı karışımlara karşı dikkatli olun.

Farklı karışımların geçirgenliği, farklı frekans aralıklarına hakim olan dirençli ve reaktif bileşenlere sahiptir. Bir açıklama için RF Teknikleri bölümündeki ferritlerin tartışmasına bakın. Bilinen malzemenin çekirdekleriyle karşılaştırma, basit bir -hesaplamadan çok daha güvenilirdir. µ (mu - geçirgenlik) veya AL > endüktans indeksi .

Kondansatörler genellikle ideal bileşene indüktörlerden daha yakındır, ancak uçlarında bir miktar indüktans vardır ve sonunda bazı yüksek frekanslarda da kendi kendine rezonans olurlar. Bu kendi kendine rezonans kullanılacak kapasitörler için kontrol edilmelidir



Şekil 25.64 - Bir hava çekirdeği indüktörünün davranışını ölçmek için kullanılan bir anten analizörü (AIM-4170 ve eşlik eden yazılım) örneği. İndüktörün nominal değeri 7.4 µH ve kendinden rezonans frekansı 45.4 MHz'dir.



Şekil 25.65 - Bir iletim hattı saplamasını kesmek için kullanılan bir anten analizörü (AIM-4170 ve eşlik eden yazılım) örneği. Kablo, 7.15 MHz'de 90 ° (0.25 dalga boyu) faz kayması elde etmek için kesiliyor. Geçerli uzunluktan (üç eğrinin solda kesiştiği yerde), 6 fit 6.4 inç (199.1 cm) kesin. Kablo kesildiğinde, faz grafiği sağdaki hedef çizgiye doğru hareket edecektir .

VHF/UHF aralığı ve ESR, güç işleme devrelerinde kritik olabilir. Self rezonant frekansın üstünde, bir kondansatör bir indüktör gibi görünür. Yapılarına bağlı olarak, kapasitörlerin de bir miktar kaybı vardır. Kayıp dielektrikteki sızıntıdan kaynaklanabilirken, çoğunlukla kapasitif reaktansı ile seri olarak görünen "eşdeğer seri direnç" (ESR) olarak tanımlanır. Çoğu kapasitördeki ESR frekans ile artar. (Devreler **ve Bileşenler bölümüne bakın**.)

Dirençler, onlarla paralel olarak etkili bir kapasitansa ve ayrıca uçlarında indüktansa sahiptir, bu nedenle geniş bir frekans aralığında ideal değildirler. Kukla yükler için kullanılan fiziksel olarak büyük güç dirençleri daha büyük parazitik bileşenlere sahiptir. (**TO-220** paketlerdeki ince film güç dirençleri önemli ölçüde daha düşük reaktans ile mevcuttur.) Borulu metal ve karbon film dirençleri genellikle çökeltilmiş filmde spiral bir iz oluşturmak için bir lazerle kesilir ve indüktans oluşturur. Direnç bir RF devresinde kullanılacaksa, etkili frekans aralığını doğrulamak ihtiyatlıdır.

TRANSMISSİON LNE ÖLÇÜMLERİ

İletim hattının bölümleri, **İletim Hatları** bölümünde tartışıldığı gibi antenler için ayar taslakları yapmak için kullanılabilir. Bu saplamalar, **Şekil 25.65'te gösterildiği gibi anten analizörü ile ölçülebilir** ve gerekli faz kayması için uygun uzunlukta kesilebilir. Bazı analizör yazılımları faz kaymasını ölçebilir ve istenen miktarı elde etmek için ne kadar kırpılması gerektiğini gösterebilir. Hat uzunluğunda büyük değişiklikler yapmak için bu bilgileri kullanırken dikkatli olun. VF, frekansa göre değiştiğinden (Hız - Faktörünün Etkisi bölümüne bakınız), taslaklar, çalışmak istedikleri frekansa pratik olarak ölçülmelidir. (En yüksek doğruluk, saplamanın kısa devre gibi görünmesi gereken çalışma frekansına en yakın frekansı hesaplayarak, daha sonra kısa devreyi bu frekansta sunmak için kırparak elde edilir.)

Zaman domainreflektometri (TDR) sonraki bölümde tartışıldığı gibi, bazı analizörler *Arıza Mesafe denilen bir yazılım özelliği var.* Bu, bir iletim hattının uzunluğunu, empedansın karakteristik empedansından (Z) farklı olduğu hat boyunca herhangi bir noktaya (noktalara) ölçer. "Farklı empedans", bir antenin bağlandığı nokta olan açık veya kısa devre olabilir veya bir konektörde meydana gelenler gibi empedansta küçük bir değişiklik olabilir veya kablonun hasar görmesi sonucu olabilir. En iyi TDR sistemleriyle, hat anten bağlı olsun veya olmasın doğru bir şekilde ölçülebilir .

Hattın antenden ayrılması durumunda, hataya olan mesafe hatanın toplam uzunluğudur. Eğer hat bir yerde hasar gördüyse

Bu ölçüm size hasarın nerede olduğu hakkında bir fikir verir, bu da hat gömüldüğünde veya başka türlü özel erişim gerektirdiğinde çok kullanışlıdır. TDR ayrıca empedans süreksizliklerini veya hattın karakteristik empedansındaki diğer değişiklikleri de bulabilir.

Bir anten analizörü ile iletim hattı kaybını ölçmek için, kalibre edilmiş bir uyumsuzluk sıklıkla kullanılır. Bu yöntem, **İletim Hattı** Kaybı üzerindeki İletim Hatları bölümünde açıklanmıştır.

25.7.5 Zaman Etki Alanı Reflektometrisi

Time domain rejlektometri (TDR), bir iletim hattından geçerken kısa, ani bir nabza ne olduğunu gösterir. Darbe, açık veya kısa (tam yansıma) veya hattın karakteristik empedansındaki (kısmi yansıma) bir değişiklik gibi empedansdaki herhangi bir değişiklik tarafından yansıtılır. Ortaya çıkan darbeler ve yansımalar dizisi, zaman içinde bir dizi olarak gösterilir, böylece tekniğin adı.

İdeal bir iletim hattı, karakteristik empedansı olan Z ile sonlandırıldığında, darbe uzak uca gidecek ve sonlandırmada dağılacaktır, bu nedenle iz tamamen düz bir çizgi olacaktır. Ancak, empedansın *değiştiği hat boyunca herhangi bir noktada (süreksizlik olarak adlandırılır),* darbenin enerjisinin bir kısmı hattın girişine doğru geri yansıtılır. Darbenin yansıyan bileşeni, aksi takdirde düz çizgide bir eser (görsel olarak bir "çarpma") oluşturur.

Darbelerin sırası ve yansımaları, çizginin dürtü tepkisidir. Bir *dürtü temel olarak,* - sistem yanıt vermeden ve dengelenmeden önce başlayan ve biten çok kısa bir darbedir. Matematiksel bir dürtü bir

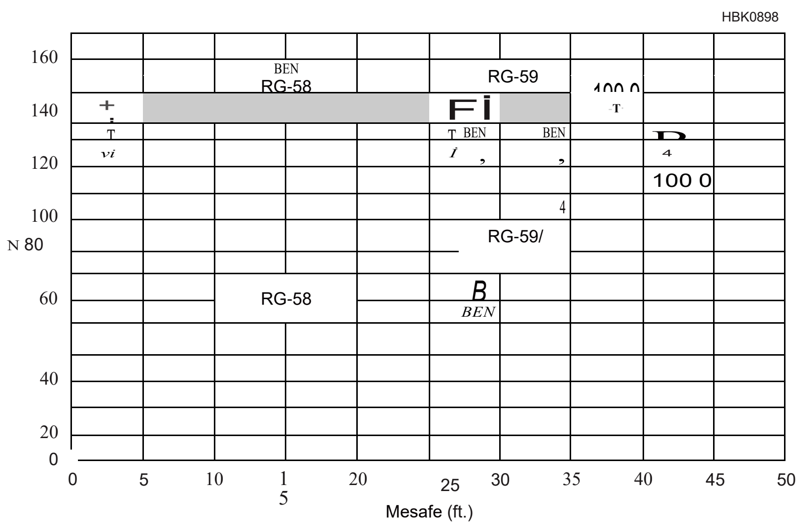
Sıfırdan sonsuza tüm frekanslardan oluşan sonsuz-dar.

İdeal (mükemmel) bir dürtü yaratmak mümkün olmasa da, daha uzun bir darbenin çok hızlı yükselen bir kenarı, hattın dürtü tepkisini ölçmek için yeterince iyi bir yaklaşımdır ve aynı bilgi ölçülebilir. Daha uzun darbe bir *adım fonksiyonu olarak adlandırılır. İdeal* adım fonksiyonu, bir seviyeden diğerine sonsuz hızlı bir değişimdir, bundan sonra o seviyede kalır. Hattın daha uzun nabza verdiği cevaba *adım yanıtı denir.* Dürtü gibi, seviyedeki sonsuz hızlı değişim de tüm frekansları içerir.

Zaman etki alanı rejlektometresi, nabzı üreten ve sonuçları gösteren araçtır. Bir TDR, dikey eksende genlik (voltaj) ve yatay eksende zaman görüntüler. Her eserin TDR izi boyunca konumu, iletim hattı girişinden - onu üreten süreksizliğe olan mesafeye karşılık gelir. Bir hat açık devre veya kısa devre olduğunda veya bir antene bağlandığında büyük süreksizlikler meydana gelir. (Çoğu anten, çalışma frekanslarında hatla eşleştirilir, ancak diğer frekanslarda değildir. Darbe tüm frekansları içerdiğinden, bir anten büyük bir süreksizliktir.) Küçük süreksizlikler eklerde veya bir çizgi hasar gördüğünde meydana gelir.

Giriş darbesinin yükselen kenarı ile artefakt arasındaki gecikme, TDR'den süreksizliğe kadar olan hattaki gidiş-dönüş süresidir. Eğer çizginin yayılma hızı (VF) biliniyorsa, girdiden süreksizliğe olan fiziksel mesafe hesaplanabilir. Her bir yansımanın şekli bazen süreksizliğin doğası hakkında bir ipucu sağlayabilir.

Bu anlamda, TDR bir darbenin iletildiği bir radar ekranı gibidir.



Şekil 25.66 - **Doğrudan bir yöntem örneği TDR (metne bakınız), RG-58 koaksiyel kablo uzunluğuna (50 Q2 empedans) ve ardından 75 ϑ RG-59 kısa bir uzunluğa ve 100 Ώ yük. Süreksizlikler, yansımalar giriş darbesine eklendikçe açıkça gösterilir.**

(Radar ekranında merkezde gösterilen) ve havadaki süreksizliklerden kaynaklanan yankılar (yani hedefler), vericiye doğru darbenin bir kısmını yansıtır. Hedef ne kadar uzakta olursa, darbenin hedefe ve alıcıya geri dönmesi o kadar uzun sürer. Bir radar ekranı her yönden yankıları gösterir. TDR sadece bir yönden, hat boyunca yankıları gösterir. Yankı ne kadar büyükse, hedef veya süreksizlik o kadar büyüktür.

TDR'nin kullanışlılığı RF sistemleri ile sınırlı değildir. TDR'nin ilk kullanımlarından bazıları, sıradan telefon hatları da dahil olmak üzere her türlü sinyali taşıyan kablolama sistemlerinde arızaları bulmaktı ve bu amaç için hala yaygın olarak kullanılmaktadır.

DIRECT METODU TDR

İki ortak TDR uygulaması vardır ve her ikisinin de varyasyonları vardır. En eski ve en basit olan "doğrudan yöntem'ile, çizgi bir darbe ile tahrik edilir. Bu tek bir darbe olabilir veya kare dalga gibi bir darbe treni olabilir.

Darbe ve tüm yansımalar, darbenin yükselen kenarı tarafından tetiklenen bir osiloskop izinde görüntülenir. Darbenin yükselme süresi, dürtünün süreksizliğe gidip gelmesi için gidiş-dönüş süresinden çok daha kısa olmalıdır. **Şekil 25.66, darbe** jeneratörü ve darbeyi görüntüleyen osiloskopa bağlı kablo ile doğrudan bir yöntem TDR örneğini göstermektedir.

Dijital bir kapsam tek bir darbeyi ve yansımalarını yakalayabilse de, darbeyi tekrarlayan hale getirmek, sinyal-gürültü oranını iyileştirmek için birden fazla yanıtın ortalamasının alınabileceği anlamına gelir. Tek bir darbe ile uyarılan bir sistemin sinyal-gürültü oranı oldukça sınırlı olabilir. Tekrarlanan darbeler de izi sürdürür, böylece operatör kapsamın analog bir model olup olmadığını görür. Bununla birlikte, darbenin tekrarlama hızı, dürtünün hat boyunca tam bir gidiş dönüş süresi yapması için gerekenden çok daha yavaş olmalıdır. Bu, bir sonraki nabız hattı tekrar heyecanlandırmadan önce hattın tepkisinin tamamen yok olmasını sağlar. King'in bu tip TDR hakkında referans makalesine bakın ve *ARRL Anten Kitabı* da TDR hakkında materyal içerir .

Modem anten analizörleri de doğrudan yöntemi kullanabilir. Örneğin, W5BIG tarafından tasarlanan ve Array Solutions **(www.arraysolutions.com) tarafından satılan AIM analizörler ailesi,** çok hızlı bir yükselme süresine sahip bir adım fonksiyonu dalga formu ile hattı heyecanlandırır. Bu uygulama, empedansın hattın her noktasında gösterilmesini sağlar - örneğin, farklı Z'ye sahip kabloların göreceli empedansını ve süreksizliklerin konumunu gösterebilir. **Şekil 25.66, bir** uzunluk ofRG-58 (50 © kablo), kısa bir RG-59 (75 ©) ve 100 © yüküne bağlı bir AİM analizöründen bir TDR ekranı göstermektedir. Kablo ve yük geçişlerindeki süreksizlikler açıkça gösterilmiştir. Yazılım con-

Darbe genliklerinden gelen ham verileri empedansa dönüştürür ve zaman çizgi boyunca mesafeye dönüştürülür.

TDR işlevi, hattın bozulup bozulmadığını, örneğin koaksiye sızan su ile veya hattın kısa devre yapıp yapmadığını veya verici ile anten arasında bir yerde kesilip kesilmediğini belirlemek için kullanılabilir. Hasar veya kusurlar birkaç inç içinde bulunabilir ve bu, hattı onarmak için gereken çabayı azaltır. Arızalı konektörler, konektörlerin konumuna karşılık gelen izdeki kısa aksaklıklarla da gösterilebilir.

DÖNÜŞÜM YÖNTEMI TDR

Diğer yaygın uygulama "dönüştürme yöntemi'olarak tanımlanabilir. Bir darbe ile kablonun impuls yanıtını belirlemenin İnstead, uyarma frekansları bir dizi üzerinden süpürüldü bir sinüs dalga ve analizör *frekans yanıtı yakalar.* Bir ters Fourier Trans formu (Dijital **Sinyal İşleme seethe bölüm)** zaman-etki yanıtı üreten, bu frekans yanıtı üzerinde gerçekleştirilir. (Frekans ve zaman birbirinin tersidir; Bir sistemin tam frekans yanıtı zaman yanıtını içerir ve ideal bir impulsa verilen yanıt frekans yanıtını içerir. Zaman yanıtının bir Fourier Dönüşümü (FFT) frekans yanıtını sağlar, frekans yanıtının bir İnverse FFT'si zaman yanıtını sağlar.)

Bazı anten analizörleri ve vektör ağ - analizörleri bu yöntemi kullanır. (Amatör kullanım için çok uygun birkaç "vektör anten analizörü" veya "vektör ağ analizörü" için bir İnternet araması ile bulunabilir.) Bir örnek el SARK-110 vektörüdür

Empedans anten analizörü **(www.steppir.** Kabloyu heyecanlandıran sinüs dalgasının sürekli bir tarama olması gerekmez - bunun yerine, çok çeşitli frekanslarda adım atılabilir ve frekans tepkisi bu verilerden hesaplanır. Süpürme aralığı, veri noktaları arasındaki boşluk ve her veri noktasındaki yerleşme süresi kullanıcı tarafından belirlenir.

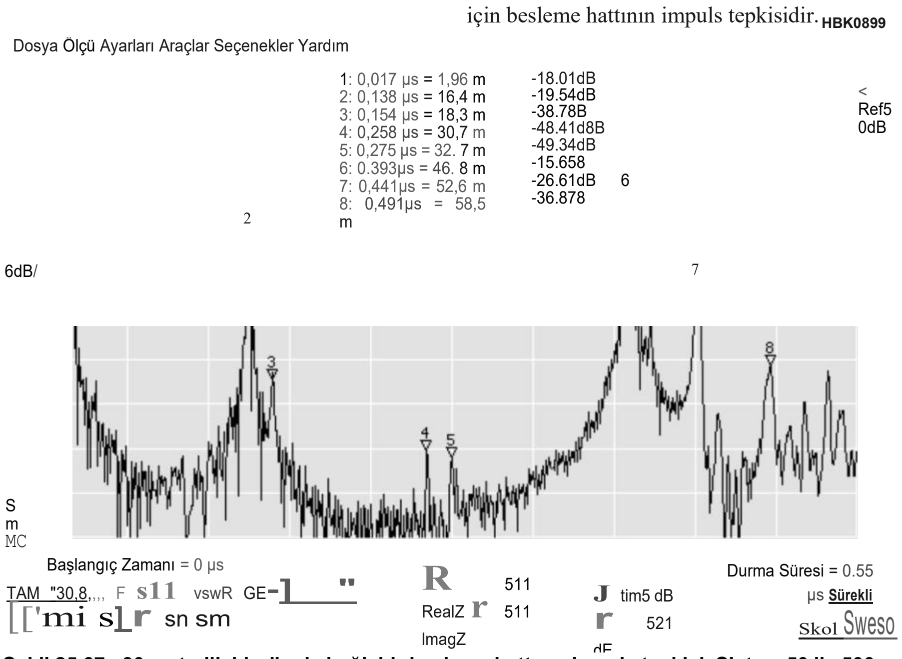
Ters bir Fourier Dönüşümü, dönüştürülmüş verilere matematiksel bir pencereleme fonksiyonu uygulanarak çıkarılması gereken sahte eserler üretir. Matematiksel olarak farklı birkaç pencereleme fonksiyonu yaygın olarak kullanılır ve pencerelerden hangisinin en kullanışlı ekranı sağladığı dürtü yanıtının şekline bağlıdır.

Uyarının frekans içeriği, ölçümün ortaya çıkarabileceği ayrıntı derecesini güçlü bir şekilde etkiler. Uyarma bir dürtü olduğunda, çok hızlı bir yükseliş süresi daha fazla ayrıntı ortaya çıkarır. Uyarma süpürülmüş bir sinüs dalgası olduğunda, daha geniş bir frekans aralığı en büyük ayrıntıyı ortaya çıkarır. Şu anda mevcut analizörler 1 kHz'den **1** GHz'den daha fazla süpürebilir.

Tarama yöntemini kullanan TD R çalışmaları için, 5 ila 500 MHz arasında bir tarama (veya 500 MHz'den 1 **GHz'e kadar**), sadece 100 MHz'e kadar bir süpürme ile kaçırılacak ayrıntıları açıkça gösterirken, 5 MHz ila 1 GHz'lik bir süpürme çok fazla ayrıntı sağlayabilir (veya 50 MHz'in altında önemli olmayan süreksizlikler gösterebilir). Taramayı HF aralığında başlatmak, VF'nin frekansla değişmesi nedeniyle verilerin bulaşmasını önler (bakınız bölüm Hız Faktörünün Etkisi).

DÖNÜŞÜM YÖNTEMINI KULLANDILAR

Şekil 25.67, 30 metrelik yarım dalga dipolü için besleme hattının impuls tepkisidir.



Şekil 25.67 - 30 metrelik bir dipole bağlı bir besleme hattının impuls tepkisi. Sistem 50 ila 500 MHz arasında süpürülür. İşaretleyicilerin açıklaması için metne bakın.

50 ila 500 MHz aralığında bir taramadan hesaplanan 100 feet yüksekliğinde. Marker **1,** istasyon giriş bölmesindeki aydınlatma koruyucularının etkisini gösterir. Marker 2 bir koaksiyel eklemedir (iki PL-259s ve PL-258 bir doublereceptacle). 3, 4 ve 5 işaretleyicileri koaksiyel kusurlardır. İşaret 6 anten besleme noktasıdır. İşaretleyici 7, antenin sonudur (gösterilen mesafeler besleme hattı içindir, bu nedenle anten 0'a - bölünür. 795) Marker 8'deki zirve açıklanamıyor, ancak çoğu TDR taraması antenden sonra birden fazla yansıma gösteriyor.

Şekil 25.68, Şekil 25.67 için kullanılanla aynı taramadan hesaplanan adım yanıtıdır (Şekil 25.66'da gösterilen doğrudan yönteme benzer). Veriler ortaya çıktı (ve görsel bir inceleme doğruladı), kulübenin içindeki ve bölmeden Koaksiyel ekleme 50 © 2'dir, ancak oradan antene giden kablo 75 n'dir .

TDR zamanı ölçer; Bu ölçümü fiziksel mesafeye dönüştürmek için hız faktörünü sağlamalıyız. 75 n kablo Belden 8213, bu örnek 0 ölçülen VF vardır. VHF'de 795. 50 © 2 kablo, VHF'de 0.8425 VF değerine sahiptir. Bu TDR ölçümü için kurulum ekranında, VF 0.795 olarak ayarlandı, bu nedenle mesafe ölçümleri 75 n kablo için doğru, ancak 50 © kablo için yanlış olacaktır. Hesaplanan sonuçlar, bu kurulum ekranında VF'yi değiştirerek veya VF'yi 0'da bırakarak 50 n kablo için doğru hale getirilebilir. 795 ve 50 © kablosunun boyutlarına (0.8425/0.795) bir düzeltme faktörü uygulamak .

VELOCITY FAKTÖRÜNÜN ETKİSİ

Herhangi bir iletim hattındaki yayılma hızı sabit değildir - frekansa göre değişir. En düşük ses frekanslarında, hız faktörü (VF) yayınlanan spesifikasyondan biraz daha düşüktür, ses spektrumu boyunca hızla yükselir, VHF aralığında neredeyse sabit bir değere ulaşana kadar radyo spektrumu boyunca artmaya devam eder. Bu sabit değer, frekansı hesaba katmayan VF için basit denklemlerle hesaplanır.

Çoğu kablo için, 2 MHz'deki VF tipik olarak bu sabit değerden %1-2 daha yavaştır. Başka bir deyişle, gerçek bir iletim hattı, basitleştirilmiş "nominal" (VHF) değerini kullanmaktan elektriksel olarak %1-2 daha uzundur.

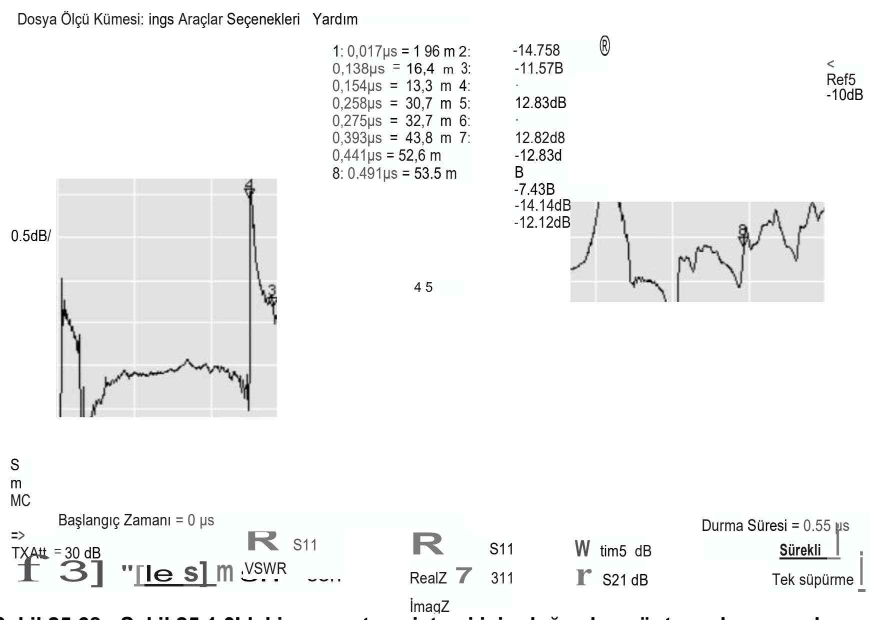
Analizör Verilerini Dönüştürme

Basit bir osiloskop üzerindeki iz gibi, -impuls yanıtının TOR grafiği tüm frekansları (veya bir taramadan dönüştürülürse frekans aralığını) içerir. Kapsam ve **TOR grafiği** "frekans körüdür" - yani, yalnızca zaman tepkisi hakkında bilgi gösterirler ve frekans yanıtı hakkında bilgi vermezler.

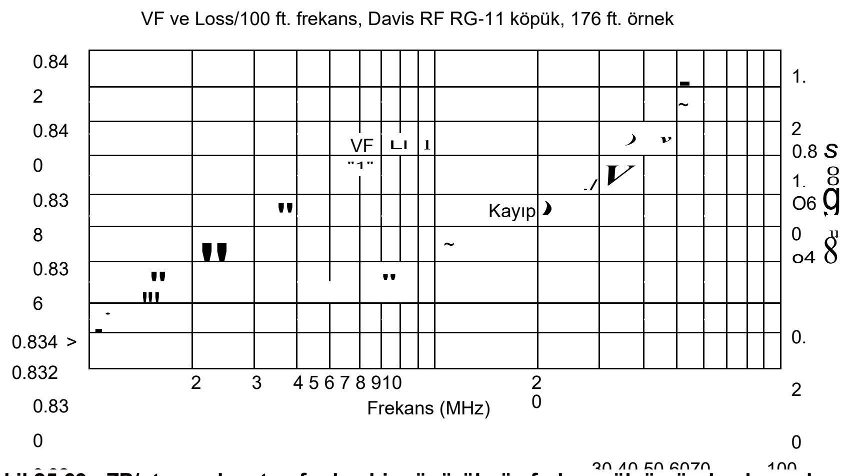
Bir dürtü veya süpürme ölçümü, teorik olarak, empedansı hesaplamak için matematiksel olarak manipüle edilebilir. Aynı frekans aralığındaki hattın her noktasında. Bu hesaplamanın hassasiyeti ve pratik olup olmadığı, verilerin nasıl toplandığına (süpürme hızı, süpürme aralığı, veri noktalarının aralığı) ve mevcut yazılım araçlarına bağlıdır. **TOR için seçilen frekans tarama aralıkları,** diğer hat özelliklerinin incelenmesi için uygun olmayabilir.

***SimSmith (www.ae6ty.com/smith_charts.html)* ve ZP/ots (ac6la.com/zplots.html) gibi özgür yazılımlar,** hattın özellikleri biliniyorsa, bir hat üzerindeki herhangi bir noktada empedansı hesaplamak ve çizmek için ayrı frekanslarda yapılan süpürülmüş ölçümleri kabul edebilir. Veriler arasında değiştirilir Düz bir metin dosyası aracılığıyla bir ölçüm cihazı ve yazılım programları (ve bir yazılım programı ile diğeri arasında). Tarafından tanımlanan bu dosyalar Mihenk taşı biçimi (metne bakın), "başlık'olarak adlandırılan ilk satır (lar) tarafından tanımlanan çeşitli biçimler alabilir. Dosya adı uzantısı türü belirtir Ölçümler: .s1 p dosyaları empedans - veya zaman yanıtı gibi tek bağlantı noktalı ölçümleri tanımlar ve .s2p dosyaları bir vektör ağ analizörü tarafından üretilen S21 (kazanç) transfer fonksiyonu gibi iki bağlantı noktalı ölçümleri tanımlar.

HBK0900



Şekil 25.68 - Şekil 25.1 0'daki aynı anten sistemi için doğrudan yönteme benzer adım tepkisi. Grafiğin açıklaması için metne bakın.



Şekil 25.69 - ZP/ots yazılımı tarafından bir süpürülmüş frekans ölçümünden hesaplanan bir RG-11 kablosu için VF ve karakteristik empedans. Metne bakın.

VF tahminleri için denklem. Bu değişiklik nedeniyle, düşük frekans bantları için bir saplamanın fiziksel uzunluğu, belirtilen değerden tahmin edilenden %1-2 daha kısadır.

İstasyonda yapılan anten ölçümlerini besleme noktasındaki gerçek empedansa dönüştürmek için yazılım kullanırken, VF değişkenliği alt bantlar için antenler için verilere uygulanmalıdır (14 MHz ve altı). AC6LA'nın ücretsiz *Zplots shareware'i (Excel elektronik tablolarına dayanarak,* **ac6la.com/ zplots.html'ye bakın),** uzak uçla yapılan bir iletimin bilinen uzunluğunun ölçümlerinden VF, Zc ve zayıflamaya karşı frekansı hesaplar ve çizer.

kısa devre. *ZPlots,* daha önce tartışılan Touchstone formatındaki verileri kabul edebilir.

Şekil 25.69, # 14 AWG katı bakır merkez iletkeni, bir köpük dielektrik ve bir bakır örgü kalkanı ile 176 ayak uzunluğunda bir RG-11 kablosu üzerinde ZPlots tarafından hesaplanan bir VF ve zayıflama grafiğidir. Bu davranış ve genel eğri şekli, temel iletim hattı denklemleri tarafından öngörüldüğü gibi tüm iletim hatları için tipiktir. Her bir çizgi için kesin değerler fiziksel boyutlarına ve dielektriklerine göre farklılık gösterecektir .

Z'nin de değiştiğine dikkat edilmelidir

Frekans ve altında VHF karmaşıktır - yani saf bir direnç değildir ve biraz kapasitiftir. ARRL *Anten Kitabı ile birlikte verilen TLW programı (N6BV tarafından Windows için İletim Hatları),* en sık kullanılan kablolar için Z, veri sağlar ve hat boyunca voltaj ve akım çizebilir. Bu grafikler, sonlandırma sadece dirençli olduğunda 2 MHz'de bir hat üzerinde duran dalgaları açıkça göstermektedir. Uyumsuzluk küçüktür ve zayıflama üzerindeki etkisi önemsizdir, ancak zayıflama değerlerinde küçük bir dalgalanma olarak bir frekans aralığında uzun kablo uzunluklarının dikkatlice yapılmış ölçümlerinde açıkça görülür.

25.8 Çeşitli ölçümler

Alıcı ve verici ölçümleri belki de Amatör Radyo ile en çok ilişkili olan test türü olsa da, ev deneycisi de diğer ölçümleri yapma fırsatına sahip olacaktır.

25.8.1 Dijital Devrenin Test Edilmesi

Günümüzde neredeyse her elektronik cihaz dijital devre içerir. Basit bir QRP alıcı-vericisi bile genellikle dijital bir anahtarcı içerir veya kullanılır ve ekran gibi diğer dijital devreleri de içerebilir. Bir multimetre genellikle dijital devreleri test etmek için çok az kullanılır, çünkü yüksek ve düşük geçişleri gösterecek kadar hızlı yanıt veremez.

Osiloskop çok kullanışlı bir araçtır çünkü zamana karşı dijital sinyalin görsel bir görüntüsünü verir. Geçici aksaklıklar, limit aşımı, yavaş yükselme süreleri ve özel olmayan yüksek veya düşük mantık seviyeleri gibi bozukluklar gösterebilir. En az iki kanala sahip bir kapsam büyük ölçüde istenir, çünkü genellikle farklı sinyaller arasındaki zaman ilişkilerini görmeniz gerekir. Ayrı bir harici tetik girişi de aynı nedenden dolayı çok kullanışlıdır. Osiloskopun bant genişliği, test edilecek sinyalleri doğru bir şekilde görüntülemek için yeterince yüksek olmalıdır. GHz aralığındaki bant genişlikleri, en gelişmiş dijital devre için gereklidir, ancak çoğu ihtiyaç için 100 MHz yeterli olmalıdır.

Elde tutulan *bir mantık probu, bir* devre düğümünün iki durum arasında (çok dar darbelerle bile) yüksek, düşük veya geçiş yapıp yapmadığını gösteren bir cihazdır. Osiloskop kadar bilgi vermese de çok daha küçük, ucuz ve kullanımı kolaydır. Birçok durumda, ılımlı karmaşıklığın bir devresini gidermek için gereken tek şey budur. Örneğin, birçok devre hatası, her zaman yüksek veya düşük kalan ve bir mantık probu ile tespit edilmesi kolay olan bir "sıkışmış bit'ile sonuçlanır.

Tipik olarak, mantık probu, test edilen devrenin zemine ve güç kaynağına bağlanan uçlarda klipsli iki kabloya sahiptir. Operatör daha sonra prob ucuna test edilecek noktaya dokunur ve mantık durumunu belirtmek için LED'ler yanar.

Karmaşıklık spektrumunun diğer ucunda - *mantık analizörü bulunur.* Bu tipik olarak, aynı anda düzinelerce veya yüzlerce devre düğümüne bağlanabilen bir veya daha fazla harici bölmeye sahip bir osiloskopun boyutudur. Harici bir sayısallaştırma podu kullanan ve USB üzerinden bir PC'ye bağlanan modeller de mevcuttur .

Bir grafik ekranı, osiloskop benzeri bir ekrana sahip bireysel sinyalleri gösterir veya çoklu sinyaller bir veri yolu olarak ele alınabilir; ekran, değerleri zamana karşı onaltılık bir sayı dizisi olarak okur. Bir osiloskoptan farklı olarak, bir mantık analizörü gerçek voltaj seviyelerini göstermez, ancak yalnızca bir sinyalin yüksek veya düşük olup olmadığını ve geçişlerin zamanlamasını gösterir. Gelişmiş tetikleme modları, çeşitli saatlere veya veri modellerine senkronizasyon sağlar. Genellikle büyük bir yerleşik bellek, ekran veya daha sonra analiz için uzun veri izlerini yakalamaya izin verir. Bazı modeller, uzun bir dizi çok bitli test vektörü oluşturmak için bir model üreteci içerir. Mantık analizörleri - yeni satın almak için oldukça pahalıdır

25.8.2 Servis monitörleri

Bir servis monitörü, alıcı-vericiler için'tek kutu test cihazı'dır. İt, alıcıyı test etmek için bir sinyal jeneratörü ve vericiyi test etmek için bir spektrum analizörü içerir, aynı RF konektörünü kullanır, böylece alıcı-vericinin anten jakına sadece bir bağlantı gerekir. Diğer yaygın özellikler bir RF wattmetre ve kukla yükü, bir frekans sayacı, bir FM sapma ölçer, mikrofona bağlanmak için ses tonu jeneratörleri ve bir ses voltmetre ve bozulma analizörü/Sİ NAD metredir.

Hoparlör çıkışına bağlanmak için. Bazı birimler, DTMF (dokunmatik ton) ve CTCSS (alt sesli ton) jeneratörleri, bir ses frekansı sayacı ve bitişik kanal güç (ACP) ölçüm özelliği gibi ek özellikler içerir.

Artı piyasada bulunan eski servis monitörleri, analog iki yönlü telsizleri ve tekrarlayıcıları test etmek için tasarlandı. Birçoğu, bir dağın tepesindeki tekrarlayıcı siteye kolay ulaşım için taşınabilir. Daha sonraki üniteler, hücresel telefon baz istasyonlarını test etmeye daha odaklı olabilir. Modem cihazları, alıcı için bit hata oranı (BER) test cihazları ve verici için çeşitli modülasyon kalite testleri ile en yeni dijital modları kapsar.

Bir servis monitörünün tüm fonksiyonları ayrı cihazlarda mevcut olsa da, her şeyin tek bir kutuya entegre edilmesi daha uygundur ve daha hızlı test yapılmasına izin verir, bu da ticari bir işletmenin ekstra ödeme yapmaya istekli olduğu bir şeydir. Yepyeni bir servis monitörü ucuz değildir, ancak Singer-Gertsch, Cushman ve IFR gibi şirketler tarafından analog radyoları test etmek için uygun olan eski kullanılmış üniteler bazen makul fiyatlarla bulunabilir.

25.8.3 Dijital modülasyonun test edilmesi

Amatör Radyoda dijital modülasyon modları giderek daha önemli hale geldikçe, performansı test etme yollarına sahip olmak giderek daha önemlidir. Frequencyshift - keying (FSK) kullanan geleneksel radyo teleprinting'den (RTTY), her sembole birden fazla bit paketleyen çeşitli modülasyon türleri ile birlikte karmaşık hata algılama ve düzeltme kullanan en son sistemlere kadar düzinelerce farklı dijital format kullanılmaktadır. Modülasyon ve kodlamadaki geniş farklılıklara rağmen, neredeyse hepsinin ortak noktası,

SSB veya FM modülasyonu kullanan bir ses alıcı-verici ile kullanın.

Bir PC ses kartı kullanarak dijital sinyallerin alınması veya iletilmesiyle ilgili sorun yaşıyorsanız, basit bir sorun giderme tekniği, yazılımı iki bilgisayara yüklemek ve birinin ses kartı çıkışını diğerinin girişine bağlayarak bir bilgisayardan diğerine veri iletip iletemeyeceğinizi görmektir. Mükemmel bir resepsiyon almazsanız, bu bilgisayar yazılımı veya donanımında bir sorun olduğunu gösterir.

Bir sonraki adım, sahte bir yüke iletmek ve sinyali yakınında bulunan ayrı bir alıcıyla almaktır, böylece sahte yükten başıboş radyasyonu alır. Alıcı anten konektörüne takılı bir tel parçası, sinyal seviyesini ayarlamak için hareket ettirilebilir. Dijital sinyalleri almak için birçok yazılım programı, iletilen sinyaldeki bozulma ve *çarpıklık gibi hataları,* çok tonlu modülasyon sinyalinin tonları arasındaki genlik dengesizliğini gösterebilen bir spektrum ekranı içerir. Sinyalin nasıl görünmesi gerektiğini görmek için, daha önce açıklandığı gibi iki bilgisayarı doğrudan bağlayın. Daha sonra, kukla yüküne iletilen RF sinyalini incelediğinizde, spektrum şeklindeki bozulma veya çarpıklık nedeniyle herhangi bir ek bant genişliği belirgin olmalıdır.

Demodülasyon yazılımı bir spektrum ekranı içermiyorsa, bu bölümün Spectrum Analyzer bölümünde tartışıldığı gibi, ses kartı girişinde sinyal spektrumunu görüntüleyebilen ayrı programlar vardır. RF çıkış sinyalini doğrudan ölçen bir RF spektrum analizi, modülasyon kalitesi hakkında daha iyi bir fikir verecektir, çünkü filtrelerden ve alıcının diğer devrelerinden etkilenmez. Daha önce tarif edildiği gibi bir alıcı panadapter daha az pahalı bir alternatiftir.

Bir dijital iletişim sisteminin kapsamlı testi, ilgili tüm değişkenler nedeniyle oldukça karmaşıktır. Bit *hata oranı (BER)*, belirli bir zaman aralığında gönderilen bit sayısına bölünen tek bitlik hata sayısıdır. İt, ölçmek için özel test ekipmanı gerektirir, çünkü bireysel bitler tipik olarak demodülasyon yazılımının derinliklerinde erişilmesi zor olan yerlerde çözülür. Paket *hata oranını* (PER) ölçmek daha kolaydır. Paketlenmiş bir veri sisteminde, yanlış paketlerin sayısının, paketlerin sayısına bölünmesidir. Hata düzeltmeden önce veya sonra ölçülebilir. Karakter hata oranını PSK31 gibi paketlenmemiş bir sistem yararlı bir değer figürüdür. BER, sinyal-gürültü - oranı (SNR), girişim, bozulma, senkronizasyon hataları ve çok yollu solmadan etkilenir. PER etkinliğinden daha fazla etkilenir

Kullanılan belirli dijital modun kodlama ve hata düzeltmesinin.

BER veya PER'yi SNR'nin bir fonksiyonu olarak ölçmek ilginçtir. Çok fazla hata düzeltmesi olan bazı dijital sistemler için hatalar belirli bir sinyal seviyesine kadar neredeyse sıfırdır ve daha sonra bunun çok altına düşer. Bununla birlikte, gerçek dünyadaki operasyonlarda SNR neredeyse hiçbir zaman sabit değildir. Sinyal, Radyo **Sinyallerinin Yayılması bölümünde açıklandığı gibi, iyonosferin (HF üzerinde) veya aracın (VHF ve üstü) hareketi nedeniyle yayılım değiştiği için hem genlik hem de faz olarak sürekli değişir**. Gerçek hava performansını ölçmek, sistemleri karşılaştırmak için iyi bir yol değildir, çünkü yayılma farklı zamanlarda çok değişir. Tekrarlanabilir bir test için, bir *kanal simülatörüne ihtiyacınız vardır; bu, bir* test sinyalini kasıtlı olarak havadan bir radyo kanalını simüle edecek şekilde kesin bir şekilde indirgeyen bir cihazdır. Moe Wheatley, AE4JY İnternet indirilebilir bir ücretsiz yazılım HF kanal simülatörü sunuyor.[23] Bir donanım HF kanal simülatörü Johann B Forrer KC7WW tarafından

25.8.4 Yazılım Tabanlı Test Cihazları

Günümüzde çoğu amatör, güçlü bir mikroişlemci, tonlarca bellek ve toplu veri depolama, büyük bir renkli ekran ve stereo yüksek kaliteli ses girişi/çıkışı sağlayan bir ses kartına sahip bir kişisel bilgisayara sahiptir. İt, bu kaynakların çeşitli türlerde düşük maliyetli ölçüm cihazları yapmak için kullanılabileceğini anlamak için çok fazla hayal gücü gerektirmez.

Ses frekanslı cihazlar, genellikle 50 Hz'den yaklaşık 20 kHz'e kadar bir frekans tepkisine sahip olan bilgisayar ses kartı kullanılarak doğrudan uygulanabilir. Bilgisayar ses kartları ölçüm için oldukça yararlı olsa da, bilgisayarlara yerleştirilmiş düşük maliyetli ses kartları iyi bir gürültü performansına sahip olmayabilir. Ayrıca, nominal çıktılarına yakın seviyelerde deforme olabilirler. İt sinyal zirveleri üzerinde bozulma en aza indirmek için nominal çıkış altında en az 6 dB seviyesinde koymak için iyi bir uygulamadır. Sinyal seviyeleri, en düşük genlikli bileşenlerin gürültü tabanının üzerinde en az 10 dB olacak şekilde ayarlanmalıdır.

Yarı profesyonel kayıt stüdyolarında kullanılmak üzere üretilen İnexpensive (100 dolardan az) USB ses kartları, çoğundan daha iyi kaliteye sahiptir ve dijital modlar için computerto-radio arayüzleri gibi jambon uygulamalarında iyi çalışır. Bu ürünler kitlesel bir pazar için üretildiğinden, modeller her yıl veya iki yılda bir güncellenme eğilimindedir, ancak kaliteli markalar istikrarlı tasarımlar sunma eğilimindedir. Dikkatli testler Tascam ve Numark tarafından yapılan eski modellerin iyi çalıştığını buldu

Dijital modlar için.

İnternet'te ses fonksiyon jeneratörleri, DTMF ve CTCSS ton jeneratörleri, DTMF ve CTCSS kod çözücüleri, SSB verici testi için iki tonlu jeneratörler, bozulma/SİNAD analizörleri, osiloskoplar ve ses spektrumu gibi enstrümanlar için ücretsiz yazılım mevcuttur Analizörler. Tipik bir ses kartının frekans-tepki sınırlamalarına ek olarak, başka bir sorun, girişlere veya çıkışlara aşırı voltaj uygulanarak cihazın zarar görebilmesidir. Aşırı gerilim koruması içeren harici tampon amplifikatörleri eklemek akıllıca olacaktır.

Radyo frekansı test ekipmanı, ses kartı girişlerini, yerel bir osilatör ve karıştırıcıdan oluşan bir tür frekans dönüştürücü vasıtasıyla da kullanabilir. Mikser bir kuadratür tipi ise, iki çıkış stereo ses kartı girişlerine beslenebilir, böylece yazılım sol ve sağ kanalları faz içi ve kuadratür sinyalleri olarak ele alabilir. Yaygın bir uygulama dar bantlı bir RF spektrum analizörüdür. RF bant genişliği tipik olarak ses kartının ses bant genişliğinin iki katı ile sınırlıdır. Düşük maliyetli donanım, İnternet'ten indirilen ücretsiz yazılımla kullanılabilecek kit formunda mevcuttur.[25]

Bir ses kartı kullanmanın bir sorunu, sinyallerin zemin döngülerine ve radyo frekansı parazitine (RFI) duyarlı olabileceğidir. Bilgisayar ve test edilen cihaz ac güç sistemine ayrı olarak topraklandığından, ikisi arasındaki zemin bağlantısında akan akımlardan uğultu ve gürültü üretilebilir. İt, ses kartı ile test edilen cihaz arasında kısa, düşük dirençli bir zemin bağlantısı kullanmaya yardımcı olur. Ayrıca, zemini izole etmek ve böylece zemin döngüsünü kırmak için izolasyon transformatörleri veya diferansiyel amplifikatörler kullanmak da mümkündür. Kaliteli kablolar ve uygun koruma ve topraklamaya dikkat, uğultu ve gürültü alımını önlemeye yardımcı olur.

Kısa, ağır bakır telli (# 14 AWG veya daha büyük) bir sistemde her ekipman parçasının şasisini veya koruyucu muhafazasını birbirine bağlamak her zaman iyi bir uygulamadır. Bunu yapmamak genellikle hum, vızıltı ve RFI'nin sinyallere ve verilere girmesine neden olur. Aynı nedenlerden dolayı, birbirine bağlı tüm ekipmanlar aynı ac prizinden veya aynı'yeşil teli "paylaşan prizlerden (yani, aynı çoklu duvar çıkış kutusuna takılırlar) güçlendirilmelidir. Ekipman farklı çıkışlardan güç alıyorsa, bu çıkış kutularının yeşil telleri birbirine bağlanmalıdır. Kaliteli kablolar ve uygun korumaya dikkat, uğultu, vızıltı, gürültü ve RFI'yi önlemeye yardımcı olur. (Güvenlik ve **RF İnterference** bölümlerindeki bağlanma tartışmalarına bakın.)

25.9 İnşaat projeleri

25.9.1 Bipolar Transistör Test Cihazı

İşte Alan Bloom, NİAL tarafından tasarlanan bipolar transistörler için temel bir'iyi/kötü "test cihazı. Bu test cihazı cebinizde bir bit pazarına taşıyacak kadar küçüktür **(Şekil 25.70).** FAR Circuits'den **(www.farcircuits.net) bir baskılı devre kartı mevcuttur,** ancak basit devre kolayca perfboard üzerinde elle bağlanabilir. (Baskılı devre kartı düzeni grafikleri, indirilebilir ek içerikle de mevcuttur.)

Bilinmeyen bir NPN veya PNP transistörünü test etmek için, test cihazının çalışan NPN veya PNP transistörünü soketinden çıkarın ve test edilecek cihazla değiştirin. Eğer kulaklıklarda bir ses duyarsanız, transistör iyidir, aksi takdirde - kötüdür. Daha ayrıntılı cihazlar, akım kazancı, arıza voltajı ve yüksek frekans performansı gibi çeşitli transistör parametrelerini ölçebilir, ancak bu basit test cihazı çoğu durumda yeterlidir. Bir transistörün, hala çalıştığı ancak artık özelliklerini karşılamadığı şekilde hasar görmesi nadirdir.

Bilinmeyen koşullu bir transistör grubunu test ederken, bu test cihazını hızlı bir şekilde'iyi've "kötü'bir yığın halinde sıralamak için kullanabilir ve'iyi" yığında bulunanların doğru çalıştığından emin olabilirsiniz.

Metal kutu TO-5 transistörleri burada gösterilmiştir, ancak küçük plastik transistörler, uçları biraz bükerseniz de iyi çalışır. TO-5 parçalar sokete düz bir şekilde bastırılabilir ve bu nedenle bir cebe düşme olasılığı daha düşüktür.

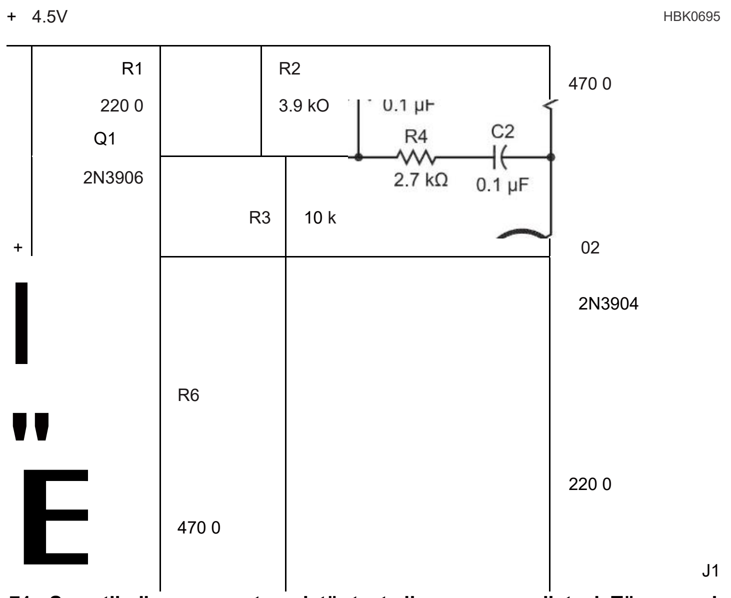
Şekil 25.71'deki devre, frekans seçici bir ağ üzerinden pozitif geri beslemeyle bağlanan ve yaklaşık 500 Hz frekansında bir osilatör oluşturan iki transistördür. Her transistör, yaklaşık 2.0'lık bir voltaj kazancı için yapılandırılmıştır ve geri besleme ağının yaklaşık % 'kazancı vardır, böylece toplam döngü kazancı, salınım için gereken koşul olan birlikten biraz daha büyüktür.

Bilinmeyen bir transistörü yanlış veya yanlış sokete takarak zarar vermek neredeyse imkansız olmalıdır, çünkü besleme voltajı bir bipolar transistörün temel yayıcı arıza voltajından daha azdır ve akım birkaç miliamper ile sınırlıdır. Açma/kapama anahtarı dahil değildir; Test bittiğinde kulaklıkları fişten çekin.

Prototip, **Şekil 25'te gösterildiği gibi bir Altoids tenekesinde üretildi. 72,** ama kullanışlı bir muhafaza yeterli olur. Devre kartı için dört montaj deliğine ve transistör soketleri için iki boşluk deliğine ihtiyacınız var. Kulaklık jakı en iyi muhafazanın yan tarafına monte edilir. Böyle sığ bir muhafaza kullanılırsa, iç tabanı elektrik bandı gibi bazı yalıtım malzemeleriyle kaplayın.



Şekil 25. 70 - Alto ids kalay içine yerleştirilmiş bir transistör test cihazı.

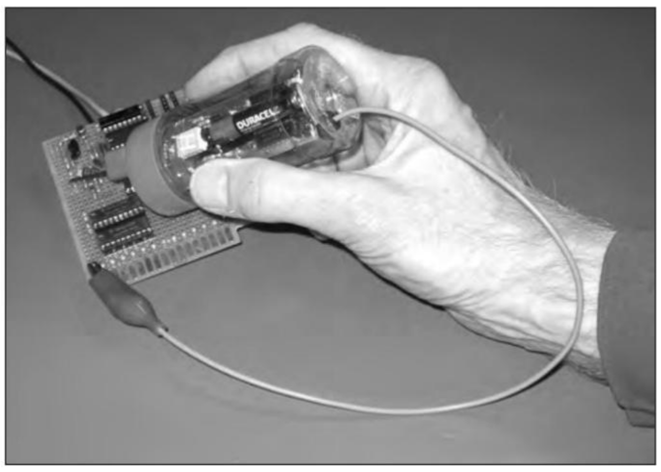


Şekil 25. 71 - Şematik diyagram ve transistör test cihazının parça listesi. Tüm parçalar, FAR http://www.digikey.com/ **Circuits'den temin edilebilen baskılı devre kartı hariç, www.digikey.com Digi-Key'den alınabilir www.farcircuits.net.**

C1, C2-0.1 µF seramik kondansatör (Digi-Key 490-3873-ND)
J1 - Stereo 3,5 mm telefon jakı (Digi-Key CP1-3554NG-ND)
Q1 - 2N3906 PNP transistör (Digi-Key 2N3906FS-ND) Q2- 2N3904 NPN transistör (Digi-Key 2N3904FS-ND)
R1, R7 - 220 92, % W**, %5 direnç (Digi-Key 220QBK-ND)**
R2 - 3.9 kO, % **W, %5 direnç (Digi-Key 3.9KQBK-ND)**
R3 - 10 k ©**, 4W, %5 direnç (Digi-Key 10KQBK-ND)**
R4 - 2.7 kO**, 4W, %5 direnç (Digi-Key 2.7KQBK-ND)**
R5, R6 - 470 Ո, ¼ **W, %5 direnç (Digi-Key 470QBK-ND)**
Miktar 2 - 3-pin, TO-5 transistör soketi (Digi-Key ED2150-ND)
Miktar 6 - AAA boyutlu pil klipsleri (Digi-Key 82K-ND)
PCB - Baskılı devre kartı (FAR Devreleri)



Şekil 25.72- Devre kartının kasanın içine monte edilmesi.



Şekil 25.73 - Bir mantık probu küçük ve kullanımı kolaydır.

Tüm bileşenler, alttaki pil klipsleri ve kulaklık jakı hariç, baskılı devre kartının üst tarafına monte edilmiştir. Muhafaza kapağını temizlemek için eğilmeleri gerekiyorsa, iki 0.1 µF kapasitörde biraz ekstra kurşun uzunluğu bırakın. FAR Circuits'in PC kartında kaplama delikleri yoktur, bu nedenle R5 ve R6 uçları her iki tarafa lehimlenmelidir.

Transistör soketleri TO-5 metal kutu transistörler için tasarlanmıştır, ancak daha küçük TO-18 veya TO-92 plastik kasalı cihazlar, uçları sığacak şekilde bükerek de test edilebilir. Neredeyse tüm TO-92 bipolar transistörler ortada temel kurşuna sahiptir. Merkez (baz) kurşunu transistör gövdesinin düz tarafına doğru bükün, üç ucu biraz yayın ve hemen takılması gerekir. Her transistörün tabanı, yayıcısı ve toplayıcısı için, TO-220 veya TO-3 güç transistörleri gibi diğer durum türleri için ek soketler bağlamak istemeniz durumunda ek lehim pedleri sağlanır. Bir transistör çapraz referans kılavuzu, kurşun atamalarını belirlemek için de kullanışlıdır.

25.9.2 Mantık probu

Bu basit mantık probu **(Şekil 25.73)** Alan Bloom, NİAL tarafından tasarlanmıştır. İt, -TTL, 5 V CMOS ve 3.3 V CMOS dahil olmak üzere birçok farklı mantık türü ile çalışır. **www.farcircuits.net'daki FAR Devrelerinden bir baskılı devre kartı mevcuttur veya** basit devre perfboard üzerinde elle bağlanabilir. (Baskılı devre kartı düzeni grafikleri de indirilebilir Ek içerik.)

Bir mantık probunun amacı, sinyallerin çeşitli devre düğümlerinde mevcut olup olmadığını belirtmektir. Basit bir dijital devrede sorun gidermenin gerektirdiği şeylerin çoğu budur. Prob, sinyalin iki durum arasında yüksek, düşük veya geçiş yapıp yapmadığını gösteren göstergelere sahiptir. İt, bir osiloskop veya mantık analizörü kadar fazla bilgi vermez, ancak çok daha küçük, daha ucuz ve kullanımı daha kolaydır.

CIRCUIT OPERATION

Bu mantık probu, probun ucundaki sinyalin durumunu belirtmek için harfler oluşturan yedi segmentli bir LED ekrana sahiptir. Sinyal düşükse "L", sinyal yüksekse "H" harfi gösterilir. İfit kabaca %50 görev faktörü ile düşük ve yüksek arasında geçiş yapıyor, "B" harfi "Her ikisi de" yüksek ve düşük olduğunu belirtmek için görüntülenir. Sinyal çoğunlukla kısa süreli pozitif darbelerle düşükse, bir "C" görüntülenir. Sinyal düşük darbelerle çoğunlukla yüksekse, LED bir "A", "C've" A "sırasıyla Katot (çoğunlukla düşük) ve Anot (çoğunlukla yüksek) olarak hatırlanabilir .

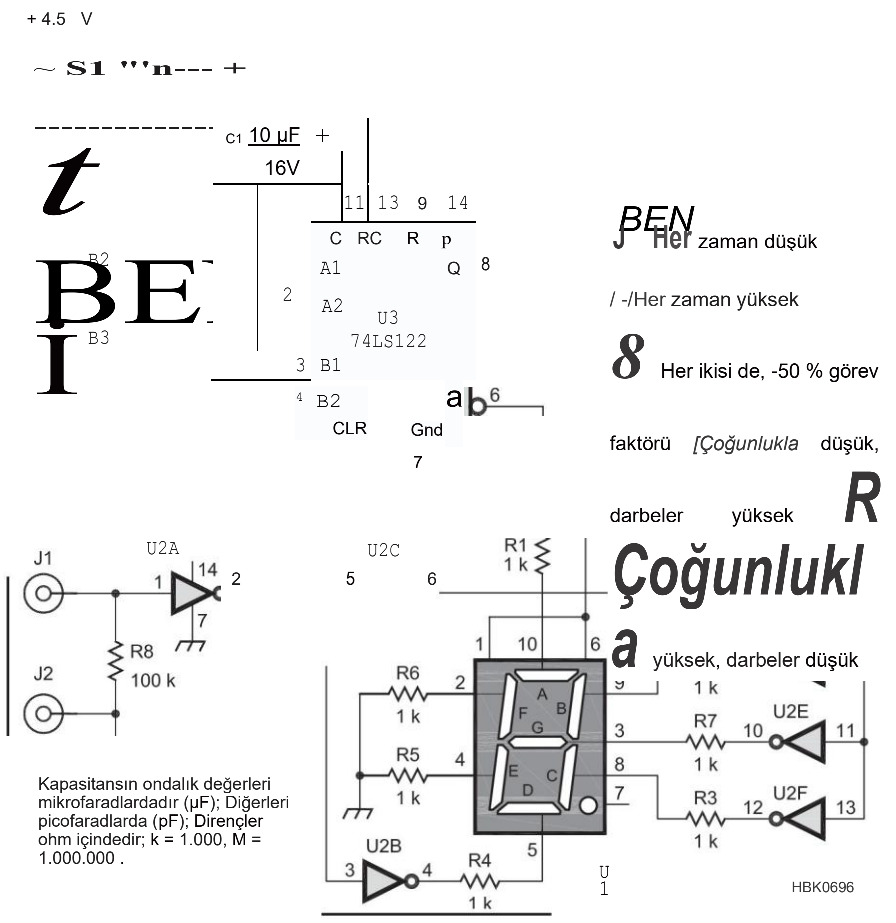
Devre **Şekil 25'te gösterilmiştir. 74.** Ortak anot yedi segmentli LED ekran segmentlerinin her biri, pimi düşük olduğunda yanar. 74ACT04 invertörler, sürekli bir düşük giriş sinyali, bir "L" oluşturmak için uygun segmentleri aydınlatacak ve sürekli bir yüksek bir "H" oluşturacak şekilde düzenlenmiştir. 74LS122 geri alınabilen multivibratör, B2 girişinde olumlu bir geçiş olduğunda 33 ms'lik bir darbe verir. Tekrarlayan geçişler Yaklaşık 33 ms'den (30 Hz veya daha büyük) daha kısa bir süre boyunca, 74LS122 çıkışını sürekli olarak ileri sürer ve bu da üst segmentin aydınlanmasına neden olur. Sinyal çoğunlukla düşükse, "L'bir" C'ye dönüşür ve sinyal çoğunlukla yüksekse, "H'bir" A'ya dönüşür.

CONSTRUCTION

Mantık probu, **Şekil 25.75'teki gibi bir plastik baharat kavanozunda inşa edilebilir,** ancak 1.2 x 3.5 inç baskılı devre kartını barındıracak kadar büyük herhangi bir şeffaf plastik kap da işe yarayacaktır. B 1 ve B2 pilleri ve test kablosu jakı Jl, alt tarafa monte edilmiştir; Diğer tüm bileşenler üstte. Zemin düzlemine kısa devre yapmasını önlemek için üst terminal ofB3 altına bir parça bant yerleştirin. FAR devrelerinden gelen PC kartında kaplama delikleri yoktur, bu nedenle en azından aşağıdaki her iki tarafta lehimlenmelidir:

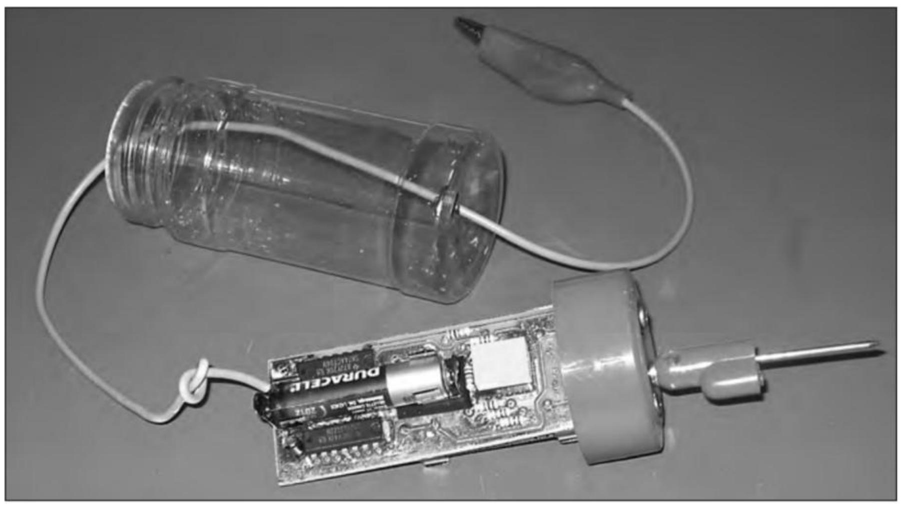
R5, R6, R8, Bl ve B3 (iç kontaklar), U2 pinleri 1 ve 14 ve U3 pinleri **1**, 2, 3, 7 ve 11. Ayrıca, ekranın (Ul) pin 1'in solundaki delikten her iki tarafına bir tel lehimleyin. İsterseniz, daha yüksek yükseltmek için LED ekran için bir soket kullanabilirsiniz, ancak bazı uçlarının her iki tarafta lehimlenmesi gerektiğinden U2 ve U3 için soket kullanmayın. Panoyu şişe kapağına takan L braketlerinin uzun ve kısa bir kenara sahip olduğunu unutmayın. Uzun taraf tahtaya karşı yerleştirilir.

Prob soketi standart bir 0,08 inç çapında uç jakıdır. Prob sadece uç tapasının ucuna lehimlenmiş bir çividir. Krikoya takılı standart bir test kablosu da kullanabilirsiniz. Üzerinde "12" yazan bileşen



Şekil 25.74 - Şematik diyagram ve mantık probunun parça listesi. Tüm parçalar, FAR http://www.digikey.com/Circuits'den temin edilebilen baskılı devre kartı hariç, www.digikey.com Digi-Key'den alınabilir www.farcircuits.net.

C1-10 µF elektrolitik kondansatör (Digi-Key P807-ND)
C2- 0.1 µF seramik kapasitör (Digi-Key 490-3873-ND)
J1 - Yatay uç jakı (Digi-Key J110-ND)
R1-R7 - 1 k9, **4W, %5** direnç (Digi-Key 1.0KQBK-ND)
R8 - 100 k ©, 4 **W, %5** direnç (Digi-Key CF1/4100KJRCT-ND)
S1 - SPDT, **dik açılı slayt anahtarı (Digi-Key CKN9559-ND)**
U1 - 7 segmentli ortak anot LED (Digi-Key 160-1525-5-ND)
U2 - 74ACT04 hex inverter (Digi-Key 296-4351-5-ND)
U3 - 74LS122 monostable multivibrator (Digi-Key 296-3639-5-ND)
Qty 6 - Pil klipsleri (Digi-Key 82K-ND)
Qty 2 - L-braketi (Digi-Key 621K-ND)
Baskılı devre kartı (FAR Devreleri)



Şekil 25. 75 - Mantık probu bir baharat şişesine yerleştirildi.

Şematik sadece zemin kurşun için bir lehim ped. Gerginliğin giderilmesi için şişeden çıktığı yere bir düğüm atın.

USNG LOGİC PROBE

Prob, kendi kendine yeten, pille çalışan bir güç kaynağı içerir, bu nedenle sadece zemin kablosunun devre zeminine bağlanması gerekir.

Bu kadar basit bir cihazdan ne kadar faydalı bilgi alabileceğiniz şaşırtıcı. Bir dijital devredeki en yaygın hatalardan biri, kısa devre veya hatalı bir bileşen nedeniyle düşük veya yüksek "sıkışmış'bir düğümdür. Mantık probu bu durumu tespit etmek için mükemmeldir.

Ayrıca, bölümlerin göreceli parlaklığına bakarak sinyalin yüzde kaçının düşük veya yüksek olduğu hakkında kaba bir fikir edinebilirsiniz. Sinyal zamanın %100'ü düşükse, bir "L" görüntülenir. Eğer dar pozitif atımlar varsa, bir "C" gösterilir. Darbe genişliği arttıkça, merkez ve iki sağ segment loş bir şekilde parlamaya başlar ve görev faktörü %50'ye yaklaştığında bir "B" oluşturur. Görev faktörü daha da arttıkça, alt segment kararır ve sonunda "B'yi" A'ya dönüştürür. Ve son olarak, eğer sinyal zamanın %100'ü yüksekse, üst segment bir "H" bırakarak dışarı çıkar.

25.9.3 İnductance Test Cihazı

Birçok ucuz DVM bir kapasitans ölçüm özelliği sunar, ancak endüktans ölçümü çok daha az yaygındır. Bu proje, indüktansı ölçmek için bir sinyal jeneratörü kullanmak için basit bir test fikstürünü açıklar. İt ilk olarak Robert J. Rogers, WAlPIO tarafından *QST'nin Ocak 2011 sayısında "Mystery İnductor Box'olarak yayınlandı.*

MEASURİNG İNDUCTANCE

Bir indüktörün değerini ölçmenin bir yolu, onu bilinen bir kapasitansa paralel olarak bağlamak ve ortaya çıkan rezonant frekansı ölçmektir. Geçmişte, bu tür paralel ayarlı devrelerin rezonans frekansını belirlemek için ızgara daldırma osilatörleri (GDO) kullanılmıştır. (Bu bölümdeki "Gate-Dip Osilatör" projesine bakın.) Bir dip osilatörü kullanılarak, rezonans noktasında metre akımında bir dip veya düşüş kaydedildi.

Bu test fikstürü, dip metre yöntemi için uygun bir alternatif sağlar. Gerekli sinyal kaynağını sağlamak için ayrı bir sinyal jeneratörü kullanılır ve indüktörleri rezonansa almak için anahtarlamalı dahili kapasitörler kullanılır. Rezonansı göstermek için harici bir dedektörün bağlantı noktası olarak bir iç sayaç sağlanır. Parça listesi ile şematik **Şekil 25.76'da gösterilmiştir.**

KUTUYU BUİLDIG

Şekil 25. 77, iç bileşenlerin düzenini gösterir. İnşaat, kritik boyutlar veya yerleşim gereksinimleri olmadan basittir. 470-02 direnç kullanılır

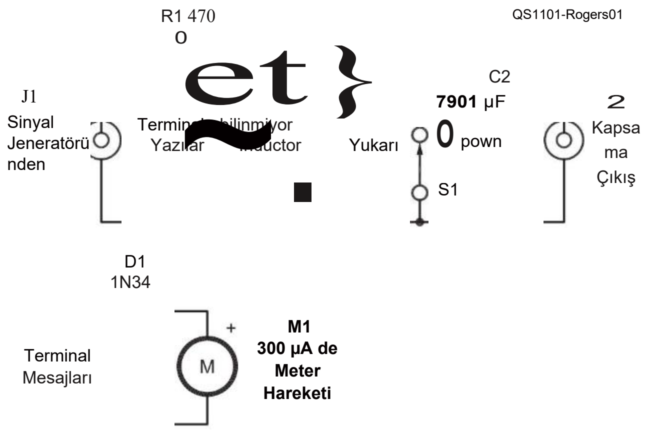
Osiloskop veya metre hareketi ile rezonansta görülen voltajda daha iyi bir zirve sağlar. Jeneratör voltajının çoğu, uygulanan sinyal voltajının en yüksek fraksiyonunun paralel devre boyunca görüneceği rezonans noktasına kadar bu direnç boyunca görünecektir.

Bir osiloskop sağ BNC konektörüne bağlanır ve yüksek giriş empedansı, tipik olarak 1 MO, paralel ayarlı devreyi nispeten düşük frekansta yüklemez.

Bu test fikstürü ile kullanılan cies. Osiloskopun İnstead, iç metre hareketi rezonansta bir tepe göstergesi vermek için kullanılabilir. Kurşun uzunluğunun etkilerini en aza indirmek için büyük kapasitans değerleri kullanıldı, bu da test ekipmanlarını daha yüksek frekanslarda çalıştırırken bir endişe kaynağı oldu.

USİ TEST FIXTURE

Test fikstürü, mH'deki indüktörlerin değerini doğru bir şekilde belirlemek için kullanılabilir



Şekil 25.76 - Şematik **diyagram ve indüktör test fikstürünün parça listesi. Anahtarın merkezden kapanma konumu, dahili kapasitörlerin bağlantısını kesmek için kullanılır, böylece istenen bir kapasitans değeri, terminal direklerinde test edilen indüktöre paralel olarak yerleştirilebilir. Ölçüm doğruluğu C1 ve C2'nin gerçek değerine bağlı olacaktır** - kapasitans **ölçer ile kapasitör değerlerinin belirlenmesi daha doğru indüktans değerlerine neden olacaktır.**

C1 -0.22 µF seramik kondansatör. C2 - 0.01 µF seramik kapasitör .
D1 - Germanyum diyot, **1N34 veya 1N34A. J1, J2 - BNC kasaya monte konektörler .**
Plastik bir kasada M1 - 300 µA metre hareketi
R1 - **470** £2, % W **direnç.**
S1 - **SPOT, merkez kapalı, geçiş anahtarı .**

ve µH aralığı. 0.01 µF kapasitörün seçilmesi, 159 kHz ila 5 MHz çıkışlı bir sinyal jeneratörü kullanarak µH aralığında indüktörlerin ölçülmesine izin verir. 0.22 µF kapasitörün seçilmesi, 1 ila 34 kHz bölgesindeki sinyal üreteci frekanslarını kullanarak büyük mH aralıklı indüktörleri ölçer.

Şekil 25.78, tepe göstergesi olarak yerleşik sayacı kullanan tipik bir test kurulumunu göstermektedir. Bir sinyal jeneratörünün sinüs dalgası çıkışı Jl'ye, giriş BNC konektörüne ve bilinmeyen indüktöre terminal direklerine bağlanır. Anahtarlı kapasitörlerden birini seçin. Çıkış BNC konektörü olan J2'ye bir osiloskop bağlayın veya dahili sayacı kullanın. Sayaç üzerinde bazı göstergeler vermek için sinyal jeneratörü çıkışını ayarlayın. Osiloskop veya metrede bir tepe elde edilene kadar sinyal jeneratörünün frekansını ayarlayın.

Anahtar yanlış konumda ise, osiloskop veya dahili sayaç tarafından görülen voltajda keskin bir tepe olmayacaktır. Çıkış voltajlarının orta aralık değerlerinden düşme eğiliminde olduğu jeneratör frekans aralığının bant kenarlarından kaçının. Seçilen kapasitör değerini, C'yi ve sinyal üretecinin rezonans, f'deki frekansını aşağıdaki f... ...nın:

$$L = \frac{1}{4\pi^2 f^2 C} \quad 39.5r° \quad C$$

F hertz içinde, C faradlarda ve elde edilen L henrylerde. Küçük ve büyük indüktörleri ölçmek için kullanılan iki dahili kapasitörün her biri için frekans ve indüktans tablosu **Tablo 25.3'te gösterilmiştir.**

SPDT anahtarı ayrıca dahili bağlantıyı kesen bir merkez kapatma konumuna sahiptir



Şekil 25. 77 - **İç bileşenlerin düzeni.**



Şekil 25.78 - Sinyal jeneratörünün çıkışı 596 kHz (0.596 MHz), anahtar 0.01 µF kapasitörü seçen konumda. Verilen formülü kullanarak 7.1 µH bir hesaplanan indüktans sonuçları.

Kondansatörler. Bu, terminal direklerine bağlı belirli bir kapasitör-indüktör kombinasyonunun test edilmesine izin verir. İç sayaç hareketi her zaman muz terminal direkleri boyunca bağlanır.

25.9.4 Sabit Frekanslı Ses Osilatörü

Bir ses sinyali üreteci oldukça saf bir sinüs dalgası sağlamalıdır. Bu kullanım için en iyi osilatör devreleri RC bağlı, mümkün olduğunca sınıf A yakın çalışan amplifikatörler vardır. Tüm ses aralığını kapsayan değişken frekanslar, ses amplifikatörlerinin frekans tepkisini belirlemek için gereklidir.

Genel test için yararlı olan basit bir RC osilatörünün bir devresi **Şekil 25'te verilmiştir. 79.** Bu Twin-T düzenlemesi, çoğu amaç için tatmin edici bir dalga formu verir.

Osilatör, bileşen değerlerini değiştirerek ses aralığındaki herhangi bir frekansta çalıştırılabilir. Rl, R2 ve Cl düşük geçişli bir ağ oluştururken, C2, C3 ve R3 yüksek geçişli bir ağ oluşturur. Faz kaymaları zıt olduğundan, toplam faz kaymasının toplayıcıdan tabana 180 ° olduğu tek bir frekans vardır: Salınım bu frekansta gerçekleşecektir. Cl, C2 veya C3'ün kapasitansının yaklaşık iki katı olduğunda, en iyi işlem sonuçları .

R3, Rl veya R2'nin (C2 = C3 ve Rl = R2) yaklaşık 0.1 direncine sahip olmalıdır. Çıkış, harmonik bozulmanın en az olduğu Cl boyunca alınır. Nispeten yüksek empedans yükü kullanın - 100 k © veya daha fazla. Çoğu küçük sinyal AF transistörü Q 1 için kullanılabilir. Tedarik polaritesi doğru ayarlanmışsa NPN veya PNP tipleri tatmin edicidir. R4, kollektör yük direnci en iyi çıkış dalga formu için osilatör ayarlamak için biraz değiştirilebilir .

25.9.5 Geniş Aralıklı Ses Osilatörü

Orta düzeyde bir çıkış seviyesi sağlayacak geniş aralıklı bir ses osilatörü, tek bir 741 operasyonel amplifikatörden inşa edilebilir (bkz. **Şekil 25,80).** Güç, devrenin 4 mA çektiği iki 9-V pil tarafından sağlanır. Frekans aralığı yaklaşık 7 Hz ila 70 kHz arasında seçilebilir. Bozulma yaklaşık %1'dir. Hafif bir yük (10 kQ) altındaki çıkış seviyesi 4 ila 5 V. Bu, karşılık gelen bir R ayarıyla, maksimum artı ve eksi 18 V'a kadar daha yüksek pil voltajları kullanılarak artırılabilir. "

Gösterilen pin bağlantıları eightpin DIP paketi içindir. Değişken direnç R, bir osiloskopta görüldüğü gibi kırpmanın yaklaşık %5 altında bir çıkış seviyesi için kesilir. Bu, osilatörün normalde çalışacağı sıcaklık için yapılmalıdır, çünkü lamba ortam sıcaklığına duyarlıdır. Bu birim başlangıçta Kasım 1974 *QST Shultz tarafından tarif edilmiştir;* Daha sonra Haziran 1983 *QST bildirildiği gibi Neben tarafından değiştirildi.*

25.9.6 İki Tonlu Ses Jeneratörü

Bu jeneratör, ARRL Ürün İncelemeleri için SSB vericilerini test etmek için ARRL Laboratuvarında kullanılır ve tek taraflı bir vericinin doğrusallığını test etmek için çok uygun bir sinyal kaynağı yapar. Verici değerlendirmesine uygun olması için, bu tip bir jeneratör, eşit genlikte iki harmonik olmayan ilişkili ton üretmelidir. Harmonik ve intermodülasyon bozulma seviyesi, ölçümü karıştırmamak için yeterince düşük olmalıdır. Bu jeneratörde kullanılan frekanslar 700 ve 1900 Hz, Her ikisi de bir SSB vericisinin normal ses geçiş bandının içinde. Spektral analiz ve birçok farklı vericiyle pratik uygulama, bu jeneratörün yukarıda belirtilen tüm gereksinimleri karşıladığını göstermiştir. Özellikle verici testi için tasarlanmış olsa da, sabit frekanslı, düşük seviyeli bir ses tonuna ihtiyaç duyulduğunda da kullanışlıdır.

CIRCUIT DETAILS

İki tondan her biri ayrı bir Wien köprü osilatörü olan UlB ve U2B tarafından üretilir. (Şekil **25.81'e bakınız)** Osilatörleri RC aktif düşük geçişli filtreler, UlA ve U2A izler. Filtreler standart olmayan kapasitör değerleri gerektirdiğinden, standart değerlerin kullanılamadığı durumlarda iki kapasitörü paralel olarak yerleştirmek için devre kartı üzerinde hükümler yapılmıştır. (Düzen ve parça yerleşimi için devre kartı resmi, indirilebilir ek içeriğe sahip grafikler olarak mevcuttur.) Osilatör ve filtre kapasitörleri varsa polistiren veya Mylar film tipleri olmalıdır.

İki ton, bir toplama amplifikatörü olan op amp U3A ile birleştirilir. Bu amplifikatör, çıkış LEVEL kontrolü olarak hizmet veren geri besleme döngüsünde değişken bir direnç olan R4'e sahiptir. R4, her iki tonun genliğini birlikte değiştirirken, BALANCE kontrolü olan R3, ton seviyesini etkilemeden A tonunun seviyesinin değiştirilmesine izin verir. B. Bu gereklidir, çünkü bazı vericiler

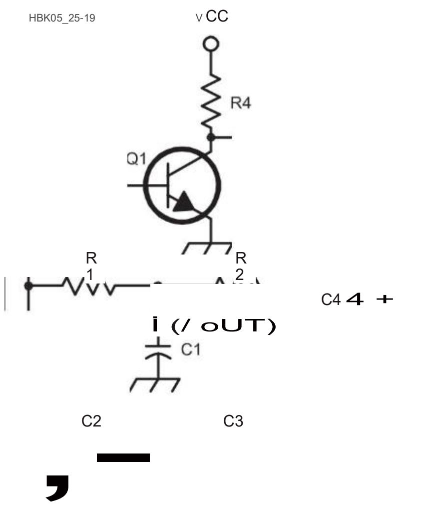
Tablo 25.3
Rezonans Frekansında İnduktans Değeri

0.22 *μF Seçildi*

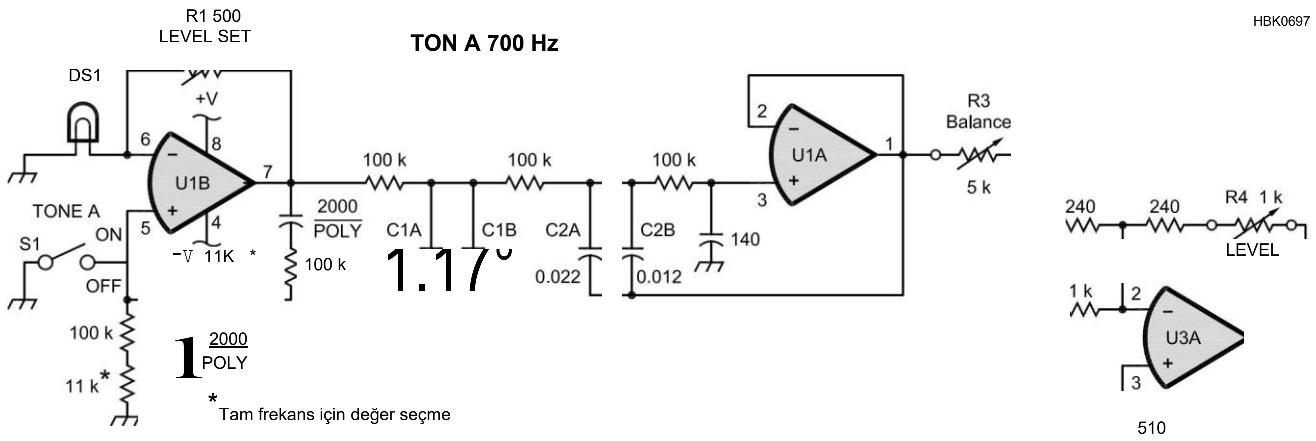
İnductance (mH)	*Frekans (kHz)*
0.10	33.931
0.25	21.460
0.50	15.174
0.75	12.390
1.00	10.730
5.00	4.796
10.00	3.393
20.00	2.399
30.00	1.959
40.00	1.696
50.00	1.517
60.00	1.385
70.00	1.282
80.00	1.199
90.00	1.131
100.00	1.073

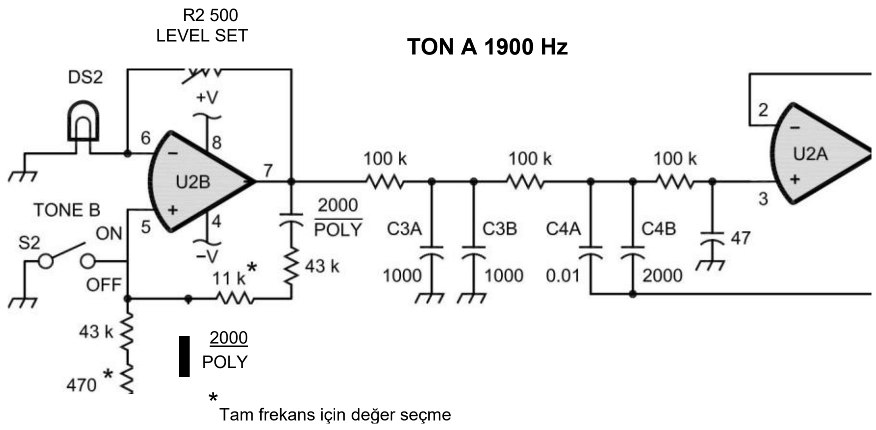
0.01 μF *Seçilmiş*

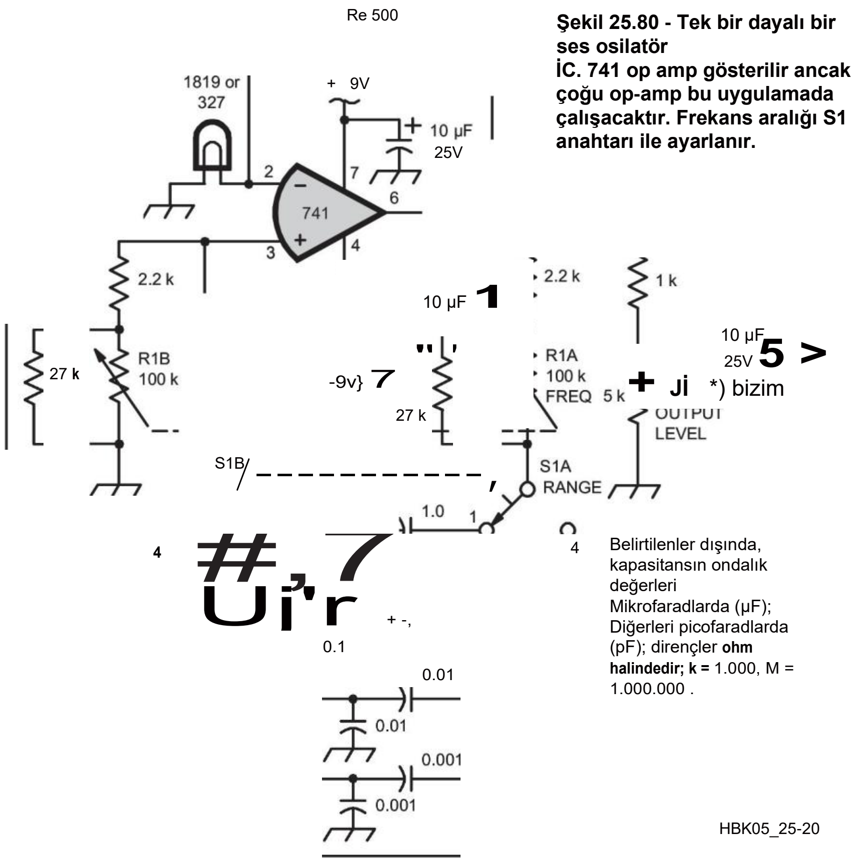
İnductance (μH)	*Frekans (MHz)*
0.118	*4.633*
0.25	3.183
0.50	2.251
0.75	1.838
1.00	1.592
2.00	1.125
5.00	0.712
10.00	0.503
20.00	0.356
30.00	0.291
40.00	0.252
50.00	0.225
60.00	0.205
70.00	0.190
80.00	0.178
90.00	0.168
100.00	0.159



Şekil 25.79- İkiz-T ses osilatör devresi için değerler 18 k. R1-R2 için ve C1 (750 Hz) için 0.05 μF
1800 Hz için 15 kO ve 0.02 μF. Aynı frekans aralığı için, R3 ve C2-C3 1800 © ve 0.02 μF ile 1500 9 ve 0.01 μF arasında değişir. R4 3300 n ve C4, çıkış kuplaj kapasitörü, yüksek empedanslı yükler için 0.05 μF olabilir.

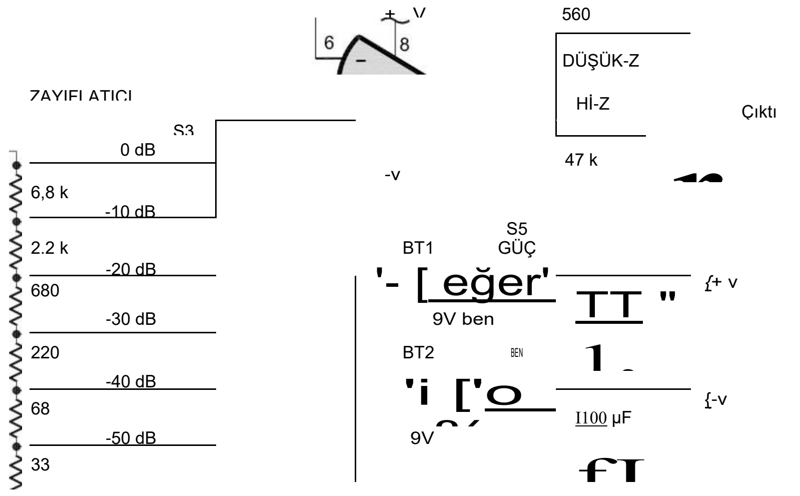






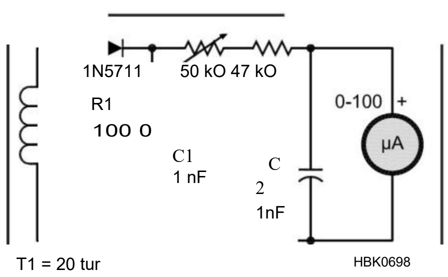
Şekil 25.80 - Tek bir dayalı bir ses osilatör
İC. 741 op amp gösterilir ancak çoğu op-amp bu uygulamada çalışacaktır. Frekans aralığı S1 anahtarı ile ayarlanır.

Kapasitansın ondalık değerleri mikrofaradlardadır (µF); Diğerleri picofaradlarda (pF); Dirençler ohm içindedir; k = 1.000, M = 1.000.000 .



Şekil 25.81- İki tonlu ses üreteci şeması.

BT1, BT2 - 9 V alkali.
C1A,B - Toplam kapasitans 0.0054 µF, ± %5.
C2A,B - 0.034 µF toplam kapasitans, ± %5.
C3A,B -0.002 µF toplam kapasitans, ± %5.
C4A,B - 0.012 µF toplam kapasitans, ±5%.
DS1, DS2 - 12V, 25 mA lamba.
R1, R2 - 500 Ω, 10 dönüşlü trim potansiyometresi. R3 - 500 ©, panel montajlı potansiyometre .
R4 - 1 k, panel montajlı potansiyometre .
S1, S2 - SPST geçiş anahtarı.
S3 - Tek kutuplu, 6 konumlu döner anahtar.
S4 - SPDT geçiş anahtarı.
S5 - DPDT geçiş anahtarı.
U1, U2, U3 - Çift JFET op amp, tip LF353N veya TL082.



Şekil 25.82 - RF akım probunun şeması. Bileşen bilgileri için metne bakın.

Her iki frekansta da eşit ses tepkisi. Hem R3 hem de R4 için çok tum kaplar önerilir, böylece ince ayarlamalar yapılabilir. Toplama amplifikatörünü takiben bir adım zayıflatıcı; $3, çıkış seviyesini 10-dB adımda kontrol eder. İki çıkış seviyesi kontrolünün, R4 ve S3'ün kullanılması, çıkışın geniş bir aralığı kapsamasını ve yine de belirli bir seviyeye ayarlanmasını kolaylaştırır.

Kalan op amp, U3B bir voltaj takipçisi olarak bağlanır ve adım zayıflatıcı için yüksek empedanslı bir yük sağlarken çıkışı tamponlamaya yarar. S4 tarafından yüksek veya düşük çıkış empedansı seçilebilir. Gösterilen değerler, yüksek veya düşük empedanslı mikrofonlar kullanan çoğu verici için uygundur.

KONSTRÜKTYON VE AYAR

Bileşen düzeni ve kablolama kritik değildir ve her türlü yapı iyi sonuçlarla kullanılabilir. Jeneratör normalde bir vericinin yakınında kullanılacağından, ekranlama için bir tür metal kasaya yerleştirilmelidir. Pil gücü, RF'nin üniteye ac hattından girme olasılığını azaltmak için seçildi. Dikkatli bir koruma ve filtreleme ile, inşaatçı pillerin yerine bir ac güç kaynağı kullanabilmelidir.

Kullanımdan önce gereken tek ayar, osilatör geri besleme düzelticilerinin, **Rl** ve R2'nin ayarıdır. Bunlar, Ul ve U2 pin 7'de ölçülen her osilatörün çıkışı yaklaşık 0.5 volt RMS olacak şekilde ayarlanmalıdır. Bu ölçüm için bir DVM veya osiloskop kullanılabilir. Bunların hiçbiri mevcut değilse, geri besleme osilatörlerin güvenilir bir şekilde başlamasını ve hızlı bir şekilde stabilize olmasını sağlayan minimum seviyeye ayarlanmalıdır. Osilatörler ilk açıldığında, kararlı çıkış genliğine sahip olmadan önce birkaç saniye alırlar. Bu, osilatör geri besleme devresinde kullanılan DS 1 ve DS2 lambalarından kaynaklanır. Bu normaldir ve hiçbir zorluğa neden olmamalıdır. Vericiye bağlantı, korumalı bir kablo üzerinden olmalıdır.

25.9.7 RF Akım Ölçer

Aşağıdaki proje **Tom Rauch, W8JI (http://w8ji.com/building_a_ current_meter.htm) tarafından tasarlanmıştır. Şekil 25.82'nin devresi,** 20-tum sarımlı Tl57-2 toz demir toroid çekirdekten oluşan bir akım transformatörüne (Tl) dayanmaktadır. Metre, bir onetum birincil olarak çekirdeğin ortasından sokulan akım taşıyan tel veya anten ile birlikte kullanılır

1 A tek-tumda akarken

Birincil, ikincil akım 50 mA = birincil akım bölü dönüş oranı 20:1 olacaktır. Transformatör boyunca Rl frekans tepkisini düzleştirir ve çıkış voltajını sınırlar. RF voltajı daha sonra Dl (minimum voltaj düşüşü için düşük eşikli bir Schottky diyot) ve C 1 tarafından algılanır ve filtrelenir. Ayarlanabilir toplam ofR2 ve R3, 100 µA metrenin tam ölçekli (FS) kalibrasyonuna izin verir. C2 ek filtreleme sağlar. Toroid çekirdek ve tüm devreler, metre kasasının arkasına sadece R2 açıkta kalacak şekilde yapıştırılır - tornavida ayarlanabilir bir kalibrasyon kabı.

Elektrik parçaları hariç tüm plastik konstrüksiyonlu bir sayaç kullanarak başıboş kapasitansı en aza indirmek önemlidir. **Şekil 25.83'teki sayaç,** sayaç ölçeği de dahil olmak üzere tamamen plastik bir kasaya sahiptir. Metre hareketi ve tüm metalik alanlar küçüktür. Metalik bileşenlerin eksikliği, sayacın yakınlığından kaynaklanan başıboş kapasitansı en aza indirir. Düşük başıboş kapasitans, cihazın test edilen devre üzerinde mümkün olan en az etkiye sahip olmasını sağlar.

Rl için 100 9 değeri, 1.8 ila 30 MHz arasında en düz yanıtı verdi. 50 mA ikincil



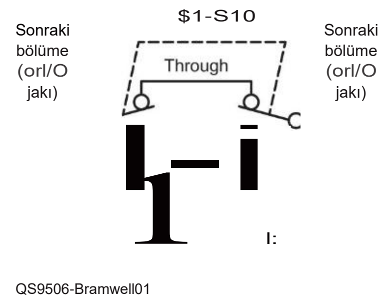
Şekil 25.83 - RF akım probunun montajı. Tamamen plastik bir sayaç kullanın ve devreleri ve toroidi doğrudan sayaç kasasının arkasına monte edin.

Tablo 25.4

ARRL Laboratuvarında Yapılan 148, 225 ve 450 MHz Ölçümlerinde Adım Zayıflatıcı Performansı

Zayıflatıcı ayarlandı Maksimum zayıflama (71 dB)		*Zayıflatıcı ayarlandı Minimum zayıflama (0 dB)*	
Frekans (MHz)	*Zayıflama (dB)*	*Frekans (MHz)*	*Zayıflama (dB)*
148	72.33	148	0.4
225	73.17	225	0.4
450	75.83	450	0.84

Not: Laboratuvarda belirtilen ± 1 dB ölçüm toleransı



Şekil 25.84 - Zayıflatıcının bir bölümünün şeması. Tüm dirençler ¼ -W , 1 % -tolerance metal-film birimleri. Gerekli direnç değerleri için Tablo 25.5'e bakınız.
her zayıflatıcı bölüm. Altı 1 O dB bölümü ve her biri 1, 2, 3 ve 5 dB olan birer tane vardır .

Tablo 25.5
En yakın %1 -Tolerance ResistorValues

Zayıflama (dB)	*R1 (0)*	*R2 (0)*
1.00	866.00	5.60
2.00	436.00	11.50
3.00	294.00	17.40
5.00	178.00	30.10
10.00	94.30	71.50

0.05 x 100 = 5 VuMs'dir. Tepe voltajı daha sonra 1.414 x 5 = 7 .1 V. Tam akımda, R1 = 50 mA x 5 VuMs 0.25 W'deki güç dağılımı, böylece ½ -W veya daha büyük bir direnç kullanılmalıdır.

Burada kullanılan sayaç 10.000 O/V modeliydi, bu nedenle -7 V'luk bir ikincil voltaj üreten 1 A'lık bir birincil akımdan tam ölçekli sapma için R2 ve R3'ün toplamı 7 x 10.000 = 70 kn olarak ayarlanmalıdır. Yüksek algılanan voltaj ile birlikte düşük akım ölçer dedektör doğrusallığını artırır.

Sayacın kalibrasyonu, kalibre edilmiş bir güç ölçer ve aralarında ve transformatör çekirdeği boyunca kısa bir tel parçası bulunan iki RF konektöründen oluşan bir test fikstürü kullanılarak gerçekleştirilebilir. 50-0 yüke 50 W uygulandığında, tel İ A akımını taşıyacaktır. Karşılaştırma ölçümlerinde tam ölçekli doğruluk gerekli değildir, çünkü sayaç kendisine karşı referans verir, ancak birkaç yüzde içindeki doğrusallık önemlidir.

Bu transformatör tabanlı sayaç, termokupl RF amimetrelerden ve perturbs sistemlerinden çok daha az güvenilir ve doğrusaldır. Test edilen sisteme eklenen başıboş kapasitans, sayacın yakınlığı ve kompakt kablolama alanı nedeniyle çok küçüktür. Aslında yük doğrultusunda ilişkili kurşun uzunlukları ve kapasitans ile bir metre bağlayan karşılaştırıldığında, bir transformatör bağlı metre avantajları belirgin hale gelir.

25.9.8 RF Ammetreler

Kendi RF ampermetrenizi almak söz konusu olduğunda, John Stanley, K4ERO. Önce kötü haber. Yeni RF amimetreleri pahalıdır ve hatta fazla fiyatlandırma bugünün pazarında 10 ila 100 dolar arasında değişebilir.

AM radyo istasyonları yeni birimlerin ana kullanıcılarıdır. FCC, AM istasyonlarının çıkış gücünü antendeki RF akımına göre tanımlar, bu nedenle yeni RF ammetreleri esas olarak bu pazar için yapılır. Oldukça doğru ve fiyatları bunu yansıtıyor!

İyi haber şu ki, kullanılan RF amimetreleri genellikle mevcuttur. Örneğin, Lima, Ohio'daki Fair Radio Sales, tutarlı bir RF ammetre kaynağı olmuştur. Ham bit pazarları da denemeye değer. En yakın fazla mağazanızda veya daha eski bir jambonun önemsiz kutusunda dolaşmak, sadece - ihtiyacınız olan RF ampermetreyi sağlayabilir. "RF Amper" etiketli sayaçlar harici bir RF akım algılama ünitesi ile kullanılmak üzere tasarlanmış düzenli akım sayaçları olabileceğinden gerçekten bir RF ampermetre satın aldığınızdan emin olun.

RF AMETRE SUBSTITUTES

Kullanılmış bir RF ampermetre bulamazsanız umutsuzluğa kapılmayın. Kendinizinkini inşa etmek mümkündür. Hem düz telli hem de termokupl üniteler ev yapımı olabilir. Anten telleri ile seri halinde veya bunlara çeşitli şekillerde bağlanmış pilot lambalar anten akımını gösterebilir (F. Sutter, "Ne, Metre Yok mu?" *QST, Ekim* 1938, p 49) veya hatta ileri ve yansıyan güç (C. Wright, "İkiz Lamba", *QST, Ekim 1947*, pp 22-23, 110andll2).

Başka bir yaklaşım küçük bir düşük kullanmaktır - İsı/ışık elemanı olarak voltaj lambası ve gösterge olarak bir metre süren bir fotoğraf dedektörü kullanın. (Gözleriniz ve yargılarınız enstrümanın gösterge kısmı olarak hizmet edebilir.) Bir besleme hattı denge denetleyicisi, doğru akım derecesine ve mevcut en düşük voltaj derecesine sahip birkaç lamba kadar basit olabilir. Hangi ampulün daha parlak olduğunu veya eşit olup olmadıklarını gözle oldukça iyi anlayabilmelisiniz. Lamba tabanlı bir RF ampermetreyi 60-Hz veya de power ile kalibre edebilirsiniz.

Başka bir alternatif olarak, bir iletim hattı teli üzerinden kelepçelediğiniz bir akım transformatöründen düzeltilmiş RF'yi göstermek için bir de metre kullanan bir RF ampermetre oluşturabilirsiniz (Z. Lau, "Açık Tel Hatları için Göreceli Bir RF

25.9.9 RF Adım Zayıflatıcı

İyi bir RF adım zayıflatıcı, tezgahınıza ait olan önemli ekipman parçalarından biridir. Bu projedeki zayıflatıcı iyi performans sunar, ancak birkaç temel araçla oluşturulabilir. Zayıflatıcı 50-9 sistemlerinde kullanılmak üzere tasarlanmıştır, 1-dB adımda toplam 71 dB'lik bir zayıflama sağlar, 225 MHz ile saygın bir doğruluk ve ekleme kaybı sunar ve **Tablo 25.4'te gösterildiği gibi 450 MHz'de kullanılabilir. Bu** materyal ilk olarak Denton Bramwell, K7OWJ tarafından Haziran 1995'te "*An RF Step Attenuator'olarak yayınlandı.*

Zayıflatıcı, **Şekil 25.84'teki gibi 10 dirençli 7t-zayıflatıcı bölümden oluşur. Her** bölüm bir DPDT slayt anahtarı ve üç '4-W, %1 -tolerans metal-film dirençlerinden oluşur. Tüm birim tek 1, 2, 3 ve 5-dB bölümleri ve altı 10-dB bölümleri içerir. **Tablo 25.5** dirençleri listeler-

Her bölüm için gerekli tor değerleri.

Muhafaza, donanım ve hobi mağazalarında kolayca bulunabilen pirinç levha stoğundan yapılmıştır. Doğru stoğu seçerek, metali bükmek zorunda kalmaktan kaçınabilirsiniz ve sadece minimum kesim yapmanız gerekir.

CONSTRUCTION

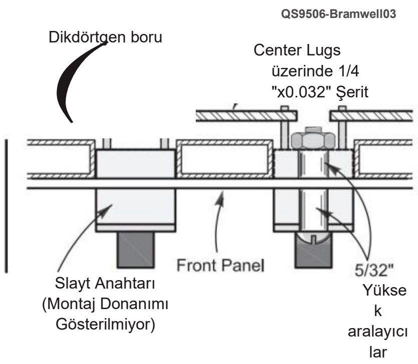
Muhafaza sadece bir nibbling aleti, matkap presi, metal makası ve bir lehim tabancası veya ağır havya kullanılarak inşa edilebilir. (Anahtarlar ve dirençler üzerinde düzenli bir havya kullanın.) Küçük parçaları kesmenin bir yöntemi rectangulartubing uzunluğa, küçük bir aşındırıcı kesme tekerleği ile donatılmış bir matkap presi kullanmaktır.

Pirinç çalışmak ve lehim kolaydır. Muhafaza için iki adet ön kesim 2 x 12 x 0.025 inç sayfaya ve iki adet 1 x 12 x0.025 inç sayfaya ihtiyacınız olacak. 2 inç genişliğindeki stok ön ve arka paneller için kullanılır; L inç genişliğindeki stok uçlar ve yanlar için kullanılır. Dahili kablolama için, bir parça % x % inç dikdörtgen boru, bir % x 0.032 inç şerit ve birkaç küçük parça 0,005 inç kalınlığında stok, aşamalar arası kalkanlar sağlamak ve BNC konektörlerinden adım zayıflatıcının uçlarındaki anahtarlara kadar 50-0 iletim hattını oluşturmak için gereklidir.

Ön panel için, 2 inç genişliğinde bir pirinç parçasını yaklaşık 9 inç uzunluğa kadar kemirin veya ½. Anahtarları birbirinden ayırın, böylece dikdörtgen pirinç boruların bir parçası düz ve aralarında rahatça uzanır (bkz. **Şekil 25,85**). # 4-40 montaj vidaları için matkap delikleri ve slayt anahtarlarının gövdeleri için nibble veya delikli dikdörtgen delikler .

Herhangi bir parçayı monte etmeden önce, montajı daha sert hale getirmek için l-inç genişliğindeki kasa yan parçalarından birini yerleştirin. Yan parçayı, anahtarların "içinden" tarafına bakan üst plakanın kenarına lehimleyin; Bu, daha sonraki montajı kolaylaştırır (bkz **Şekil 25.86**). BNC giriş ve çıkış konektörleri üst (ön) panele monte edilmiş olarak gösterilse de, daha iyi kurşun elbise ve yüksek frekanslı performans, konektörlerin muhafazanın uçlarına monte edilmesinden kaynaklanabilir.

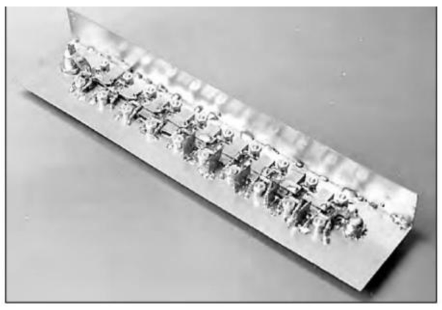
Subpanel montajı için tasarlanan DPDT slayt anahtarları genellikle # 4.40 vidaları için açılan montaj deliklerine sahiptir. # 4_40 vidanın kaymasına izin vermek için delikleri büyütün. Anahtarları monte etmeden önce, her bir anahtarın bir ucundaki iki kanadı birbirine doğru bükerek ve kanatları birbirine lehimleyerek veya kanatlar arasında küçük bir pirinç şerit lehimleyerek "geçiş" anahtarı bağlantısını yapın (bkz. Şekil 25.84) ve pabuç uçlarını klipsleyin. Z %2 inç yüksekliğinde ve %2 inç OD aralayıcıları kullanarak anahtarları ön panelin üzerine monte edin. İç kısımda aynı boyutta ara parça kullanın. İç kısımda, aralayıcı, zayıflatıcının bir tarafından diğerine kapasitif bağlanmayı azaltmaya yardımcı olan küçük bir direk oluşturur. Aralayıcılar anahtarı konumlandırır, böylece 50 - £2



Şekil 25.85 - "Geçiş" pozisyonunda kabul edilebilir ekleme kaybı elde etmenin anahtarı, tüm cihazın 50-92 koaksiyel gibi mümkün olduğunca görünmesini sağlamaktır. Dikdörtgen boru ve anahtar bölümleri arasındaki ¼ x 0.032 inç pirinç şerit 50-9 stripline oluşturur.



Şekil 25.87 - Nihai mekanik montajdan önceki zayıflatıcı. % -inch şeritler bir oluşturmak için 0,033 inç aralıklı BNC konektöründen şerit hattına 50-92 bağlantı. 10-dB bölümler arasında % -inch kare kalkanlar vardır. Kare kalkanların birinde bir çentik var Dikdörtgen borunun ucunu yerleştirmek için köşe.



Şekil 25.86 - Montajı inşaat sırasında daha sert hale getirmek için 1 inchwide şasi yan parçalarından birini lehimleyin. Yan parçayı, anahtarların "içinden" tarafına bakan üst plakanın kenarına lehimleyin; Bu, montajın geri kalanını kolaylaştırır.



Şekil 25.88 - Pirinç levha muhafazasında tamamlanmış adım zayıflatıcı. BNC konektörleri, anahtarların sonundaki ön panele veya uç panellere monte edilebilir.

Stripline daha sonra oluşturulabilir.

"Geçiş" pozisyonunda kabul edilebilir ekleme kaybı elde etmenin püf noktası, zayıflatıcının 50-0 koaksiyel gibi mümkün olduğunca görünmesini sağlamaktır. Dikdörtgen boru ve ¼ x 0.032 inç pirinç şeridin resme girdiği yer burasıdır (bkz. Şekil 25.85); 50-0 şerit çizgisi oluştururlar. (Stripline hakkında bilgi için İletim Hatları bölümüne bakın.)

Dikdörtgen boru parçalarını yaklaşık 4 inç uzunluğunda kesin ve her bir slayt anahtarı arasındaki ön panele ter lehimleyin. Daha sonra, anahtardan anahtara rahatça ulaşmak için yeterince uzun '% -inch şerit uzunluklarını kesin, sonra bir parça daha kesin. Matkap -inch delikler ¼ -inch şeritler biri hariç tüm her iki ucunun yakınında. Kurutulmamış parça geçici bir ara parça olarak kullanılır, bu nedenle düz ve deburred olduğundan emin olun .

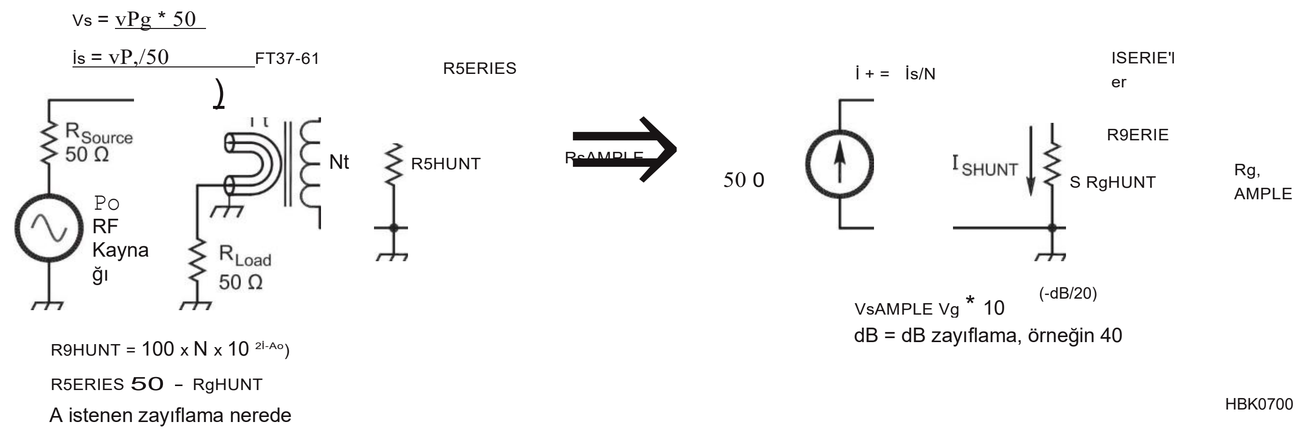
Geçici aralayıcıyı ilk iki anahtar arasındaki dikdörtgen borunun üzerine yerleştirin, ardından delinmiş ¼ -inch parçalarından birini üzerine bırakın, orta anahtar '-inch deliklerinden g Lehimlemeden önce,

¼ inçlik şerit ile anahtar sargıları arasında yeterli boşluk olduğundan emin olmak için şerit; Gerekirse gelenleri düzeltin. Şeridi düz tutmak ve pabuçları şeride lehimlemek için bir tornavida bıçağı kullanın. Geçici aralayıcıyı çıkarın. Tüm anahtar bölümleri için bu işlemi tekrarlayın. Bu, zayıflatıcının uzunluğunu çalıştıran 50-0 şerit çizgisi oluşturur .

Daha sonra, her bölümün üç %1 -tolerans direncini yerleştirin ve uçları mümkün olduğunca kısa tutun. Kurşunu daha az endüktif hale getirmek için zemin uçlarında cömert bir lehim bloğu kullanın. Sinyallerin daha yüksek frekanslarda bölümler etrafında çiftleşmemesini sağlamak için her 10-dB bölüm arasında '% -inch-kare pirinç kalkan .

Şekil 0'te gösterildiği gibi, BNC konektörlerinden striplin'in her bir ucundaki anahtar kontaklarına 0,033 besleme hatları oluşturmak için 50-9 inç aralıklı paralel '4 inç 25,86 .005-inchthick pirinç şeritleri kullanın. (Uygun satır aralığını sağlamak için 0,032 inç kalınlığında pirinçten yapılmamış parçayı kullanın.) Tüm anahtarların ve kalkanların bulunduğu zayıflatıcı, **Şekil 25.87'de son mekanik montaj için hazır olarak gösterilmiştir .**

Son olarak, kalan muhafaza tarafını yerine kesi lehimleyin,



Şekil 25.89 - RF örnekleyici devre diyagramı ve eşdeğer devre gösteren hesaplamalar.

Ve arka (veya alt) paneli tutmak için kasanın iç duvarlarına lehim pirinç # 4-40 fındık. Arka paneli delin ve takın ve çizilmeyi veya kimseyi veya herhangi bir şeyi kesmeyi önlemek için keskin gelenleri yuvarlayın. Yapışan ayakları ve etiketleri ekleyin ve **Şekil 25.88 adım zayıflatıcı** kullanıma hazırdır.

Ünitenin ¼ - W dirençlerle inşa edildiğini unutmayın, bu nedenle çok fazla güç harcayamaz. Zayıflamanın doğru olması için, zayıflatıcıya girişin 50-02 kaynağı olması ve çıkışın 50-02 yükte sonlandırılması gerektiğini de unutmayın .

25.9.10 Yüksek Güçlü RF Örnekleyiciler

Eğer biri bir vericinin veya yüksek güçlü amplifikatörün özelliklerini ölçmek isterse, cihazın gücünü 10 veya 20 dBm'ye düşürmenin bazı yolları kullanılmalıdır. - Bunu yapmanın en kolay yolu, yüksek gücü kullanabilen 30 veya 40 dB zayıflatıcı kullanmaktır. 30 dB zayıflatıcı, 100 W vericiyi 20 dBm'ye düşürür. 40 dB zayıflatıcı, **1 kW amplifikatörünü** 20 dBm'ye düşürür. Daha fazla zayıflama gerekiyorsa, sinyal 20 dBm seviyesine indirildikten sonra basit bir hassas zayıflatıcı kullanılabilir.

Yüksek güçlü zayıflatıcılarla ilgili sorun, - zayıflatıcının ön ucunun vericinin veya amplifikatörün çıkış gücünü kullanması gerektiğinden, satın almanın veya inşa etmenin pahalı olmasıdır. Birinin zaten bir kukla yükü varsa, sinyalin bir kopyasını azaltılmış güç seviyesinde üretmek için bir RF örnekleyici kullanılabilir. Burada açıklanan örnekleyici ilk olarak Tom Thompson, W0IVJ tarafından Mayıs 2011 için QSTTechnical Correspondence'da sunuldu.

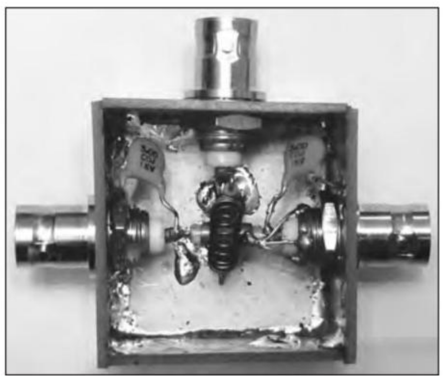
Bir transformatör örnekleyici, vericiden - veya amplifikatörden mankene tek bir iletken (genellikle ... el kablo parçasından yalıtılmış merkez iletken) geçirir.

Tek bir tum primer ile bir transformatör oluşturan bir toroidal indüktörden yükleyin. Transformatörün ikincil kısmı bir direnç ağına ve daha sonra **Şekil 25.89'da gösterildiği gibi test ekipmanına bağlanır.** Bir verici veya amplifikatör olsun, kaynağın 50-Q bir dirençle seri olarak saf bir voltaj kaynağı olduğunu varsayalım. Bu muhtemelen tam olarak böyle değildir, ancak analiz için yeterlidir.

Eğer bir akım, İ, kukla yüke akar, daha sonra bir akım, İ/N, transformatörün ikincil kısmında akar, burada N, ikincil üzerindeki dönüş sayısıdır. Şekil 25.89 da trafo için bir akım kaynağı yerine eşdeğer devre gösterir. Zayıflama 40 dB'dir ve transformatörün sekonder için 15 dönüştür. İf RsµUN1 15 9 ve RsERIE'ler 35 92, daha sonra 50-92 yük direnci, RsaMPLr boyunca voltaj, 40 dB zayıflama olan kukla yükü boyunca voltajın 1/100'üdür.

Bu direnç kombinasyonunu transformatörden geri yansıtmak, 50-9 kukla yük empedansı ile seri olarak 0.06 Q verir. Bu önemsiz bir değişimdir. Ayrıca, birincil konumdan ikincil konuma 100 © yansıtma RsµUNr ile paralel olarak 22.5 kQ değerini önemli ölçüde etkilemez. Test ekipmanı, örnekleyiciye geri bakan bir 50-0 yükü görür. İkincil sargının reaktansının 15 n'den düşük olduğu düşük frekanslarda bile, numune portuna geri bakan empedans 50 n'ye yakın kalır.

Burada açıklanan örnekleyiciler, yukarıda açıklandığı gibi iki direnç izleyen bir FT3 7-61 ferrit çekirdeği kullanır. Hat üzerinden SWR 200 MHz'e kadar iyidir, SWR örneklenmiş portu inceler ve yararlı bant genişliği 0,5 MHz'den yaklaşık 100 MHz'e kadar uzanır. HF vericinizin veya amplifikatörünüzün üçüncü harmoniğinin doğru bir şekilde gösterilmesiyle ilgileniyorsanız, bu önemlidir



Şekil 25.90 - Kutu konstrüksiyonu kullanan RF örnekleyici.

Örnekleyicinin VHF aralığına doğru zayıflama vermesi için.

Şekil 25.90, tek taraflı devre kartı malzemesinden yapılmış 1.3 x 1.3 x 1 inç (iç boyutlar) kutuya yerleştirilmiş bir örnekleyicinin fotoğrafını göstermektedir. Çapraz hat bağlantısı, kısa bir parça ofUT-141 yarı sert koaksiyel ile yapılır ve kalkan, toroid ile koaksın merkez iletkeni arasında elektrostatik koruma sağlamak için sadece bir tarafa topraklanır. (Kalkanın her iki ucunu da topraklamayın veya kısa bir tum oluşturulur.) RsHUNT, toroidin altına gizlenir ve RsERIE'ler örnek portuna bağlı olarak gösterilir. Bu yapım tekniği, daha yüksek frekanslarda SWR'yi etkileyen, geçiş hattındaki 200-02 iletim hattının kısa bir parçası gibi görünüyor. Bu, fotoğrafta gösterildiği gibi, çıktı hattı girişine ve çıkış konektörlerine bağlı iki 3 pF kapasitörle telafi edilerek düzeltilebilir. Hat boyunca SWR, kapasitörler eklenerek 1.43: 1'den 180 MHz'de 1.09: 1'e düşürüldü. Bununla birlikte, bu dengeleme, zayıflatmanın, hat bağlantısının yönüne bağlı olarak yüksek frekanslarda farklılık göstermesine neden olur. Örnekleyici

Kutu tekniği kullanılarak oluşturulan **1 MHz'den** 30 MHz'e kadar kullanılabilir.

Şekil 25.91 kullanarak farklı bir yaklaşım gösterir? "inç çapı, 0.014 inç duvar kalınlığı, hobi pirinç boru. Bu, geçiş hattının empedansını düşürür, böylece tazminat gerekmez. Tüp örnekleyici için geçiş hattı SWR'si 180 MHz'de 1.08: 1'dir, bu da kutu örnekleyici kadar iyidir ve geçiş hattı yönüne duyarlılık azalır. Yüksek frekanslı zayıflama kutu örnekleyici kadar iyi olmasa da, yapım tekniği daha tutarlı bir sonuç sağlar. Tüp tekniği kullanılarak yapılan bir örnekleyici 200 MHz ile kullanılabilir olmalıdır .

TÜP ÖRNEKLEYICININ YAPIMI

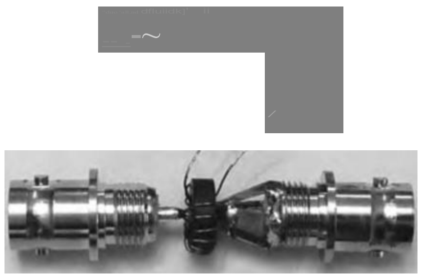
Her iki örnekleyici de FT37-61 bir çekirdek üzerinde 15 tur # 28 AWG tel kullanıyor ve bu da UT-141 yarı sert koaksiyelin üzerine oturuyor. RsnuNrisa 15 0, 2 W, endüktif olmayan metal oksit direnci ve RsERIE'ler 34.8 9, 4 W, %1 endüktif olmayan metal film direncidir. Dirençlerin güç dağılımı ve ferrit çekirdeğin akı taşıma kabiliyeti, bir 1500-W kaynağının örneklenmesi için yeterlidir. BNC konektörlerini yüksek güçte kullanmaktan rahatsız olanlar için, SO-239 **l çekirdek** ve daha büyük çaplı boru kullanılarak anFT50A-6 bir versiyon yapılabilir. İnşaat detayları indirilebilir ek içeriğe dahil edilmiştir .

Devre Hizalaması için 25.9.11 RF Osilatörler

Alıcı testi ve hizalama, eksiksiz birimler olarak ve kit formunda mevcut olan ucuz RF sinyal jeneratörlerinden yararlanabilir. Alıcının aşırı yüklenmesini önleyecek kadar zayıf olan herhangi bir sinyal kaynağı genellikle hizalama çalışması ve sorun giderme için kullanılır.

Bir kristal osilatör genellikle amplifikatör testi ve alıcı onarımı veya hizalaması için tatmin edici bir sinyal kaynağıdır. **Osilatörler ve Sentezleyiciler** bölümünde birkaç örnek devre bulunabilir. Kristal osilatörlerin çıkış frekansları, ayarlanabilir olmasa da, oldukça hassas ve çok kararlıdır. Elecraft **XG2 (www.elecraft.com) ve** NorCal **S9 (www.norcalqrp.org),** basit bir sabit frekanslı sinyal kaynağı kitlerinin iyi örnekleridir. Çıkış sinyallerinin harmonikleri bilinen frekanslardadır ve düşük seviyeli sinyal kaynakları olarak da kullanılabilir. Temel sinyaller, S metre ve diğer kazanç aşamalarını kalibre etmek için bilinen çıkış genliklerine sahiptir.

Değişken frekanslı osilatörler sinyal üreteçleri olarak kullanılabilir ve doğrudan dijital sentez (DDS) entegre devresine dayanan birkaç kit veya monte edilmiş ünite mevcuttur. (DSP **ve Yazılım Radyo Tasarımı** bölümüne bakın.) Bu ElecraftXG3 programlanabilir





-107 ve 0 dBm arasında dört programlanabilir çıkış seviyesi ile 1.5 ila 200 MHz arasında çalışan sinyal kaynağı.

Alıcı performans testi için, hassas frekans kontrolü, sinyal saflığı, gürültü ve düşük seviyeli sinyal kaçağı çok önemli hale gelir. Bu ölçümleri yapmak için laboratuvar kalitesinde bir cihaz gereklidir. HP608- serisi gibi ticari ve askeri ihtiyaç fazlası birimler büyük ve istikrarlıdır ve ucuz olabilirler. Son zamanlarda, sinyal jeneratörlerinin HP8640-series çok cazip fiyatlarla yaygın olarak kullanılmaktadır. Kullanılmış veya ucuz bir sinyal jeneratörü satın alırken, bu nitelikleri arayın: çıkış seviyesi kalibre edilir, dokunulduğunda çıkış çok kötü "çalmaz've ısındığında çok kötü kaymaz.

Sinyal Jeneratörleri için 25.9.12 Hibrit Birleştiriciler

Birçok alıcı performans ölçümü, bir alıcıya aynı anda iki sinyal jeneratörünün bağlanmasını gerektirir. Bu, tum'da, iki sinyal jeneratörünü izole eden bir birleştirici gerektirir (bir jeneratörün diğeri tarafından modüle edilmiş frekans veya faz olmasını önlemek için). Ticari olarak üretilen hibrid birleştiriciler Mini-Circuits Labs'dan (**www. minicircuits.com) temin edilebilir.**

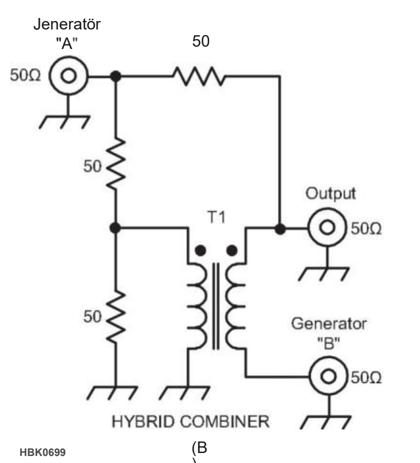
Alternatif olarak, bir hibrid birleştirici inşa etmek zor değildir. Burada açıklanan birleştiriciler (bkz **Şekil 25.92),** portlar arasında 40 ila 50 dB izolasyon sağlar.



Şekil 25.91- Tüp konstrüksiyonu kullanan RF örnekleyici.



(A
)



(B
)

**Şekil 25.92 - A'nın solundaki hibrit birleştirici 1'i kapsayacak şekilde tasarlanmıştır
50-MHz aralığına; Sağdaki 50-500 MHz. B, hibrid birleştiricinin devre şemasını gösterir. Transformatör
T1, # 30 AWG emaye telin 10 bifilar dönüşüyle sarılır. 1 ila 50-MHz model için T1, FT-23-77 bir ferrit çekirdektir. 50 ila 500-MHz model için, FT-23-67 bir ferrit çekirdeği kullanın. Bu birimleri oluştururken tüm potansiyel müşterileri mümkün olduğunca kısa tutun.**

Ortak bağlantı noktası 50 ohm yükte sonlandırılır. İstenen sinyal yollarındaki zayıflama (her giriş çıkış) 6 dB'dir. Alıcı girişlerine özgü düşük dönüş kaybı olan yükler izolasyonu azaltacaktır.

Birleştiriciler, Şekil 25.92A'de gösterildiği gibi çift taraflı devre kartı malzemesinden yapılmış küçük kutularda inşa edilmiştir. Her parça, dikişin tüm uzunluğu boyunca bir sonrakine lehimlenir. Bu iyi bir RF-sıkı muhafaza yapar. Gösterilen ünitelerde BNC koaksiyel bağlantı parçaları kullanılır. Bununla birlikte, her türlü koaksiyel konektör kullanılabilir. Kurşunlar mümkün olduğunca kısa tutulmalı ve hassas noninduktif dirençler (veya önemsiz kutudan eşleşen birimler) kullanılmalıdır. Birleştiriciler için devre diyagramı Şekil'de gösterilmiştir 25.92B

Birleştirici ayrıca, Eylül 1997'den itibaren "Bir Geri Dönüş Kaybı Köprüsü Oluştur N6JF Jim Ford'un QST makalesinde açıklandığı gibi bir dönüş kaybı köprüsü olarak inşa edilebilir ve kullanılabilir ve indirilebilir ek içeriğe dahil edilebilir. İade kaybı RF **Teknikleri bölümünde**

25.9.13 Gate-Dip Osilatör (GDO)

Proje, Mayıs 2003 QST makalesinden uyarlanmıştır, "Bir Modem GDO -" Kapı "Dip Osilatör" Alan Bloom, NİAL tarafından. GDO, bobinin kasanın dışına monte edildiği ayarlanabilir bir osilatördür. Harici bobin, ayarlanmış bir devrenin rezonans frekansını herhangi bir elektrik - bağlantısı olmadan ölçmenizi sağlar. Sadece GDO yerleştirin

Ayarlanmış devrenin yakınında bobin ve metre okumasında bir dalış izlerken GDO'yu ayarlayın.

Bu "bağlantı yok" ölçüm yeteneği diğer uygulamalarda kullanışlıdır. Örneğin, bir - Yagi'nin besleme hattı bağlantısı olmayan parazitik elemanlarının rezonans frekansını ölçebilir veya anten tuzaklarının rezonans frekansını ölçebilirsiniz. GDO sahte rezonansları "koklayabilir"



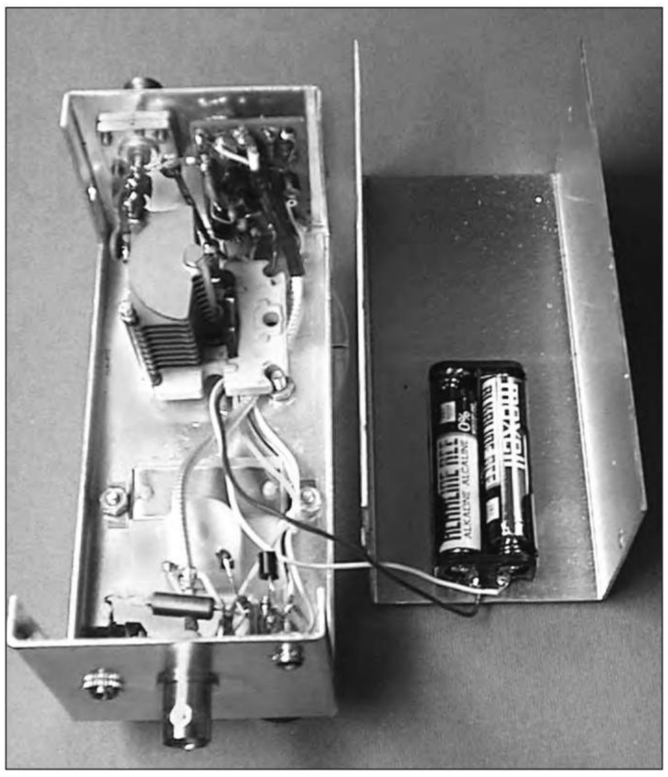
Şekil 25.93 - "Kapı kepçesi" elinize rahatça sığar.

Lineer bir amplifikatörün tank devresinde amplifikatör kapatılmış. (Yüksek voltaj olmadığından emin olun!)

GDO'nun çalışma tezgahında başka kullanımları vardır. İndüktansı ölçmek için, bilinmeyen indüktöre paralel olarak bilinen değerli bir kapasitörü geçici olarak bağlayın ve devrenin rezonant frekansını bulun. - İndüktörün değerini bulmak için Elektrik Temelleri bölümündeki L = 1/(2rf)? C formülünü veya reaktans vs frekans grafiğini kullanın. (İf C, µF ve fin MHz cinsinden ölçülür, sonuçta elde edilen değer µH'dir.) Aynı işlem, C = 1/(27f)? L formülünü kullanarak, bir hamfest'teki işaretsiz bir hava değişkenli kondansatörün değeri gibi bir kapasitörün değerini bulmak için çalışır.

Bir GDO, amplifikatörleri, mikserleri ve filtreleri test etmek için basit bir sinyal jeneratörü olarak kullanılabilir. Bir alıcıda sorun gidermek için, GDO'yu son İF aşamasından başlayarak her bir İF frekansına ayarlayın ve bobini devrenin bu kısmına yakın tutun. Eğer alıcının çıkışında bir sinyal duyabiliyorsanız, o zaman bu İF aşaması ve çalıştıktan sonra tüm devreler. Bu, özellikle araştırılması zor olan yoğun paketlenmiş, yüzey yüzeyli panolarda kullanışlıdır.

Osilatör kapalıyken GDO, *absorpsiyon frekans ölçer* veya *dalga ölçer olarak bilinen ayarlı bir RF dedektörü olarak işlev görür.* Açık bir kullanım, ayarlanmış bir devredeki RF enerjisinin doğru frekansa sahip olup olmadığını belirlemektir. Kapasite probunu bir anten olarak kullanarak, frekans seçici alan mukavemet ölçer olarak kullanılabilir. Bobini bir kablonun yakınında tutarak, bir kalkanın dışına akan RF akımını tespit



Şekil 25.94 - GDO'nun kapağı kapalı fotoğrafı. Ayar kondansatörü, bobin konektörüne mümkün olan en kısa bağlantı için yönlendirildi. Prototip iki pille üretildi, ancak üçü daha iyi çalışmayla sonuçlandı.



Şekil **25.95** - Bu, bobinlerin ısı küçültme borusu veya bandı ile kaplamadan önce nasıl göründüğüdür. İnşaat sırasında dönüşleri yerinde tutmak için küçük elektrik bandı parçaları kullanılır.

Temel ve harmonik frekanslarda korumalı bir vericiden RF sızıntısını tespit etmek için "sniffer".

Tuş tıklamaları, uğultu veya vızıltı ve - iletilen bir sinyaldeki düşük frekanslı parazitik salınımları dinlemek için bir kulaklık çıkışı sağlanır. Bobini bir antene bağlayarak, GDO'yu ayarlanabilir bir "kristal radyo'olarak bile kullanabilirsiniz!

CIRCUIT DESIGN

Şekil 25.93 tamamlanmış GDO'yu göstermektedir.

Şekil 25.94, kasanın içindeki bir görünümdür ve **Şekil 25.95,** tüm bobin setini resmeder. Şematik ve parça listesi **Şekil 25.96'da gösterilmiştir. Bir** çift kaynağa bağlı - Nchannel JFET (Ql ve Q2), devrenin osilatör kısmını oluşturur. RF boğucu yok gerekli. Bu, boğumların kendi kendine rezonansından kaynaklanan yanlış rezonansları ortadan kaldırır.

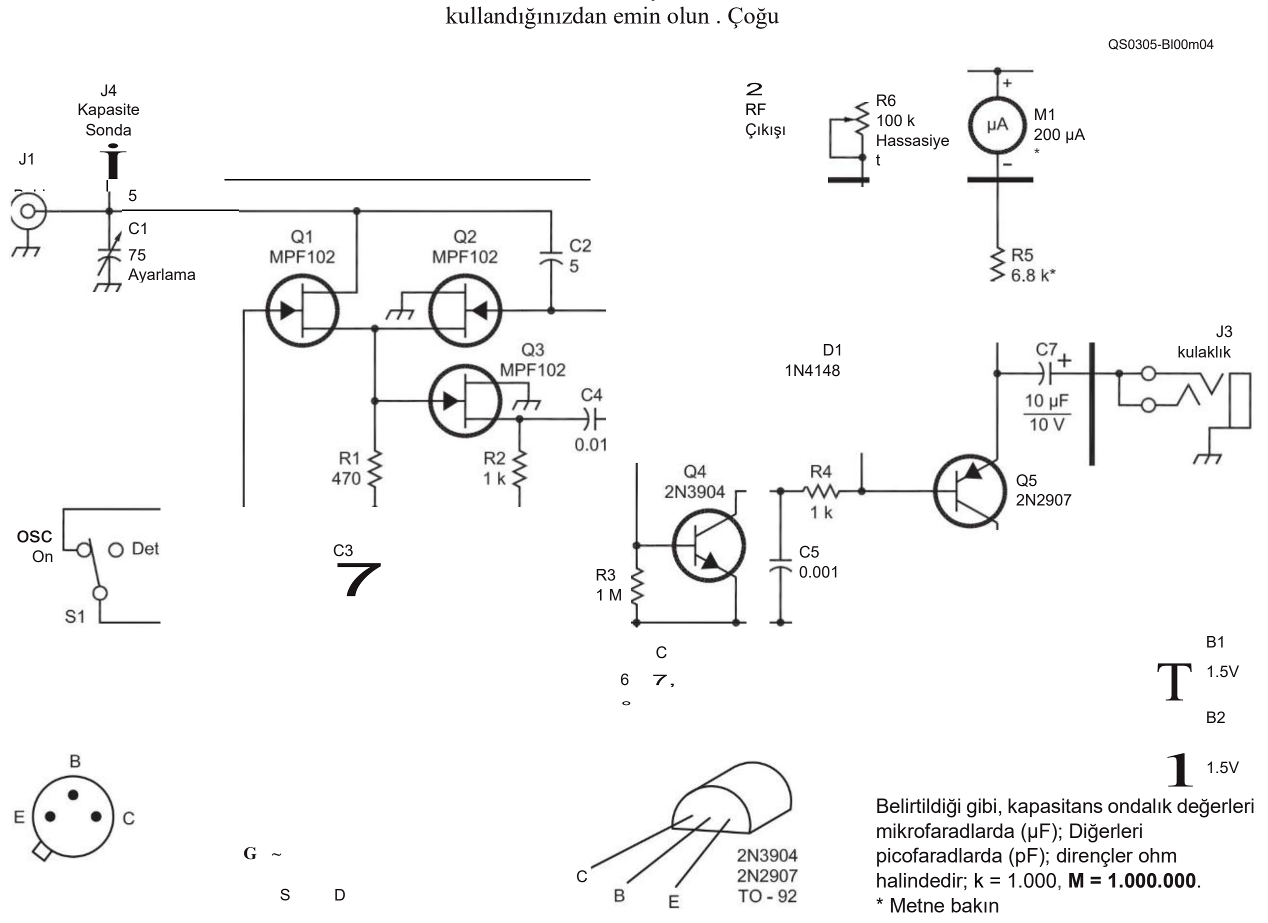
İki kutuplu bir 2N3904 transistörü olan Q4, ikili bir amaca hizmet eder. İts baz-yayıcı bağlantısı RF dedektörü gibi davranır. Ayrıca, tabanda akan düzeltilmiş akımı güçlendirir ve bir 2N2907 olan yayıcı takipçisi Q5'e gönderir. Transistör Q3, çıkış RF konektörü için bir JFET kaynak takipçisi amplifikatörüdür. RF çıkışı, bir sinyal kaynağı olarak veya daha doğru frekans gösterimi için bir frekans sayacını çalıştırmak için kullanılabilir.

R5 = (1.5/I,) -R formülünü kullanarakRS değerini belirleyin ". Burada "tam ölçekli metre akımı ve R'dir, metre direncidir. Sayacınızın direncini ölçmek için, GDO sayacının tam ölçekli akımından daha fazlasını kullanmayan bir ohmmetre kullandığınızdan emin olun . Çoğu Modem DVM'ler, direnci ölçmek için 50-200 µA aralığındaki test akımlarını kullanır. Parça listesindeki RS değeri, yazar tarafından kullanılan 200 µA tam ölçekli bir metre içindir. 50 ila 500 µA tam ölçekli metre uygundur .

Detektör modunda, osilatöre ve RF tamponuna giden güç devre dışı bırakılır. Q4, bobin tarafından toplanan sinyalleri algılar ve yükseltir. Metre hassasiyet kontrolü hem osilatör hem de dalga ölçer modunda çalışır ve ayrıca kulaklıkların sesini kontrol eder. Pil akımı, osilatör açıkken 3-5 mA ve sinyal alınmadığında dalga ölçer modunda sıfırdır.

CONSTRUCTION

Parça listesinde olanlar için eldeki parçaları değiştirmekten çekinmeyin. İstisnalar şunlardır



Şekil 25.96 - GDO'nun şematik diyagramı.

B1, B2, B3 -1.5V AA veya AAA hücresi .
C1 75 pF veya 365 pF değişkeni .
C2, C8 - 5 pF disk kapasitör.
C3, C6 - 0.1 µF kapasitör.
C4 - 0.01 µF kapasitör.
CS - 0.001 µF kapasitör.
C7 -10 µF, 10 V kapasitör.
D1 - 1N4148 diyot.
J1, J2 - BNC dişi şasi montaj konnektörü.
J3 - 3,5 mm stereo telefon jakı .
J4 - Telefon ipucu jakı, telefon ipucu fişi. M1 - 0-200µA, %1 inç kare panel metre, (metne bakın).
Q1, Q2, Q3 - MPF102 transistör, JFET. S4 - 2N3904 transistör.
Q5 - 2N2907 Bir transistör .
R1 - 470 £2, % W direnç.
R2, R4 - 1 k9, 4W direnç.
R3 - 1 MO, {% W direnç.
RS - Metne bakın .
R6-100 k © 2 potansiyometre, doğrusal konik. S1 - SPST geçiş anahtarı .
Misc: # 18, # 22 ve # 26 gauge emaye tel; 10 BNC erkek kasa montaj konnektörü (bobinler için); Çift AA veya AAA pil tutucu; 2 ¼ x 2 ¼ x 5 inç kasa; Bobinler için 3 ft % inç PVC su borusu .

Q 1, Q2 ve Q4 transistörleri, belirtilen tipler veya eşdeğerleri olmalıdır.

2) % x 2 % x 5 inç kasa bir uzlaşmadır; Tüm parçaların kolayca sığmasına izin verecek kadar büyük ve ele rahatça sığacak kadar küçük. Bobin, hem ayar kapasitörüne en kısa bağlantıyı sağlamak hem de harici bir devreye daha kolay bobin bağlanmasını sağlamak için merkez dışı monte edilir.

Prototip, devrenin RF kısmı için delikli bir test panosu ve metre devresi için bir lehim terminal şeridi kullandı. Tercih ederseniz, basılı bir devre kartı deseni ve parça düzeni bu kitabın CDROM'unda mevcuttur ve devre kartları FAR Circuits'den **(www.farcircuits.net) temin edilebilir.** Pilin *pozitif* terminalinin, normal düzenlemeden geriye doğru olan zemine bağlı olduğunu unutmayın.

Bobin formları "% inç" esnek plastik su borusudur. İç çap aslında % inçten biraz daha azdır, bu da kasaya monteli BNC fişinin (daha yaygın olan kasaya monteli priz değil) % -inch dişlerine güzel bir kuvvet uygular. Düşük frekanslı bobin, ek güç için konektör montajında iki İ-inç çaplı alüminyum yıkayıcıya sahip bir hap şişesine sarılır.

Bobinleri oluşturmak için, teli her formun ortasından geçirerek ve BNC konektörünün orta pin bağlantısına lehimleyerek başlayın. Daha sonra formu konektör ipliklerine bastırın ve kabloyu sargı için yerinde tutmak için formun karşı ucunda küçük bir çentik kesin. Bobini sardıktan sonra, tel ucunu kesin ve kalaylayın, ardından konektöre monte edilen zemin pabucuna lehimleyin. Dönüşleri yerinde tutmak ve teli korumak için her bobini bir ısı küçültme borusu veya elektrik bandı tabakası ile örtün. Şeffaf boru, bobini görmenizi sağlar ve bobinin frekans aralığına sahip küçük bir etiket, büzülmeden önce borunun altına yerleştirilebilir. Şekil 25.95, ısı küçültme borusu eklenmeden önce bobinleri gösterir.

Sarma verileri **Tablo 25.6'da listelenmiştir.** Prototipi tam olarak kopyalamadığınız sürece, her bobinin frekans aralığı farklı olacaktır. Bununla birlikte, bu veriler kendi bobin tasarımlarınız için bir başlangıç noktası olarak kullanılabilir.

En yüksek frekanslı iki bobin için ağır tel, ev kablolama kablosundan çıplak bakır hurdadır. Diğer bobinler mine yalıtımlı mıknatıs teli ile sarılır. Kesin tel göstergesi, gerekli dönüş sayısını etkileyebilmesine rağmen kritik değildir.

En küçük üç bobin (29.5-150 MHz), listelenen uzunluklarda uzay yarasıydı. Kalan bobinleri yakın yara vardı. 0.9-1.5 ve 1.5-2.8 MHz bobinlerinde, tek bir katmana sığacak kadar çok dönüş vardır. Bu bobinleri üst üste binerek sarın, bir seferde birkaç dönüş yapın. Üst üste binen iki katmanı sarmak, sahte rezonanslara ve azaltılmış ayar aralığına neden olabilecek sarmallar arası kapasitansı arttırır.

En düşük frekanslı bobinin aralığı, bir veya iki 53 pF kapasitörün klips uçları kullanılarak takıldığı bir BNC "T" konektörü aracılığıyla GDO'ya bağlanarak genişletilebilir (bkz. Tablo 25,6). Ekstra kapasitans eklemek, kristaller gibi dar bantlı cihazları ölçmek için ayarlama oranını yavaşlatmanın yararlı bir yoludur.

En küçük bobin ile GDO, kondansatör ayar aralığının sadece küçük bir kısmı üzerinde salınır. Neyse ki, bu aralık 2 metre amatör bandını kapsıyor. İkinci bobin ile, - salınım genliği daha düşük frekanslarda düşer, ancak prototipte yaklaşık 62 MHz'e kadar kullanılabilir. Bir düşük girişli ayar kapasitörü, VHF'deki performansı artıracaktır.

Küçük 75-pF ayar kapasitörü, sadece yaklaşık 2:1'lik bir ayarlama aralığına neden olur. Düşük oranın avantajı, ayarlamanın çok kritik olmaması ve frekans kadranının okunmasının daha kolay olmasıdır. Dezavantajı, genel frekans aralığını kaplamak için daha fazla bobin gerektirmesidir. Bir 365-pF AM yayın radyo ayar kondansatörünün değiştirilmesi, ayar aralığını yaklaşık 3:1'e çıkaracak ve bunun sonucunda ayar keskinleştirilecektir.

Şekil 25.97'deki ayar kadranı, bir topuza yapıştırılmış '% -inch şeffaf plastik dairesel bir parçadan yapılmıştır. Çapın kasa genişliğinden biraz daha büyük yapılması, - başparmağın ayarını Şekil 25.93'te olduğu gibi ayarlayarak tek elle işlem yapılmasını sağlar. Ölçek , Kadranın altındaki kasaya yapıştırılmış, bir bilgisayar grafik programı kullanılarak çizilmiş, ancak frekansı ölçmek ve ölçekleri oluşturmak çok zaman alıcıydı. Daha iyi bir çözüm, RF çıkışını kullanarak GDO ile küçük bir frekans sayacı eklemek olacaktır. 4- veya 5 haneli doğruluk yeterlidir.

OPERATYON

Ayarlanmış bir devrenin rezonans frekansını ölçmek için, osilatör moduna geçin ve metre hassasiyetini yaklaşık ¾ ölçeğe ayarlayın. Ardından, GDO bobinini - test altındaki bobine yakın ve yaklaşık olarak paralel olarak yönlendirin ve sayaç üzerinde güçlü bir daldırma elde edene kadar kadranı ayarlayın. Yavaşça ayarla yoksa sosu kaçırabilirsin. Test altındaki devreye aşırı yakın bağlanma, osilatörün frekans dışına çekileceği kadar güçlü bir düşüşe neden olur. Bir daldırma tespit edildikten sonra, GDO bobinini test edilen devreden uzağa, daldırma zar zor görülene kadar hareket ettirin - bu en doğru ölçümle sonuçlanır .

Toroidlere veya korumalı bobinlere bağlanma zor olabilir. Bir çözüm, kapasitans probundan bir kabloyu test edilecek devrenin "sıcak" ucuna bağlamaktır. Daha gevşek bağlantı için, kabloyu devreye bağlamak yerine test edilen devreye yakın yerleştirin. Test kondansatörlü bir toroidin endüktansını ölçerken, kondansatör uçları genellikle GDO bobinine bağlanmaya izin vermek için yeterli bir döngü oluşturur. Bazı yazarlar GDO'nun toroid üzerinden bir tum döngüsüne bağlanmasını önerir, ancak bu toroid sargının indüktansını değiştirerek kısa bir ikincil sargı oluşturur.

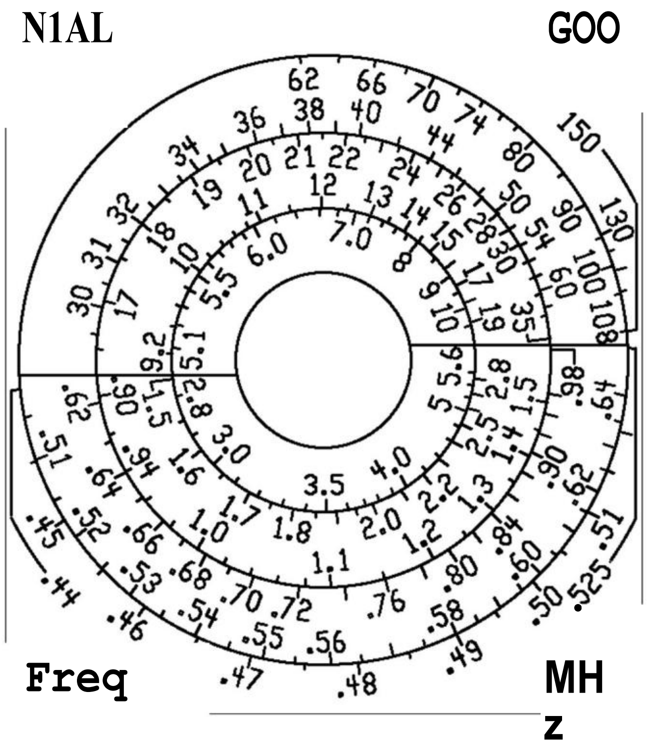
Anten ölçümleri en iyi şekilde anten iletkeninin yüksek akım noktasında yapılır. Yarım dalga dipol için bu merkeze yakındır. Maksimum bağlantı için bobini iletkene dik olarak yönlendirin. Ölçüm yapmadan önce antenin besleme noktasını kısalttığınızdan emin olun. Eğer dip bulamıyorsanız, GDO bobinine daha iyi bağlanmak için kısa devre telini bir İ-tum döngüsüne dönüştürün. Ayrıca rezonansı da görmelisiniz. Tek harmonik frekansların yanı sıra temel.

Bir transın elektriksel uzunluğunu ölçmek için

Tablo 25.6
GDO için Bobin Sargı Verileri

Tel ölçer	*Form Çapı (içinde.)*	*Form Uzunluğu (içinde.)*	*Bobin Uzunluğu (içinde.)*	*Dönüş Sayısı* 2	*Frekans Aralığı*
#12	0.375			3	*130-150 MHz*
#14	0.5		0.125	5	*62-108 MHz*
#18	0.5	1.5	.5	10.5	*29.5-62 MHz*
#18	0.5	2.0	0.4	21	*16.5-35 MHz*
#22	0.5	2.5	0.5	46	*9.2-19 MHz*
#26	0.5	2.5	0.6	100	*5.1-10.5 MHz*
#30	0.5	2.5	1.0	180	*2.8-5.6 MHz*
#30	0.5	2.5	1.5	390	*1.5-2.8 MHz*
#30	0.5	2.5	1.6	230	*0.9-1.5 MHz*
#30	1.25	3.9	3.3	(+ 53 pF)	*620-980 kHz*
		3.9	3.4	(+	*505-640 kHz*
				106pF)	*440-525 kHz*

Bu örnekler, güç ölçerin iki giriş kanalına kablo sentviaRG-58. Bu proje yönlü kuplör ve güç ölçer içerir. Makalenin tamamında yeterli ayrıntı sağlanmıştır, böylece bir amatör cihazı çoğaltabilir veya tasarımı değiştirebilir.



Şekil 25.97 - Prototip GDO için kadran ölçeği. Bu projenin inşaatçıları, bitmiş cihaz için özel bir kadran oluşturmayı ve kalibre etmeyi veya metinde belirtildiği gibi bir frekans sayacı kullanmayı beklemelidir.

Görev hattı, GDO'yu küçük bir tel döngüsüne bağlayın; Hattın bir ucuna bağlayın ve diğer ucunu bağlantısız bırakın. (En iyi doğruluk için yeterli bağlantı sağlayan en küçük döngüyü kullanın.) Çizgi, en düşük rezonans frekansında % dalga boyu uzunluğundadır, bu nedenle metre cinsinden elektriksel uzunluk 75/f'dir, burada f, MHz'deki rezonans frekansıdır. Yine, garip armoniklerde de rezonans göreceksiniz.

RF çıkış konektöründeki voltaj seviyesi - bobinden bobine değişir, ancak tipik olarak yaklaşık 250 m V RMS'yi açık bir devreye ve 50 mVpMs'yi 50-9 yüke dönüştürür. Bu, tipik bir frekans sayacı için veya sorun giderme için bir test sinyali olarak hizmet etmek için yeterlidir.

GDO'nun ek kullanımları, indirilebilir ek içerikle birlikte aşağıdaki makalelerde sunulmaktadır: Jan 197 4 QST'de "Daldırma Sanatı", Şubat 1981 QST'de "Büyük Kepçe Çok Yönlülüğü için Eklentiler've Mayıs 2002 *QST'de" Dip Ölçer ile Ne Yapabilirsiniz? ".*

25.9.14 RF Güç Ölçer

Aşağıdaki bölümde Bill Kaune tarafından Ocak 2011 QSTarticle bir bakış, W7IEQ, "Bir Modem Yönlü Güç/SWR Metre", Firmware ve baskılı devre kartı sanat dahil olmak üzere tüm makale indirilebilir ek içerik ile kullanılabilir.

Bu ünitenin birincil kullanımı, bir alıcı-vericinin çıkış gücünü ve ayarını izlemektir. Yazarın istasyon konfigürasyonu **Şekil 25.98'de gösterilmiştir.** Verici tarafından üretilen RF gücü, RG-8 koaksiyel kablo ile yönlü bir kuplörden antene RG-8 ile bağlanan bir anten tunerine yönlendirilir. Yönlü kuplör, vericiden tunere (ileri güç) akan RF gücünü ve tunerden vericiye (yansıyan güç) geri yansıyan RF gücünü örnekleyen devreler içerir.

DIRECTİONAL KUPLÖR

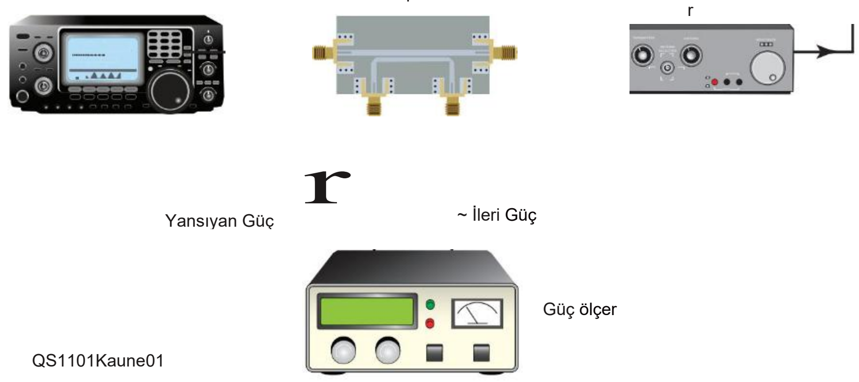
Yönlü kuplör, John Grebenkemper tarafından "The Tandem Match'de açıklanan, *QST'nin Ocak 1987 sayısında KI6WX ve* ayrıca indirilebilir ek içeriğe dahil edilen birime dayanmaktadır. 31 turlu bir çift toroid 0f # 26 Bir WG mıknatıs teli uzunlukları üzerinde ofFT-82-67 ofRG-8 **Şekil 25.99'da gösterilen yönlü kuplörün temelini oluşturur .**

İleri ve yansıyan güç örnekleri birleştiğinde 1/N? Faktörü azalır, burada N = 31 her bir toroid üzerindeki tel dönüş sayısıdır. Böylece ileri ve yansıyan güç örnekleri yaklaşık 30 dB azaltılır. Örneğin, bir alıcı-verici 100 W'lık bir gücü saf 50 n yüke iletiyorsa, yönlü kuplörden gelen ileri güç örneği yaklaşık 0.1 W (20 dBm) olacaktır.

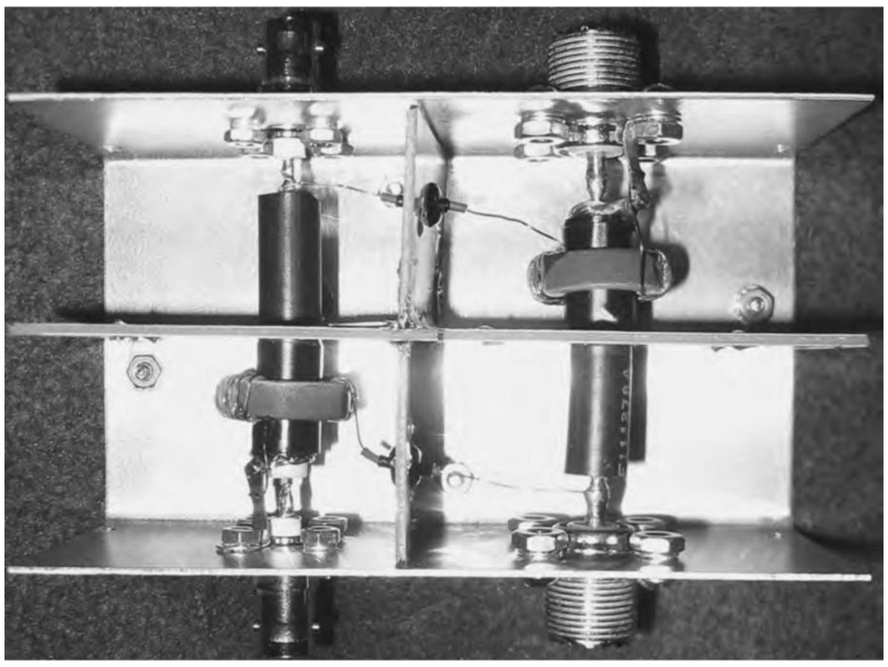
Yönlü bir kuplörün yönlülüğü, kuplör 50'de sonlandırıldığında, yansıyan güç numunesine bölünen ileri güç numunesinin oranı olarak tanımlanır. Bu kuplörde, ucuz bir ağ analizörü kullanılarak ölçülen yönlülük, 3.5 MHz'de en az 35 dB ve 30 MHz'de 28 dB'dir.

GÜÇ/SWR METRE - CIRCUIT DESCRIPTİON

Şekil 25.100, güç ölçerin ön panel görünümünü göstermektedir. Bir LCD ölçülen tepe (PEP) ve ortalama (AEP) zarf - güçleri yanı sıra duran dalga oranı (SWR) görüntüler. Güç ölçer, alıcı-vericiden yüklemeye giden tepe ve ortalama zarf gücünü (ileri güç) veya tepe ve ortalama enerjiyi hesaplar.



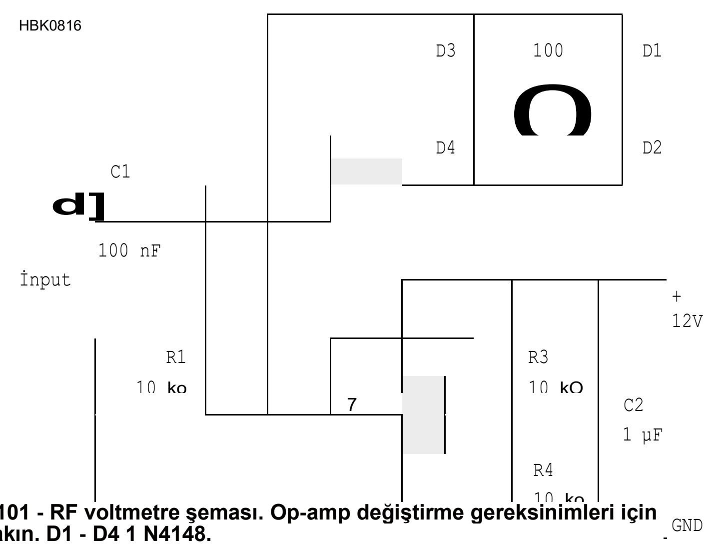
Şekil 25.98 -W7IEQ istasyonu kurulumu, burada açıklanan güç ölçer dahil.



Şekil 25.99 - Tamamlanmış yönlü kuplör.



Şekil 25.100 - Güç ölçerin ön paneli. LCD, en yüksek zarf gücünü (PEP), ortalama zarf gücünü (AEP) ve SWR'yi gösterir. İki düğme LCD'nin kontrastını ve arka aydınlatmasını kontrol eder. Bir geçiş anahtarı, ileri veya yük güçlerinin görüntülenip görüntülenmeyeceğini belirler. İkinci bir anahtar, AEP hesaplaması için ortalama süreyi ayarlar. Ölçüm cihazı SWR görüntüler ve ayarlama amacıyla kullanılır.



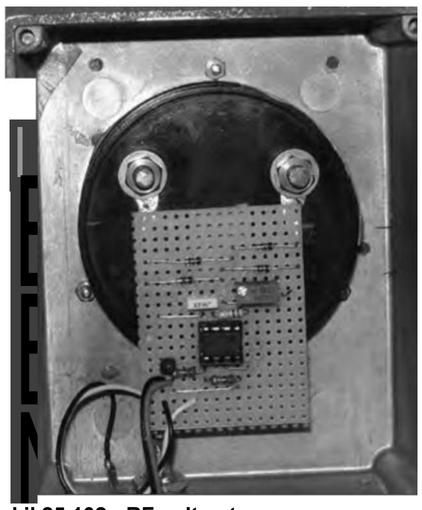
Şekil 25.101 - RF voltmetre şeması. Op-amp değiştirme gereksinimleri için metne bakın. D1 - D4 1 N4148.

Lope güçleri aslında yüke teslim edilir (ileri güç eksi yansıyan güç). Ortalama zarf gücü (AEP), 1,6 veya 4,8 saniyelik ortalama bir süre boyunca ileri veya yük güçlerinin ortalamasını temsil eder.

Ön paneldeki 1 mA hareketli analog metre anten ayarlamayı kolaylaştırır. Bu sayaç sürekli olarak SWR'nin hat üzerindeki duran dalga oranı olduğu 1- 1/SWR miktarını gösterir. Böylece, 1.0'lık bir SWR, metrenin bir metre okumasına karşılık gelir - metrenin sapması yoktur. 2 SWR, sayacın %50 sapmasına neden olurken, 5 SWR, sayacın %80 sapmasını sağlar.

Yönlü kuplörden ileri ve yansıyan güç örnekleri, logaritmik dedektörler AD8307 bir çift Analog Cihaza uygulanır. Harici 20 dB zayıflatıcılar (MiniCircuits HAT-20), yönlü kuplörden gelen sinyalleri AD8307 uyumlu seviyelere düşürür. Daha önce de belirtildiği gibi, yönlü kuplörün yaklaşık 30 dB'lik bir iç zayıflaması vardır, bu nedenle her kanaldaki toplam zayıflama yaklaşık 50 dB'dir. Böylece, bir güç seviyesinde çalışan bir teçhizat kW (60dBm) willresultinan yaklaşık 10 dBm'lik ileri güç kanalına giriş yapar. (Şematik diyagram ve güç sayacının parça listesi indirilebilir ek içerikle birlikte verilmiştir.) Dedektörler, çıkışlarının zaman sabitinin RF sinyalinin modülasyon zarfını takip edeceği şekilde yapılandırılmıştır .

LF398 sample-and-hold İC'ler, voltajları ileri ve yansıyan güç logaritmik dedektörlerinden stabilize eder. Bu şekilde, her iki voltaj da aynı anda örneklenebilir ve daha sonra analog-dijital dönüşüm ve PIC16F876A mikroişlemci **(www.microchip.com) tarafından güç ve SWR'nin hesaplanması için tutulabilir. İşlemci** ayrıca darbe genişliği modülasyonlu (PWM)



Şekil 25.102 - RF voltmetre yapısı. Kısa yol tutun. Noktasal yapı - kullanılabilir
Mekanik basitlik için doğrudan sayaca monte edilir.

Düşük Frekanslı VNA Adaptörü

İndirilebilir ek içerik *QEX* makalesini içerir "A Vektör Ağ Analizörünüz (VNA) için Düşük Frekans Adaptörü "Jacques Audet, VE2AZX. Bu makale, inşaat dosyalarına ve diğer bilgilere bağlantılar içeren tam bir açıklama içerir.



Çıkış, ön paneldeki analog SWR metreyi çalıştırmak için kullanılır.

25.9.15 RF Voltmetre

GM4THU yaşındaki Anthony Langton, birkaç MHz aracılığıyla osilatörlerden ve diğer düşük güçlü RF devrelerinden düşük RF voltajlarını ölçmek için bu basit RF voltmetreyi tasarladı. İt, test altındaki devrenin yüklenmesini önlemek için yaklaşık 10 k © giriş empedansına sahiptir, ancak başıboş kapasitans tarafından gereksiz yere etkilenecek kadar yüksek değildir .

Şekil 25.101 sayacın devresini göstermektedir.

Cl voltajı bloke eder ve Rl giriş empedansını ayarlar. NE5532 op-amp'ın üst kısmı hassas bir doğrultucudur. D l-D4 1N4148 olmalıdır. lowersectionoftheNE5532 Bir kaynak ayırıcıdır ve 741 veya eşdeğeri gibi düşük bant genişliğine sahip bir op-amp ile değiştirilebilir. Eğer ikame edilirse, üst op-amp en az 10 MHz'lik bir kazanç bant genişliği ürününe sahip olmalıdır.

R3, voltaj-akım dönüşüm oranını ayarlar. 100 µA tam ölçekli bir metre ile maksimum voltaj aralığı yaklaşık 1 V'dir. Pik, RMS veya peakto-peak voltaj okumaları için sayacı kalibre etmek için yeterli ayar aralığı vardır.

Şekil 25.102 metre devre yapısını göstermektedir. Uçlar kısa tutulmalı ve tüm devre noktasal kablolama olarak inşa edilebilir ve doğrudan analog metrenin arkasına monte edilebilir. Orijinal sayaç, giriş bağlantıları için bir BNC konektörü kullandı.

25.10 Referanslar

1. Ulusal Standartlar ve Teknoloji Enstitüsü, **www.nist.gov**

1. Hageman, Steve, "Bilgisayarınız için bir Veri Toplama Sistemi Oluşturun" (Teknik Notlar), *QEX,* Ocak/Şubat 2001, pp 52-57.

3. Prologix, düşük maliyetli GPİB-USB dönüştürücülerinden biridir. **www.prologix.biz**

3. Bryce, Mike, WB8VGE, "Evrensel Frekans Kalibratörü", *QST, Kasım* 2009, pp 35-37.

4. Bradley, Mark, K6TAF, "Bir Dip Ölçer ile Ne Yapabilirsiniz?" *QST,* Mayıs 2002, sayfa 65-68.

3. ^ Miller, Bob, KE6F, "Atomic Frequency Reference for Your Shack", *QEX,* Eylül/Ekim 2009, pp 35-44 .

4. ^ Nash, Bob, KF6CDO, "An Event per Unit Time Measurement System for Rubidium Frequency Standards", *QEX,* Kasım/Aralık 2010, pp 3-17 .

5. Jones, Bill, K8CU, "HP Z3801A GPS Frekans Standardını Kullanma", *QEX,* Kasım/Aralık 2002, pp 49-53 .

6.Shera, Brooks, W50JM, "GPS Tabanlı Frekans Standardı", *QST, Temmuz* 1998. 10. Richardson, Gary, AA 7VM, "Düşük Maliyetli Bir DDS İşlev Üreteci", *QST,* Kasım 2005, pp 40-42.

11. Z. Lau, "Açık Tel Hatları için Göreceli bir RF Ampermetre", *QST,* Ekim 1988 , Sayfa 15-17 .

12. Steinbaugh, Gary, AF8L, "An İnexpensive Laboratory-Quality RF Wattmeter", *QEX,* Mayıs/Haziran 2010, pp 26-32.

13. Bird, Trevor S., "Geri Dönüş Kaybının Tanımı ve Kötüye Kullanımı", *QEX,* Eylül/Ekim 2010 , pp 38-39.

14.Baier, Thomas C., DG8SAQ, "VNWA2 Vektör Ağ Analizörü için Basit Bir S-Parametre Test Seti", *QEX, Mayıs/Haziran* 2009, pp 29-32.

15. Keysight Technologies, "Vektör Ağ Analizörü Hata Düzeltme -Kalibrasyon Teknikleri**", www.keysight. com/us/en/assets/7018-06761/application -notes/5965**- **7709.pdf**

16. Baier, Thomas C., DG8SAQ, "A Small, Simple USE-Powered Vector Network Analyzer Covering **1** kHz to 1.3 GHz", *QEX,* Ocak/Şubat 2009, pp 32-36**. www.sdrkits.net/VNWA/VNWA_Description. html**

17. McDermott, Tom, N5EG, et al, "USB -İnterface ile Düşük Maliyetli 100 MHz Vektör Ağ Analizörü", *QEX,* Temmuz/Ağustos 2004.

18. N2PK'nın vektör ağ analizörünü oluşturmak için ayrıntılı talimatlar **http:// n2pk.com .**

19. Uygulama Notu 57-1, "RF ve Mikrodalga Gürültü Şekil Ölçümlerinin Temelleri", -**(www.keysight.com/us/ en/assets/7018-06808/applicationnotes/5 952-8255.pdf). Eski Hewlett-Packard** uygulama not AN57, HP340 serisi gibi eski gürültü rakam ölçerler için daha yararlı olabilir.

20. Pontius, Bruce E., N0ADL, "Düşük -Maliyetli Ekipmanlarla Sinyal Kaynaklı Faz Gürültüsü Ölçümü", *QEX,* Mayıs/Haziran 1998.

21. Noakes, John D., VE7NI, "'No Fibbin' RF Alan Gücü Ölçer, *QST, Ağustos* 2002, pp 28-29,

22. Mikrodalga frekanslarında, anten ve radyo bazen bir sistem olarak test edilir. Wade, Paul, WlGHZ, "Mikrodalga Sistem Testi", Mikrodalgalar, *QST, Ağustos* 2010, pp 96-97.

23. PathSim, ücretsiz HF kanal simülasyon yazılımı. **www.moetronix.com/ae4jy/ pathsim.htm** Bu sayfanın güncel olmadığını ve artık desteklenmediğini unutmayın.

24. Forrer, Johann B., KC7WW, "Dijital -Sistemler için Düşük Maliyetli Bir HF Kanal Simülatörü", *QEX,* Mayıs/Haziran 2000, pp 13-22. 25. Softrock İ/Q downconverters üzerinde information mevcuttur **www.softrockradio.org.**

26. Bruene, W., W50LY (W0TTK), "Yönlü Wattmeters An İnside Resim", *QST,* Nis 1959, p 24.

27. McCoy, L., WIİP, "The Monimatch", *QST, Oct* 1956, p 11.

28. Bold, G., ZLlAN, "Bruene Yönlü Bağlayıcı ve İletim Hatları", Sürüm 1.3 -**(2009). www. collinsradio.org/wp-content/ uploads/2015/05/Understanding-theBruene-Coupler-Transmission-LineBold. pdf.**

İçerik

Bölüm 26 - İndirilebilir Ek İçerik

Makaleler

- Amplifikatör Bakımı ve Bakımı Ward Silver, N0AX
- Modern Sinyal İzleyici Oluşturma Curt Terwilliger, W6XJ
- Ed Hare, W1 RFI tarafından Diyot ve Transistör Test Devreleri
- Radyoda Eller: Ward Silver, N0AX tarafından Güç Kaynağı Analizi
- Radyolarda Sorun Giderme Mel Eiselman, NC4L

PC Anakart Şablonları

- AF/RF sinyal enjektör şablonu
- Kristal kontrollü sinyal kaynağı şablonu

Bölüm **26**

Sorun Giderme ve Bakım

Amatör Radyo'nun sağlam ve kendine güvenen ahlakı, amatörün elektronik ekipmanı sürdürme, sorun giderme ve onarma yeteneğinden daha güçlü bir yer değildir. Amatörler sadece radyolarla değil, bilgisayarlardan ve yazılımlardan antenlere ve iletim hatlarına kadar her türlü ekipmanla çalışırlar. Bu esneklik ve esneklik, Amatör Radyo için Temel ve Amacı yerine getirmenin anahtarıdır.

Sorun giderme yaklaşımları, araçları ve teknikleri ile ilgili bölümler, Ed Hare, W1 RFI tarafından yazılan daha önceki materyallere dayanmaktadır. Sorun gidermeye yaklaşmanıza yardımcı olurlar
Eldeki teknik deneyim ve araç seviyenize uygun, organize ve etkili bir şekilde. Bu malzeme gösterir
Nasıl başlanır ve doğru sorular sorulur - genellikle sorun gidermenin en önemli kısmı.

Güç kaynakları, amplifikatörler, radyolar ve anten sistemleri ve tunerlerle ilgili ek bölümler (katkıda bulundu
veya Matt Kastigar tarafından güncellenen,
W0MJ; Tom Schiller, N6BT; Ted Thrift, VK2ARA; Ve Ross Pittard, VK3CE) en yaygın sorun giderme ihtiyaçlarını karşılar. Eski ekipmanların restore edilmesi ve bakımı, jambonlu radyonun popüler bir parçasıdır ve bu nedenle bazı bölümler vardır.
John Fitzsimmons, W3JN ve Pat Bunsold, WA6MHZ, bu ekipmanın özel ihtiyaçları üzerine.

Bu bölüm, herhangi bir sorun giderme ihtiyacı için gerektiği gibi danışılacak üç grup halinde düzenlenmiştir. Başarıyla gidermek için uçtan uca okumanıza gerek kalmayacak. İlk bölüm grubu, test ekipmanı ayrıntılarını, bileşenler hakkında ilgili bilgileri ve güvenlik uygulamalarını kapsar. İkinci grup, etkili sorun giderme için genel yönergeler ve teknikler sunar. Üçüncü grup, amatörler tarafından yaygın olarak tamir edilen ekipmanlar hakkında özel tavsiyeler ve bilgiler sunar.

SORUN GIDERME - SANAT VEYA SCİENCE ?

Bazıları sorun gidermenin bilim olduğu kadar sanat olduğunu söylese de, elektronik teçhizatın onarımı sihir değildir. Her bir ipucunu ortaya çıkarmak için dikkatli bir şekilde çalışırken, daha çok dedektif çalışması gibidir. İleri matematik veya elektronik teorisi bilgisi gerekli değildir. Bununla birlikte, şematik bir diyagramı okuma ve devre boyunca sinyal akışını görselleştirme yeteneği ile yönlendirilen temel elektronik ve basit ölçümleri iyi bir şekilde kavramanız veya geliştirmeniz gerekir. Çoğu beceride olduğu gibi, bu yetenekler uygulama ile gelişecektir .

Herkes elektronik sihirbazı değildir; En iyi çabalarınıza rağmen donanımınız tamirhaneye gidebilir. FCC sınavları için öğrendiğiniz teori ve bu *El Kitabındaki bilgiler,* kendiniz düzeltip düzeltemeyeceğinize karar vermenize yardımcı olabilir. Sorun karmaşık görünse bile, çoğu sorunun basit nedenleri vardır. Neden sorun giderme yeteneklerinizi en iyi şekilde denemiyorsunuz? Belki telsizi üreticiye göndermenin çaba ve masraflarından kaçınabilirsiniz. Zaman ve paradan tasarruf etmek memnuniyet vericidir, ancak kendiniz düzelterek kazandığınız deneyim ve güven daha da değerli olabilir.

GÜVENLİK FIRST! - SWITCH EMNIYETE

Her zaman! Ölüm kalıcıdır. Güvenliğin gözden geçirilmesi, bir sorun giderme bölümünde tartışılan ilk şey olmalıdır. Amatör ekipmanlarda bulunan bazı gerilimler ölümcül olabilir! Vücutta akan sadece 50 mA ağrılıdır; 100 ila 500 mA genellikle ölümcüldür. Belirli koşullar altında, 24 V kadar az öldürebilir. Yüksek güçlü bir amplifikatörde RF maruziyeti çok hızlı bir şekilde ciddi serseriler yaratabilir. Piller, aletleri ve telleri eritebilecek veya kısa devre yapıldığında patlama yaratabilecek büyük miktarda güç sağlayabilir. Şarj kurşun-asit hücreleri de patlayıcı hidrojen gazı birikimi oluşturabilir.

Tüm güvenlik kurallarına ve servis yaptığınız ekipmanda olabilecek tehlikeli koşullara %100 aşina olduğunuzdan emin olun. Güvenlik kurallarının bir listesi **Tablo 26.1'de bulunabilir.** Ekipman üzerinde çalışmaya başlamadan önce bu El Kitabı'nın Güvenlik bölümünü de okumalısınız.

Unutmayın, ekipman düzgün çalışmıyorsa, beklemediğiniz yerlerde tehlikeli koşullar olabilir. Her bileşeni potansiyel olarak "canlı'olarak ele alın. Bazı eski ekipmanlar "ac/dc" devresini kullanır. Bu devrede, şasinin bir tarafı doğrudan ac hattına bağlanır, modem güvenlik standartlarına ve uygulamalarına alışkın olan bugünün amatörleri tarafından beklenmeyen bir durumdur. Bu gerçekleşmeyi bekleyen bir elektrik şoku.

Voltmetrelerin ve osiloskopların maksimum voltaj derecesi, hobi tarafından sıklıkla belirtilmez, ancak ev tipi ac hattı voltajından daha yüksek voltajlarda çalışırken güvenlik için çok önemlidir. Voltajı ölçmek için tasarlanmış test ekipmanı her zaman maksimum güvenli voltaj derecesine sahiptir

Tablo 26.1
Güvenlik kuralları

1. Canlı devrelerde çalışırken veya kapasitörlerin boşaldığını kontrol ederken bir elinizi cebinizde tutun.
2. İnclude, tezgah kablolarında uygun bir şekilde yerleştirilmiş bir toprak arızalı akım kesici (GFCI) devre kesici.
3. Sadece topraklanmış fişler ve prizler kullanın.
4. Açık havada, beton veya kir zeminde, ıslak alanlarda veya su hatlarına bağlı armatürlerin veya cihazların yakınında veya açıkta kalan topraklanmış bina özelliklerinin altı metre yakınında çalışırken bir GFCI korumalı devre kullanın.
5. AC/DC cihazlarda çalışırken sigortalı, güç sınırlayıcı bir izolasyon transformatörü kullanın.
6. Gücü kapatın, ekipmanı güç kaynağından ayırın, çıkışı topraklayın Devre değişiklikleri yaparken dahili de güç kaynağının ve deşarj kapasitörlerinin.
7. Elektrolitik kapasitörleri aşırı voltaj, ac voltaj veya ters voltaja maruz bırakmayın.
8. Test uçları iyi yalıtılmış ve çatlaklar, yıpranma veya maruz kalan iletkenler olmadan olmalıdır
9. Yalnız çalışmayın!
10. Kıvılcımlara ve metal veya lehim parçalarına karşı koruma için koruyucu gözlük takın.
11. Kısa devrelere neden olabilecek aletlere dikkat edin.
12. Sigortaları yalnızca uygun derecelendirmelere sahip olanlarla değiştirin.
13. Maksimum derecesinin üzerindeki voltajları ölçmek için asla test ekipmanı kullanmayın.

Ölçüm yapılan devre ile ekipman kullanıcısı arasında - siz! Bu, bir ac güvenlik zeminine bağlı metal muhafaza bulunmayan el tipi ekipmanlarda özellikle önemlidir. Aşırı voltaj, iç elektronikten, problardan veya test uçlarından kullanıcıya elektrik çarpmasına neden olarak elektrik çarpmasına neden olabilir. Bu derecelendirmeyi bilin ve saygı gösterin.

Harici bir yüksek gerilim probu kullanıyorsanız, vücutta çatlak olmadan iyi durumda olduğundan emin olun. Test kurşun yalıtımı iyi durumda olmalıdır - esnek ve çatlak veya tel maruz kalmadan. Pratik ise, prob veya sayacı tutarken ölçüm yapmayın. Probu voltaj boşalmış olarak takın ve sonra gücü açın. Tum, proba tekrar dokunmadan önce voltajı kapatıp boşaltın. Yüksek voltajlı ekipmana özen ve saygıyla davranın!

Lehim güvenliği

Lehim aletlerinin ve eritilmiş lehimin sıcak ve tehlikeli olabileceğini unutmayın! Lehim yaparken koruyucu gözlük ve giysiler giyin. İlk yardımda tam bir kurs bu bölümün kapsamı dışındadır, ancak cildinizi sersemletirseniz, serseriyi hemen soğuk su altında çalıştırın ve ilk yardım veya tıbbi yardım isteyin. Gözlerinizi sersemletirseniz daima tıbbi yardım alın; Küçük bir serseri bile ciddi sorunlara dönüşebilir.

BASIÇLARI ANLAYIN

Elektronik ekipmanı düzeltmek için, sorun giderdiğiniz sistemi ve devreleri anlamanız gerekir. Elektronik teori, devre ve bileşenlerin çalışma bilgisi sürecin önemli bir parçasıdır. Sorun giderirken, belirtilere neden olan belirli koşulları arıyorsunuz deneyimliyorsunuz. Devrelerin nasıl çalışması gerektiğini bilmek, yerinde olmayan veya bir sorunu gösteren şeyleri fark etmenize yardımcı olacaktır.

Etkili bir sorun giderici olmak için, bu kitabın başka bir yerinde tartışılan aşağıdaki konuları gözden geçirin ve anlayın:

• Ohm yasası ve temel direnç devreleri **(Elektrik Temelleri)**

• Temel transistör ve diyot özellikleri **(Devreler ve Bileşenler)**

• Temel dijital mantık ve mantık sinyalleri **(Digital Basics eki**)

• Gerilim ve akım ölçümleri **(Test Cihazları ve Ölçümler)**

• SWR ve RF güç ölçümü **(İletim Hatları)**

Kaç tane soruna şaşıracaksınız - hatta görünen sorunlara Karmaşık - bu kategorilerden birinin temellerini ve yöntemlerini anlayarak bulunan basit bir kök nedene sahip olmak.

GETTNG YARDIM

Diğer jambonlar, manuel veya teknik yardım ile sorun giderme ve onarım sorunlarınızda size yardımcı olabilir. Yerel kulübünüze veya tekrarlayıcı grubunuza danışın. Şanslı olabilir ve bir sorun giderme sihirbazı bulabilirsiniz. (Öte yandan, düpedüz tehlikeli olan bazı tavsiyeler alabilirsiniz, bu yüzden seçici olun.) Çoğu kulüpte, bazı tezgah üstü yardım olmasa da, rehberlik ve tavsiye sağlayabilecek bir veya iki sorun giderme uzmanı vardır.

İnternette de birçok bilgi mevcut. Popüler ekipman markalarının ve hatta belirli modellerin çoğunun kendi çevrimiçi toplulukları veya kullanıcı grupları vardır. Bu grupların arşivleri - neredeyse evrensel olarak katılmak için ücretsiz - çok değerli sorun giderme, değiştirme ve işletim bilgilerini içerir. Sorun tanımlanmamış gibi görünmüyorsa, gruba sorabilirsiniz.

ARRL web sitesinin Teknoloji alanında - ayrıca **Servis Ekipmanları (www.arrl.org/servicingequipment) hakkında geniş bir bölüm bulunmaktadır.** Bu sayfa, şematik veritabanlarına bağlantılar da dahil olmak üzere makaleleri ve diğer kaynakları içerir.

ARRL Field organizasyonundaki dostlarınız da yardımcı olabilir. Teknik Koordinatörler (TC) ve Teknik Uzmanlar (TS), teknik sorularda jambonlara yardım etmeye istekli gönüllülerdir. Yerel bir TC veya TS'nin adı ve adresi için Bölüm Yöneticinize başvurun (QS7'nin son sayısının önünde listelenmiştir*).*

Sorun Giderme için Arama Motorlarını Kullanma

İnternet arama motorlarının gücü, ekipman sorunlarını giderirken büyük miktarda zaman tasarrufu sağlayabilir. Anahtar, bulmaları için doğru kelime listesini nasıl oluşturacaklarını bilmektir. Hassasiyet arkadaşınızdır - kesin olun ve başkalarının muhtemel olduğu kelimeleri kullanın

Aynı sorunu varsa kullanmak için. Çok spesifik olmamak için birincil model numarasını sonek olmadan kullanın. Örneğin, Kenwood TS-440 alıcı-vericileri tarafından sergilenen iyi bilinen PLL çömlekçilik bileşik problemini giderirken, "TS-440 ekran noktaları" arama dizesine girmek, sorunla ilgilenen birçok web sayfasını hemen bulurken, "Kenwood alıcı-verici boş ekranı" girmek, düzinelerce ilgisiz bağlantıyı döndürür.

Sorunun çok özel bir açıklaması ile başlayın ve istediğinizi bulamazsanız yavaş yavaş daha az kesin terimler kullanın. Arama motorunun "Gelişmiş Arama" işlevlerini nasıl kullanacağınızı da öğrenin.

26.1 Test cihazları

Etkin sorun giderme ile ilgili adımların çoğu, test ekipmanlarının kullanılmasını gerektirir. Elektriği doğrudan göremeyiz, ancak özelliklerini ve etkilerini ölçebiliriz. Test cihazlarımız elektriksel duyularımız haline gelir.

Test **Ekipmanları ve Ölçümler** bölümü, çeşitli yaygın ekipman türleri, nasıl çalıştırılacağı ve hatta kendi ekipmanlarınızı nasıl oluşturacağınız hakkında daha fazla bilgi edinebileceğiniz yerdir. QST'de *ve* test ekipmanlarını açıklayan ve kendin yap projeleri sunan kitaplarda ve web sitelerinde birçok makale var. Mükemmel kalitede fazla ekipman, yeni maliyetinin bir kısmında yaygın olarak mevcuttur.

Test ekipmanlarının her türünü satın almanıza veya oluşturmanıza gerek yoktur. Spektrum analizörleri veya UHF frekans sayaçları gibi özel ekipmanlar genellikle bir kulüp üyesinden veya arkadaşından ödünç alınabilir - belki de daha önce bahsedilen sorun giderme uzmanlarından biri. Temel enstrümanlara sahipseniz ve bunları nasıl kullanacağınızı biliyorsanız, özel enstrümanlara ihtiyaç duymadan önce biraz sorun giderme yapabilirsiniz.

26.1.1 Duyular

Klasik anlamda test ekipmanı olmasalar da, kendi duyularınız en pahalı spektrum analizörü olarak düzeltmeye çalıştığınız ekipman hakkında size bilgi verecektir. Her birimiz bu doğal test araçlarından bazılarına sahibiz.

Gözler **-** Onları sürekli kullanın. Isı ve ark, yanmış bileşenler, kırık bağlantılar veya teller, zayıf lehim eklemleri veya diğer belirgin görsel problemlerin kanıtlarını arayın.

Kulaklar - Şiddetli ses bozulması kulak tarafından tespit edilebilir. Arkın çıtçıtları ve popları veya yanan bir bileşenin cızırtısı devre hatalarını izlemenize yardımcı olabilir. Deneyimli bir sorun giderici, bazı devre sorunlarını çıkardıkları sesle teşhis edebilir. Örneğin, kötü bir ses çıkışı İC, arızalı bir hoparlörden biraz farklı geliyor.

Burnunuz size çok şey söyleyebilir. Tecrübeyle, ozon kokusu, aşırı ısınan bir - transformatör ve yanmış bir direnç veya PC kartı izi her biri benzersiz ve ayırt edici hale gelir. Birçok sorun giderme oturumu'bir şey sıcak kokuyor'ile başlar!

Tehlikeli voltajların bulunmadığından emin olmak için bir voltmetre kullandıktan sonra, düşük ısı seviyelerini belirlemek için bir parmak ucu kullanabilirsiniz, bunu asla yüksek voltajlı bir devrede yapmazsınız. Parmak kullanmak güvenli değilse sıcaklık probu kullanın. Küçük sinyal transistörleri oldukça sıcak olabilir, ancak çok sıcak olmak bir devre problemini gösterir. Sıcak veya sıcak kondansatörler her zaman şüphelidir. Yüksek güçlü cihazlar ve dirençler normal çalışma sırasında oldukça sıcak olabilir .

Beyin - Bir multimetre ve beyin ile en pahalı spektrum analizöründen daha fazla sorun giderme sorunu çözülmüştür. Diğer araçlar tarafından toplanan verileri analiz etmek için beyninizi kullanmalısınız.

26.1.2 İnternal Ekipman

Bazı test ekipmanları onardığınız ekipmana dahildir. Neredeyse tüm alıcılar bir hoparlör içerir. Bir S metre genellikle ses zincirinin önünde bağlanır. Eğer S metre sinyalleri gösterir, bu RF ve İF devresinin muhtemelen çalıştığını gösterir. Vericiler - genellikle bir güç kaynağı voltajı ve akım ölçer ile birlikte güç çıkışı, SWR, ALC ve - ekipmanın içinde neler olup bittiği hakkında değerli ipuçları veren konuşma sıkıştırma okumalarına sahiptir.

Ekipman ayrıca iletim durumu, yüksek SWR, düşük voltaj, squelch durumu ve benzeri gibi ek bilgiler sağlayan görsel gösterge ışıklarına sahiptir. Bu okumalar veya göstergeler genellikle sorunların çözülmesine yardımcı olmak için kılavuzların sorun giderme bölümleri tarafından özel olarak belirtilir.

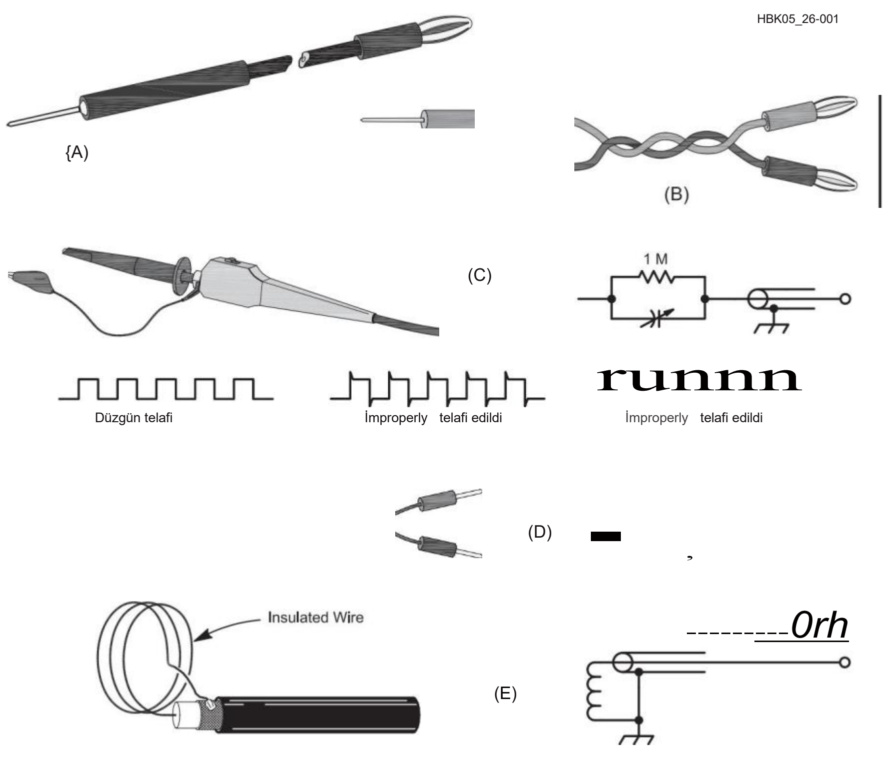
Mikroişlemci kontrollü ekipman genellikle bir ekran veya gösterge ışıkları aracılığıyla hata göstergeleri sağlar. İn ekleme, kontrol yazılımı tarafından tespit edilen hatalar Bazen bip sesleri veya LED'lerin yanıp sönmesi yoluyla iletilir. Her dizinin, işletim veya hizmet kılavuzunda açıklanan belirli bir anlamı vardır.

26.1.3 Tezgah ekipmanları

Aşağıda, sorun giderme için en yaygın ve kullanışlı test araçlarının bir listesi verilmiştir. Bazı öğeler birkaç amaca hizmet eder ve listedeki diğerlerinin yerine geçebilir. Bu ekipmanın çoğunun teorisi ve çalışması **Test Ekipmanları ve Ölçümler** bölümünde ayrıntılı olarak tartışılmıştır. Ekipmanın sorun giderme için kullanımıyla ilgili notlar burada listelenmiştir.

Multimetreler **-** En sık kullanılan test ekipmanı olan dijital multimetre veya DMM, voltaj, akım ve dirence ek olarak çoğu değerdeki kapasitörleri test edebilir. Çoğu, diyotları ve transistörleri go/no-go temelinde test edebilir, bazıları ise kazancı ölçebilir. Bazıları frekansı ölçebilir veya sıcaklığı ölçmek için harici bir prob kullanabilir.

Bazı DMM'ler RF'den etkilenir, bu nedenle çoğu teknisyen güçlü RF alanlarında kullanılmak üzere eski tip bir analog VOM (volt-ohm-metre) bulundurur. Bazı teknisyenler, pik veya nulling ayarlamaları için hareketli iğneyi tercih eder.



Şekil 26.1 - **Çeşitli test cihazlarıyla kullanılmak üzere bir dizi test probu.**

Test veya klips uçları **-** Bu tellerin bir çeşitliliğini yalıtılmış timsah klipsleriyle saklayın. Ticari olarak üretilen kablolar yüksek bir arıza oranına sahiptir, çünkü klipslere lehimlenmemiş, sadece kıvrılmış küçük tel kullanırlar. Daha iyi güvenilirlik için klipsli ceketlerden kayabilir ve teli kendiniz lehimleyebilirsiniz. Bir dizi ağır gauge ucu yapmak, birkaç yüz miliamperin üzerindeki akımlar için iyi bir fikirdir.

İndividual tel uçları **(Şekil 26.lA)** de ölçümler için iyidir, ancak istenmeyen RF enerjisini alabilirler. Uçlar birlikte bükülürse bu sorun biraz azalır (Şekil 26. lB). Koaksiyel kablo test uçları RF alımını önleyebilir, ancak ölçülmekte olan devre boyunca küçük bir kapasitans yerleştirebilir. Eklenen kapasitans performansı etkileyebilir.

Test probları **-** En yaygın prob, Şekil 26.1 C'de gösterilen düşük kapasitanslı (x 10) osiloskop probudur. Bu prob, osiloskopu test edilen devreden izole eder, kapsamın giriş ve testprobe kapasitansının devreyi etkilemesini ve okumayı değiştirmesini önler. Probdaki bir ağ 10:1 bölücü olarak hizmet eder ve - kablo ve test cihazındaki frekans bozulmasını telafi eder.

Demodülatör probları (Test **Ekipmanları ve Ölçümler** bölümüne ve Şekil 26.lD'de gösterilen şemaya bakınız), RF sinyallerini demodüle etmek veya tespit etmek, modüle edilmiş RF sinyallerini bir sinyal izleyicisinde duyulabilen veya bir alt bantta görülebilen sese dönüştürmek için kullanılır.

Şekil 26'da gösterildiği gibi endüktif kuplaj için bir prob yapabilirsiniz. lE. Ucu kapatmadan önce merkez iletken ve kalkan boyunca iki veya üç tum döngü bağlayın. Endüktif toplama, yüksek akım noktalarına bağlanmak için kullanışlıdır ve ayrıca bir devreye doğrudan temas etmeden RF sinyallerini almak için bir koklayıcı probu olarak da kullanılabilir.

Diğer yaygın prob türleri, akımı ölçmek için manyetik alanlar kullanan Şekil 26.2'de gösterilen temassız kelepçeli problardır. DMM'ler veya VOM'larla kullanım için yüksek voltajlı bir prob **Şekil 26.3'te gösterilmiştir** ve bu bölümün güç kaynağı sorun giderme bölümünde daha fazla tartışılmıştır.

Termokupl ve aktif sıcaklık sensörü probları da yaygın olarak mevcuttur. Bunlar sıcaklığı doğrudan metre üzerinde ° F veya ° C cinsinden gösterir.

RF gücü ve SWR sayaçları - Basit sayaçlar göreceli güç SWR'sini gösterir ve eşleşen ağları ayarlamak ve problemler için iletim hattı koşullarını izlemek için iyidir. Bununla birlikte, doğru ölçümler yapmak istiyorsanız, ölçülen sinyallerin frekansları için uygun algılama elemanlarına sahip kalibre edilmiş bir yönlü RF wattmetre gereklidir.

Kukla yükü - Ekipmanı tamir ederken havaya sinyal koymayın. Arızalı





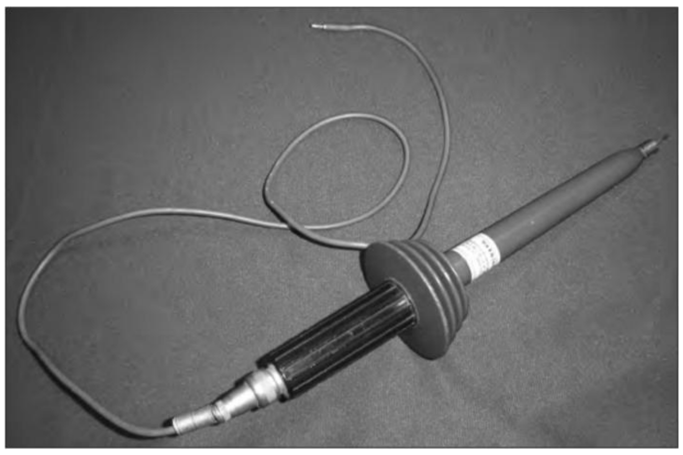
Şekil 26.2 - Ac **akımını ölçmek için bir dijital multimetre ile bir kelepçe-on metre probu kullanılır (solda). Sayaçlar ayrıca kelepçeli prob ile entegre olarak da mevcuttur (sağda).**

Ekipman, diğer jambonlara veya diğer radyo servislerine müdahale eden sinyaller üretebilir. Bir kukla yük ayrıca ayarlamalar ve test ölçümleri sırasında kullanılmak üzere bilinen, eşleşen bir yük (genellikle 50 © 2) sağlar. **İletme** bölümüne bakın .

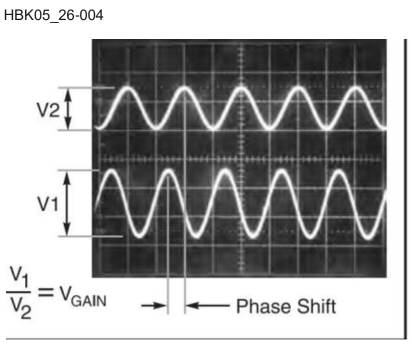
Dip ölçer - **Test Ekipmanları ve Ölçümler** bölümünde açıklandığı gibi, - rezonant devreleri ayarlamak ve gidermek için dip ölçerler kullanılır. Birçoğu bir absorpsiyon frekans ölçer olarak da çalışabilir. Dip metre düşük güçlü sinyal kaynakları olarak kullanılabilir, ancak çok kararlı değildir.

Yeni dip ölçerler oldukça nadirdir. Bir dip metre satın alırken, olanı arayın Mekanik ve elektriksel olarak stabil. Tüm bobinler mevcut ve iyi durumda olmalıdır. Kulaklık bağlantısı yardımcı olur. Pille çalışan modellerin anten ölçümleri için kullanımı daha kolaydır. Dip ölçerler bir zamanlar olduğu kadar yaygın değildir.

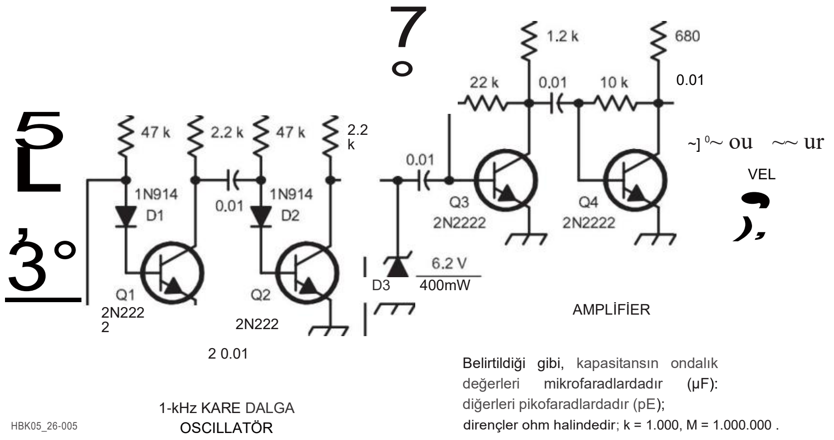
Osiloskop - *Osiloskop* veya kapsam, en sık kullanılan ikinci test ekipmanı parçasıdır, ancak bir çok onarım olmadan yapılabilir. Bir kapsamın izi bize bir bakışta bir sinyal hakkında çok fazla bilgi verebilir. Örneğin, bir aşamanın giriş ve çıkışından gelen sinyaller çift izleme kapsamı üzerinde görüntülendiğinde, aşama doğrusallığı ve faz kayması kontrol edilebilir (bkz **Şekil 26.4).**



Şekil 26.3 - - Standart bir - multimetre ile yüksek voltajı ölçmek için kullanılan bir prob.

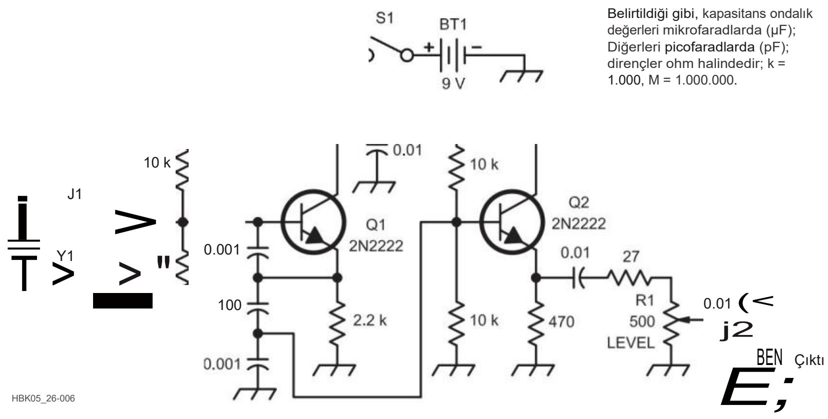


Şekil 26.4 - **Amplifikatör giriş ve çıkış dalga formlarının çift iz osiloskop ekranı.**



Şekil 26.5 - **AF/RF sinyal enjektörünün şeması. Tüm dirençler ¼ W, %5 karbon birimidir** ve tüm kapasitörler disk seramiktir. Tam boyutlu bir gravür deseni ve parça yerleştirme diyagramı indirilebilir ek içerikte bulunabilir.

BT1 - 9 V pil.
D1, D2 - Silikon anahtarlama diyotu, **1N914 veya** equiv .
D3 - 6.2 V, 400 mW Zener diyot.
J1, J2 - Muz krikosu.
Q1-Q4 - Genel amaçlı silikon **NPN transistörler, 2N2222 veya benzeri.**
R1 - **1 k9 panel montaj kontrolü.**
S1- SPST geçiş anahtarı .



Şekil 26.6 - **Kristal kontrollü sinyal kaynağının şeması. Tüm dirençler ¼ W, %5 karbon birimidir ve tüm kapasitörler disk seramiktir. Tam boyutlu bir gravür deseni ve parça yerleştirme diyagramı indirilebilir ek içerikte bulunabilir.**

BT1 - **9 V transistörlü radyo pili. R1 - 500 n panel montaj kontrolü.**
J1 - **Kristali eşleştirmek için kristal soket tipi kullanılır. Y1 - 1 ila 15-MHz kristal .**
J2 - **RCA fono jakı veya eşdeğeri. Q1, Q2** - **Genel amaçlı silikon NPN transistörler, 2N2222 veya benzeri.**
S1- SPST geçiş anahtarı .

Bir osiloskop, ses ve RF dalga formlarının büyük bozulmalarını gösterecektir, ancak bir vericinin harmonikler ve sahte emisyonlar için FCC yönetmeliklerini karşıladığını doğrulamak için kullanılamaz. Temelden sadece 20 dB düşen harmonikler çoğu durumda yasadışı olacaktır, ancak osiloskop dalga formunu görülebilecek kadar değiştirmeyeceklerdir.

Bir kapsam satın alırken, karşılayabileceğiniz en yüksek bant genişliğini elde edin. Eski HewlettPackard - veya Tektronix aletleri genellikle amatör kullanım için oldukça iyidir.

Sinyal jeneratörü - Sinyal jeneratörlerinin birçok kullanımı olmasına rağmen, sorun gidermede çoğunlukla sinyal enjeksiyonu (daha sonra bu konuda daha fazla bilgi) ve eski ekipmanın hizalanması için kullanılırlar.

Bir jeneratör satın alırken, sinüs dalgası sinyali üretebilen bir tane arayın. İyi bir sinyal jeneratörü, sızıntıya karşı iki veya üç kez korunur. RF sinyalinin modülasyonu ve ses aşamalarına enjeksiyonu için sabit frekanslı ses mevcut olmalıdır. En çok yönlü jeneratörler genlik ve frekans modüle edilmiş sinyaller üretebilir. Kullanılmış HewlettPackard (Agilent) ve Tektronix üniteleri genellikle makul fiyatlarla temin edilebilir, ancak kullanılamayan parçalar nedeniyle arızalanırsa onarılamaz.

İyi jeneratörler, geri tepme olmadan kararlı frekans kontrollerine sahiptir. Ayrıca sinyal seviyesini kontrol etmek için çok konumlu anahtarlara sahiptirler. DBm'de işaretlenmiş bir anahtar, yüksek kaliteli bir test cihazı bulduğunuzun iyi bir göstergesidir. Çıkış jakı, mikrofon bağlantıları için kullanılan türden değil, bir koaksiyel konnektör (genellikle bir BNC veya N) olmalıdır.

Tamamen ayarlanabilir bir jeneratör yerine, bir sinyal üreten bazı basit ekipman oluşturabilirsiniz. Örneğin, Elecraft XG3 kitini yapar - dört kalibre edilmiş çıkış seviyesi ile 160 ila 2 metre sinyalleri üreten programlanabilir bir sinyal kaynağı (www.elecraft.com). Alıcı kalibrasyonu, hassasiyet testleri ve sinyal izleme için çok kullanışlıdır.

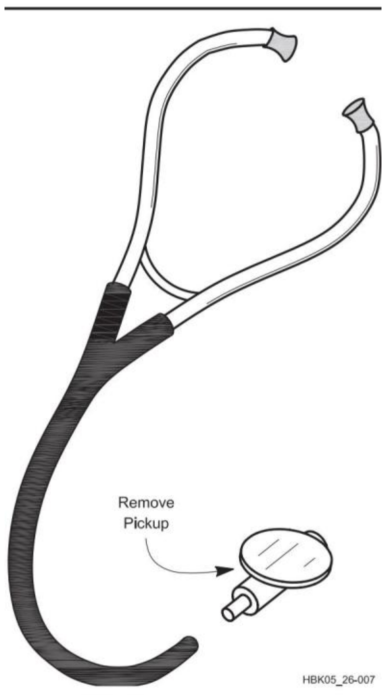
Daha da basit, **Şekil 26.5'te gösterildiği gibi AF/RF sinyal enjektör şemasını homebrew yapabilirsiniz.** İf frekans doğruluğu gereklidir, **Şekil 26.6'nın kristal kontrollü sinyal kaynağı** kullanılabilir. AF/RF devresi 30 MHz'e kadar kullanılabilir harmonikler sağlarken, kristal kontrollü osilatör 1 ila 15 MHz arasındaki kristallerle çalışır. Bu iki proje, hizalama ve hassas test için standart sinyal jeneratörlerinin yerini almaz, ancak genel sorun giderme için kullanılabilecek sinyaller üretmek için yeterlidir. (Signal Tracing ve Signal İnjection bölümlerine bakın.)

Sinyal *izleyici-Sinyaller bir* voltmetre ve bir RF probu, kulaklıklı bir dip ölçer veya bir osiloskop ile izlenebilir, ancak sinyal izleyicileri bu işlevleri özellikle bir alıcı veya başka bir RF sinyal işleme devresi üzerinden sinyal izleme için birleştirir. Kendiniz inşa edebileceğiniz bir proje de dahil olmak üzere sinyal izleyicilerinin kullanımını açıklayan makaleler, indirilebilir ek içerikle birlikte verilir .

Alıcı gerekli frekans aralığını kapsıyorsa, RF veya İF sinyallerini izlemek için bir genel kapsama alıcısı da kullanılabilir. Bununla birlikte, çoğu alıcı, test devresini ciddi şekilde yükleyen düşük empedanslı bir girişe sahiptir. Yüklemeyi en aza indirmek için, Şekil 26.1'deki gibi bir kapasitif prob veya döngü pikap kullanın. Prob devrenin yakınında tutulduğunda, sinyaller alınacak ve alıcıya taşınacaktır. Ayrıca başıboş RF alabilir, bu nedenle dinlerken test altındaki devreyi açıp kapatarak doğru sinyali dinlediğinizden emin olun.

Transistör test cihazı - Çoğu transistör arızası açık veya kısa bağlantı olarak görünür. Açılır ve şortlar bir ohmmetre veya standart bir DMM'nin diyot bağlantı denetleyicisi ile kolayca bulunabilir; Özel bir test cihazı gerekli değildir .

Transistör test cihazları, cihaz çalışırken veya kontrol terminalinde bir ac sinyali uygulanırken cihaz akımını ölçer.



Şekil 26.7 - Toplama ve tüm metal donanımın dinleme tüpünden çıkarıldığı bir stetoskop, kalabalık devrelerde arkı dinlemek için kullanılır.

Transistör kazanç özellikleri, aynı cihaz numarasına sahip birimler arasında bile büyük farklılıklar gösterir. Test cihazları bir transistörün kazancını ölçmek için kullanılabilir. DMM test cihazları sadece transistör de alfa ve beta ölçerler. Bir ac sinyali uygulayan test cihazları ac alfa veya beta gösterir. Daha iyi test cihazları da sızıntı için test eder .

Bir transistörün iyi veya kötü olup olmadığını söylemenin yanı sıra, bir transistör test cihazı, belirli bir transistörün yedek olarak kullanım için yeterli kazancı olup olmadığına karar vermenize yardımcı olabilir. İt, eşleşen transistörler gerektiğinde de yardımcı olabilir. Son test onarılmış devredir.

Frekans sayacı - Çoğu ucuz frekans sayacı, 1 Hz çözünürlükte veya daha düşük VHF frekanslarına kadar olan frekansları gösterir. Bazıları, sayacın aralığını genişletmek için daha yüksek frekansları 10'a bölen bir prescaler içerebilir. Kaliteli kullanılan sayaçlar yaygın olarak mevcuttur .

Güç kaynakları - İyi donanımlı bir test tezgahı, ac-line voltajı, değişken voltajlı düzenlenmiş bir de-kaynağı ve bir izolasyon transformatörünü değiştirme araçlarını içermelidir.

AC hattı voltajı yüke göre biraz değişir. Hareketli bir musluğa sahip bir ototransformer (Variac ticari adıyla da bilinir), hat voltajını hafifçe artırmanıza veya azaltmanıza olanak tanır. Bu, devre fonksiyonlarını supplyvoltage varyasyonları ile test etmek için yararlıdır.

AC hattının bir tarafını genellikle şasiye bağlayan eski ekipman üzerinde güvenli bir şekilde çalışmak için bir izolasyon transformatörü gereklidir. Doğrudan hatta bağlı olarak çalışan herhangi bir ekipman veya devre üzerinde çalışırken bir izolasyon transformatörü de gereklidir. Bu gibi durumlarda test ekipmanınızın da izolasyon tr[illegible] geçmesi gerekeceğini u[illegible]

İyi bir çoklu voltaj kaynağı, neredeyse tüm analog veya dijital sorun giderme projelerinde yardımcı olacaktır. Birçok elektronik distribütörü tezgah güç kaynaklarını stoklar. Değişken voltajlı bir de kaynağı, onarım altındaki çeşitli küçük parçalara güç vermek veya aktif cihazların test edilmesi için değişken bir önyargı kaynağı sağlamak için kullanılabilir. Bir laboratuvar güç kaynağının yapım detayları **Güç Kaynakları bölümünde görünür** .

Isı ve soğuk kaynaklar - Birçok devre problemi sıcaklığa duyarlıdır. Bir ekipman parçası ilk açıldığında (soğuk) iyi çalışabilir, ancak ısınırken başarısız olabilir. Bu durumda, soğuk bir kaynak aralıklı bağlantıyı bulmanıza yardımcı olacaktır. Kötü bileşeni soğuttuğunuzda, devre aniden tekrar çalışmaya başlar (veya çalışmayı durdurur). Soğutma spreyleri çoğu parça tedarikçisinden temin edilebilir.

Bir ısı kaynağı, yalnızca sıcakken başarısız olan bileşenlerin bulunmasına yardımcı olur. Küçük bir akkor lamba, test amaçlı lokalize ısı üretmek için büyük bir kol yalıtımı parçasına monte edilebilir. Düşük ısıya ayarlanmış bir havya ucu da kullanılabilir .

Bir ısı kaynağı genellikle soğuk bir kaynakla birlikte kullanılır. İsındığında çalışmayı durduran bir devreniz varsa, devreyi başarısız olana kadar ısıtın, ardından bileşenleri birer birer soğutun. Devre tekrar çalışmaya başladığında, püskürtülen son bileşen kötü olandı.

Stetoskop - Bir stetoskop (pikap çıkarılmış - **Şekil 26.7'ye bakınız) veya** uzun bir kol yalıtımı parçası, bir devrede ark veya cızırtıyı dinlemek için kullanılabilir. Canlı ekipman sorunlarını gidermek için kullanmadan önce toplama tüpünün ucundaki metal parçaları çıkarın.

Shack not defteri

Bir kulübe defteri, test sonuçlarını, kablolamayı, montaj notlarını ve benzerlerini takip etmenin mükemmel bir yoludur. Henüz başlamadıysanız, şimdi iyi bir zaman. Tek gereken ucuz bir kompozisyon kitabı veya spiral bağlı defter. Grafik kağıdı ile dolu kitaplar özellikle grafik çizmek ve yapmak için iyidir.

Amaç, ekipmanın nasıl inşa edildiği, çalıştığı veya çalıştığı hakkında bilgi toplanan bir yere sahip olmaktır. Dizüstü bilgisayar, performansın zaman içinde değişip değişmediğini veya örneğin bir kontrol kablosu için hangi renk kodunun kullanıldığını belirlemeye çalışırken çok değerlidir.

Bir test oturumuna başlamadan önce veya kulübenize yeni bir ekipman parçası eklerken, önce kulübeden çıkın ve çalışırken hazır bulundurun. Yeni ekipman için, seri numaralarını kaydedin, kurulduğunda, istasyonunuzda çalışacak şekilde değiştirilmiş veya özel olarak yapılandırılmış olsun, vb. Yeni bir anten veya besleme hattı için, birkaç SWR ölçümü yapmak iyi bir fikirdir, böylece anten sisteminde bir şeyler yanlış görünüyorsa daha sonra bunlara başvurabilirsiniz. Herhangi bir girişin tarihini de eklediğinizden emin olun.

Bu dijital kamerayı, hatta cep telefonunuzdaki kamerayı bile iyi kullanabilirsiniz. Nasıl monte edildiğini veya yapılandırıldığını belgelemek için ekipmanın içini ve dışını fotoğraflayın. Bu, ekipmanı daha sonra korumanız gerektiğinde çok yardımcı olabilir.

26.2 Bileşenler

Arızalı bir parça bulduğunuzda, bir yedek seçmenin zamanı gelmiştir. Bu her zaman kolay bir iş değildir. Her elektronik bileşenin bir işlevi vardır. Bu bölüm, dirençlerin, kapasitörlerin, indüktörlerin ve diğer bileşenlerin işlevleri, arıza modları ve test prosedürleri hakkında bilgi verir. Semptomların ve aşama seviyesi testlerinin içerdiği bileşenleri test edin. Çoğu durumda, bu testler tarafından belirli bir hatalı bileşen bulunacaktır. Arızalı bir bileşen belirtilmezse, devre ayarlarını kontrol edin. Son çare olarak, bir "av tüfeği" yaklaşımı kullanın - sorunlu bölgedeki tüm parçaları iyi olduğu bilinen bileşenlerle değiştirin.

26.2.1 Devreyi Kontrol Edin

Herhangi bir tipte bir yedek bileşen takmadan önce, başka bir devre kusurunun arızaya neden olmadığından emin olmalısınız. Herhangi bir yeni bileşeni takmadan önce devre voltajlarını dikkatlice kontrol edin, özellikle her bir iz veya bozuk bileşene bağlantı. Eski parça ölümcül bir voltaj sonucu ölmüş olabilir. İki kez ölçün - bir kez onarın! (Yaşlı marangozdan özür dileyerek...) Tabii ki, devre performansı herhangi bir ikamenin son testidir.

26.2.2 Sigortalar

Çoğu zaman, bir sigorta başarısız olduğunda, bunun bir nedeni vardır - genellikle yükte kısa devre. Kısa devre nedeniyle başarısız olan bir sigorta genellikle yüksek akımın kanıtını gösterir: her yerde küçük sigorta elemanı lekeleri olan kararmış bir iç mekan. Sigortalar, her iki uçtaki elemanı kırarak da başarısız olabilir. Bu tür bir başarısızlık sigortaya bakarak görünmez. Bir ohmmetre ile iyi olduğu düşünülen sigortaları bile kontrol edin. Sorun giderme saatlerinden tasarruf edebilirsiniz.

Güvenlik nedeniyle, her zaman *tam yedek* sigortaları kullanın. Akım ve voltaj değerlerini kontrol edin. Sigorta zamanlaması (hızlı, normal veya yavaş darbe) orijinal ile aynı olmalıdır. Asla doğru boyutta olmayan bir sigortayı sigorta tutucuya zorlamaya çalışmayın. Bir sigorta icin bir cubuk, tel veya kurusun

26.2.3 Teller ve Kablolar

Kablolar kötüye kullanılmadıkça nadiren başarısız olur. Kısa devreler, yalıtıma fiziksel hasar veya iletken kontaminasyondan kaynaklanabilir. Hasarlı yalıtım genellikle iletkenin veya konektörün yakın görsel denetimi sırasında belirgindir. İletkenlerin gelenlere veya keskin nesnelere yaklaştığı yerlere dikkatlice bakın. Kabloyu değiştirerek veya aşınmış alan üzerinde bir yalıtım manşonu (spagetti) veya ısı küçültme borusunu sabitleyerek aşınmış yalıtımı onarın.

Kablolar arızalandığında, arıza genellikle Stres ve esnemeden kaynaklanır. Neredeyse herkes ileri geri bükerek bir teli kırdı ve kırık tellerin tespit edilmesi genellikle kolaydır. İzolasyonda keskin kıvrımlar veya çıkıntılar arayın.

İletkenleri değiştirirken, mümkünse aynı malzemeyi ve boyutu kullanın. Sadece daha büyük kesit alanına (daha küçük gösterge sayısı) veya daha fazla iletkenliğe sahip malzemeye sahip telleri değiştirin. İnsulated tel, değiştirildiği tel ile aynı veya daha yüksek sıcaklık ve voltajda derecelendirilmelidir.

Ses, kontrol sinyalleri ve besleme hatları için kullanılan kablolar bazen aşırı bükülme, kıvrılma veya çok aniden bükülme veya konektörlerden çekilme nedeniyle başarısız olur. Telleri değiştirirken olduğu gibi, aynı kablo tipini veya daha yüksek dereceli olanı kullanın.

26.2.4 Bağlayıcılar

Bağlantı hataları, elektronik ekipmanlardaki en yaygın arızalardan biridir. Bu, duvardan çıkan ac-line kablosu kadar basit bir şeyden, yanlış sokete yerleştirilmiş bir konektöre, arızalı bir İC soketine kadar değişebilir. Sık sık takılan ve fişi çekilen konektörler yıpranabilir ve aralıklı süs haline gelebilir. Bükülmüş pimler için İnspect erkek konektörler, çok küçük pimli özellikle minyatür konektörler. Sorun giderirken konektörleri dikkatlice kontrol edin.

Konektör arızasını tespit etmek zor olabilir.

Çoğu konektör, iki iletkeni birlikte zorlayan yay geriliminin bir sonucu olarak teması korur. Parçalar yaşlandıkça kırılgan hale gelir ve gerginliği kaybederler. Kontaklarda iletken olmayan korozyon nedeniyle herhangi bir bağlantı bozulabilir. Lehim bu sorunu önlemeye yardımcı olur, ancak lehimli derzler bile hava koşullarına maruz kaldığında korozyona maruz kalır.

Aşırı ısı belirtileri bazen orta akım taşıyan devrelerde zayıf bağlantıların yakınında görülür. Zayıf bağlantıdaki dağılmış güçteki artış kontakları ısıtır ve bu daha fazla dirence yol açar ve yakında bağlantı başarısız olur. Bir ohmmetre veya süreklilik test cihazı ile kısa ve açık devreleri kontrol edin. Kontaminasyon sonucu arızalanan bağlantıları temizleyin.

Bazen, aşınmış konektörler temizlenerek tamir edilebilir, ancak iletkenin/konektörün değiştirilmesi, özellikle orta akımlar sağlayan pil tutucular için genellikle gereklidir. Sert ortamlara maruz kalabilecek tüm bağlantıları lehimleyin ve akrilik emaye, RTV bileşiği veya benzer bir kaplama ile koruyun. Korozyon önleyici bir bileşik veya gres, dışarıda bulunan bağlantılar için iyi bir fikirdir. **Güvenlik** bölümünün Anten ve Kule Güvenliği bölümündeki Hava Koşullarına Dayanıklı RF Konektörleri'ne bakın.

Voltaj ve akım değerlerini dikkate alarak yedek konektörleri seçin. Sadece doğru yerleştirmenin güvenlik tehlikesi veya devre hasarı ile sonuçlanmayacağı simetrik pin düzenlemelerine sahip konektörleri kullanın.

26.2.5 Dirençler

Dirençler genellikle açık devre haline gelerek başarısız olurlar. Nadiren değer değiştirirler. Her iki arıza da genellikle aşırı ısıdan kaynaklanır. Bu ısı harici kaynaklardan veya direnç içinde dağılan güçten gelebilir. Yeterli ısı, açık devre haline gelene kadar direnci patlatır.

Dirençler ayrıca fiziksel şok sonucu kırılabilir ve açık devre haline gelebilir. Yüksek değerli bir direnç (100k © veya daha fazla) üzerindeki veya etrafındaki kirlenme, bir direnç etrafındaki akım için bir sızıntı yolu sağlayarak değerde bir değişikliğe neden olabilir. Bu kirlenme direnç gövdesi, yataklar veya baskılı devre kartı üzerinde oluşabilir. Değeri değişen dirençler değiştirilmelidir. Sızıntı, direnç gövdesinin ve çevresinin temizlenmesiyle giderilir .

Sabit değerli dirençler, potansiyometreler ve reostatlar problemlerine ek olarak, özellikle de devrelerde gürültü problemleri gelişebilir. Kir genellikle silecek ve dirençli eleman arasında aralıklı temasa neden olur. Sorunu gidermek için, elektronik temas temizleyicisini kasadaki deliklerden kontrole püskürtün ve şaftı birkaç kez döndürün.

Tel sargılı potansiyometrelerdeki dirençli eleman sonunda sileceklerin kayma etkisinden aşınır ve kırılır. Bu durumda kontrolün değiştirilmesi gerekir.

Yedek dirençler orijinal ile aynı değer, tolerans, tip ve güç derecesinde olmalıdır. Değer tolerans içinde kalmalıdır. Yedek dirençler, değiştirmenin özellikleri devre gereksinimleriyle tutarlıysa, orijinalden farklı bir tipte olabilir. (Direnç tipleri hakkında daha fazla bilgi için Elektrik Temelleri bölümüne bakın.)

Yedek dirençler genellikle, direncin bir sigorta görevi gördüğü yüksek güçlü yayıcı devreler veya daha büyük boyutun bir sorun teşkil ettiği durumlar dışında, orijinalden daha büyük bir güç derecesine sahip olabilir.

Değişken dirençler orijinal ile aynı tür (karbon veya tel yara) ve konik (doğrusal, log, ters log ve benzeri) ile değiştirilmelidir. Aynı veya daha iyi toleransı koruyun ve güç derecesine dikkat edin.

Tüm durumlarda, yüksek sıcaklık - dirençlerini ısıya duyarlı bileşenlerden uzağa monte edin. Karbon bileşimini ve film dirençlerini ısı kaynaklarından uzak tutun. Bu, ömürlerini uzatacak ve minimum direnç değişimlerini sağlayacaktır.

26.2.6 Kapasitörler

Kapasitörler genellikle kısa devre yaparak, açarak veya elektriksel (veya fiziksel) olarak sızıntı yaparak başarısız olurlar. Nadiren değer değiştirir. Kondansatör arızası genellikle aşırı akım, voltaj, sıcaklık veya dielektrik veya kondansatörü oluşturan malzemelerin yaşlanmasından kaynaklanır. Sızıntı kondansatörün dışında (kondansatör - gövdesinde veya devresinde kirlenme) veya kondansatörün içinde olabilir .

TESTLER

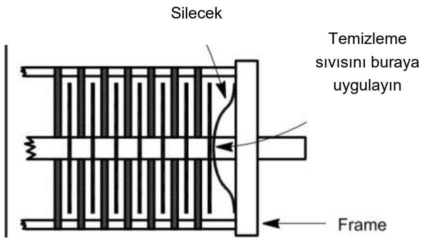
Kondansatör test fonksiyonu veya bileşen test cihazı olan bir multimetreniz yoksa, kapasitörleri test etmenin en kolay yolu bir ohmmetre ile devre dışıdır. Bu testte, sayacın direnci kontrol edilecek kapasitör ile bir zamanlama devresi oluşturur. 0.01 µF'den birkaç yüz µF'ye kadar olan kapasitörler yaygın ohmmetrelerle test edilebilir. Sayacı en yüksek aralığa ayarlayın ve test uçlarını boşalmış kapasitör boyunca bağlayın. Kablolar bağlandığında, akım akmaya başlar. Kondansatör boşaldığında akım yüksektir, ancak kondansatör voltajı arttıkça düşer. Bu, metre üzerinde, zamanla sonsuza doğru inşa edilen düşük bir direnç olarak gösterir.

Direnç oluşumunun hızı kapasitansa karşılık gelir. Küçük kapasitans değerleri sonsuz dirence neredeyse anında yaklaşır. 11 M9 giriş empedansına sahip bir metre ile kontrol edilen 0.01 µF kapasitör, 0.11 saniyede sıfırdan üçte iki ölçekli bir okumaya yükselirken, 1 µF ünitesinin aynı okumaya ulaşması 11 saniye sürecektir. Test edilen kondansatör, üçte iki noktaya ulaşmak için harcanan sürenin beş katı içinde sonsuza ulaşmazsa, aşırı sızıntı vardır. Eğer metre - hemen sonsuz direnç okursa, kapasitör açıktır. (Alüminyum elektrolitler normalde yüksek sızıntı okumaları gösterir.)

Kapasitans, bilinen bir değere sahip bir indüktör kullanarak paralel rezonans devresi inşa ederek bir dip metre ile yaklaşık değer için de ölçülebilir. Rezonans formülü bu kitabın Elektrik Temelleri bölümünde tartışılmıştır.

Doğru L veya C metrelerde ölçülen bilinen bileşenlerin bir koleksiyonunu tutmak için iyi bir uygulamadır. Alternatif olarak, bir elektronik tedarikçisinden %1 veya %2 bileşen sipariş ederek standart bir değer elde edilebilir. %10 tolerans bileşeni standart olarak kullanılabilir; Ancak, sonuçlar sadece %10 içinde bilinecektir. Bu alternatiflerden herhangi biriyle yapılan testlerin doğruluğu, standart değer bileşeninin doğruluğuna bağlıdır. Bu teknik hakkında daha fazla bilgi **Bartlett'in** Kasım 1978 *QST'deki "Bileşen Değerlerini Hesaplamak'adlı makalesinde yer almaktadır.*

Eski kondansatörler de kontrol edilebilir ve gerekirse dielektrik reforme edilebilir.



Şekil 26.8 - Bir airdielektrik değişken kapasitörün kısmi görünümü. Kondansatör - gürültülü veya düzensiz çalışıyorsa, silecek rotor plakalarına temas ettiğinde elektronik temizleme sıvısı uygulayın.

Benzer bağbozumu kondansatör denetleyicisi. Bu teknik hakkında daha fazla bilgi için bu bölümün Vintage Radyoların Restorasyonu ve Onarımı bölümüne bakın.

CLEANİNG

Tamir edilebilen tek yaygın kapasitör çeşidi, hava-dielektrik değişken kapasitördür. Hareketli plakalara elektrik bağlantısı bir yaylı silecek düzenlemesi ile yapılır (bkz **Şekil 26.8). Kir normalde** temas alanında oluşur ve ara sıra temizliğe ihtiyaç duyarlar. Silecek/kontağı temizlemeden önce, kondansatör plakalarındaki tüm toz ve kirleri temizlemek için yumuşak bir hava basıncı ve yumuşak bir fırça kullanın. Bazı elektronik kontak temizleme sıvısı uygulayın. Temas noktasını yağlamayın. Sıvıda çalışmak ve temas kurmak için şaftı birkaç kez hızla döndürün. Temizleme sıvısını az miktarda kullanın ve temas noktası dışında plakalardan uzak tutun.

Piller ve Aletler

Bir kapasiteye sahip bir batarya ile çalışan ekipman üzerinde çalışırken - Birkaç amper saatten fazla (Ah), kısa devrelerden kaçınmak için özel dikkat gösterin ve her zaman pilin içinde bir sigorta veya devre kesici bulundurun. Mümkünse, hem olumlu hem de olumsuz bağlantıları kaynaştırın. Bu özellikle araç aküleri ve mobil cihazlar için önemlidir. Kısa devre binlerce dolar zarar verebilir Bir aracın elektrik güç sistemi Saniyeler içinde! Çalışırken Mobil cihazlarda, bataryanın pozitif terminalini ayırın veya en azından sigortayı çıkararak ekipmana güç veren devreyi ayırın.

Yanlışlıkla pil terminallerini kısa devre yapan bir alet, binlerce amperlik anlık bir akım akışına neden olabilir, genellikle hem pili hem de aleti tahrip eder ve önemli bir yangın ve yanma tehlikesi yaratır.

DEGIŞTIRENLER

Yedek kapasitörler orijinal değer, tolerans, dielektrik, çalışma voltajı ve sıcaklık katsayısı ile eşleşmelidir. Yangın tehlikelerini önlemek için hat servisi için yalnızca ac dereceli kapasitörler (doğrudan ac hattına bağlı kapasitörler) kullanın. Kesin değiştirmeler mevcut değilse, yedekler aşağıdaki açılardan orijinal parçadan farklı olabilir: Bypass kapasitörler orijinalin kapasitansının bir ila üç katı arasında değişebilir. Kuplaj kapasitörleri orijinalin değerinin yarısından iki katına kadar değişebilir. Ayarlanmış devrelerdeki kapasitans değerleri (özellikle filtreler) tam olmalıdır. (O zaman bile, herhangi bir değiştirme muhtemelen devre yeniden hizalamayı gerektirecektir .)

Aynı tür kapasitör mevcut değilse, daha iyi dielektrik özelliklere sahip olanı kullanın. Polarize olmayan parçalar için polarize kondansatörleri değiştirmeyin. Daha yüksek çalışma voltajına sahip kondansatörler kullanılabilir, ancak çalışma voltajının önemli ölçüde altında kullanılan bir elektrolitik kondansatörün kapasitansı genellikle zamanla artacaktır.

Her bir kapasitör tipinin özellikleri - **Elektrik Temelleri** ve **RF Teknikleri** bölümlerinde tartışılmaktadır. Tam bir yedek kapasitör kullanmıyorsanız bu özellikleri göz

26.2.7 İnduktörler ve Transformatörler

En yaygın indüktör veya transformatör arızası kırık bir iletkendir. Daha nadiren, bir bobinin bir veya daha fazla dönüşünde kısa devre meydana gelebilir. Bir indüktör, bu değeri değiştirir. Bir transformatörde, dönüş oranı ve elde edilen çıkış voltajı değişir. - Yüksek powercircuits, aşırı indüktör akımı, bobin formları olarak kullanılan plastikleri eritmek için yeterli ısı üretebilir.

İnduktörler bir ohmmetre ile açık devre arızası için kontrol edilebilir. İyi bir indüktör olan de direnç nadiren birkaç ohm aşıyor. Kısa dönüşler ve indüktansdaki diğer değişiklikler sadece hizalama veya indüktans ölçümü sırasında gösterilir.

Bir dip metre ile indüktans ölçümü prosedürü, rezonans devresinde bilinen değere sahip bir kapasitörün kullanılması dışında, kapasitans ölçümü için verilenle aynıdır.

Yedek indüktörler orijinal ile aynı indüktansa sahip olmalıdır, ancak bu sadece ilk gerekliliktir. Ayrıca aynı akımı taşımalı, aynı voltaja dayanmalı ve orijinal parçayla neredeyse aynı Q'yu sunmalıdırlar. Orijinal bir model olarak verildiğinde, amatör bu nitelikleri birçok indüktör için çoğaltabilir. Ferrit veya demir tozu çekirdeği olan indüktörlerin frekansa duyarlı olduğunu unutmayın, bu nedenle değiştirmenin aynı çekirdek malzemesine sahip olması gerekir.

Bobin basit yapıdaysa, form ve çekirdek hasarsızsa, dönüşlerin sayısını ve formdaki yerleşimlerini dikkatlice sayın ve yazın. Ayrıca bobin uçlarının nasıl düzenlendiğini ve devreye nasıl bağlandığını not edin. Daha sonra kullanılan tel boyutunu ve yalıtımını belirleyin. Tel çapı, yalıtım ve tum aralığı, bir indüktörün akım ve voltaj değerleri için kritik öneme sahiptir. (Tel yeni parçada tam olarak çoğaltılmadığı sürece bobin özelliklerini eşleştirme umudu çok azdır.) Daha sonra, eski rüzgarı çıkarın - forma zarar vermemeye dikkat edin - ve yerine yeni bir sargı uygulayın. Tüm bobin uçlarını ve bağlantılarını orijinal ile aynı şekilde giydirdiğinizden emin olun. Bitmiş sargıyı yerinde tutmak için Q dope (polistiren plastik çözeltisi) veya ince bir plastik bazlı tutkal kaplaması uygulayın.

Formun veya çekirdeğin hasar gördüğü durumlarda aynı prosedürü izleyin, ancak uygun bir yedek form veya çekirdek (aynı boyutlar ve geçirgenlik) bulunmalıdır.

Hazır indüktörler, orijinalin ve değiştirmenin özelliklerinin bilinmesi ve uyumlu olması durumunda yedek olarak kullanılabilir. Ne yazık ki, birçok indüktör kötü bir şekilde işaretlenmiştir. Eğer öyleyse, bazı karşılaştırmalar, ölçümler ve devre analizi genellikle gereklidir.

Bir yedek indüktör seçerken, genellikle orijinal parçaya fiziksel bir benzerlik göstermeyen parçaları ortadan kaldırabilirsiniz. Bu garip görünebilir, ancak bir indüktörün Q'su fiziksel boyutlarına ve çekirdek malzemenin geçirgenliğine bağlıdır. Aynı değere sahip, ancak çok farklı boyut veya şekle sahip olan İnduktörler, Q'da büyük bir fark yaratacaktır. Yeni indüktörün Q'su, devreye monte edilerek, sahneyi hizalayarak ve üreticinin geçiş bandı testlerini gerçekleştirerek kontrol edilebilir. Bu uygulama bir tutam doğru olmasına rağmen, doğru bir Q ölçümü vermez. Q ölçmek için yöntemler **Test Ekipmanları ve Ölçümler** bölümünde görünür.

Yedek indüktör bulunduğunda, devreye takın. Orijinalin yerleşimini, yönünü ve kablolamasını çoğaltın. Zemin-kurşun uzunluğu ve düzeni değiştirilmemelidir. İsolasyon ve manyetik koruma, solenoid - indüktörlerin toroidlerle değiştirilmesiyle geliştirilebilir. Bununla birlikte, eğer yaparsanız, azaltılmış kuplaj ve karşılıklı indüktansı telafi etmek için birçok devre ayarlamasına ihtiyaç duyulacaktır. Ayarlanmış bir devre bileşeni değiştirildiğinde hizalama genellikle gereklidir.

Bir transformatör, manyetik olarak birleştirilmiş iki indüktörden oluşur. Transformatörler voltaj ve akım seviyelerini değiştirmek için kullanılır (bu empedansı da değiştirir). Arıza genellikle açık devre veya bir veya daha fazla sargının kısa devresi olarak ortaya çıkar. İnsulation Ayrıca, sargılar arasında veya sargılar ile - çekirdek veya kasa arasında kısa devrelere neden olan arızalar da meydana gelebilir. İt ayrıca yalıtımlı tel için yaygındır, kasadan çıktıkları yerde çatlaklar veya aşınma gelişmesine neden olur. Bu, kurşunu değiştirerek veya iletken tel telleri yanmamış veya kırılmamışsa, yalıtımı daha fazla aşınmaya karşı korumak için tel üzerinde bir yalıtım kılıfı kaydırarak kolayca tamir edilebilir.

Güç transformatörlerinin amatör testleri çoğunlukla açık devreler için ohmetre testleri ve ikincil voltajın voltmetre kontrolleri ile sınırlıdır. Güç hattı voltajının doğru olduğundan emin olun, ardından ikincil voltajı belirtilen değere göre kontrol edin. Opencircuit ve tam yük ikincil voltaj arasında %10'dan az fark olmalıdır. Güç transformatörlerini değerlendirmek için bir test kurulumu ve prosedürü de **Güç Kaynakları** bölümünde verilmiştir.

Yedek transformatörler orijinal voltaj, volt-amper (VA), görev döngüsü ve çalışma frekansı değerleriyle eşleşmelidir. Ayrıca boyut olarak da uyumlu olmalıdır. (Tüm - transformatör sargıları tam güç kaynağı voltajı için yalıtılmalıdır.)

Test veya onarım için bir transformatörün bağlantısını keserken, transformatör - uçlarının her birinin rengini ve bağlantısını dikkatlice kaydettiğinizden emin olun. Güç transformatörlerinin, çoğunlukla bir renk olması, ancak zıt bir şerit veya göz ardı edilebilecek başka bir desen olması yaygındır. Şüpheniz varsa, her bir kurşun için bağlantıyı not etmek için bant veya kağıt etiketler kullanın. Transformatör renk kodlarını ve bağlantılarını kaydetmek kulübe defterinin iyi bir kullanımıdır.

26.2.8 Röleler

Röleler, düşük güç devrelerinde yarı iletken anahtarlama ile değiştirilmesine rağmen, amplifikatör TR anahtarlama ve anten sistemleri veya ac güç kontrolü gibi uygulamalar için hala yüksek güçlü Amatör Radyo ekipmanlarında yaygın olarak kullanılmaktadır. Röle hareketi yavaş olabilir. AC röleleri vızıldayabilir (ayarlama imkansız hale geldiğinde). Bağlayıcı bir armatür veya zayıf yaylar aralıklı anahtarlamaya neden olabilir. Aşırı kullanım veya sıcak anahtarlama kontakları mahveder ve röle ömrünü kısaltır.

Röleleri voltmetre ile kontaklar arasındaki voltajı ölçerek (güç açık, devre içi) veya bir ohmmetre ile (devre dışı) test edebilirsiniz. Kontaklar arasında düzensiz okumalar, kontaklarda açık veya kısa devreler veya bobinde açık bir devre arayın. Büyüteçli bir görsel muayene, oksidasyon veya korozyon göstermemelidir. Sınırlı çukur açma genellikle iyidir.

Basit rölelerin arızalarının çoğu, kapsamlı bir temizlik ile tamir edilebilir. Kontakları ve mekanik parçaları kalıntısız bir temizleyici ile temizleyin. Bobin ve plastikten uzak tutun Parçalar zarar görebilir. Kontakları kartvizit gibi tüysüz kağıtla kurutun; Sonra onları pürüzsüz bir çelik bıçakla parlatın. Kontakları temizlemek için bir dosya kullanmayın çünkü kontak yüzeyine zarar verir.

Yedek röleler voltaj, akım, anahtarlama süresi ve başıboş empedans için orijinal özelliklerle eşleşmeli veya aşmalıdır (empedans sadece RF devrelerinde önemlidir). Alıcı-vericilerde kullanılan birçok röle, üretici için özel olarak üretilmiştir. Yedekler başka bir kaynaktan temin edilemeyebilir.

Çok temaslı bir röleyi değiştirmeden önce, röleyi, konumunu, uçlarını ve bunların yönlendirmelerini çevreleyen parçalardan bir çizim yapın. Bu çizim, işlemin ortasında dikkatiniz dağılsa bile kurulumu düzgün bir şekilde tamamlamanızı sağlar. (Bu, kulübe defterinin iyi bir kullanımıdır!)

26.2.9 Yarı iletkenler

Bir analog VOM'un ohmmetre fonksiyonu ile diyot ve transistörlerin test edilmesi normal yöntemdi. Günümüzün ucuz multimetreleri neredeyse her zaman ileri ve geri bağlantı gerilimi düşürme test fonksiyonu sağlar. Bu, ilgili değişkenlik ve sayaç devrelerine bağımlılık ile fonksiyonel sorun giderme için direnç tabanlı testlere olan ihtiyacı neredeyse ortadan kaldırır. Bununla birlikte, bileşenleri eşleştirmek veya özel bir devreyi gidermek için eşik ve voltaj akımı testi yapmak bazen yararlıdır. Bu testlerin İn desteği, kısa bir makale "Diyot ve Transistör Test Devreleri" sızıntı, kazanç, Zener nokta gerilimi ve benzeri ölçmek için test devreleri ve prosedürleri içeren indirilebilir ek içeriğe dahildir. Bu bölüm basit go/no-go testlerine odaklanacaktır.

DİODES

Bir diyotun birincil işlevi, akımı yalnızca bir yönde geçirmektir. Bir ohmmetre ile kolayca test edilebilirler ve çoğu multimetrede dahili bir diyot bağlantı testi işlevi de vardır.

Sinyal veya anahtarlama diyotları - Elektronik ekipmanlarındaki en yaygın diyot olan sinyal diyotları, ac'yi de'ye dönüştürmek, RF sinyallerini tespit etmek veya bir devre içindeki ac veya de sinyallerini değiştirmek için rölelerin yerini almak için kullanılır. Sinyal diyotları genellikle açık olarak başarısız olur, ancak kısa devre diyotları nadir değildir.

Güç doğrultucular - Çoğu ekipman bir - güç kaynağı içerir, bu nedenle güç doğrultucu diyotlar elektronik devrelerde ikinci en yaygın diyotlardır. Genellikle kısa devre yaparlar, güç kaynağı sigortasını üflerler.

Diğer diyotlar - Zener diyotları öngörülebilir bir ters kırılma voltajı ile yapılır ve voltaj regülatörleri olarak kullanılır. Varaktör diyotlar, voltaj kontrollü değişken kapasitörler olarak kullanılmak

yarı iletken diyot şu şekilde kullanılabilir:

Bir voltaj değişkeni kapasitansı, ancak değer bir varaktörün olduğu kadar öngörülebilir olmayacaktır.) Bir diyak, her yönde sadece akım darbeleri geçiren özel amaçlı bir diyottur.

Diyot testi - Çoğu diyot için birkaç temel test vardır. Öncelikle bu bir diyot mu? Bir yönde hareket eder ve diğerinde akım akışını engeller mi? Çoğu durumda bu test için basit bir direnç ölçümü uygundur.

Diyotlar devre dışında test edilmelidir. Diyotun bir ucunu devreden ayırın, ardından testi yapın. Diyot iletirken, diyot bağlantısındaki voltaj düşüşünü ölçerek diyotları da test edebiliriz.

İşleyen bir diyot bir yönde yüksek direnç, diğer yönde düşük direnç gösterecektir. Diyot testi fonksiyonuna sahip bir DMM, kullanmak için en iyi enstrümandır. Bir analog metre kullanarak, direnci ölçmek için kullanılan 0.7 V'dan fazla ve 1.5 Vis'den az olduğundan emin olun. Tam ölçekten daha az bir okuma veren metrenin en yüksek direnç ölçeğini kullanın. Herhangi bir soru varsa metre polaritesini belirlemek için bilinen bir diyotu kontrol edin. Bilinen iyi bir diyot için ileri ve geri direnç okumalarını, diyotun iyi olup olmadığını belirlemek için test edilen diyotunkilerle karşılaştırın.

Diyot bağlantı ileri voltaj düşüşleri bir multimetrenin diyot test fonksiyonu ile ölçülür. Silikon kavşaklar genellikle yaklaşık 0.6 Vat tipik test akımı seviyeleri gösterirken, germanyum tipik olarak 0.2 V. Bağlantı voltaj düşüşü akım akışı ile artar.

Multimetreler bağlantı dirençlerini düşük voltajda ölçer ve Zener diyotlarını test etmek için yararlı değildir. İyi bir Zener diyotu, derecesinin altındaki voltajlarda ters yönde hareket etmeyecektir. İndirilebilir ek içerikle birlikte verilen ve prosedürler ve Zener diyot performansını belirlemek için bir devre için bu bölümün başında belirtilen makaleye bakın.

Yedek diyotlar - Bir diyot arızalandığında, ilişkili bileşenleri de kontrol edin. Yedek doğrultucu diyotlar orijinal ile aynı akım ve tepe ters gerilime (PIV) sahip olmalıdır. Seri diyot kombinasyonları genellikle yüksek voltajlı redresörlerde kullanılır. (Voltajı diyotlar arasında eşit olarak dağıtmak için kullanılan direnç ve kapasitör ağları artık yeni doğrultucular için gerekli değildir, - ancak eski parçalar için korunmalıdır. Daha fazla bilgi için Güç Kaynakları bölümüne bakın.)

Anahtarlama diyotları, devrede - karşılaşılan tepe-tepe geriliminin iki katından daha fazla eşit veya daha fazla akım değerine ve aPIV değerine sahip diyotlarla değiştirilebilir. Anahtarlama süresi gereksinimleri RF, mantık ve bazı anahtarlama devreleri dışında kritik değildir. Mantık devreleri, uyumlu anahtarlama hızlarını ve yük özelliklerini sağlamak için tam değiştirme gerektirebilir. Rezonant devrelerin [illegible] kullanılan RF anahtarlama diyotları kesin olmalıdır

Diyot direnci ve kapasitans olarak değiştirmeler ayarlanan devreyi etkileyecektir.

Varaktör diyotları değiştirilirken voltaj ve kapasitans özellikleri dikkate alınmalıdır. Bir kez daha, kesin değiştirmeler en iyisidir. Zener diyotları, aynı Zener voltajına ve eşit veya daha yüksek güç derecesine ve eşit veya daha düşük toleransa sahip parçalarla değiştirilmelidir. Bir Zener diyotu değiştirirken ilişkili akım sınırlayıcı direnci kontrol edin.

BIPOLAR TRANSISTORS

Transistör arızaları açık bağlantı, kısa bağlantı, aşırı sızıntı veya amplifikasyon performansında bir değişiklik olarak ortaya çıkar. Çoğu transistör arızası felakettir. - Sızıntısı olmayan ve de veya ses frekanslarında yükseltilen bir transistör genellikle tasarım aralığının üzerinde performans gösterecektir. Bu nedenle transistör testlerinin planlanan çalışma frekansında yapılması gerekmez. Testler de veya düşük frekansta (genellikle 1000 Hz) yapılır. Onarım altındaki devre, potansiyel bir değiştirme parçasının en iyi testidir. Arızalı bir devrede bir yedek transistörde değiştirme genellikle bir kürle sonuçlanacaktır.

Bipolar transistörlerin basit ve güvenilir bir testi, bir devredeki transistör ve güç açıkken gerçekleştirilebilir. Bir test kurşunu, 10 kΩ direnç ve bir voltmetre gerektirir. Voltmetreyi yayıcı/toplayıcı uçlarına bağlayın ve voltajı okuyun. Sonra baz ve yayıcı bağlamak için test kurşun kullanın - **(Şekil 26.9A).** Bu koşullar altında, iyi bir transistörün iletimi kesilecek ve sayaç, emitör/toplayıcı uçları boyunca neredeyse tüm besleme voltajını göstermelidir. Ardından, klips ucunu çıkarın ve 10 k © direncini tabandan toplayıcıya bağlayın. Bu, transistörü iletime yönlendirmeli ve yayıcı/toplayıcı voltajı düşmelidir (Şekil 26.9B). (Bu test, önyargı voltajındaki değişikliklere transistör yanıtını gösterir.)

Transistörler, bir ohmmetre ile diyotlarla aynı şekilde veya bir transistör testi ile bir multimetre ile test edilebilir (devre dışı)

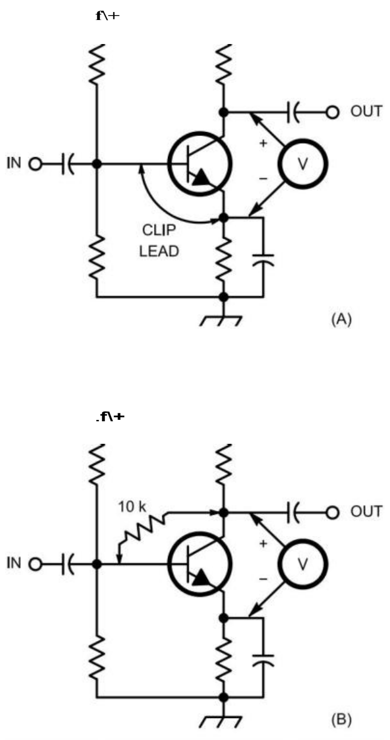
Çapraz Referans Yedek Yarı İletkenler

Eski ekipmanlardan yarı iletkenler, - hatta İC'ler, çapraz referans jenerik değiştirme olarak mevcut olabilir. Bu cihazlar için birincil kaynak NTE Elektronik **(www.nteinc.com)** Cihazın parça numarasını girin "CrossReference" penceresinde değiştirmeye çalışıyorsunuz. NTE ayrıca orijinal jenerik yedek parçalar olan EKG parça numaraları için çapraz referanslı değiştirmeler sağlar.

fonksiyonu kullanılabilir. Ohmetre-transistör devresini kullanmadan önce, test etmeden önce cihaz özelliklerine bakın ve transistörün bu şekilde test edilmesinin olası sonuçlarını düşünün. Bağlantı akımını küçük sinyal transistörleri için 1 ila 5 mA ile sınırlayın. Transistör yıkımı veya yanlış ölçümler dikkatsiz testlerden kaynaklanabilir.

İyi transistörler için ters-ileri direnç oranı 30:1'den 1000:1'den daha iyi olabilir. Germanyum transistörler - hala ara sıra karşılaşılan - bazen bir ohmmetre ile test edildiğinde yüksek sızıntı gösterir. Bipolar transistör sızıntısı toplayıcıdan tabana, yayıcıdan tabana veya yayıcıdan toplayıcıya belirtilebilir (bağlantı her durumda tersine çevrilir). Spesifikasyon, taban-toplayıcı kavşağı için İi, İi % toplayıcı kesme akımı veya toplayıcı sızıntısı, diğer kavşaklar için İi ve benzeri olarak tanımlanabilir. Bağlantı sıcaklığı ile sızıntı akımı artar. (Bu ve diğer transistör parametrelerinin tanımları için Devreler ve Bileşenler bölümüne bakın.)

Bu basit test devreleri çoğu transistör problemini tanımlarken, RF cihazları RF'de test edilmelidir. Çoğu bileşen üreticisi - üzerinde bir test devresi şeması içerir



Şekil 26.9 - **Bir klipsli kurşun, direnç ve voltmetre ile devre içi yarı iletken testi. Metre (A)'da V + okumalıdır. Test (B) sırasında sayaç, hafif bir varyasyondan birkaç milivolta kadar değişen voltajda bir düşüş göstermelidir. İt tipik olarak voltajı başlangıç değerinin yaklaşık yarısına indirir .**

veri sayfası. Test devresi genellikle cihaz frekans aralığının yüksek ucuna yakın çalışan bir RF amplifikatörüdür. RF'de İf testi mümkün değildir, bilinen iyi bir cihazın değiştirilmesi gereklidir.

Yarı iletken arızası bazen çevresel koşulların bir sonucudur. Açık kavşaklar, aşırı sızıntı (germanyum transistörler hariç) ve amplifikasyon performansındaki değişiklikler aşırı yüklenme veya aşırı akımdan kaynaklanır.

Kısa kavşaklar (her iki yönde de düşük direnç) genellikle voltaj artışlarından kaynaklanır. Elektrostatik deşarj (ESD) veya yıldırımdan gelen geçişler mikrosaniye içinde bir yarı iletkeni yok edebilir.

Transistörler nadiren harici bir neden olmadan başarısız olurlar. Transistörün ölümünün nedeni için çevredeki parçaları kontrol edin ve bir yedek takmadan önce sorunu düzeltin.

JFET'ler

Kavşak FET'leri, bir multimetrenin diyot kavşak testi fonksiyonu ile bipolar transistörlerle aynı şekilde test edilebilir (bkz. Metin ve **Şekil 26,10).** Ters sızıntı birkaç megohm veya daha fazla olmalıdır. İleri direnç, bir analog metre ile ölçülürse 500 ila 1000 9 olmalıdır.

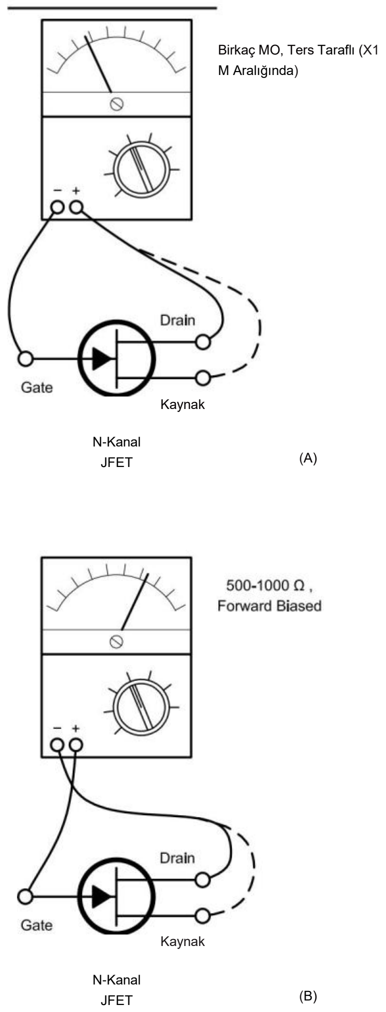
MOSFET'ler

Küçük sinyal MOS (metal oksit yarı iletken) katmanları son derece kırılgandır. Normal vücut statik onlara zarar vermek için yeterlidir. Hatta kapı korumalı (bir diyot MOSlayertoclampvottage boyunca yerleştirilir) MOSFETsmay statik elektrik birkaç volt tarafından yok edilebilir. Güç devreleri ve RF amplifikatörleri için kullanılan MOSFET'ler hasara karşı çok daha dirençlidir. Üreticinin sayfası, gerekli olan özel statik koruma önlemlerini belirtecektir. (Çalışma tezgahında statik yönetimi hakkında daha fazla bilgi için İnşaat Teknikleri bölümüne bakın.)

Küçük MOSFET'leri test ederken, gücün kapalı olduğundan, kapasitörlerin boşaldığından ve bir devreden takmadan veya çıkarmadan önce kabloların birlikte kısa devre yaptığından emin olun. Kasanın zemin potansiyeline yakın olduğundan emin olmak için bir voltmetre kullanın, ardından MOSFET kurulum ve sökme işleminden önce ve sırasında kasaya dokunun. Bu, vücudunuz, şasi ve MOSFET uçları arasında potansiyel farkı olmadığını garanti eder. - MOS cihazlarını lehimlerken lehimleme ipucunu bir klips ucu ile topraklayın. FET kaynağı, bir devreye bağlanan ilk kurşun ve bir devreden ayrılan son kurşun olmalıdır. MOSFET'lerdeki yalıtım katmanları, bir ohmmetre ile test edilmesini önler. İkame, MOSFET'lerin amatör testi için tek pratik araçtır.

FET CONSİDERATİONS

Değiştirme FE Ts aynı olmalıdır



Şekil 26.10 - Bir **JFET'in ohmmetre testleri. Bağlantı, A'da ters taraflı ve B'de ileri yanlıdır (Analog sayaçlar, çizimin rahatlığı için gösterilmiştir.)**

Orijinal parça olarak yazın: JFET veya MOSFET, P kanalı veya N kanalı, geliştirme veya tükenme. Devrenin gerektirdiği arıza voltajını düşünün. Arıza voltajı, amplifikatörlerdeki güç kaynağı ve sinyal voltajlarının en az iki ila dört katı olmalıdır. Güç kaynaklarında hat voltajının 10 katı geçişe izin verin. Arıza voltajları genellikle V (pR) GSS veya V (BR) GDO olarak belirtilir:

Kapı voltajı spesifikasyonu, kanal akımını kesmek veya başlatmak için gereken kapı voltajını verir (çalışma moduna bağlı olarak). Kapı voltajları genellikle Vas @ veya V "(çimdik kapalı), Vy (eşik) veya İp @ oN) veya İrr olarak listelenir :

Çift kapılı MOSFET özellikleri, iki kapının etkileşimi nedeniyle daha karmaşıktır. Kesme voltajı, arıza voltajı ve kapı sızıntısı her kapının önemli özellikleridir.

İNTEGRATED CIRCUITS

Entegre devrelerin temelleri bu kitabın önceki bölümlerinde ele alınmıştır. Amatörler nadiren İC'leri test etmek için gereken sofistike ekipmana sahiptir. Çok kanallı bir osiloskop bile sadece en basit işlevlerini görebilir. Her olası nedeni kontrol etmekten memnun olmalı ve ancak o zaman sorunun bir İC'de yattığını varsaymalıyız. Deneyimli sorun gidericiler size söyleyecektir - çoğu zaman yine de - arızalı bir devre bir İC kullanıyorsa, kötü olan İC'dir.

Doğrusal İC'ler - İki ana İC sınıfı vardır: doğrusal ve dijital. Lineer İ C'ler en iyi şekilde aynı birimlerle değiştirilir. Orijinal ekipman üreticileri bir değiştirme için en iyi kaynaktır; Eski veya ısmarlama ürünleri stoklamak için bir nedeni olan tek kaynaktır. Bir İC'nin değiştirilmesi kaçınılmazsa, önce kenar çubuğunda belirtilen çapraz referans web sitesini deneyin. Ayrıca üreticilerin web sitelerine bakabilir ve pinouts ve diğer özellikleri karşılaştırabilirsiniz.

Dijital İC'ler genellikle dijital cihazları değiştirmek için iyi bir fikir değildir. Bir üreticiden bir AB74LS00YZ farklı bir üreticiden bir CD74LS00WX ile değiştirmek uygun olsa da, genellikle bir LS (düşük güçlü Schottky) cihazını bir S (Schottky), C (CMOS) ile değiştiremezsiniz. Farklı ailelerin hepsi farklı hız, akım tüketimi, giriş ve çıkış özelliklerine sahiptir. Bir türü diğeriyle değiştirip değiştiremeyeceğinizi belirlemek için devreyi analiz etmeniz gerekir.

YARIİLETKEN ALT İLETKENİ

Tüm durumlarda tam yedek yarı iletkenler elde etmeye çalışın. Özellikler bir üreticiden diğerine biraz değişir. **NTE (www. nteinc.com) gibi çapraz eşdeğerler** yararlıdır, ancak kesin bir yedek olması garanti edilmez. Bir eşdeğer kullanmadan önce, spesifikasyonları orijinal parçanın özelliklerine göre kontrol edin. Bir yedek seçerken, aşağıdakileri göz önünde bulundurun:

- PNP mi yoksa NPN mi?
- Çalışma frekansı ve giriş/çıkış kapasitansı nedir?
- Ne kadar güç dağıtabilir (genellikle Vmax x İmax'dan daha az)?
- Orijinal soket veya ped düzenine uyacak mı?
- Olağandışı devre talepleri var mı (düşük gürültü vb.)?
- Çalışma sıklığı nedir? Çapraz referans eşdeğerlerinin her uygulamada çalışması garanti edilmez. Eski bir parça için kesinlikle kesin bir değişimin gerekli olduğu durumlarda, Rochester Electronics **(www.rocelec.com) veya 4 Star Electronics** (www.4starelectronics**. com)** geniş stokları korumak, ancak

Maliyet muhtemelen oldukça yüksek olacaktır.
İki farklı cihazın aynı parça numarasına sahip olduğu durumlar olabilir, bu nedenle listelenen değiştirme özelliklerini amaçlanan kullanımla karşılaştırmak gerekir. Eğer kitap bir RF transistörü yerine bir diyot kullanmanızı söylüyorsa, işe yaramayacaktır! Yüksek sıcaklıkta çalışma için üretici tarafından önerilen güç spesifikasyonlarını azaltın.

26.2.10 Tüpler

Amatör hizmette en yaygın tüp arızaları katot tükenmesi ve gaz kontaminasyonundan kaynaklanır. Bir tüp çalıştırıldığında, katot üzerindeki kaplama elektron üretme yeteneğinin bir kısmını kaybeder. Elektron üretimi (katot akımı, İ ") yeni bir tüp tarafından sergilenen %50 ila 60'a düştüğünde tüpü değiştirme zamanıdır .
Bir tüpteki gaz kirliliği genellikle kolayca tanımlanabilir, çünkü olabilir

Çalışma sırasında elementler arasında yeşilimsi veya beyazımsı-mor bir parıltı. (Çoğu tüpte soluk bir deppurple ışıması normaldir.) Gaz, tüp direncini azaltır ve anottan kırmızı bir parıltı, elektrot arası ark veya şişirilmiş bir güç kaynağı sigortası ile kanıtlanan kaçak plaka akımına yol açar. Daha az yaygın tüp arızaları arasında açık bir filament, kırık zarf ve elektrotlar arası şortlar bulunur.
Bir tüpün en iyi testi yenisini değiştirmektir. Başka bir alternatif bir tüp test cihazıdır; Bunlar bazen mevcut athamfests veya antik radyo veya audiophile grupları aracılığıyla. Ayrıca bir ohmmetre ile bazı sınırlı testler yapabilirsiniz. Tüp testleri devreden yapılmalıdır, böylece devre direnci sonuçları karıştırmaz.
Açık bir filamenti kontrol etmek için bir ohmmetre kullanın (önce tüpü devreden çıkarın). Kırık bir zarf görsel olarak açıktır, ancak çatlamış bir zarf gazlı bir tüp olarak görünebilir. İnterelectrode şortları, çalışma aşamasında voltaj kontrolleri sırasında belirgindir.

Aynı voltajı gösteren herhangi iki element muhtemelen kısa devre yapar. (Katodesupresör ızgarası gibi bazı elektrotlar arası şortların normal olduğunu unutmayın.)
Genel olarak, bir tüp aynı tip numarasına sahip başka bir tüp ile değiştirilebilir. Uyumluluklarını değerlendirmek için benzer tüplerin veri sayfalarını karşılaştırın. Baz konfigürasyonunu ve pinout, elektrotlar arası kapasitansları (osilatör servisindeki tüpler dışında küçük bir varyasyon iyidir), plaka ve ekran ızgarasının dağıtılmış güç derecelerini ve mevcut sınırlamaları (hem tepe hem de ortalama) düşünün. Örneğin, 6146A genellikle bir 6146B (ağır hizmet tipi) ile değiştirilebilir, ancak bunun tersi de geçerli değildir.
Bazı durumlarda, küçük tip-sayı farklılıkları filament voltajlarındaki farklılıkları veya hatta temel stilleri gösterir, bu nedenle değiştirme yapmadan önce tüm özellikleri kontrol edin. (Aynı model numarası, önek ve soneki olan tüpler bile, bazı açılardan bir tedarikçiden diğerine biraz değişir.)

26.3 Başlarken

İNSTİNCTİVE VEYA SYSTEMATİC

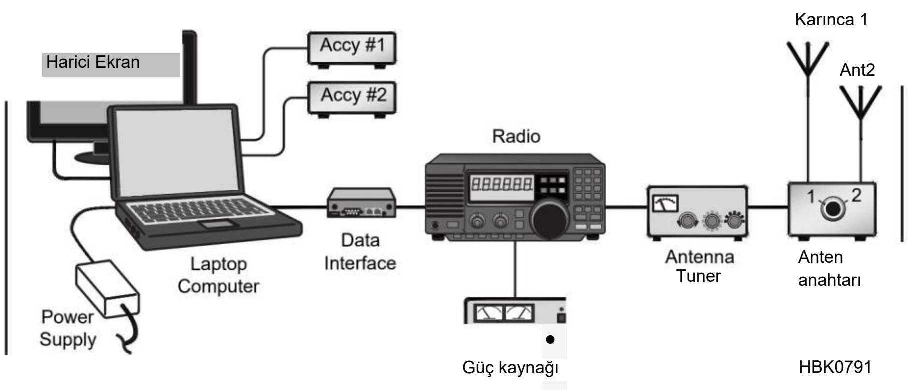
Sorun gidermeye yönelik sistematik bir yaklaşım, sorunu analiz etmek ve izole etmek için tanımlanmış bir süreç kullanır. İçgüdüsel bir yaklaşım, hangi devrelerin test edileceğini ve hangi testlerin gerçekleştirileceğini seçmede size rehberlik etmek için sorun giderme deneyimine dayanır.
İçgüdü deneyime dayandığında, içgüdüyle arama en hızlı prosedür olabilir. İçgüdünüz doğruysa, onarım süresi ve çaba önemli ölçüde azaltılabilir. Deneyim ve güven arttıkça, içgüdüsel yaklaşımın yararları da onlarla birlikte büyür. Bununla birlikte, bu yaklaşımı seçen deneyimsiz teknisyenler şansın insafına kalmıştır.
Sistematik bir yaklaşım, tanıdık olmayan ekipmanlardaki sorunları makul bir başarı umuduyla ele almamızı sağlayan disiplinli bir prosedürdür. Sistematik yaklaşım genellikle sorun gidericilere başlanarak seçilir.

26.3.1 Sistematik yaklaşım

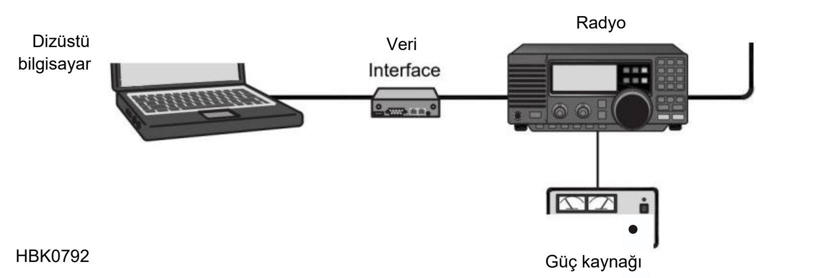
Test ekipmanlarının bir koleksiyonuyla donanmış olarak, hemen kazmak ve sorunu aramaya başlamak için cazip olabilirsiniz. Ekipmanın içinde hangi ekipmanın veya alt montajın hatalı olduğu bazen açık olsa da, bugün neredeyse tüm ham istasyonlarını oluşturan birçok bağlantı, soruna sistem perspektifinden bakarak sorun gidermeye başlamayı çok daha etkili hale getirmektedir. *Sistem derken,* birden fazla ekipman parçasını veya bağlı alt montajları kastediyoruz

Birlikte - bundan daha süslü bir şey yok.
Amatör istasyonlar sistemlerle doludur: Dijital mod sistemi bir radyo, güç kaynağı ve PC'den oluşur. Bir anten sistemi anten tuneri, besleme hattı ve antenden oluşur. İnside bir radyo güç devreleri, alıcı, verici, kontrol paneli ve iletim-alma anahtarlama devrelerinden oluşan bir sistemdir. Sistemin parçaları arasındaki bağlantıların kablo olması gerekmez; Kablosuz veri bağlantıları da bir sistemin parçası olabilir.
Genel olarak, herhangi bir soruna - hatta sözde açık sorunlara - etkilediği sistemin perspektifinden yaklaşmak en iyisidir. İlk adım, en az sayıda bileşen içeren sistemi belirlemektir.

sorunu ortaya koyuyor. Ardından, sorunu bu bileşenlerden birinde veya aralarındaki bağlantıda aramaya başlayabilirsiniz. Süreci göstermek için bir örnekle başlayacağız.
Sorun **- Bir** yıl sorunsuz çalıştıktan sonra, PSK3 l kullanarak 50 W'dan fazla çıkış gücü ile ilettiğinizde, ALC hiç aktif olmasa ve hiçbir yazılım seviyesi ayarı değiştirilmemiş olsa bile, diğer istasyonlar artık şelale ekranında sinyalinizin etrafında birçok bozulma ürünü rapor ediyor. Bu RF paraziti olabilir, PC ile radyo arasındaki dijital arayüzle ilgili bir sorun, PC'deki ayarlar, radyodaki ayarlar, kötü bir bağlantı... Birçok olasılık var.



Şekil 26.11 - **Radyo ve güç kaynağı, veri arabirimi, birkaç aksesuarlı dizüstü bilgisayar (Acey) ve güç kaynağı, anten tuneri, anten anahtarı, anten 1 ve 2 ve ara bağlantı kabloları.**



Şekil 26.12 - Minimum radyo ve güç kaynağı sistemi, dijital arayüz, pil gücünde dizüstü bilgisayar, anten 1 ve ara bağlantı kabloları.

Kılavuzu okuyun!

Cihazınız tasarlandığı gibi çalışıyor olabilir. Birçok elektronik "sorun", yanlış konumdaki bir anahtar veya kontrol, yanlış yapılandırılmış bir menü öğesi veya yapılması tasarlanmamış bir şeyi yapması istenen bir birimden kaynaklanır. Ekipmanınızı açmadan önce Büyük cerrahi için, doğru kullandığınızdan emin olun. Çoğu kullanım kılavuzunun, başlangıçta ekipmanı kurmak ve mikroişlemci kontrollü dişlilerin kısmi ve tam sıfırlamalarını yapmak için bir prosedürü vardır.

Bir kağıt pedi alın ve **Şekil 26.11'deki gibi sorunu gösteren sistemi çizin.** Semptomların (semptomların) ne olduğunu ve ortaya çıktıkları koşulları yazın. Şekil 26.11, ara bağlantı kabloları da dahil olmak üzere birçok parçaya sahip bir sisteminiz olduğunu göstermektedir. Bu sistemi basitleştirelim! Bu tür bir sorun için, sorun giderirken havada dinlemek için bir arkadaşınızın olması çok yararlı olacaktır. Minimum sistemi bulmak için, radyo ve PC'den kullanılmayan aksesuarları çıkararak ve sorunu yeniden üretmeye çalışarak, her adımı yazarak ve sorunun değişip değişmediğini belirterek başlayın. Sadece sorunu basitleştirmekle kalmayacak, aynı zamanda süreçte bağlantıları ve yapılandırmaları incelemek ve kontrol etmek için mükemmel bir fırsatınız olacak - belki de sorunu keşfedeceksiniz !

Farenin ve harici ekranın bağlantısı kesildiğinde ve dizüstü bilgisayarın dahili pilinden çalışırken bozulmanın devam ettiğini varsayalım. Daha sonra anten tunerini ve anten anahtarını çıkarabildiniz, bir seferde radyoya yalnızca bir anteni manuel olarak bağladınız ve sorunun yalnızca anten 1 kullanıldığında meydana geldiğini gördünüz. Sistemin herhangi bir parçasını kaldırmak onu işlevsiz kılar, bu nedenle **Şekil 26.12'de gösterildiği gibi problemli minimum sistemi buldunuz.**

Şimdi etkiyi gözlemlemek için minimum sistemde küçük değişiklikler yapmaya başlamanın zamanı geldi, yine giderken not alın. Mikrofon kazanımını biraz yukarı ve aşağı doğru değiştirmenin neredeyse hiç etkisi yoktur. PC ses kartı çıkış ses seviyesini biraz değiştirmenin de neredeyse hiç etkisi yoktur. RF çıkış gücünü biraz azaltmanın *büyük bir* etkisi vardır: güç azaldıkça, bozulma ürünleri de azalır. 35 W'nin altında, sorun tamamen gitmişti! Bu önemli bir ipucu, görev bilinciyle kağıda kaydedilmiş. Anten 1'in sahte bir yükle değiştirilmesi benzer bir etkiye sahipti - sorun, yaşayan arkadaşınıza göre kayboldu Büyük ölçüde azaltılmış anten sisteminizden sızan zayıf sinyali duyacak kadar yakın. Anten 1'i tekrar radyoya koymak, sorunun 35 W'nin üzerine çıkmasına neden olur.

DavranışProblem, RF'nin minimum sisteminizdeki bir kablo tarafından alındığını ve düşük seviyeli dijital sese müdahale ettiğini gösterir. Kalan her kabloyu yakından inceleme zamanı. Radyonun mikrofon konnektör kabuğunu çıkarmak ve içindeki kabloları kontrol etmek hiçbir şey yapmadı - tüm bağlantılar sağlamdı ve sadece dokunmaları gerekenlere dokunuyordu. Dijital arayüz ile ses kartı arasındaki kabloya bakıldığında, PC ucundaki kablonun kalkanının kötü bir şekilde yıprandığını ve neredeyse hiç temas etmediğini görüyorsunuz! Birkaç dakika içinde, kabloyu kesip yeniden lehimlediniz, PC'ye geri taktınız. Tam güç çıkışında bile yapılan testler, her iki antende de bozulma ürünleri göstermez.

Sorunu, minimum sistemi bularak ve kök neden bulunana ve ortadan kaldırılana kadar her seferinde bir şeyi inceleyerek çözdünüz.

Ya kabloları kontrol ettiğinizde kök neden görünmüyorsa? O zaman sistemi, sistem bileşenlerinin birbirine bağlandığı arayüzlerde test etmeye devam etmeniz gerekir. Sinyal seviyelerini hassas bir voltmetre ile ölçebilirsiniz. RF toplayan kablolara ferrit boncuklar veya çekirdekler ekleyebilirsiniz. Verici gücü arttıkça radyonun güç kaynağı çıkışının sabit ve temiz olup olmadığını kontrol edebilirsiniz.

Başka bir strateji, bilinen iyi bileşenleri birer birer ikame etmek ve sorunun değişip değişmediğini veya kaybolup kaybolmadığını görmek olacaktır: Farklı bir veri arabiriminde takas yapabilirsiniz. Kabloları değiştirebilirsiniz. Farklı bir güç kaynağı veya radyo veya dizüstü bilgisayar deneyin .

Çoğu sistematik test, doğrudan test veya muayene ile bir ikame sürecini birleştirir. Amaç ya kök nedenini bulmak ya da içinde bulunduğu sistem bileşenini bulmaktır. temel neden saklanmaktır. Suçlu olarak tanımlanan bir sistem bileşenine sahip olduğunuzda, bileşeni bir sistem olarak ele alın ve işlemi tekrar başlatın. Eninde sonunda sorunu bulacaksın.

Jambon kulübesinde sistematik sorun giderme için bazı yönergeler şunlardır:

1. Sorunu sergileyen sistemi tanımlamak ve anlamak için zaman ayırın.
2. Sistem bileşenlerini birer birer çıkarın.
3. Sorunun hala var olduğunu kontrol edin. Eğer değilse, o bileşeni geri yükle.
4. Bileşenleri çıkarmaya devam edin ve sorunu gösteren minimum sisteme ulaşılana kadar test edin.
5. Sistem bileşenleri arasındaki her arayüzde neler olup bittiğini test ederek veya ikame ederek netleştirin. Örneğin, radyo ve diğer sistem bileşenlerini bağlayan kabloları incelediniz.
6. Bir problem tespit edilirse, düzeltin ve yeniden test edin.
7. Aksi takdirde, kök neden tanımlanana veya bir bileşene izole edilene kadar her sistem bileşenini test etmeye veya değiştirmeye devam edin.
8. Bu bileşeni yeni bir sistem olarak ele alın ve adım 1'e geri dönün .

Bileşenlerin sayısını sistematik olarak azaltmak ve aralarındaki her arayüzü test etmek, sorunun kök nedeninin gerçekte nerede olduğunu belirlemenin en hızlı yoludur. Şanslı bir tahmin sahibi olabilirsiniz ve bazen küçük bir duman dumanı ölü bir hediye olabilir, ancak uzun vadede sistem yaklaşımı size zaman ve para kazandıracaktır.

26.3.2 Belirtilerin Değerlendirilmesi

Sorun giderme sürecinin önemli bir kısmı, sorunun belirtilerinin gerçekte ne olduğunun dikkatli bir tanımıdır. Sorunun tam olarak nasıl olduğunu not etmek önemlidir

Kendini ve sorunun ortaya çıktığı koşulları gösterir. "Kırık've" çalışmıyor'gibi belirsiz açıklamalardan kaçının. "Röle etkinleştirilemiyor" veya "hoparlör çıkışı yok'gibi kesin açıklamaları kullanmak için kendinizi eğitin.

Kendinize şu soruları sorun:

1. Ekipmanın hangi işlevleri gerektiği gibi çalışmaz; Hiç işe yaramayan ne?

2. Gerçekçi olarak nasıl bir performans - bekliyorsunuz?

3. Sorun geçmişte yaşandı mı? (Sorun ve bakım kayıtlarını kullanım kılavuzunda, kulübe defterinde veya kayıt defterinde tutun.)

Soruların cevaplarını yazın.

Bilgiler işinize yardımcı olacak ve tavsiye veya profesyonel hizmet gerekiyorsa servis personeline yardımcı olabilir.

Varsayımlarınızı sorgulayın ve bildiğinizi düşündüğünüzü doğrulayın. Güç kaynağı çıkışının her koşulda uygun olduğundan emin misiniz? Anten anahtarının her konumunda süreklilik olduğunu doğruladınız mı? Herhangi bir şüphe varsa, teyit eden bir ölçüm veya inceleme yapın. Sayısız saatler haksız varsayımlar yüzünden boşa harcandı!

İntermittent problemlerinin izlenmesi genellikle daha zordur, bu nedenle sorunun ortaya çıktığı koşulları not etmeye çalışın - bunlar genellikle önemli ipuçlarıdır .

Sorun giderme, düzenli bakım yapmak için iyi bir nedendir. Sadece daha az probleminiz olmayacak, aynı zamanda bir şey sadece biraz kapalı veya yersiz olduğunda, onu fark etme olasılığınız çok daha yüksektir. Sıra dışı bir şey belirten kafanızdaki küçük sesi dinlemeyi öğrenin. Zaman zaman sorunlara neden olan jokerleri indirmeyin.

Bazen tezgahtan uzaklaşın ve rahatlayın. Biraz yürüyün. Zihniniz sorun hakkında düşünmeye devam edecek ve

Yeni yapılmış ekipman

Ya bir alet yaptıysanız ve çalışmıyorsa? Çoğu onarım çalışmasında, sorun giderici, devrenin bir zamanlar çalıştığı bilgisiyle desteklenir, böylece yalnızca hatalı parçaları bulmak ve değiştirmek gerekir. Yeni yapılan ekipmanlarda durum böyle değildir .

Çalışma geçmişi olmayan ekipmanın onarımı özel ve zor bir durumdur. Arızalı bir bileşen, inşaat hatası veya hatalı bir tasarımla uğraşıyor olabilirsiniz. Bu kusurları dikkatlice kontrol etmek size saatler kazandırabilir. Bu, homebrew ekipmanını mümkün olan her adımda ve mümkünse bölüm bölüm test etmek için iyi bir nedendir. Bu şekilde, tamamlanan projenin bir sorunu varsa neyin işe yaradığı hakkında daha fazla bilgi sahibi olacaksınız.

İşe geri döndüğünüzde kendinizi şaşırtabilirsiniz!

Eğer bir arkadaşınızdan fikir alabilir, sorunu açıklamaya çalışabilir ve arkadaşınızın size soru sormasına izin verebilirsiniz. Daha önce düşünmediğiniz soruları sormak için farklı bir bakış açısına sahip bir başkası için yaygındır.

26.3.3 Harici İnspection

İnspection, sorun gidermenin en kolay kısmıdır ve dikkatli, ayrıntılı inceleme genellikle sorunu veya ona yol açan bir ipucu bulacaktır. Giderken not tutmak için bazı kağıtlarınız olduğundan emin olun, böylece size bir şey geldiğinde kaydedilebilir.

Önce kolay olanı deneyin. Eğer yapabiliyorsanız

Bir sigortayı değiştirerek veya gevşek bir kabloyu yeniden bağlayarak sorunu çözmek için, çok fazla çaba sarf etmekten kaçınabilirsiniz. Birçok deneyimli teknisyen, yalnızca açma/kapama anahtarının KAPALI olarak ayarlandığı veya susturma kontrolünün çok yüksek ayarlandığı veya ekipmanı doğru şekilde kullanmadıkları zor yolu öğrenmek için bir ekipman parçasını gidermek için saatler harcadı.

Ardından, ekipmanın takılı olduğundan, ac çıkışının gerçekten güce sahip olduğundan, ekipmanın açık olduğundan ve tüm sigortaların iyi olduğundan emin olun. Ekipman pil veya harici bir güç kaynağı kullanıyorsa, yük altında doğru voltajı sağladıklarından emin olun.

Tüm kabloların, kabloların ve aksesuarların çalışıp çalışmadığını ve doğru konektörlere veya jaklara takılı olup olmadığını kontrol edin. Bir bileşen sisteminde, hangi bileşenin veya alt sistemin kötü olduğundan emin olmak genellikle zordur. Vericiniz kötü olduğu için SSB'de çalışmayabilir, ancak kötü bir mikrofon da olabilir .

Konektör hataları veya yanlış bağlantıları yaygındır. Sorun giderme dedektiflik çalışmalarınızdaki başlıca şüphelileri düşünün. Bağlantıları iyice inceleyin. Anten bağlı mı? Peki ya hoparlör, sigortalar ve TR anahtarı? Transistörler ve İC'ler soketlerine sıkıca oturuyor mu? Tüm ara bağlantı kabloları sağlam ve güvenli bir şekilde bağlanmış mı? Herhangi bir pim bükülmüş mü veya konektör yanlış takılmış mı? Bu sorunların çoğu göze açıktır, bu yüzden etrafınıza dikkatlice bakın.

Muayenenizi yaparken, tüm duyularınızı kullanmayı unutmayın. Yanmış veya aşırı ısınmış bir koku alıyor musunuz? Elektrolit veya yağ sızdıran bir şey mi? Belki de bir bileşen veya konektör aşırı ısınmış ve renksiz görünüyor. IS montaj donanımı güvenli mi?

Denetiminizi tamamladıktan sonra, sorunun hala orada olduğundan emin olmak için ekipmanı yeniden test edin veya bir şekilde değişip değişmediğini not edin.

26.4 Ekipmanın Yanında

Bu noktada, belirli bir ekipmanın bir sorunu olduğunu belirlediniz. Tüm işletim kontrollerinin ve bağlantıların görsel bir incelemesi hiçbir şey ortaya çıkarmadı, ancak sorun hala orada. Gerçekten kazma, parçalarına ayırma ve düzeltme zamanı!

26.4.1 Belgeler

Herhangi bir ekipmanı test etmek için muhtemelen en azından bir kullanım kılavuzuna ihtiyacınız vardır. Mümkünse, şematik bir diyagram ve servis kılavuzu bulun. Bir servis kılavuzu olmadan sorun gidermek mümkündür, ancak bir şematik - neredeyse vazgeçilmezdir .

Orijinal ekipman üreticisi, manuel veya şematiğin en iyi kaynağıdır. Ancak, birçok eski üretici işten çıktı. Çeşitli ekipman el kitapları kaynakları bir web aramasıyla veya ekipman ihtiyaçlarını satan QST satıcılarından birinden bulunabilir. Ek olarak, K4XL'nin Boat Anchor **Manual Archive (www2.faculty.sbc.edu/ kgrimm/boatanchor),** ekipman kılavuzlarının serbestçe indirilebilen yüzlerce elektronik kopyasına sahiptir. Ekipmanınızla ilişkili bir kullanıcının grubu veya e-posta listesi varsa, gruba yapılan bir istek manuel ve hatta sorun giderme yardımı sağlayabilir.

Her şey başarısız olursa, bazen tersine çevirebilirsiniz

Kablolama yollarını izleyerek ve kendi şematiğinizi çizmek için bileşenleri tanımlayarak basit bir devre mühendisliği yapın. Devrede kullanılan aktif cihazların veri sayfalarını indirerek, pin-out diyagramları ve uygulama notları bazen devreyi anlamanıza ve sorun gidermenize yardımcı olmak için yeterli olacaktır.

BLOK DIAGRAM

Dokümantasyonun önemli bir parçası olan blok diyagramı bir yol haritasıdır. İt her devre fonksiyonu için sinyal yollarını gösterir. Bu yollar birlikte koşabilir, ara sıra kesişebilir veya hiç kesişmeyebilir. Hatalı fonksiyonların yollarında olmayan bloklar ortadan kaldırılabilir

Şüpheli olarak. Bazen semptomlar tek bir bloğa işaret eder ve daha fazla araştırmaya - gerek yoktur. Birden fazla bloğun şüpheli olduğu durumlarda, çeşitli yaklaşımlar kullanılabilir. Her biri bir blok veya aşamayı test etmeyi gerektirir.

26.4.2 Sökme

Bu görünüşte basit adım, dikkatsiz teknisyeni yakalayabilir. En deneyimli servis teknisyenleri, ayırdıkları ve kolayca bir araya getiremedikleri ekipmanın hikayesini anlatabilir. Bunun sana olmasına izin verme.

Fotoğraf çekin ve parçalama şeklinizle ilgili birçok not alın. Kaldırdığınız her bileşen hakkında not alın. Sökmeden önce bir fotoğraf çekin veya karmaşık mekanik montajların bir taslağını yapın ve ardından bunları nasıl söküdüğünüzü kaydedin. İt, -kalkanların ve yer kayışlarının konumunu kaydetmek için özellikle önemlidir.

Yaptığınız şeyleri, renk kodlarını, parça yerleşimlerini, kablo yönlendirmelerini, donanım notlarını ve geri sipariş edilen parça geldiğinde ekipmanı haftalar sonra yeniden birleştirebilmeniz gerekebileceğini düşündüğünüz her şeyi yazın.

Tüm vidaları ve montaj donanımını tek bir yere koyun. Kapaklı bir plastik kavanoz iyi çalışır; Eğer düşürürseniz, plastik kırılmaya uygun değildir ve kapak tüm parçaların çalışma alanının etrafında uçmasını engeller (hepsini asla bulamazsınız). Her alt sistem için ayrı bir etiketli konteyner olması için ödeme yapabilir. Kağıt zarflar ve muffin tavaları da iyi çalışır.

26.4.3 İnternal İnspection

Birçok servis sorunu görülebilir, eğer

Ne zaman bırakacağını bilmek

Deneyimli onarım teknisyenlerine "sepet kılıfları" verilmesi yaygındır - orijinal sorun gidericinin söküldüğü ancak daha sonra herhangi bir nedenle yeniden monte edilemediği veya sorunu bulamadığı ekipman. Biri
Sorun giderme sürecindeki en önemli kararlar ne zaman bırakılacağını bilmektir. Yani, becerilerinizin veya ekipman anlayışınızın ötesine geçmek üzere olduğunuzu fark etmek.

Bu noktayı geçerseniz, başarılı bir sonuç alma şansı oldukça hızlı bir şekilde azalır. Yardım istemek, daha bilgili bir - arkadaşla çalışmak veya dikkatlice yeniden bir araya getirmek çok daha iyi Ekipman ve tamir teknisyenine götür. Ekipmanınızın rüzgar almasına izin vermeyin
Kısmen bağlı parçalarla dolu bir kutu ve hamfest'teki masanın altına monte donanımı, "Düzeltemedi - teklif yap!"

Onları dikkatle arayın. Birçok teknisyen, bir arızayı takip etmek için saatler harcadı, sadece basılı devre kartının dikkatli bir şekilde incelenmesinde tespit edilecek kötü bir lehim eklemi veya yanmış bileşen bulmak için. İç denetimler dış denetimler kadar önemlidir.

Bu zaman alıcıdır, ancak gerçekten her konektöre, her tele, her lehim bağlantısına ve her bileşene bakmanız gerekir. Düşük güçlü bir büyüteç veya başa takılan büyüteç, sorunları aramak için ekipmanı hızlı bir şekilde taramanızı sağlar. Bir konektör gevşemiş olabilir, bu da açık devre ile sonuçlanır. Kırık telleri tespit edebilir veya kötü bir lehim eklemi görebilirsiniz. Baskılı devre kartını esnetmek veya lehim eklemlerine bakarken bileşenleri biraz çekmek genellikle hatalı bir lehim işi bulacaktır. Kavrulmuş bileşenleri arayın.

Baskılı devre kartını sabitleyen tüm vidaların sıkı olduğundan ve iyi elektrik teması sağladığından emin olun. Kasaya monte konektörlerde gevşek vidalar olup olmadığını kontrol edin. (Ancak elektrikli veya mekanik ayar vidalarını veya ayar kontrollerini sıkmayın!) Önceki onarım işlerinin kanıtlarını bulup bulamayacağınıza bakın; Bunlar doğru düzgün yapılmamış olabilir. İC'lerin kullanıldıklarında soketlere sıkıca oturduğundan emin olun. Sokete yerleştirilmek yerine İC'nin altına katlanmış pimleri arayın. Yeni oluşturulmuş bir devrede sorun gideriyorsanız, her parçanın doğru değerde veya tip numarasında olduğundan ve doğru şekilde kurulduğundan emin olun .

GÜÇ SUPPLIES

Dikkatli incelemeniz bir şey ortaya çıkarmazsa, test edilen üniteye güç uygulama ve işleme devam etme zamanı gelmiştir. Ekipman sorunlarını giderirken tüm güvenlik önlemlerine uyun. Bazı ekipmanların içinde sizi öldürebilecek voltajlar var. Ekipmanın içindeki voltajlar ve koşullar ile güvenli bir şekilde çalışmak için nitelikli değilseniz, devam etmeyin. Tablo 26.1 ve **Güvenlik** bölümüne bakınız.

Güç kaynağını hemen test ederseniz biraz zaman kazanabilirsiniz. Güç kaynağı hiç çalışmıyorsa veya düzgün çalışmıyorsa, ekipmandaki başka bir devrenin de düzgün çalışması beklenemez. Güç kaynağının Tamam olduğu veya onarıldığı belirlendikten sonra, ekipmanın diğer bölümlerine geçebilirsiniz. Güç kaynağı teşhisi daha sonra bu bölümde ayrıntılı olarak tartışılmıştır.

Ekipmana uygulanan güçle, yayları dinleyin ve duman veya aşırı ısınmış bileşenleri arayın ve koklayın. Herhangi bir sorun görünmüyorsa, devrenin çeşitli bölümlerini test etmeye devam edebilirsiniz. Tüp ekipmanı için, vintage ekipmanın onarımı ile ilgili bölümlerde açıklandığı gibi azaltılmış voltajda uygulanan ac gücü ile

26.4.4 Sinyal İzleme ve Sinyal İnjection

Blok düzeyinde telsiz ekipmanlarının sorunlarını gidermek için iki yaygın sistematik yaklaşım vardır. Birincisi sinyal izleme; İkincisi sinyal enjeksiyonu. İki teknik çok benzer. Test ekipmanı ve test edilen devredeki farklılıklar, belirli bir durumda hangi yöntemin en iyi olduğunu belirler. Sıklıkla birleştirilebilirler.

Bu yaklaşımların her ikisi de bir

DSP ve SDR için Blok Düzeyinde Test

Günümüzün radyo ekipmanlarının giderek daha fazla işlevi, anten girişine çok yakın RF sinyallerinin doğrudan sayısallaştırılması ile tam SOR dahil olmak üzere mikroişlemci tabanlı dijital sinyal işleme ile uygulanmaktadır. Böyle bir radyo şovunun PC kartlarına bir bakış Kontrol ve arayüz bileşenleri, güç kaynağı devreleri, filtreleme ve verici güç amplifikatörleri ile çevrili birkaç büyük, çok kurşunlu İC. Klasik süperheterodin - mimarisinin bireysel aşamaları hiçbir yerde görülmez. Böyle bir radyo nasıl kurulur?

Eski bir radyoda olduğu gibi aynı temel yaklaşımla başlayın - giriş veya çıkıştan başlayın ve radyonun "diğer ucuna" doğru ilerleyin. Bununla birlikte, DSP tabanlı bir radyoda, sinyalin "dijitalleştiği've mikroişlemciye veya bir analog/dijital dönüştürücüye girdiği noktaya hızla rastlarsınız. Sinyalin mikroişlemcinin "diğer tarafında" (veya çoğu SOR - ekipmanı durumunda PC) analog forma döndüğü noktaya atlayın ve teste devam edin. Bu şekilde, mikroişlemciyi radyoda çok büyük bir aşama olarak ele alabilirsiniz. Sorun çevredeki devrede veya bir PC ile RF devreleri arasındaki arayüzde ortaya çıkarsa, diğer herhangi bir ekipman parçasında olduğu gibi sorun giderebilirsiniz.

Eğer sorun mikroişlemci veya analog/dijital dönüştürücü olduğu ortaya çıkarsa, büyük olasılıkla
Üreticiden yedek bir tahta almak için. Dönüştürücüyü veya işlemciyi değiştirmek mümkündür (önceden programlanmış parçayı alabilirseniz), ancak çoğu üretici tüm devre kartını en düşük düzeyde değiştirilebilir bileşen olarak görür. Bu, onarımı daha pahalı hale getirir (veya değiştirme yoksa imkansız), ancak olumlu sonuç, mikroişlemcilerin nadiren kendi başlarına başarısız olması ve ilk etapta daha az onarıma ihtiyaç duyulmasıdır.

Bir dizi adımda sinyal (RF veya ses veya veri). Süperheterodin mimarisine dayanan bir alıcı-verici, muhtemelen jambon kulübesindeki bu tür ekipmanların en iyi örneğidir. Ses donanımı da bu şekilde oluşturulmuştur. Sinyal enjektörü ve sinyal kaynakları hakkında daha fazla bilgi, Şubat 1982 QST'den (Geri Bildirim, Mayıs 1982) "Ekipman Servisinin Bazı Temelleri'nde yer almaktadır.

DSP ve özel veya tescilli İC'leri içeren daha yeni ekipman, aşama aşama test tekniklerine çok daha az uygundur. ("DSP ve SDR için Blok Düzeyi Testi" kenar çubuğuna bakın) Bununla birlikte, sinyal izleme ve sinyal enjeksiyon teknikleri, sinyal yolunun sorun giderici tarafından erişilebilir olduğu durumlarda hala yararlıdır.

SIGNAL TRACNG

Sinyal izleme, bir devrenin veya sistemin başlangıcından başlayın ve sinyali sonuna kadar takip edin. Girişte sinyali belirli bir aşamada bulduğunuzda, ancak çıkışta değil, arızalı aşamayı buldunuz. Daha sonra voltajları ölçebilir ve belirli arızayı bulmak için bu aşamada başka testler yapabilirsiniz. Bu, hangisinin kötü olduğunu belirlemek için ünitedeki her bileşeni test etmekten çok daha hızlıdır.

Bazen sinyal izlemede, örneğin bir alıcıda aşırı sinyaller kullanmak mümkündür. Bununla birlikte, iyi bir sinyal jeneratörü mevcutsa, sinyal kaynağı olarak kullanmak en iyisidir. Modüle edilmiş bir sinyal kaynağı en iyisidir.

Sinyal izleme, alıcıların ve analog amplifikatörlerin sorun giderme türlerinin çoğu için uygundur. Sinyal izleme, vericileri kontrol etmenin en iyi yoludur, çünkü gerekli tüm - sinyaller vericide tasarım olarak bulunur. Çoğu sinyal jeneratörü, bir vericiyi test etmek için gereken çok çeşitli sinyal seviyelerini sağlayamaz.

Ekipman

RF problu bir voltmetre, sinyal izleme için kullanılan en yaygın cihazdır. Düşük seviyeli sinyaller bu cihazla doğru bir şekilde ölçülemez. Probdaki diyotun bağlantı damlasını aşmayan sinyaller hiç kayıt olmaz, ancak daha büyük sinyallerin varlığı veya yokluğu gözlenebilir.

Özel bir sinyal izleyici de kullanılabilir. İt aslında bir ses yükselticisidir. (Kendi sinyal izleyicinizi oluşturmak için bir projenin indirilebilir ek içeriğine bakın.) Deneyimli bir teknisyen genellikle sinyalin seviyesini ve bozulmasını kulaktan yargılayabilir. Genlik modüle edilmemiş bir sinyali takip etmek için özel bir sinyal izleyici kullanamazsınız (tek yan bant AM'nin bir şeklidir). Bir sinyal izleyici, CW sinyallerini, FM sinyallerini veya osilatörleri izlemek için uygun değildir. Bunları izlemek için bir voltmetre ve RF probu veya bir osiloskop kullanmanız gerekecektir .

Bir osiloskop en çok yönlü sinyal izleyicisidir. İt, yüksek giriş empedansı, değişken hassasiyet ve izlenen dalga formunun sabit bir görüntüsünü sunar. Osiloskop yeterli bant genişliğine sahipse, RF sinyalleri doğrudan gözlemlenebilir. Alternatif olarak, düşük bant genişlikli bir osiloskopta demodüle edilmiş RF sinyallerini göstermek için bir demodülatör probu kullanılabilir. Çift iz kapsamları, bir devrenin giriş ve çıkışında bulunan faz ilişkileri de dahil olmak üzere dalga formlarını aynı anda görüntüleyebilir.

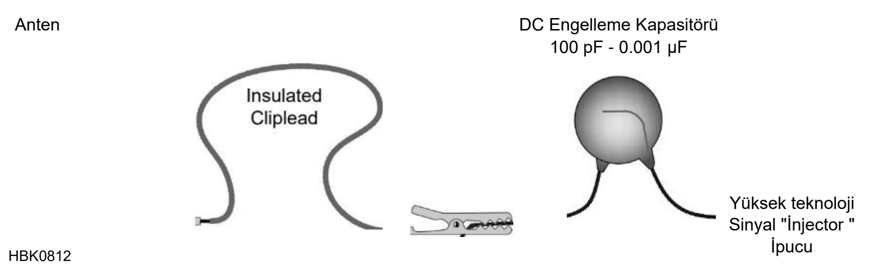
Prosedür

İlk olarak, test ve test cihazları altındaki devrenin, dahili transformatörler, bir izolasyon transformatörü tarafından AC hattından izole edildiğinden veya pil gücünden çalıştığından emin olun. Test ettiğiniz birim için sinyal kaynağını uygun bir seviyeye ve frekansa ayarlayın. Bir alıcı için, yaklaşık 100 µV'lik bir sinyal bol olmalıdır. Diğer devreler için, sinyal seviyesini ayarlamak için şematik, devre fonksiyonunun bir analizini ve kendi iyi kararınızı kullanın.

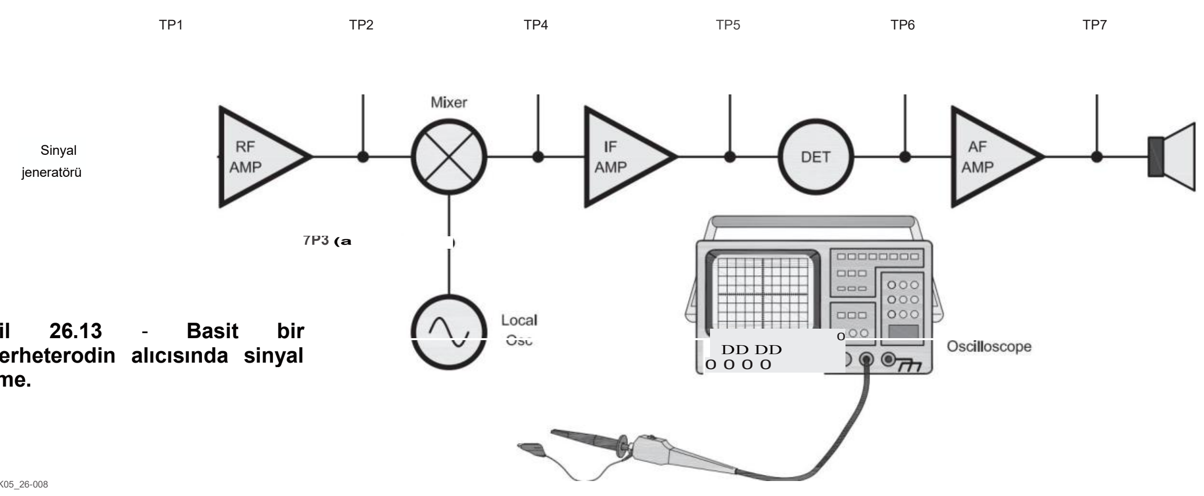
Sinyal izleme, başlangıçta başlayın ve sinyal yolunun sonuna doğru çalışın. Gücü test devresine açın ve sinyal kaynağı çıkışını test devresi girişine bağlayın. İzleyici aleti devre girişine yerleştirin ve test sinyalinin mevcut olduğundan emin olun. Bir kapsam kullanıyorsanız sinyalin özelliklerini gözlemleyin (bkz **Şekil 26.13).** İzleme sırasında tespit edilen sinyali kaynak sinyaliyle karşılaştırın.

Test cihazını bir sonraki aşamanın çıkışına taşıyın ve sinyali gözlemleyin. Amplifikatör aşamalarında sinyal seviyesi artmalı ve diğer aşamalarda biraz azalabilir. Sinyal ölü bir aşamanın çıkışında mevcut olmayacaktır.

Düşük empedanslı test noktaları, yüksek empedanslı bir sinyal izleyicisini sürmek için yeterli sinyal vermeyebilir, bu nedenle izleyici duyarlılığı



Şekil 26.14 - Test edilen devreye uygulanacak sinyalleri almak için bir anten kullanan basit bir sinyal enjektörü. [Nezaket Elecraft, www.elecraft.com]



Şekil 26.13 - Basit bir süperheterodin alıcısında sinyal izleme.

önemli. Ayrıca, bazı devrelerde çıkış seviyesi, bir aşamanın girişinden çıkışına bir empedans değişikliği olduğu yerde düşük görünür. Örneğin, düzgün çalışan bir ortak kolektör (yayıcı takipçisi) devresinde, giriş (yüksek empedans) ve çıkış (düşük empedans) sinyalleri fazdadır ve kabaca eşit voltajlara sahiptir. TPl ve TP2'deki voltajlar yaklaşık olarak eşittir ve fazdadır.

Mikser aşamasında bulunan iki sinyal vardır - test sinyali ve yerel osilatör sinyali. Herhangi birinin kaybı, karıştırıcı aşamasından hiçbir çıkışa neden olmaz. Sinyal kaynağını tekrar tekrar açın ve kapatın, böylece test cihazı okumasının kaynak anahtarlama ile değiştiğinden (kaybolması gerekmez) emin olun.

SIGNAL İNJECTION

Sinyal enjeksiyonu, alıcı sorunlarının giderilmesi için iyi bir seçimdir, çünkü alıcı zaten tasarımın bir parçası olarak bir dedektöre sahiptir. Dedektör çalışıyorsa veya uygun bir dedektör tasarlanmışsa (sinyal izleme bölümüne bakınız), hatalı aşama keşfedilene kadar ekipmanın farklı noktalarına bir test sinyali enjekte edilebilir.

Ekipman

Çoğu zaman, sinyal enjektörünüz bir sinyal jeneratörü olacaktır. Bazıları RF harmonikleri bakımından zengin kare dalga ses osilatörleri olan başka enjektörler de mevcuttur (bkz Şekil 26.5). Bu basit enjektörlerin sınırları vardır, çünkü çıkış - seviyelerini değiştiremez veya frekanslarını belirleyemezsiniz. Yine de kullanışlıdırlar, çünkü çoğu devre arızası tamamen ölü bir aşamadan kaynaklanır.

Bir alet seçerken test noktasındaki sinyal seviyesini göz önünde bulundurun. Enjeksiyon için kullanılan sinyal kaynağı, test edilecek her aşama için uygun frekansları ve seviyeleri sağlayabilmelidir. Örneğin, tipik bir süperheterodin alıcısı, AF'de 6 V'dan RF'de 200 μ V'a kadar değişen AF, İF ve RF sinyalleri gerektirir. Bir alıcıda kullanılan her dönüşüm aşaması, sinyal kaynağından farklı bir İF gerektirir. Yayın alıcısı gibi bir AM radyonun sinyal yolunu test ederken, dedektör aşamasından önce modüle edilmiş bir RF sinyaline ihtiyacınız olacaktır. Yerel osilatörü simüle etmek için modüle edilmemiş bir RF sinyali kullanın.

Şekil 26.14'ün basit test devresi, bir alıcıdaki RF aşamaları için hızlı ve kirli bir sinyal enjektörü olarak kullanılabilir. Anten, aşamanın çalışma frekansında bir sinyal alacak herhangi bir şey olabilir.

Prosedür

Harici bir dedektör gerekiyorsa, uygun seviyeye ayarlayın ve test devresine bağlayın. AF için sinyal kaynağını ayarlayın ve enjektör ve dedektörün çalışmasını test etmek için doğrudan sinyal dedektörüne bir sinyal enjekte edin. Sinyal kaynağını

Böl ve Fethet

Ekipmanın tek bir birincil sinyal yolu varsa, blok blok arama, art arda daha küçük devre blokları grupları arasında test edilerek önemli ölçüde hızlandırılabilir. Her test böylece kalan devrenin bir kısmını uygular.

Bu "böl ve yönet" taktiği, bölünen ekipmanlarda kullanılamaz.
Giriş ve çıkış arasındaki sinyal yolu. Geri besleme döngüleri içinde alınan test okumaları, test devresinin her noktasında beklenen devreyi ve dalga formunu anlamadığınız sürece yanıltıcıdır. İt, blok araması sırasında bir geri besleme döngüsü içindeki tüm aşamaları tek bir blok olarak düşünmek en iyisidir.

Böl ve yönet, sorun gidermeye içgüdüsel yaklaşımı benimsemeye eğilimli olanlar için iyi bir taktiktir. Daha fazla deneyim kazandıkça, sorunları bu şekilde hızlı bir şekilde izole edebileceğinizi göreceksiniz. Daha sonra her bloğu daha ayrıntılı olarak test edebilirsiniz.

Bir önceki aşamada ve sinyali gözlemleyin. Sinyal kaynağını birbirini izleyen aşamaların girişlerine taşımaya devam edin.

Sinyal kaynağını arızalı aşamanın girişine enjekte ettiğinizde, çıkış olmayacaktır. Test devrede ilerledikçe enjekte edilen sinyalin seviyesini azaltarak aşama aşırı yüklenmesini önleyin. Test edilen her aşama için uygun frekansları kullanın.

Bir amplifikatör aşamasının giriş ve çıkışına bir sinyal enjekte ederek sahne kazancının kaba bir kontrolünü yapın. Daha sonra girişte enjekte edildiğinde sinyalin ne kadar yüksek olduğunu karşılaştırabilirsiniz. Bu test sizi yanlış yönlendirebilirse, empedansta sahne girişinden çıkışa radikal bir fark vardır. Test etmeden önce devre çalışmasını anlayın.

Mikser aşamaları özel bir problem sunar çünkü bir yerine iki girdileri vardır. Bir mikserden gelen çıkış sinyalinin eksikliği, hatalı bir mikserden veya hatalı bir yerel osilatörden (LO) kaynaklanabilir. Osiloskop ile veya başka bir alıcıyı dinleyerek osilatoroperasyonu kontrol edin. Bu araçların hiçbiri mevcut değilse, LO çıkışındaki LO frekansını enjekte edin. Eğer ölü bir osilatör tek sorun ise, bu işlemi geri yüklemelidir.

Osilatör çalışıyorsa, ancak frekans dışında, çok sayıda sahte yanıt görünecektir. Aynı anda birçok frekans üreten basit bir sinyal enjektörü bu test için uygun değildir. LO frekansında uygun bir seviyeye ayarlanmış iyi korumalı bir sinyal jeneratörü kullanın.

26.4.5 Mikroişlemci Kontrollü Ekipman

Günümüz amatör ekipmanlarının çoğunluğu

Aksesuarların en az bir, bazen birkaç mikroişlemcisi vardır. Bu ekipmanın güvenilirliği eski analog tasarımlara göre büyük ölçüde iyileştirilirken, mikroişlemci tabanlı devrelerde sorun giderme farklı bir yaklaşım benimser. Mikroişlemci sorun giderme ile ilgili bir öğretici bu *El Kitabının kapsamı dışında olsa da,* aşağıdaki temel yönergeler sorunun mikroişlemcinin (veya belleniminin) içinde mi yoksa destek devresinde mi olduğunu belirlemeye yardımcı olacaktır. Ek olarak, indirilebilir **Digital Basics bölümü** dijital devrelerin çalışması hakkında birçok bilgi içerir.

1) Mikroişlemci veri sayfasını edinerek ve ekipman şemasında tanımlanmamışlarsa tüm güç ve kontrol pinlerini tanımlayarak başlayın. Cihazın çalışması için kontrol pimlerinin hangi durumda olması gerektiğini belirleyin.

2) Uygun durum (voltaj) için tüm güç ve kontrol pimlerini test edin. Mikroişlemci saat sinyalinin aktif olduğunu doğrulayın. Eğer değilse, devam etmeden önce nedenini ve onarımını belirleyin.

3) Harici bellek ve giriş-çıkış (I/O) cihazları (daha az ortak) için bir adres ve veri yolu varsa, hepsinin aktif olduğunu (değişen durum) doğrulamak için bir mantık probu veya kapsamı kullanın. Eğer değilse, bir program veya mantık hatası var.

4) Hangi pinlerin mikroişlemcinin dijital girişleri veya çıkışları olduğunu belirleyin ve pimde geçerli bir dijital mantık seviyesinin bulunduğunu doğrulayın. Eğer değilse, pimin bağlı olduğu harici devreyi kontrol edin.

5) Hangi pimlerin mikroişlemcinin analog girişleri veya çıkışları olduğunu belirleyin. İşlemcinin içine veya dışına uygun bir voltajı neyin oluşturduğunu belirlemek için harici devreyi analiz edin. Voltaj geçerli değilse, pimin bağlı olduğu harici devreyi kontrol edin. Harici bir voltaj referansı kullanılırsa, çalıştığını doğrulayın.

6) Harici devreler genellikle mikroişlemciden ayrılarak ve geçici bir voltaj kaynağı ile sürerek veya mikroişlemciye göndermeye çalıştıkları sinyali ölçerek kontrol edilebilir.

7) Tüm kontrol ve güç sinyalleri ve harici devre **Tamam kontrol ederse, bir** mikroişlemci veya ürün yazılımı arızası meydana gelmiş olabilir.

Mikroişlemcinin hatalı olduğunu belirlerseniz, çoğu durumda üreticiye başvurmanız gerekecektir, çünkü firmware çoğunlukla kurulmadan önce programlanması gereken işlemcide bulunur. Programın ve veri belleğinin mikroişlemciye harici olduğu eski ekipmanın, parçaların kendilerinin eskimesi ve EPROM veya PROM cihazlarını programlama gereksinimi nedeniyle onarılması çok zor olabilir.

26.5 Devre Seviyesinde Test

Tüm sorun giderme prosedürlerini izledikten ve sorununuzu tek bir kusurlu aşamaya veya devreye ayırdıktan sonra, birkaç basit ölçüm ve test genellikle ayarlamaya ihtiyaç duyan bir veya daha fazla spesifik bileşeni belirleyecektir. yeniden yerleştirme.

İlk olarak, özellikle yeni inşa edilmiş bir devrede, tasarım değerlerine makul derecede yakın olduklarından emin olmak için devredeki parçaları şematik diyagrama karşı kontrol edin. Ticari bir ekipmanda bile, birileri onarım girişimleri sırasında bunları yanlış değiştirmiş olabilir. Yanlış değerli bir parça, homebrew veya kit projesi gibi yeni inşaatlarda oldukça muhtemeldir.

26.5.1 Voltaj seviyeleri

Devre voltajlarını kontrol edin. Gerilim seviyeleri şematik üzerine basılırsa, bu kolaydır. Eğer değilse, devreyi analiz edin ve devre voltajlarının ne olması gerektiğini görmek için bazı hesaplamalar yapın. Bununla birlikte, basılı veya hesaplanan gerilimlerin nominal olduğunu unutmayın; Ölçülen voltajlar hesaplamalardan farklı olabilir .

Ölçümler yaparken, aşağıdaki noktaları unutmayın:

- Cihaz uçlarında ölçüm yapın, devre kartı izlerinde veya soket pabuçlarında değil.
- Yanlışlıkla kısaları önlemek için küçük test probları kullanın.
- Anahtar açıkken katı hal devrelerine asla güç bağlamayın veya bağlantısını kesmeyin.
- Voltmetrelerin, özellikle eski analog sayaçların, x 1 ve düşük empedanslı kapsam problarında olduğu gibi, bir yüksek impedans devresi yükleyebileceğini ve voltajı değiştirebileceğini unutmayın.

Voltajlar, devrede neyin yanlış olduğuna dair bir ipucu verebilir. Eğer değilse, aktif cihazı kontrol edin. Eğer devredeki aktif cihazı kontrol edebilirseniz, bunu yapın. Eğer değilse, çıkarın ve test edin veya bilinen iyi bir cihazı değiştirin. Bağlantılardan sonra, çoğu devre arızası neden olur

Anahtar Tıklamaları Kontrol Etme

Tuş tıklamaları, çıkış dalga formunun hızlı yükselen ve düşen kenarlarından veya aksi takdirde düzgün bir dalga formundaki ani bozukluklardan kaynaklanan özel bir genlik bozulmasıdır. Anahtar tıklamaları denetleme hakkında daha fazla bilgi için bkz. İletme bölümü. Çoğu modern radyo, anahtarlama artış ve düşme sürelerini ayarlamak için kullanıcı yapılandırma seçenekleri sunar. Eski radyolar, yükselme ve düşme zamanını kontrol eden bir zamanlama devresinin değiştirilmesini gerektirebilir. Diğer operatörlere iyi bir komşu olun ve - sinyalinizdeki önemli tıklamaları ortadan kaldırın!

Kötü bir aktif cihaz tarafından doğrudan veya dolaylı olarak. Deneyimli sorun giderici genellikle önce bunları test eder veya değiştirir. Diğer bileşenleri analiz edin ve her birini daha önce açıklandığı gibi test etmenin en iyi yolunu belirleyin.

Çoğu analog devrede iki voltaj seviyesi vardır (örneğin V + ve toprak). Çoğu bileşen arızası (açılır ve şort), bu seviyelerden birine yakın gerilimleri değiştirir. Yanlış de voltajlar olarak ortaya çıkan tipik arızalar şunları içerir: açık kuplaj transformatörleri; Kısa kapasitörler; Açık, kısa veya aşırı ısınmış dirençler ve açık veya kısa yarı iletkenler .

Dijital mantık devreleri, sinyallerin belirli voltaj aralıklarında olmasını ve geçerli bir mantık düşük veya mantık yüksek değeri

26.5.2 Gürültü

Tüm elektronik devrelerde hafif bir tıslama normaldir. Bu gürültü, akım mutlak sıfırdan daha sıcak olan bir iletkenden aktığında üretilir. Gürültü, sonraki aşamalarla birleştirilir ve büyütülür. Onarım, yalnızca gürültü normalde net sinyalleri gizlemekle tehdit ettiğinde gereklidir.

Yarı iletkenler iki şekilde tıslama üretebilir. Birincisi normaldir - istenen sinyalden çok daha sessiz olan beyaz bir gürültü. Hatalı cihazlar sıklıkla aşırı gürültü üretir. Hatalı bir cihazdan gelen gürültü genellikle düzensizdir, bazen istenen sinyalden daha yüksek olan patlamalar ve çökmeler vardır. Bir analog devrede, gürültünün sonucu genellikle sestir. Bir kontrol veya dijital devrede, gürültü düzensiz çalışmaya neden olur: beklenmedik anahtarlama vb.

Gürültü sorunları genellikle sıcaklık ile artar, bu nedenle lokalize ısı kaynağı bulmanıza yardımcı olabilir. Herhangi bir bileşenden gelen gürültü mekanik titreşime duyarlı olabilir. Yalıtımlı bir tornavida ile çeşitli bileşenlere dokunmak, kötü bir parçayı hızla izole edebilir. Gürültü ayrıca bir osiloskop veya sinyal izleyici ile de izlenebilir .

Neredeyse her bileşen veya bağlantı bir gürültü kaynağı olabilir. Arızalı bileşenler çatırtı seslerinin en yaygın nedenidir. Arızalı bağlantılar, yüksek, patlayan seslerin yaygın bir nedenidir.

Kablolardaki, prizlerdeki ve anahtarlardaki bağlantıları kontrol edin. Kirli değişken kapasitör silecekleri ve potansiyometreleri arayın. Bir arklama mika düzeltici kapasitör alınan veya iletilen ses statik çökmeler oluşturabilir. Bir seri 0.01 µF kapasitör kurarak bunları test edin. Gürültü kaybolursa, düzelticiyi değiştirin.

Potansiyometreler de devrelerde kullanıldığında özellikle gürültü problemlerine eğilimlidir. Az miktarda sprey temas temizleyicisi ile temizleyin ve şaftı birkaç kez döndürün.

Döner anahtarlar, kontakları bir klips kablosu ile atlayarak test edilebilir. Gevşek Kontaklar bazen temizlenerek, anahtar kontaklarını dikkatlice yeniden üreterek veya gevşek anahtar parçalarını anahtar destesine yapıştırarak onarılabilir. Devre çıkışındaki gürültü seviyesini gözlemlerken değişken bileşenleri aralıklarından çalıştırın.

26.5.3 Salınımlar

Salınımlar, kazancı olan bir devrede yeterli pozitif geri besleme olduğunda meydana gelir. (Buna dijital cihazlar da dahil olabilir.) Salınım, RF bölgesine kadar düşük frekanslı bir "putt-putt'dan (genellikle motorlu tekne olarak adlandırılır) herhangi bir frekansta meydana gelebilir.

İstenmeyen salınımlar genellikle sonuçturaktif cihazdaki değişiklikler (artan bağlantı veya elektrot arası kapasitans), salınımı baskılayan bir bileşenin arızalanması (açık ayrıştırma veya bypass kondansatörleri veya nötrleştirici bileşenler) veya yeni geri besleme yolları (şasi veya bileşenler üzerindeki uygun olmayan kurşun elbise veya kir). Ayrıca, özellikle ev demleme devrelerinde uygunsuz tasarımdan da kaynaklanabilir. Önyargı veya tahrik seviyelerindeki bir değişim, salınım sorunlarını şiddetlendirebilir.

Ses aşamalarında meydana gelen salınımlar, radyo ayarlandıkça değişmez, çünkü çalışma frekansı - ve dolayısıyla bileşen empedansları - değişmez. Bununla birlikte, RF ve İF salınımları, çalışma frekansı değiştikçe genellikle genlik bakımından değişir.

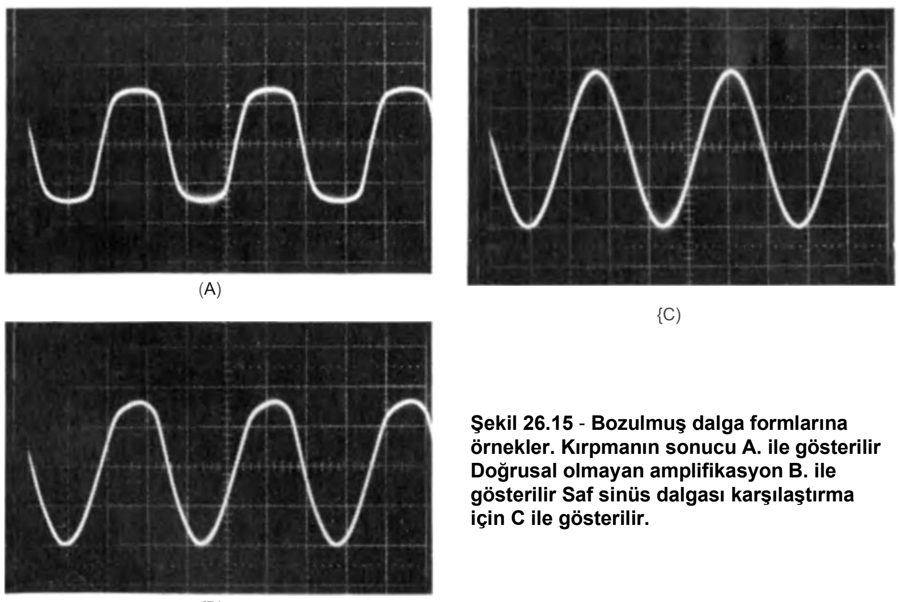
Pozitif geri besleme kaldırıldığında salınım durur. Arızalı (veya eksik) bir bypass kondansatörünün bulunması ve değiştirilmesi bir iyileşme sağlayabilir.

26.5.4 Genlik bozulması

Genlik bozulması doğrusal olmayan işlemin ürünüdür. Ortaya çıkan dalga formu sadece giriş sinyalini değil, diğer frekanslardaki yeni sinyalleri de içerir. Tüm frekanslar bozulmuş dalga formunu üretmek için birleşir. Bir vericideki bozulma sıçramalara, harmoniklere ve parazitlere neden olur.

Şekil 26.15 bazı tipik bozulma durumlarını göstermektedir. Kırpma (düz tepeli olarak da adlandırılır) aşırı tahrik, önyargıdaki bir değişiklik veya devreye yetersiz besleme voltajının sonucudur. Dalga formundaki gelenler harmoniklerin mevcut olduğunu göstermektedir. (Bir kare dalga temel ve tüm tek harmonikleri içerir.) Eğer bu bir verici devresi olsaydı, bu garip harmonikler çalışma frekansından uzakta, muhtemelen amatör bantların dışında duyulurdu.

Harmonik bozulma, temelden uzaklaşan frekanslarda radyasyon üretir; Elektromanyetik girişimin (EMİ) önemli bir nedenidir. Harmonikler oluşturulur



Şekil 26.15 - Bozulmuş dalga formlarına örnekler. Kırpmanın sonucu A. ile gösterilir Doğrusal olmayan amplifikasyon B. ile gösterilir Saf sinüs dalgası karşılaştırma için C ile gösterilir.

Neredeyse her amplifikatörde. Bir vericide meydana geldiklerinde, genellikle yetersiz verici filtrelemesinden kaynaklanır (tasarım gereği veya filtre bileşeni arızası nedeniyle).

Bir amplifikatörün doğru önyargısını değiştiren herhangi bir şey bozulmaya neden olabilir. Bu, önyargı bileşenlerindeki arızaları, sızdıran transistörleri veya elektrot şortlu vakum tüplerini içerir. Bir alıcı olarak, bu koşullar AGC sorununu taklit edebilir. Bir analog devrenin iPro önyargısı genellikle değeri değişen bir dirençten veya sızdıran veya kısa kapasitörden kaynaklanır. RF geri bildirimi ayrıca önyargı seviyelerini bozarak bozulma üretebilir. Bozulma ayrıca AB Sınıfı veya B amplifikatörlerindeki devre dengesizliğinden kaynaklanır .

Bir İF amplifikatöründeki salınımlar - bozulmaya neden olabilir. Sürekli, tam AGC eylemine neden olurlar veya istenen sinyalle karışan sahte sinyaller üretirler. İF salınımları

Genellikle anten bağlantısı kesildiğinde bile güçlü bir sinyal gösterecek olan S metrede belirgindir.

26.5.5 Frekans yanıtı

Her devre, hatta bir geniş bant devresi, istenen frekans yanıtına sahiptir. Örneğin, amatör SSB devrelerinde kullanılan ses amplifikatörleri, tipik olarak, aşağı yukarı 300 ila 3000 Hz arasındaki sinyaller için tasarlanmıştır. Ayarlanmış bir İF amplifikatörü, sahnenin merkez frekansı etrafında 50 ila 100 kHz bant genişliğine sahip olabilir. Devrenin frekans tepkisindeki herhangi bir değişiklik, üzerinde çalıştığı sinyaller üzerindeki etkisini değiştirebilir.

Frekans tepkisi değişiklikleri neredeyse her zaman bir kondansatör veya indüktörün - değişen değerinin bir sonucudur. Frekans tepkisini kontrol etmenin en kolay yolu ya bir sinyal enjekte etmektir

Devreye girer ve çıkışı birkaç frekansta ölçer veya bir spektrum analizörü veya bir sinyal jeneratörünün süpürme fonksiyonunu kullanır. İn LC ağları, bileşenin bir ipucunu kaldırmak ve değeri belirlemek için bir bileşen denetleyicisi kullanmak nispeten basittir.

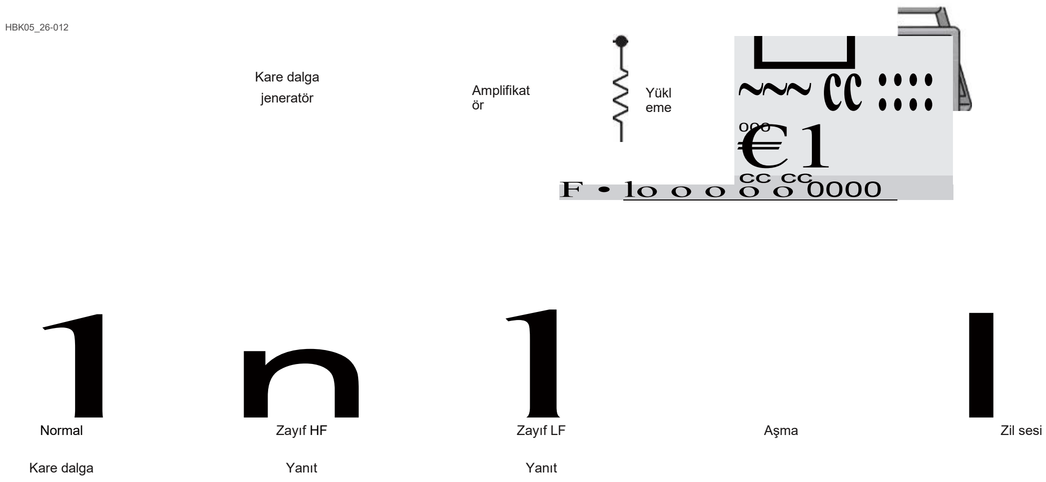
26.5.6 Bozulma Ölçümü

AF sinyallerinin bozulmasını ölçmek için bir bozulma ölçer kullanılır. Bir spektrum analizörü, RF sinyallerinin bozulmasını ölçmek için test dişlisinin en iyi parçasıdır. Bir distorsiyon ölçer mevcut değilse, AF distorsiyonunun bir tahmini bazen bir fonksiyon jeneratörü ve bir osiloskop ile yapılabilir. Beklenen frekans yanıtının yaklaşık ortasında temel bir frekansa sahip devreye bir kare dalga sinyali verin.

Giriş kare dalgasını bir osiloskop ile çıkış sinyaliyle karşılaştırın**. Şekil 26.16, kare** dalga üzerinde frekans tepkisi ile ilgili çeşitli etkiler göstermektedir. Bunlar, hangi bileşenlerin veya cihazların soruna neden olabileceğine dair ipuçları sağlar. Şiddetli bozulma, frekans yanıtı değişikliklerinin yanı sıra başka bir sorunu da gösterir.

26.5.7 Hizalama

Hizalama - frekansa duyarlı devrelerin ayarlanması veya kalibrasyonu - nadiren ekipmanı, özellikle modem ekipmanını alma veya iletme ile ilgili bir elektronik sorunun nedenidir. Hizalama aniden değişmez ve hassasiyet veya frekans tepki problemlerini tedavi etmek için son çare olmalıdır. Uygun ekipman ve hizalama prosedürleri olmadan hizalamayı ayarlamaya çalışmayın. İşlem genellikle adımların tam olarak ve belirli bir sırayla gerçekleştirilmesini gerektirir. Bu şekilde yanlış hizalanmış ekipmanlar genellikle sonuç olarak profesyonelce onarılmalıdır.



Şekil 26.16 - Farklı nedenlerden kare dalga bozulması.

26.5.8 Kirlenme

Kontaminasyon başka bir yaygın hizmet sorunudur. Bir elektronik parçasına dökülen soda veya kahve aşırı bir örnektir (ancak gerçekte gerçekleşen bir örnektir).

İletken kirleticiler sudan metal dolgulara kadar değişir. Çoğu, kapsamlı bir temizlik ile çıkarılabilir. Kalıntısız temizleyicilerden herhangi biri kullanılabilir, ancak temizleyicinin de iletken olabileceğini unutmayın. Alan tamamen kuruyana kadar devreye güç uygulamayın.

Temizleyicileri değişken kondansatör - plakalarından, transformatörlerden ve kimyasaldan zarar görebilecek parçalardan uzak tutun. En yaygın iletken kirletici, ya bir baskılı devre kartı lehim köprüsünden ya da en uygunsuz zamanda yüzeye çıkmaya karar veren gevşek bir lehim parçasından lehimdir.

Yüksek voltajlı devreler, bu bölümün ilerleyen bölümlerinde yüksek güçlü amplifikatör bakımı bölümünde açıklandığı gibi önemli miktarda toz çeker. Soğutma fanları ve havalandırma delikleri ayrıca tozun birikmesine izin verir ve bileşenler arasında iletken yollar oluşturur. Eğer çıkarılmazsa, iletken yollar ekipman performansını etkilemeye başlayana kadar kademeli olarak daha düşük direnç gösterir. Ekipmanı vakumlamak veya üflemek genellikle tozu temizlemek için yeterlidir, ancak bir karbon izi daha kapsamlı bir temizlik gerektirebilir .

26.5.9 Lehim Köprüleri

Tipik bir PC kartı lehim köprüsü, bir bileşeni lehimlemek için kullanılan lehim, başka bir PC kartı izi veya bileşenine kısa devre oluşturdu. Ne yazık ki, hem yeni inşaat hem de onarım işlerinde yaygındır. Özellikle bir PCboard'da herhangi bir lehimlemeyi tamamladıktan sonra onlar için dikkatlice bakın. Uzun süredir sahip olduğunuz ekipmanda, aniden kısa devre olmaya karar verene kadar fark edilmeden bir lehim köprüsünün bulunması bile mümkündür.

İlgili öğeler gevşek lehim blobları, gevşek donanım veya en garip ve zahmetli yerlerde ortaya çıkabilecek küçük bileşen parçaları.

26.5.10 Arklama

Arcing ciddi bir sorun işaretidir. Gerçek bir yangın tehlikesi de olabilir. Ark bölgelerinin bulunması genellikle kolaydır, çünkü görünür ışık veya fark edilebilir ses üreten bir ark da iletkenleri çukurlaştırır ve renksizleştirir.

Ark, bileşen arızası, rutubet, kir veya kurşun elbiseden kaynaklanır. Nemlilik geçiciyse, alanı iyice kurulayın ve çalışmaya devam edin. Kir, kalıntı bırakmayan bir temizleyici ile kasadan temizlenebilir. - Yüksek voltajlı iletkenlerin izole edilmesi için kabloları düzenleyin. Onları uzak tutun

Keskin gelenler ve vida noktaları .

Çalışma voltajı aşıldığında kapasitörlerde ark oluşur. Hava-dielektrik değişken kapasitörler hasar görmeden ara sıra yayları sürdürebilir, ancak ark devre sınırlarının ötesinde çalışmayı gösterir. Yeteneklerinin ötesinde çalışan anten tunerleri arklanmadan muzdarip olabilir. Bir anten devresindeki bir arıza veya yüksek SWR de verici arkına neden olabilir. Uzun süreli, tekrarlanan veya yüksek güçlü ark, kapasitör voltaj derecesini azaltan ve daha fazla arklamaya yol açan kapasitör plakalarında çukurlara veya tortulara neden olabilir.

26.5.11 Dijital Devre

Dijital devre operasyonunun her yönü basit bir 1 veya 0 veya tristate (açık devre) olarak çözülebilse de, başarısızlıklarının belirtileri çok daha karmaşıktır. En yaygın sorunlar yanlış tetikleyiciler veya sayımlar, geçerli mantık sinyallerine cevap vermeyen dijital girişler ve toprağa veya besleme voltajına sıkışmış dijital çıkışlardır.

Çoğu çalışan dijital devrede, sinyaller düşük ve yüksek durumlar arasında, genellikle RF oranlarında sürekli olarak değişmektedir. Dijital sinyal hatlarını kontrol etmek için düşük frekanslı veya de metre kullanılmamalıdır. Bir mantık probu genellikle sinyal durumunu ve aktif olup olmadığını belirlemede yardımcı olur. Bir osiloskop veya mantık analizörü genellikle basit go/no-go testinin ötesinde dijital devreleri gidermek için gereklidir.

Dijital sinyallerin doğru bir şekilde gösterilmesini sağlamak için bir osiloskop kullanmak istiyorsanız, kapsam bant genişliği, dijital sinyallerin hızlı yükseliş ve düşme sürelerini yeniden üretmek için devredeki en yüksek saat frekansının en az birkaç katı olmalıdır. Düşük bant genişliği kapsamları, bir sinyalin mevcut veya aktif olup olmadığını belirlemede yararlı olabilir, ancak genellikle dijital devre arızasıyla ilişkili kısa aksaklık sinyallerinin (çok hızlı

LOGİC DÜZEYLERİ

Her İC'nin pimlerinde doğru voltajları kontrol ederek başlayın. Doğru mantık voltajları, güç pimlerini (V ve toprak) de tanımlayacak olan cihazın veri sayfasında belirtilmiştir. Diğer pimler üzerindeki voltajlar bir mantık yüksek, bir mantık düşük veya tristat olmalıdır (daha sonra bu konuda daha fazla).

Çoğu dijital devre arızası, başarısız bir mantık İC'sinden kaynaklanır. İC başarısızlıkları neredeyse her zaman felakettir. Bir AND kapısının aniden bir OR kapısı gibi çalışmaya başlaması olası değildir. Geçidin girişinde bir sinyal olması ve çıkışta sinyal olmaması daha olasıdır. **Başarısız bir** cihazda, çıkış pimi sabit bir voltaja sahip olacaktır. **Bazı** durumlarda, voltaj sabittir çünkü giriş sinyallerinden biri eksiktir. Bir digitaya neyin girdiğine dikkatlice bakın! İC neyin çıkması gerektiğini belirlemek için. Üreticilerin veri sayfaları açıklar

Çoğu dijital cihazın düzgün çalışması.

TRİFATE DEVİCES

Birçok dijital cihaz, genellikle tristat olarak adlandırılan üçüncü bir mantık durumu ile tasarlanmıştır. Bu durumda, cihazın çıkışı açık devre görevi görür, böylece birkaç cihaz çıkışı ortak bir buse bağlanabilir. Herhangi bir zamanda aktif olan çıkışlar yazılım veya donanım kontrol sinyalleri ile seçilir. Bir bilgisayarın verileri ve adres otobüsleri bunun iyi örnekleridir. - Veri yoluna bağlı herhangi bir cihaz çıkışı O veya 1 mantık durumunda kilitlenerek veya sıkışarak başarısız olursa, tüm veri yolu işlevsiz hale gelir. Tristate cihazları, tristate çıkış durumunu kontrol eden sinyalin arızalanmasıyla da kilitlenebilir.

SIMPLE KAPİ SINAVLARI

Çoğu ayrık mantık İ C (bireysel kapıların veya diğer mantık fonksiyonlarının toplanması), giriş ve çıkış sinyallerinin devre içi denetimi ile kolayca test edilir. Cihazın doğruluk tablosu veya diğer davranış açıklaması, doğru giriş ve çıkış sinyallerinin ne olması gerektiğini belirtir. Daha karmaşık İ C'lerin test edilmesi, bir mantık analizörü, - multitrace kapsamı veya özel bir İC test cihazının kullanılmasını gerektirir. Basit bir mantık İC'nin sorgulanabilir olduğu tespit edilirse, bunun yerine yeni bir cihaz değiştirmek

SAAT SİGNALLARI

Devreler saatli, saat sinyalinin aktif olup olmadığını kontrol edin. Sinyal saat çipinde bulunursa, saat sisteminin sağlam olduğundan emin olmak için diğer C'lerin her birine kadar izleyin. Saat frekansları nadiren yanlıştır, ancak bir ana saatten türetilen saat sinyalleri, onları oluşturan devre arızalıysa eksik veya düzensiz olabilir.

RF İNTERFERENCE

Dijital devre, yakındaki diğer ekipmanlara müdahale ederse, sahte sinyaller yayıyor olabilir. Bu sinyaller Amatör Telsizinizin çalışmasını veya diğer hizmetleri etkileyebilir. Bilgisayar ağı ve mikroişlemci kontrollü tüketici ekipmanı, kablolardan ve korumasız ekipmanlardan yayılan RF nedeniyle önemli miktarda gürültü üretir.

Dijital devre, güçlü RF alanlarından kaynaklanan parazitlere de maruz kalabilir. Düzensiz operasyon veya tam bir kilitleme genellikle sonuçtur. Şüpheli ekipmanı RF alanlarından çıkararak başlayın. RF enerjisi bulunmadığında semptomlar durursa, **RF İnterference** bölümünde açıklandığı gibi ortak mod boğucuları uygulayın.

ARRL RF! Kitap ve dijital cihazlar ve devrelerden bilgisayar ve dijital girişim üzerine bir bölüm vardır. Konu ayrıca bu kitabın RF İnterference bölümünde de ele alınmıştır.

26.5.12 Parçaların değiştirilmesi

Bir aşamada kusurlu bir bileşen bulduysanız, değiştirmeniz gerekir. Sokete monte edilmiş bileşenleri değiştirirken, yedek parçayı doğru şekilde hizaladığınızdan emin olun. Cihazın pimlerinin sokete düzgün şekilde yerleştirildiğinden emin olun. SMT bileşenleriyle çalışma konusunda rehberlik için İnşaat Teknikleri bölümüne bakın.

Bazı özel aletler lehimli parçaların çıkarılmasını kolaylaştırabilir. Keski şeklindeki lehim ucu, baskılı devre kartlarından veya terminallerden gelen uçları temizlemeye yardımcı olur. İssız bir demir veya ampul, fazla lehimi çıkarmak için bir emiş oluşturur ve bu da bileşenin çıkarılmasını kolaylaştırır. Yaylı desoldering pompalar ampullerden daha uygundur. Desoldering fitil basıldığında lehimi bir eklemden uzaklaştırır Sıcak bir havya ile mafsala karşı.

Lehimli İC'lerin çıkarılması, uçlarını ince uçlu tel kesiciler kullanarak İC gövdesinin yanında basitçe klipslerseniz çok daha basittir, ancak İC'yi yok eder. Ardından lehimi eritin ve pimi cımbızla veya tel kesiciyle kaldırın. Lehimi çıkarmak için ıssız pompaları veya fitili kullanın. Bu, hem delik hem de SMT bileşenleri için iyi çalışır.

26.6 Onarımdan Sonra

Sorun giderme ve onarımlarınızı tamamladıktan sonra, ekipmanı tekrar bir araya getirmenin zamanı geldi. Her şeyi doğru yaptığınızdan emin olmak için biraz zaman ayırın.

26.6.1 All Birimleri

Tüm üniteye tam bir görsel inceleme yapın. Sorun giderme prosedürlerinizden kalan gevşek uçları arayın - birkaç bileşeni geçici olarak lehimlemiş, bir tel veya kabloyu yeniden takmayı unutmuş veya başka bir onarım hatasını gözden kaçırmış olabilirsiniz. Soğuk lehim eklemlerini ve onarım sırasında meydana gelen hasar belirtilerini arayın. Sökülen veya değiştirilen bileşenlerin konumunu, uçlarını ve polaritesini iki katına çıkarın.

Tüm İC'lerin ve konektörlerin doğru yönlendirildiğinden ve soketlerine yerleştirildiğinden emin olun. Sigorta sürekliliğini bir ohmmetre ile test edin ve mevcut derecelendirmenin devre spesifikasyonuna uyduğunu doğrulayın .

Tüm tellerin ve bileşenlerin konumuna bakın. Tellerin ve kabloların sıcak bileşenlerden, vida noktalarından ve diğer keskin kenarlardan temiz olduğundan emin olun. Tellerin ve bileşenlerin, kapaklar takıldığında ve ünite tekrar bir araya getirildiğinde sıkışmayacağından veya kıvrılmayacağından emin olun.

De, RF, giriş ve çıkışı taşıyan uçları mümkün olduğunca ayırın. Plug-in devre kartları vidalar sıkılarak sıkıca oturtulmalı ve eğer belirtilmişse kilit yıkayıcıları

26.6.2 Verici Çıkışı

Bir HF vericisi tarafından üretilen sinyal dünya çapında duyulabildiğinden, herhangi bir servis yapıldıktan sonra kapsamlı bir kontrol gereklidir

gerçekleştirildi. Test ederken verici görev döngüsünü aşmayın. Kullanım kılavuzunda aksi belirtilmedikçe şanzımanları 10 ila 20 saniye arasında sınırlandırın.

1. Tüm kontrolleri kullanım kılavuzunda veya orta ölçekte belirtildiği şekilde ayarlayın.
2. Verici çıkışına sahte bir yük ve bir güç ölçer bağlayın.
3. Düşük çıkış için sürücü veya taşıyıcı kontrolünü ayarlayın.
4. Gücü açın.
5. Gerekirse son amplifikatör önyargısını hızlı bir şekilde iletin ve spesifikasyonlara ayarlayın
6. Vakum tüpü son amplifikatörleri için, çıkış ağını rezonans yoluyla yavaşça ayarlayın. Mevcut daldırma pürüzsüz ve tekrarlanabilir olmalıdır. İt maksimum güç çıkışı ile aynı anda oluşmalıdır. Mevcut sayacın ani sıçramaları veya kıpırdamaları, amplifikatörün dengesiz olduğunu gösterir. - Varsa nötralizasyon devresini (üreticinin - talimatlarına göre) ayarlayın veya salınımı kontrol edin. Bir amplifikatör genellikle aktif cihazlar, bileşenler veya kurşun elbise (çıkış/giriş kapasitansını etkileyen) değiştirildiğinde nötralizasyon gerektirir.
7. Çıkış gücünün PA'da kullanılan amplifikatör sınıfı ile tutarlı olduğunu kontrol edin (verimlilik Sınıf A için yaklaşık %25, Sınıf AB veya B için %50 ila 60 ve Sınıf C için %70 ila 75 olmalıdır). Sorunlar, verimliliğin önemli ölçüde düşük olması ile belirtilir.
8. En düşük frekanstan en yüksek frekansa kadar her çalışma bandı için 4 ila 6 arasındaki adımları tekrarlayın.
9. Taşıyıcı dengesini kontrol edin (yalnızca SSB vericilerinde) ve maksimum RF sürücüsü ve mikrofon kazancı olmadan minimum güç çıkışını ayarlayın.
10. VOX kontrollerini ayarlayın.
11. Ekipman (geniş bant kapsamı veya spektrum analizörü) mevcutsa geçiş bandını ve bozulma seviyelerini ölçün.

26.6.3 Diğer onarılmış devreler

Ön kontrollerden sonra, devre kontrollerini üreticinin spesifikasyonlarına göre ayarlayın (veya spesifikasyonlar mevcut değilse orta seviyeye ayarlayın) ve gücü açın. Duman için izleyin ve koklayın ve arklama veya uğultu gibi garip sesleri dinleyin. Devreyi birkaç dakika çalıştırın, izin verilen görev döngüsü ile tutarlı. Tüm işletim kontrollerinin düzgün çalıştığını doğrulayın.

Devreyi sıcak, soğuk ve hafif esnekliğe maruz bırakarak aralıklı bağlantıları kontrol edin. Ayrıca, kasaya bir hizalama aracıyla veya başka bir yalıtıcıyla hafifçe dokunun veya hafifçe sallayın.

Ekipman mobil veya taşınabilir servis için tasarlanmışsa, uygun bir sıcaklık aralığında çalıştırın. Birçok mobil radyo soğuk sabahlarda veya sıcak öğleden sonraları çalışmaz, çünkü onarımlar sırasında bir sıcaklık bağımlı aralıklı bulunmadı.

26.6.4 Yukarı İt Kapat

Devreyi düzgün bir şekilde onardığınıza ikna olduktan sonra, hepsini bir araya getirin. Bu kitaptaki tavsiyeye uyduysanız, tüm vidalar ve çeşitli doodadlar güvenli bir kapta. Parçalarken aldığınız notlara bakın; Ters sırayla tekrar bir araya getirin. AC güç, hoparlör veya anten uçları gibi tüm dahili bağlantıları yeniden bağlamayı unutmayın.

Dava kapandıktan ve her şey yolunda göründükten sonra, son, önemli adımı ihmal etmeyin - hala çalıştığından emin olun. Birçok deneyimli teknisyen bu önemli adımı unutmuş, ancak unutulmuş bir anten kablosu gibi bazı küçük hataların ekipmanı işlevsiz bıraktığını keşfetmiştir.

26. 7 Profesyonel onarım

Çok karmaşık ve mizaçlı devrelerle uğraşan veya sofistike test ekipmanı gerektiren onarımlar bir uzmana iletilmelidir. Fabrika yetkili servis personeli çok fazla deneyime sahiptir. Senin için bir hizmet kabusu gibi görünen şey onlar için eski şapkadır. Ekipmanınıza fabrikadan daha iyi hizmet verebilecek kimse yoktur.

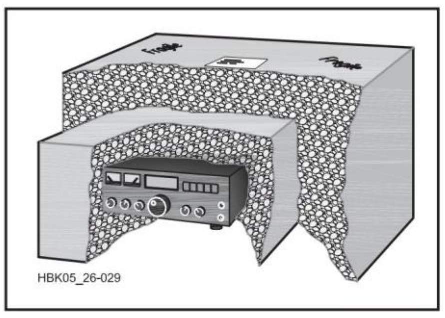
Üretici artık işte değilse, yerel bayinize danışın veya Amatör Radyo dergileri ve web sitelerine bakın. Genellikle tüm marka ve - modelleri ele alan bir veya daha fazla şirket veya onarım hizmeti bulabilirsiniz. Yerel kulübünüz veya bir kullanıcının grubu da bir öneride bulunabilir.

Ekipmanınızı tamir için bir yere gönderecekseniz, önce onarım merkezini bilgilendirin. Nakliye için yetki ve paket için bir kimlik adı veya numarası alın.

26.7.1 Paketleme ekipmanları

Gönderici üzerindeki nakliye hasarını her zaman suçlayabilirsiniz, ancak ekipmanınızı ilk etapta nakliye için uygun şekilde paketlerseniz, ilgili herkes için çok daha kolaydır.

• Göndermeden önce durumunu belgelemek için paketlemeden önce ekipmanın fotoğraflarını çekin. Paketleme adımları sırasında ek fotoğraflar, ekipmanı paketlerken uygun özeni gösterdiğinizi göstermek için de yararlı olabilir.



Şekil 26.17 - **Gemi ekipmanı bir kutu içindeki bir kutuda güvenli bir şekilde paketlenmiştir.**

• Tüm ağır bileşenleri, aşağı bağlayarak veya nakliye köpüğü ile engelleyerek sıkıca sabitleyin.

• RF güç amplifikatörleri gibi büyük transformatörler muhtemelen ayrı olarak çıkarılmalı ve sevk edilmelidir.

• Büyük vakum tüpleri ambalaj malzemesine sarılmalı veya ayrı olarak sevk edilmelidir.

• Tüm devre kartlarının ve parçaların sıkıca bağlı olduğundan emin olun.

Tüm ambalaj malzemesi de dahil olmak üzere orijinal nakliye konteyneriniz varsa, onarım tesisi bunu onaylarsa bunu kullanmalısınız. Aksi takdirde nakliye için bir kutu içinde bir kutu kullanın. (Bakınız **Şekil 26.17**). Ekipmanı ve bazı ambalaj malzemelerini bir kutunun içine yerleştirin ve bantla kapatın. Bu kutuyu yerleştirin Her boyutta en az altı inç daha büyük olan bir diğerinin içinde.

Sorunun bir ifadesini, kısa bir çalışma geçmişini ve servis teknisyenine yardımcı olabilecek herhangi bir test sonucunu eklemeyi unutmayın. Denediğiniz şeylerin iyi bir tanımını yapın. Dürüst ol! Mevcut onarım oranlarında, teknisyene verimli bir onarım sağlamak için her şeyi söylemek istersiniz. Gerekli yazışmaları, belirtilerin beyanını ve iletişim bilgilerinizi bir posta zarfına yerleştirin ve dış kutunun üst kapaklarının içine yerleştirin veya iç kutunun üst kısmına bantlayın.

Kalan boşlukları ambalaj malzemesi, mühür, adres ile doldurun ve dış kutuyu işaretleyin. İyi bir yük taşıyıcısı seçin ve paketi sigortalayın. Eğer varsa, paket için bir takip numarası alın, böylece ne zaman teslim edildiğini söyleyebilirsiniz.

Kendiniz düzeltmeyi denediyseniz ancak fabrikaya geri gönderdiyseniz bile, deneyiminiz hakkında iyi hissedebilirsiniz. Deneyerek çok şey öğrendiniz ve gerçekten bir profesyonelin hizmetlerini gerektirdiğini bilerek geri gönderdiniz. Bir elektronik devre parçasını her giderdiğinizde ve onardığınızda, yeni bir şey öğrenirsiniz. Aşağı tarafı, alan elektroniği olarak bir itibar geliştirebilmenizdir. Tavsiye veren kulüp toplantılarında çok fazla zaman geçirebilir veya akşam geç saatlerde pizza atıştırması için çok sayıda kulübeye davet edilebilirsiniz. Daha kötü kaderler de var.

26.8 Tipik Belirtiler ve Hatalar

26.8.1 Güç kaynakları

Birçok ekipman arızası güç kaynağı sorunundan kaynaklanır. Neyse ki, çoğu güç kaynağı probleminin bulunması ve onarılması kolaydır. Bu bölüm ortak - doğrusal güç kaynağına odaklanmaktadır. Bazı notlar da switchmode malzemeleri hakkında yapılır. Her iki tür de, tipik - şemalara sahip projeler de dahil olmak üzere Güç Kaynakları bölümünde ayrıntılı olarak tartışılmaktadır.

IIEAR POWER SUPPLIES

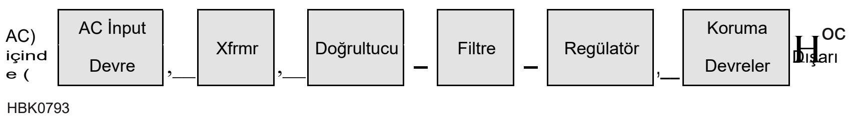
Doğrusal bir güç kaynağının blok diyagramı **Şekil 26.18'de gösterilmiştir.** İlk olarak, çıkışı ölçmek için bir voltmetre kullanın. Çıkış voltajının tamamen kaybı genellikle açık devreden kaynaklanır. (Kısa devre, sigortayı açan aşırı akım çeker, böylece açık devre haline gelir.) İf çıkış voltajı normal görünür, küçük bir yük (1110. besleme kapasitesi veya daha küçük) uygulayın ve çıkış voltajını tekrar test edin. Eğer küçük yük voltajın düşmesine neden olursa, Genellikle regülatör devresinde, genellikle geçiş transistörlerinde bir sorun vardır.

AC giriş devresi sigortası üflenirse, bu genellikle filtre bloğundaki kısa bir diyot, çıkış koruma devresinin arızalanması veya cihazda besleme tarafından çalıştırılan kısa devreden kaynaklanır. Daha nadiren, filtre kapasitörlerinden biri kısa olabilir. Eğer sigorta açılırsa, gücü kapatın, sigortayı değiştirin ve yük devresinin de direncini ölçün. Ölçülen direnç, güç kaynağı değerleri ile tutarlı olmalıdır. Kısa veya açık yük devresi bir sorunu gösterir.

Ölçülen direnç çok düşükse, yük devresini giderin. (Nominal devre dirençleri bazı ekipman kılavuzlarında yer almaktadır.) Yük devresi direnci normal ise, arızalı bir regülatör İC'den veya ünitenin geri kalanındaki problemden şüphelenir.

İC regülatörleri salınabilir, bazen başarısızlığa neden olabilir. Regülatörün giriş, çıkış veya ayar pimleri üzerindeki küçük değerli kapasitörler salınımları önler. Bir regülatör arızalandığında bu kapasitörleri kontrol edin veya değiştirin.

AC dalgalanma (120 Hz vızıltı) genellikle neden olur



Şekil 26.18 - **Tipik bir doğrusal güç kaynağının blok diyagramı.**

Güç kaynağındaki düşük değerli filtre kapasitörleri tarafından. Ripple ayrıca aşırı yük orregülasyon sorunları nedeniyle aşırı olabilir. Arızalı bir filtre kondansatörü (genellikle açık veya düşük değerli), arızalı regülatör veya kısa devre filtre tıkanıklığı varsa (modem ekipmanında yaygın değildir) arayın. Eski ekipmanlarda, arızalı filtre kondansatörü genellikle görünür sızıntı yapan elektrolite sahip olacaktır: - Kondansatör uçlarında korozyon kalıntısı arayın. Yeni inşaat projeleri, RF enerjisinin güç kaynağına girmediğinden emin olur.

İşte kolay bir filtre kapasitör testi:
Şüpheli kondansatör boyunca geçici olarak bir yedek kondansatör (yaklaşık aynı değer ve çalışma voltajı) bağlayın. Eğer hum kaybolursa, kötü bileşeni kalıcı olarak değiştirin.

Arızalı bileşen bulunduktan sonra, çevredeki devreyi inceleyin ve soruna neyin neden olabileceğini düşünün. Bazen bir kötü bileşen diğerinin başarısız olmasına neden olabilir. Örneğin, kısa filtreli bir kapasitör akım akışını arttırır ve bir doğrultucu diyot çıkarır. Arızalı diyotu bulmak kolay olsa da, kapasitör görünür bir hasar göstermeyebilir.
Bu ilk kontrollerin hiçbiri sorunu bulamazsa, burada kaynağın bir kısmını bir problemle bulmak için olağan sistematik adımlar vardır:

- Transformatör primer için anahtarlar ve sigortalar aracılığıyla giriş ac kontrol edin.
- Transformatörün ikincil olarak doğru voltajın ac'sini verdiğini doğrulayın. Gerekirse çıkış uçlarını ayırın.
- Kısa diyotlar için doğrultucuları kontrol edin.

Doğrultucu çıkışını ayırın ve bir direnç yükü ile çıkış için test edin.

- Filtreyi yeniden takın ve regülatörün bağlantısını kesin. Filtre çıkışında doğru de voltajın mevcut olduğunu doğrulayın.
- Regülatörü ve regülatör İC veya devresini yeniden bağlayın, her pimi veya sinyali test edin, özellikle etkinleştirme/devre dışı bırakma/yumuşak başlatma ve voltaj referansını etkinleştirin.
- Herhangi bir çıkış koruyucu devresini ayırın ve geçiş transistörlerinin bir direnç yükü ile çalıştığını doğrulayın.
- Çıkış koruyucu devresini yeniden b

SWITCHMODE GÜÇ SUPPLIES

Switchmode veya anahtarlama güç kaynakları geleneksel kaynaklardan oldukça farklıdır. Bir değiştirici olarak, regülatör devresi, giriş voltajından daha yüksek veya daha düşük olabilecek bir seviyeden diğerine güç değiştirmek için bir geçiş transistörü yerine bir anahtarlama transistörü ve enerji depolama indüktörüne dayanır. Anahtarlama frekansları çoğu sarf malzemesi için 20-120 kHz ve minyatür de-de dönüştürücü modülleri için MHz aralığına kadar değişir.

Switchmode kaynakları Ac hattı, doğrusal malzemelere benzer giriş devrelerine sahiptir. İzolasyonu sağlayan transformatör daha sonra düşük voltajlı, yüksek frekanslı bölümde bulunur.

Doğrusal kaynaklarla aynı giriş ve çıkış blok düzeyi testlerini uygulayın. Bir swichmode kaynağındaki regülatör devresi - doğrusal bir kaynaktan daha karmaşıktır, ancak genellikle tek bir regülatör İC'de uygulanır. Regülatör İC, transistör anahtarı veya geri besleme yolunun arızalanması genellikle tamamen ölü bir besleme ile sonuçlanır. Aktif cihaz arızası hala bir numaralı şüpheli olsa da, regülatör alt sistemindeki tüm bileşenleri dikkatlice test etmek gerekir.

HIGH-VOLTAJ GÜÇ SUPPLIES

Açıkçası, HV kaynaklarını test etmek çok dikkatli olmayı gerektirir. Bu bölümün başındaki güvenlik tartışmasına, bu kitabın Güvenlik bölümüne ve **Güç Kaynakları** bölümündeki HV kaynaklarının tartışmasına bakın. Eğer HV malzemeleri üzerinde çalışırken rahat hissetmiyorsanız, o zaman yapmayın. İşi yapmak için yardım isteyin veya profesyonel bir onarım servisi kiralayın.

Amatör ekipmanlarda kullanılan çoğu HV kaynağı, düşük voltaj kaynakları ile aynı genel yapıya sahip doğrusal kaynaklardır. Tipik bir tedarik, **Güç Kaynakları** bölümünde bir proje olarak sunulur ve aynı temel adımlar uygulanabilir - sadece çok daha dikkatli.

Doğrultucular veya filtre kapasitörleri gibi bir dizedeki bileşenlerin tümü, herhangi birinin başarısız olduğu tespit edilirse test edilmelidir. Bu, özellikle yaylı şortlarda bir kondansatör varsa sırayla başarısız olabilen kondansatörler için geçerlidir. Voltaj eşitleme dirençleri, günümüzde 1N5408 gibi mevcut olan forrektifier diyotlara ihtiyaç duymaz. Önleyici bir bakım adımı olarak eski doğrultucu telleri yeni doğrultucularla

26.8.2 Amplifikatör Devreleri

Amplifikatörler elektronikte en yaygın devrelerdir. İdeal bir amplifikatörün çıkışı, - büyüklük dışındaki her açıdan giriş sinyaline uyacaktır: Hiçbir bozulma veya gürültü eklenmeyecektir. Gerçek amplifikatörler her zaman gürültü ve bozulma ekler. Tipik ayrık ve op-amp amplifikatör devreleri **Analog Basics** bölümünde açıklanmıştır.

AMPLIFİER GAİN

Amplifikatör arızası genellikle amplifikatör çıkışında kazanç kaybı veya aşırı bozulma ile sonuçlanır. Her iki durumda da, önce dış bağlantıları kontrol edin. Sahnede güç var mı? Sigorta açıldı mı? Verici ses bölümlerindeki hoparlörü ve ses çıkış aşamalarındaki kabloları, mikrofonu ve bas-konuş (PTT) hattını kontrol edin. Aşırı voltaj, aşırı akım veya termal kaçak ani arızalara neden olabilir yarı iletkenler. Arıza, bir veya daha fazla PN kavşağının kısa devresi veya açık devresi olarak görünebilir.

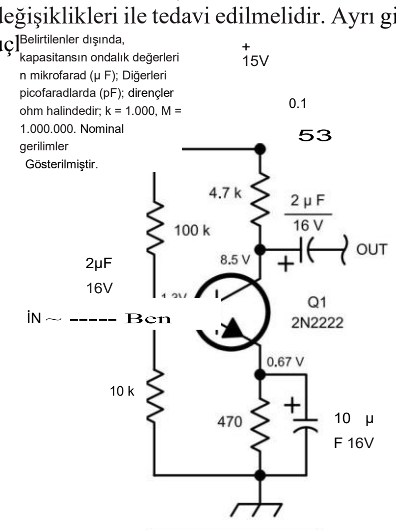
Termal kaçak en sık bipolar transistör devrelerinde görülür. Dejeneratif geri besleme (yayıcı direnç, iletim arttıkça baz yayıcı voltajını azaltır) yetersizdir, termal kaçak aşırı akım akışına ve cihaz arızasına izin verecektir. Mümkünse transistörleri ikame ederek kontrol edin. Eğer değilse, aşağıda açıklandığı gibi voltaj kontrolleri genellikle sorunu artırır.

Hatalı bağlantı bileşenleri amplifikatör çıkışını azaltabilir. Bağlantı ağında seri empedansı artıracak veya şant empedansını azaltacak bileşen arızalarını arayın. Bağlantı hataları sinyal izleme veya parça değiştirme ile bulunabilir. Diğer pasif bileşen kusurları, önyargıyı değiştirerek veya aktif cihaz arızasına neden olarak amplifikatör çıkışını azaltır. Bu arızalar, de çalışma voltajları ölçüldüğünde belirgindir.

Eğer bir amplifikatör bir geri besleme döngüsünün içinde kullanılırsa, geri besleme döngüsündeki hatalar bir transistörü kesmeye veya doygunluğa zorlayabilir veya bir op amperinin çıkışını güç kaynağı rayına zorlayabilir. Bir alıcı olarak, AGC alt sistemi böyle bir geri besleme döngüsüdür. AGC hattını cihaza açın ve AGC sinyali için değişken bir voltaj kullanın. İf amplifikatör eylemi voltaja göre değişir, AGC devre bileşenlerinden şüphelenir; Aksi takdirde, amplifikatörden şüphelenin.

Bir işletim amplifikatöründe, foroscilasyonları veya gürültüyü dikkatlice kontrol edin. Salınımların maksimum kazançla başlaması ve amplifikatör girişinin kısa olması muhtemeldir. 60 Hz kaynaklardan kaynaklanan herhangi bir gürültü duyulabilir veya ac hattı tarafından tetiklenen bir osiloskop ile görülebilir.

İstenmeyen amplifikatör RF salınımları kurşun elbise veya devre bileşenlerinin değişiklikleri ile tedavi edilmelidir. Ayrı giriş uçl



Şekil 26.19 - Bu devredeki dekuplaj kondansatörü bir ok ile belirtilmiştir.

Çıkış uçları; RF'yi aşamalar arasında taşımak için koaksiyel kablo kullanın; Elemanlar arası veya bağlantı kapasitansını nötralize eder. Aktif cihazın kontrol elemanındaki ferrit boncuklar genellikle istenmeyen salınımları durdurur .

Düşük frekanslı salınımlar (motorlu tekne) zayıf aşama izolasyonunu veya yetersiz güç kaynağı filtrelemesini gösterir. Daha iyi bir kurşun elbise düzenlemesini deneyin ve/veya ayrıştırma ağının kapasitansını kontrol edin (bkz **Şekil 26.19).** Güç kaynağı uçlarında daha büyük kapasitörler kullanın; Kapasitör sayısını artırın veya her aşamada ayrı dekuplaj kapasitörleri kullanın. Değeri çok düşük olan bağlantı kapasitörleri de düşük frekanslı zayıf tepkiye neden olabilir. Yüksek frekanslara zayıf tepki genellikle devre tasarımından kaynaklanır .

COMMON-EMITTER AMPLIFİER Ortak yayıcı devre (veya bir FET kullanarak ortak kaynak) en yaygın kullanılan yapılandırmadır. Bir amplifikatör veya bir anahtar olarak kullanılabilir. Her ikisi de burada transistör amplifikatör devrelerinin nasıl giderileceğinin bir örneği olarak analiz edilir. Diğer devre tipleri benzer şekilde analiz edilebilir

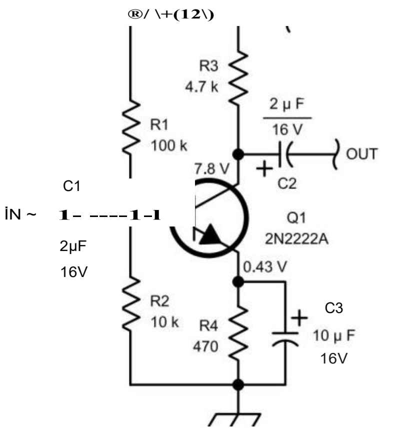
Şekil 26.20 sıradan bir transistör amplifikatörünün şemasıdır. Yayıcı, baz ve toplayıcı uçları sırasıyla e, b ve c olarak etiketlenir. Önemli de voltajlar yayıcı (V), baz (V) ve toplayıcı (V,) uçlarında ölçülür. V + besleme voltajıdır .

İlk olarak, bu devredeki voltajları ve sinyal seviyelerini analiz edin. Bağlantı damlası, iletken olan bir yarı iletken bağlantı boyunca ölçülen potansiyeldir. İt tipik olarak silikon için 0.6 V ve germanyum transistörler için 0.2 V'dur.

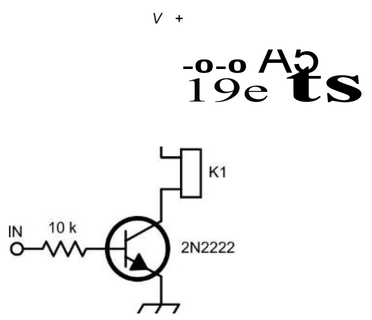
Bu A sınıfı doğrusal devre. Sınıf-A devrelerinde, transistör her zaman bir miktar akım iletir. Rl ve R2, transistör için de bias (V) sağlayan bir voltaj bölücü oluşturur. Normalde, V eşittir V, daha az yayıcı-baz bağlantı damla. R4 dejeneratif de bias sağlarken, C3 sinyal için düşük empedans yolu sağlar. Bu bilgilerden, normal çalışma voltajları tahmin edilebilir.

Önyargı ve voltajlar, transistör toplayıcı voltajı V, V + ve toprak potansiyeli arasında bir yerde olacak şekilde ayarlanacaktır. İyi bir kural, V'nin "V +'nın yaklaşık yarısı kadar olması gerektiğidir, ancak bu, bileşen toleranslarına bağlı olarak biraz değişebilir. Yayıcı voltajı genellikle küçük bir V yüzdesi, yaklaşık %10'dur.

Kollektör akımını değiştiren herhangi bir devre arızası, I , (kısa devre transistöründen veya önyargı devresindeki bir arızadan) V ve V'yi de değiştirir. İ _ artışı V.'yi düşürür ve V'yi yükseltir ". Transistör şortu kolektörden yayıcıya, V, R3 ve R4 tarafından oluşturulan voltaj bölücü tarafından belirlendiği gibi yaklaşık 1.2 V'a düşer .



Şekil 26.20 - Tipik bir ortak yayıcı ses amplifikatörü.



Şekil 26.21 - Tipik bir ortak yayıcı anahtarı veya sürücüsü .

Transistör, kollektörden tabana sızıntı, Rİ değerinde bir azalma veya R2'nin değerinde bir artış ile doygunluğa eğilimli olsaydı neredeyse aynı etkiyi görürdünüz. Tüm bu devre arızaları aynı etkiye sahiptir. Bazı durumlarda, Cl veya C2'de kısa bir süre aynı semptomlara neden olabilir.

Düşük V'nin spesifik nedenini doğru bir şekilde teşhis etmek için, bu parçaların tümünü düşünün ve test edin. İt daha da karmaşıktır; R3'ün değerindeki bir artış da V _'yi azaltır. Bununla birlikte, değerli bir ipucu olacaktır: R3 değeri artarsa, artmam; V _ de düşük olacaktır .

Azaltan her şey V'yi arttırır..
Transistör açılmazsa, Rl değeri artar, R2 toprağa kısa devre yaptırılır veya R4 açılırsa, V yüksek olur.

COMMON-EMITTER SWITCH

Bir ortak yayıcı transistör anahtarlama devresi **Şekil 26.21'de gösterilmiştir.** Bu devre inFigure26.20 gösterilen devreden farklı çalışır. Bir linearamplifieris, çıkış sinyalinin giriş sinyalinin sadık bir reprodüksiyonu olacak şekilde tasarlanmıştır. İts girişi ve çıkışı V +'dan toprağa kadar herhangi bir değere sahip olabilir .

Şekil 26.21'in anahtarlama devresi, dijital devreye benzer. Aktif cihaz, dijital mantık gibi açık veya kapalı, 1 veya 0'dır. İts giriş sinyali seviyesi 0 V veya transistörü tamamen (doygun) açmak için yeterince pozitif olmalıdır. İts çıkış durumu ya tam kapalı (röle içinden akan akım olmadan) ya da tam açık (röle enerjili) olmalıdır. Kollektöre yerleştirilen bir voltmetre, girişe bağlı olarak yaklaşık + 12 V veya 0 V gösterecektir.

İşlemdeki bu farkı anlamak, iki devrenin sorunlarını gidermek için çok önemlidir. İfV ", Şekil 26.20'deki devrede + 12 V idi, bir devre arızasını gösterirdi. Anahtarlama devresi + 12 Vin'lik bir V ", Vy 0 V olduğunda normaldir (İfv 0.8 V veya daha yüksek ölçülmüştür, V düşük olmalı ve röle enerjilendirilmelidir.)

DC-COUPLED AMPLIFİERS

De-coupled amplifikatörler, transistörler doğrudan bağlantı kapasitörleri olmadan birbirine bağlanır. Benzersiz bir sorun giderme vakası oluştururlar. Çoğu zaman, bir cihaz arızalandığında, devredeki bir veya daha fazla diğer yarı iletkeni yok eder. Tüm kötü parçaları bulamazsanız, kalan arızalı parçalar yüklü değiştirmelerin hemen başarısız olmasına neden olabilir. De coupled devreyi güvenilir bir şekilde gidermek için, - devredeki her yarı iletkeni test etmeli ve hepsini bir kerede değiştirmelisiniz.

26.8.3 Osilatörler

Birçok devrede, osilatörün arızalanması - tam devre arızasına neden olur. Bir verici iletmez ve dahili bir osilatör arızanız varsa bir süperheterodin alıcısı almaz. (Ancak bu belirtiler her zaman osilatör arızası anlamına gelmez.)

Bir radyodan sinyal zayıflaması veya tamamen sinyal kaybı olduğunda, osilatör çalışmasını ve frekansını kontrol edin. Birkaç yöntem vardır:

• Osilatör sinyalini dinlemek için koaksiyel problu bir alıcı kullanın.

• Bir dip ölçer, osilatörün ± 15 kHz'i içinde ayarlanarak osilatörleri kontrol etmek, devreye bağlamak ve dip metre kulaklıklarında bir vuruş notası dinlemek için kullanılabilir .

• Bir kapsam üzerindeki osilatör dalga formuna bakın. Çalışma frekansı büyük bir doğrulukla belirlenemez, ancak osilatörün çalışıp çalışmadığını görebilirsiniz. Osilatör gözlemleri için düşük kapasitans (l0x) probu kullanın.

Birçok modem osilatörü faz kilitli döngülerdir (PLL). PLL'lerin nasıl çalıştığını öğrenmek için bu kitabın Osilatörler ve Sentezleyiciler bölümünü okuyun.

Başarısız bir LC osilatörünü test etmek için, aktif modda bir dip ölçer kullanın. Dip ölçeri ayarla

Osilatör frekansı ve çift osilatör çıkış devresi. Osilatör ölürse, dip metre sinyali yerini alacak ve geçici olarak normal çalışmanın bir kısmını geri yükleyecektir.

STABILITY

Sürüklenme osilatördeki değişikliklerden kaynaklanır. Zayıf voltaj regülasyonu ve ısı en yaygın suçlulardır. Düzenlemeyi bir voltmetre ile kontrol edin (RF'den etkilenmeyen birini kullanın). Voltaj regülatörleri genellikle osilatör devresinin bir parçasıdır. Yerine koyarak kontrol edin.

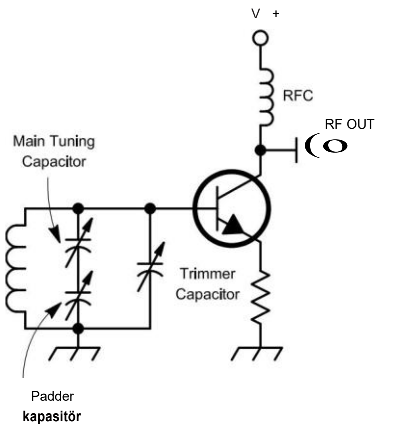
Cıvıltı, genellikle aşırı osilatör yüklemesi veya zayıf güç kaynağı düzenlemesinden kaynaklanan bir hızlı sürüklenme şeklidir. Cıvıltının en yaygın nedeni zayıf tasarımdır. İf chirp bir çalışma devresinde aniden ortaya çıkar, osilatörde veya tampon amplifikatörlerinde bileşen veya tasarım kusurlarını arar. (Örneğin, kısa devre yapan bir bağlantı kapasitörü, yüklemeyi büyük ölçüde artırır.) Ayrıca kablolama veya bileşen yerleştirmedeki değişikliklerden yeni geri bildirim yollarını kontrol edin (geri bildirim tampon eylemini yener).

Frekans kararsızlığı, geri besleme bileşenlerindeki kusurlardan da kaynaklanabilir. Çok fazla geri bildirim sahte sinyaller üretebilir, çok az ise osilatör çalıştırmayı güvenilmez hale getirir .

Ani frekans değişiklikleri genellikle fiziksel değişikliklerin sonucudur. Gevşek - bileşenler veya bağlantılar olası nedenlerdir. Baskılı devre kartlarında, düzelticilerde ve değişk

FREKANS DOĞRULUĞU

İn manuel olarak ayarlanmış LC osilatörleri , izleme



Şekil 26.22 - Düzeltici ve padder kapasitörlerin yerlerini gösteren basit bir osilatörün kısmi bir şeması.

Aralığın yüksek frekans ucunda düzeltici kapasitörler tarafından kontrol edilir. Bir düzeltici, ana ayar kapasitörüne paralel olarak bağlanmış değişken bir kapasitördür (bkz. Şekil **26.22).** Düzeltici, ayarlama aralığının yüksek ucundaki toplam kapasitansın daha yüksek bir yüzdesini temsil eder. İt, aralığın düşük frekanslı ucundaki ayar özellikleri üzerinde nispeten az etkiye sahiptir.

Düşük uç aralığı, *bir padder adı verilen bir seri düzeltici kapasitör tarafından ayarlanır. Bir* padder, ana ayar kapasitörü ile seri olarak bağlanan değişken bir kapasitördür. Padder kapasitansı, aralığın düşük frekanslı ucunda daha büyük bir etkiye sahiptir. Padder kapasitör genellikle para kazanmak için elimine edilir. Bu durumda, düşük frekans aralığı ana ayar bobini ayarlanarak ayarlanır.

26.8.4 İletim Amplifikatör Modülleri

Çoğu VHF/UHF mobil radyo ve birçok küçük HF radyo, ticari amplifikatör - modüllerini ayrık transistörler yerine son amplifikatör olarak kullanır. Bu modüller oldukça güvenilirdir ve bağlantısız antenler gibi çeşitli streslere dayanabilir. Bununla birlikte, belirli bir radyo modelinin üretimden çıkmasından birkaç yıl sonra yedek üniteler nadiren mevcuttur. Parçaları temizlemek için aynı modelde hasarlı bir radyo bulabilirsiniz, ancak modüller başarısız olduğunda genellikle şansınız kalmaz. Kullanıcı grupları, belirli radyoların ortak arıza modları ve hatta muhtemelen yedek parça kaynakları hakkında genellikle iyi bilgi kaynaklarıdır.

Bir amplifikatör modülünün olağan arıza modu, sonunda bir çatlak geliştiren bir iç bağlantıya yol açan termal döngüden kaynaklanır. Modül aralıklı hale gelir ve sonunda tamamen başarısız olur. Eğer modülü açabilirseniz, bazen böyle bir sorunu çatlağın üzerine lehimleyerek tanımlayabilir ve onarabilirsiniz.

Bir amplifikatör modülünü yeniden takarken veya değiştirirken, fabrikada olduğu gibi ısı emiciye takmaya çok dikkat edin. Aşırı miktarda termal bileşik veya gres kullanmayın ve montaj vidalarının sağlam olduğundan emin olun. Modül için bir veri sayfası bulabilirseniz, vida torkunun montajı ve diğer kurulum prosedürleri için öneriler olup olmadığını kontrol edin. (Güç transistörlerinin montajı ile ilgili yönergeler için RF Güç Amplifikatörleri bölümüne bakın.)

26.9 Radyo Sorun Giderme İpuçları

Tablolar 26.2, 26.3, 26.4 ve 26.5, bazı daha sonraki model eşdeğerleri ile ilgili sorunlar geliştirmiş olması muhtemel eski radyolar için bazı yaygın sorunları ve olası tedavileri listelemektedir. Bu masalar her şey dahil değildir. Bunlar, size sorun giderme süresi kazandırabilecek ipuçları ve kısayollar topluluğudur. Sorununuzu listede bulamazsanız, sistematik sorun gidermeye devam edin.

Birçok sorunun bir anahtarın, bir kontrolün veya bir yapılandırma menüsü öğesinin yanlış ayarlanmasından kaynaklandığını unutmayın. Bir sorun giderme oturumuna başlamadan önce, doğru kontrol ayarları için kullanım kılavuzunu kontrol ettiğinizden ve kılavuzun sorun giderme kılavuzunu kontrol ettiğinizden emin olun. İf mümkün, ayrıntılı ile bir servis kılavuzu almak

Prosedürler, ölçümler ve şemalar.

26.9.1 Alıcılar

Bir alıcı, daha önce açıklanan yöntemlerden herhangi biri kullanılarak teşhis edilebilir, ancak hoparlörden zayıf bir ses bile çıkmazsa, sinyal enjeksiyonu iyi bir teknik değildir. Sorun giderme deneyiminiz yoksa, içgüdüsel önsezileri takip etmekten kaçının. Güç kaynağı testleriyle başlayın ve sinyal izlemeye geçin .

SELECTIVITY

Sinyal yolunu ve filtreleri belirleyen kontrol veya anahtarlama devrelerinin arızalanması seçicilik sorunlarına neden olabilir. İn eski ekipman, ayarlı transformatörler veya bileşenler

Filtre devrelerinde kullanılan kısa bir tum geliştirebilir, kapasitörler başarısız olabilir ve zaman zaman hizalama gereklidir. Bu tür kusurlara hassasiyet kaybı eşlik eder. Felaket arızası durumları dışında (filtrenin tüm sinyalleri geçtiği veya hiç olmadığı durumlarda), seçicilik kaybını tespit etmek zordur. Bant genişliği ve ekleme-kayıp ölçümleri filtre performansını değerlendirmek için gereklidir.

SENSITİIVITY

Kademeli bir hassasiyet kaybı, aktif bir cihazın kademeli olarak bozulmasından veya bileşen değerlerindeki uzun vadeli değişikliklerden kaynaklanır. Ani kısmi hassasiyet değişiklikleri genellikle RF veya İF aşamalarında bir bileşen arızasının sonucudur. Aşırı sinyal seviyeleri

Tablo 26.2
Tüm Elektronik Ekipmanların Belirtileri ve Nedenleri

Belirti	Sebep
Güç Kaynakları	
Çıkış gerilimi yok	Açık devre (genellikle bir sigorta, transistör veya transformatör sargısı)
Hum veya dalgalanma	Hatalı regülatör, kondansatör veya doğrultucu, düşük frekanslı salınım
Amplifikat	
örler	Transistör, bağlantı kapasitörleri, yayıcı-baypas kapasitörüAGC bileşeni
Düşük	Transistörler, bağlantı kapasitörleri, dirençler
kazanç	Değişken kapasitör veya şasi üzerindeki kir, kısa op-amp girişi Ses aşamaları
Gürültü	
salınımları	RF, İF ve karıştırıcı aşamaları
Salınımlar, ayarlanmamış (salınımlar	Arking düzeltici kapasitörler, zayıf bağlantılar
Frekansla değişme)	Hatalı sınırlayıcı aşaması, oran dedektöründe açık kondansatör, zayıf RF aşaması, zayıf gelen sinyal
Salınımlar , ayarlanmış	
İntermittent gürültüsü	Tüm bileşenler ve bağlantılar, bant anahtarı kontakları, potansiyometreler (özellikle de devrelerde), düzeltici kapasitörler, zayıf anten bağlantıları
FM alıcısında statik	
Bozulma (sabit)	Salınım, aşırı yük, hatalı AGC, sızdıran transistör, sekme montajlı transistörde açık kurşun, kirli potansiyometre, sızdıran kuplaj kapasitörü , Açık bypass kapasitörler, ayarlı FM dedektöründe dengesizlik, İF salınımları, RF geri bildirimi (kablolar)
Bozulma (yalnızca güçlü	Açık AGC döngüsü
sinyaller) Frekans değişimi	Fiziksel veya elektriksel değişiklikler, kirli veya hatalı değişken kapasitör, kırık anahtar, gevşek bölme parçaları, zayıf voltaj regülasyonu, osilatör ayarı (bantları değiştirirken sorun)
No Signals	
Tüm	Ölü VFO veya LO, PLL kilitlenmeyecek
gruplar	Arızalı kristal, ayarsız osilatör, bant anahtarı Hatalı anahtar veya kontrol, ön panel alt montajına zayıf bağlantı
Sadece bir grup	
Fonksiyon kontrolü yok	

Tablo 26.3
Alıcı sorunları **Belirti**

Düşük hassasiyet	Sebep
Zayıf duyulan sinyaller ve kalibratör	Yarı iletken bozulması, devre kirliliği, zayıf anten bağlantısı
(düşük S-metre okumaları)	
(Güçlü S-metre okumaları)	RF zinciri
Sinyal veya kalibratör yok	AF zinciri, dedektör
duyuldu, sadece tıslama	
	RF osilatörler
Deformasyon	
Güçlü sinyallerde	AGC hatası
sadece AGC hatası	Aktif cihaz kesildi veya doymuş
Zor ayarlama	AGC hatası
Almak için inability	Dedektör hatası
AM zayıf ve bozuk	Zayıf dedektör, güç veya toprak bağlantısı
CW/SSB anlaşılmaz FM	BFO kapalı frekans veya ölü
bozuk	Açık dedektör diyotu

Veya geçici olanlar, giriş RF anahtarlama, amplifikatör veya karıştırma devrelerine zarar verebilir. Tam ve ani hassasiyet kaybı, sinyal yolunun herhangi bir yerindeki açık devreden veya ölü bir osilatörden kaynaklanır .

AGC

AGC hatası genellikle sadece güçlü sinyalleri etkileyen bozulmaya neden olur. Tüm aşamalar, AGC etkisi ortadan kaldırıldığında maksimum kazançla çalışır. Bir S metre, AGC döngüsü tarafından çalıştırıldığı için AGC arızasını teşhis etmeye yardımcı olabilir. Eğer S metre hiç hareket etmez veya tam ölçekte kalırsa, AGC sisteminin bir sorunu vardır.

İn DSP telsizleri, AGC işlevi genellikle sorun gideremediğiniz bir yazılım tarafından kontrol edilir, ancak yazılıma sinyal seviyesi dedektörleri gibi girişler bunun yerine bir soruna neden olabilir.

Analog alıcılar, AGC amplifikatöründeki açık bir bypass kondansatörü, döngü boyunca geri bildirime neden olur. Bu genellikle bir alıcı squeal (salınım) ile sonuçlanır. Döngü zaman sabitindeki değişiklikler ayarlamayı etkiler. Eğer istasyonlar sürekli olarak patlarsa veya ilk ayarlandığında kısa bir süre için çok zayıfsa, zaman sabiti çok hızlıdır. Aşırı yavaş bir zaman sabiti ayarlamayı zorlaştırır ve istasyonlar ayarlamadan sonra kaybolur. AGC çalışıyorsa, ancak zamanlama yanlış görünüyorsa, AGC devresinde bulunan büyük değerli kapasitörleri kontrol edin - genellikle AGC zaman sabitlerini ayarlarlar. AGC çalışmıyorsa, AGCdedektör devresini kontrol edin. Genellikle birkaç aşamayı kontrol etmek için kullanılan bir AGC voltajı vardır. Herhangi bir aşamadaki bir hata tüm döngüyü etkileyebilir.

DEDEKTÖR SORUNLARI

Dedektör sorunu genellikle alınan sinyalin tamamen kaybolması veya bozulması olarak görünür. AM, SSB ve CW sinyalleri zayıf ve anlaşılmaz olabilir. FM sinyalleri bozuk gelecektir. Dedektör devresinde açık bir devre arayın. Dedektör parçalarının IF testleri sorun olmadığını gösterir, dedektörün güç kaynağında veya toprak bağlantılarında zayıf bir bağlantı arar. Ölü veya kapalı frekanslı bir BFO, SSB ve CW alımını önler. İn modem donanımları, BFO frekansı genellikle ana VFO sisteminden türetilir.

26.9.2 Vericiler

Birçok potansiyel verici hatası bu bölümde birkaç farklı yerde tartışılmaktadır. Bununla birlikte, başka yerlerde kapsanmayan vericilerde RF amplifikatörlerinin kararlı çalışmasını sağlamak için kullanılan birkaç teknik vardır.

RF final amplifikatörleri genellikle kararsızlığı önlemek için parazitik boğucular kullanır. Daha eski parazitik boğucular genellikle vücudun etrafına sarılmış ve uçlara bağlı bir bobin ile 51-100-92 non-inductive dirençten oluşur. İTE

Tablo 26.4
Verici sorunları Belirti

Belirti	Sebep
Anahtar tıklamaları	Anahtarlama filtresi, anahtarlamadan sonraki aşamalarda bozulma, ALC aşımı veya kararsızlık
Modülasyon Problemleri	
Modülasyon kaybı	Kırık kablo (mikrofon, PTT, güç), ses zincirinde açık devre, arızalı modülatör
İletimde bozulma	Arızalı mikrofon, RF geri bildirimi, modülatör dengesizliği, bypass kondansatör, yanlış önyargı, aşırı sürücü
Arcing	Rutubet, kir, uygun olmayan kurşun elbise
Düşük çıkış	İncorrect kontrol ayarları, uygun olmayan taşıyıcı kaydırma (CW sinyali geçiş bandı dışında) ses osilatör arızası, transistör veya tüp arızası, SWR koruma devresi
Anten Sorunları	
Zayıf SWR	Hasarlı anten elemanı, eşleşen ağ, besleme hattı, balun arızası (aşağıya bakınız), antenin yakınında rezonant iletken, antende zayıf bağlantı
Balun başarısızlığı	Bobin tıkanması, kırık tel veya bağlantıda aşırı SWR, hava veya soğuk akış hasarı
RFI	Anten sisteminde veya yakındaki iletkenlerde herhangi bir yerde ark veya zayıf bağlantılar

Tablo 26.5
Alıcı-verici sorunları

Belirti	Sebep
İnoperative S metre	Hatalı TR anahtarlama veya
Alıcıda PA gürültüsü Alıcı	röle Hatalı TR anahtarlama
üzerindeki aşırı akım PA'da	veya röle Hatalı TR
Arklama	anahtarlama veya röle Hatalı
	TR anahtarlama veya röle
Gönderme ve alma sırasında azalan sinyal gücü	İF hatası
	veya röle
Kötü VOX işlemi	VOX amplifikatörleri
Kötü VOX zamanlaması	Ayarlama, VOX zamanlama devrelerinde veya amplifikatörlerde bileşen arızası
	AntiVOX devreleri veya ayarı
VOX sürekli alıcı ses tarafından tetiklendi	

Bir vakum tüpü amplifikatöründe VHF ve UHF salınımlarını önlemek için kullanılır. Baskılayıcı, plaka bağlantısına yakın olan plaka ucuna yerleştirilir.

Son yıllarda, bu baskılayıcı tarzı ile ilgili sorunlar keşfedilmiştir. Parazitlerin bastırılması hakkında bilgi için RF Güç Amplifikatörleri bölümüne bakın. Vericinizde parazitik baskılayıcılar varsa, bunları RF amplifikatör devresinin tam düzeni ve kurşun elbisesi olarak kullanmaya devam edin, salınımı önlemelerini gerektirebilir. Eğer mevcut değillerse, onları eklemeyin. RF güç amplifikatörleri üzerinde çalışırken, uçları ve bileşenleri fabrikadan çıktıkları gibi düzenli tutmaya özen gösterin.

Parazitik boğmalar genellikle aşırı akım akışından kaynaklanır. Bu durumlarda, direnç kömürleşir. Bazen, fiziksel şok veya korozyon bobinde açık bir devre üretir. Bir ohmmetre ile sürekliliği test edin.

Transistör amplifikatörleri, baz veya toplayıcı uçlarındaki düşük değerli dirençler veya ferrit boncuklar tarafından parazitik salınımlara karşı korunur. Dirençler sadece düşük güç seviyelerinde (yaklaşık 0.5 W) kullanılır ve her iki yöntem de temel kurşuna uygulandığında en iyi şekilde çalışır. Negatif geri besleme düşük frekanslarda salınımları önlemek için kullanılır. Geri besleme döngüsündeki açık bir bileşen, özellikle geniş bant amplifikatörlerinde düşük frekanslı salınıma neden olabilir.

KEYNG

En basit modülasyon şekli açma/kapama anahtarlamasıdır. Böyle bir temel modülasyon formunda çok fazla sorun olamayacak gibi görünse de, iki çok önemli verici hatası anahtarlama problemlerinin sonucudur.

Anahtar tıklamaları, anahtarlama dalga formunun hızlı yükselişi ve süreleri ile üretilir (önceki kenar çubuğuna bakın, "Anahtar Tıklamaları Kontrol Etme"). Çoğu verici, tıklamaları önlemek için anahtarlama devresindeki bileşenleri içerir. Tıklamalar deneyimlendiğinde, önce anahtarlama filtresi bileşenlerini, ardından sonraki aşamaları kontrol edin. Yanlış yanlı bir güç amplifikatörü veya anahtarlanmamış bir C Sınıfı amplifikatör, devrenin önceki anahtarlama dalga formu doğru olsa bile tuş tıklamaları üretebilir. Doğrusal bir amplifikatörün neden olduğu tıklamalar, düşük frekanslı parazitik salınımların bir işareti olabilir. Eğer bir amplifikatörde oluşurlarsa, yetersiz güç kaynağı ayrışmasından şüphelenirler. Güç kaynağı filtre kapasitörlerini ve tüm bypass kapasitörlerini kontrol edin.

Açma/kapama anahtarlaması ile ilişkili diğer modülasyon problemine backwave denir. Backwave, anahtar açık olsa bile, sinyalin düşük bir seviyede duyulduğu bir durumdur. Bu, osilatör sinyali anahtarlı bir amplifikatörden beslendiğinde oluşur. Bu genellikle bir tasarım kusurunu gösterir, ancak bazı durumlarda bir bileşen hatası veya yanlış anahtarlı aşamalı nötralizasyon sorumlu olabilir.

DÜŞÜK ÇIKIŞ GÜCÜ

Durumun bazı modlar veya bantlar için normal olup olmadığını görmek için kullanım kılavuzunu kontrol edin veya RF çıkış gücünü ayarlamak için bir menü öğesi varsa. Kontrol ayarlarını kontrol edin. Katı hal vericileri, kontrol ayarlarının nadiren fark edildiği operatörden çok az çaba gerektirir. CARRİER (veya DRİVE) kontrolü çarpılmış olabilir. Çalışma frekansında önemli bir değişiklikten sonra ayarlanmış vakum tüpü amplifikatörlerini ayarlamayı unutmayın (genellikle 50 ila 100 kHz). Çoğu modem vericisi, yüksek (örneğin 2:1) **SWR olduğunda gücü azaltmak için de tasarlanmıştır**. Teçhizatınızı parçalamadan önce bu bariz dış sorunları kontrol edin.

Güç transistörleri, SWR koruma devresi arızalanırsa başarısız olabilir. Bu tür arızalar amplifikatör zincirindeki zayıf bağlantıda meydana gelir:
Sürücülerin finallere zarar vermeden başarısız olmaları mümkündür. Algılama devresinin yansıyan tarafındaki açık devre, transistörleri korumasız bırakır; Kısa devre onları kapatır.

Lowpoweroutput ina vericisi, yanlış ayarlanmış bir taşıyıcı osilatörden veya [illegible] sind[illegible] kaynaklanabilir. Taşıyıcı osilatör, verici geçiş bandının çok dışında bir frekansa ayarlanırsa, ölçülebilir bir çıkış olmayabilir. Frekans geçiş bandına taşınırken çıkış gücü sürekli artacaktır.

26.9.3 Alıcı-vericiler

SWITCHİNG

Ayrıntılı anahtarlama şemaları sinyal kontrolü için alıcı-vericilerde kullanılır. Birçok alıcı-verici arızası röle veya anahtarlama problemlerine bağlanabilir. Aşağıdaki durumlarda anahtarlama kontrollerinden şüphelenin:

• S metre çalışmaz, ancak ünite aksi takdirde çalışır. (Bu aynı zamanda kötü bir S metre veya bir yapılandırma menü öğesinin bir sonucu olabilir.)

• Tank devresinde ark vardır. (Bu, anten sistemindeki bir arızadan da kaynaklanabilir.)

• Alıcıda aşırı geniş bant PA gürültüsü vardır.

Alıcı-verici devreleri paylaşıldığından, aşama kusurları sıklıkla hem iletim hem de alma modlarını etkiler, ancak semptomlar modla değişebilir. Osilatör problemleri genellikle hem iletim hem de alma modlarını etkiler, ancak farklı emisyonlar için farklı osilatörler veya frekanslar kullanılabilir. Blok diyagramını kontrol edin.

VOX

Sesle çalışan iletim (VOX) kontrolleri başka bir potansiyel sorun alanıdır. Vox modunda iletmeye geçmede zorluk varsa, VOX-SENSITIVITY ve ANTİ-VOX kontrol ayarlarını kontrol edin. Ardından, PTT ve manuel (MOX) verici kontrollerinin çalışıp çalışmadığına bakın. PTT ve MOX kontrol fonksiyonu varsa, VOX kontrol devrelerini inceleyin. Verici diğer TR kontrollerine yanıt vermiyorsa anahtarları, kontrol hatlarını ve kontrol voltajını test edin.

Vox SENSITIVITY ve ANTİ-VOX ayarları, vericinin alınan sese yanıt olarak açılıp açılmadığı da kontrol edilmelidir. Sıradaki ANTİ-VOX devresinden şüpheleniyorum. Kabul edilemez VOX zamanlaması, zayıf bir VOX gecikme ayarından veya zamanlama devresinde veya VOX amplifikatörlerinde kötü bir direnç veya kapasitörden

26.9.4 Amplifikatörler

Bu bölüm, yüksek voltajlı (HV) kaynakları kullanan vakum tüpü amplifikatörlerine odaklanırken, daha düşük voltajlarda çalışan ve genellikle daha az arıza noktasına sahip katı hal amplifikatörleri için de geçerlidir. Amplifikatörler, temel bakım, düzenli bakım ve sağduyuya iyi cevap veren basit, güvenilir ekipman parçalarıdır. Bakımlı bir amplifikatör güvenilir servis ve maksimum tüp ömrü sağlayacaktır. (İndirilebilir ek içerikle birlikte bir QST makalesinin tam sürümü onamplifierrepairis.)

Amplifikatörünüzle (veya herhangi bir sofistike ekipmanla) ilgili sorunu bulmanın anahtarı, dikkatli ve metodik olmak ve yanlış sonuçlara atlamaktan kaçınmak veya Rastgele testler yapmak. Üreticinin müşteri hizmetleri departmanı, düşünceli olmanız ve sorun belirtilerini ve normal operasyondan herhangi bir farkı detaylandıran dikkatli notlar almanız durumunda yardımcı olacaktır. Üreticinin web sayfalarında veya diğer İnternet kaynaklarından yararlı yönergeler olabilir. Bazen birden fazla sorun vardır - çok garip bir bulmaca gibi davranmak için birlikte çalışırlar. Sadece çoğu sorunun dikkatli, adım adım testlerle izole edilebileceğini unutmayın .

GÜVENLİK FIRST

İyi güvenlik uygulamalarını gözden geçirmek önemlidir. (Ek güvenlik bilgileri için Güvenli Uygulamalar ve Güç Kaynakları bölümlerine bakın.) Tüp amplifikatörleri, 1 kV'yi aşan güç kaynağı voltajlarını iyi kullanır ve RF çıkışı da yüzlerce volt olabilir. Bir vakum tüpü amplifikatöründeki hemen hemen her voltaj ölümcül olabilir! Kendinize iyi bakın ve dikkatli olun !

Güç Kontrolü - Hem ac hattı voltajının hem de güç kaynaklarının durumunu bilir ve kontrol eder. Canlı ekipman üzerinde çalışmadığınızda hat kablolarını ve diğer güç kablolarını fiziksel olarak ayırın. Devre kesicilerde kilitleme kullan. Gücün kesinlikle kaldırıldığından emin olmak için görsel olarak ve bir sayaç ile iki kez kontrol edin.

İnterlocks - Üreticinin prosedürleri tarafından özel olarak talimat verilmedikçe, asla bir kilidi atlamayın. Bu, sorun giderme dışında nadiren gereklidir ve yalnızca kesinlikle gerekli olduğunda yapılmalıdır. İnterlocks sizi korumak için vardır.

Tek El Kuralı - Canlı ekipman üzerinde herhangi bir ölçüm yaparken bir elinizi cebinizde tutun. Cebinizdeki el, akımın içinizden akması için bir yolu kaldırır. Yalıtım tabanlı ayakkabılar giymek ve kuru yüzeylerde çalışmak da iyi bir fikirdir. Akım birkaç mA seviyelerinde bile ölümcül olabilir - fizik yasalarını kışkırtmayın.

Test Ekipmanı Derecesi - Test ekipmanınızın, amplifikatörlerde karşılaşılan voltajlar ve güç seviyeleri için yeterince derecelendirildiğinden emin olun! Bu, bir ac güvenlik zeminine bağlı metal muhafaza bulunmayan el tipi ekipmanlarda özellikle önemlidir. Aşırı voltaj, iç elektronikten, problardan veya test uçlarından kullanıcıya ajlashover ile sonuçlanabilir ve bu da elektrik çarpmasına neden olur. Bu derecelendirmeyi bilin ve saygı gösterin.

Harici bir yüksek gerilim probu kullanıyorsanız, vücutta çatlak olmadan iyi durumda olduğundan emin olun. Test kurşun yalıtımı iyi durumda olmalıdır - esnek ve çatlak veya tel maruz kalmadan. Pratik ise, prob veya sayacı tutarken ölçüm yapmayın. Probu voltaj boşalmış olarak takın ve sonra gücü açın. Tum gücü kapatın ve voltajı boşaltın Sondaya tekrar dokunmadan önce. Yüksek voltaja özen ve saygı gösterin!

Sabır - Bir amplifikatörü onarmak bir yarış değildir. Acele etmeyin. Yorgun veya sinirli olduğunuzda ekipman üzerinde çalışmayın. Kabini açmak için amplifikatörü kapattıktan sonra birkaç dakika bekleyin - kapasitörler, kanayıcı dirençlerinden boşalmak için birkaç dakika sürebilir. Çoğu amplifikatörde, sayaç anahtarının bir HV konumu vardır - kabini açmadan önce sıfır olana kadar bekleyin. Bazı amplifikatörler, yüksek voltajı toprağa çeviren bir emniyet kilidine sahiptir - eğer kapasitör bankası boşalmamışsa, bu oldukça muhteşem olabilir - ve güç kaynağı bileşenlerini yok eder.

Topraklama Çubuğu - **Güç Kaynakları** bölümünün Yüksek Gerilim bölümünde gösterilen basit güvenlik aksesuarını yapın ve tehlikeli voltajların mevcut olduğu ekipmanlar üzerinde çalışırken kullanın. Topraklama teli, bir kapasitörü boşaltırken veya bir devre kesiciyi açarken mevcut olan yüksek tepe akımları (yüzlerce amper) nedeniyle ağır hizmet (# 12 AWG veya daha büyük) olmalıdır. Ekipman açıldığında, çubuğun ucuna, maruz kalan her bileşene ve temas edebileceğiniz bağlantıya dokunun. Hiçbir şey varsaymayın - yanlışlıkla kısalar ve bileşen arızaları olmaması gereken yerlere voltaj verebilir .

Buddy Sistemi ve CPR - Ciddi yaralanmalara neden olma potansiyeline sahip herhangi bir ekipman etrafında çalışırken buddy sistemini kullanın. Dostun bir jambon olması gerekmez, sadece sorun durumunda yakınlarda olacak herhangi biri. Arkadaşınız gücü nasıl kaldıracağını ve temel ilk yardım veya CPR'yi nasıl yöneteceğini bilmelidir .

TEMIZLİK

Bir amplifikatöre iyi bakmanın ilk kuralı temizliktir. Amplifikatörlerin pırıl pırıl yeni tutulması gerekmez, ancak en büyük düşmanları ısıdır. Aşırı ısı, bileşen yaşlanmasını hızlandırır ve çalışma sırasında stresi arttırır.

Amplifikatörün dışında, tozun ve engellerin ısının çıkarıldığı yolları engellemesini önleyin. Bu, tüm havalandırma deliklerini toz, evcil hayvan kılı ve böceklerden uzak tutmak anlamına gelir. Fan alımları, her türlü enkazın solunmasına özellikle duyarlıdır. Amplifikatör ve çevresindeki alanları temizlemek için bir elektrikli süpürge kullanın. Sıvıları amplifikatörden uzak tutun .

Kağıtları veya dergileri amplifikatörden uzak tutun - kapak katı metal olsa bile. Kağıt bir yalıtkan görevi görür ve ısının kapaktan yayılmasını önler. Amplifikatör ısı emicileri etkili olmak için serbest hava dolaşımına sahip olmalıdır. Yanlarında ve üstünde bir amplifikatör çevreleyen en az birkaç inç boş alan olmalıdır. Üretici belirli bir boşluk, montaj yönü veya hava akışı önerirse, bu önerileri izleyin.



Şekil 26.23 - Küçük bir boya fırçası ve elektrikli süpürge çatlak eki tozun çıkarılmasını kolaylaştırır.

Amplifikatörün yanında, HV devreleri ısı dağılımını yavaşlatan tozu çeker ve sonunda yayıldığı veya karbonlaştığı yere kadar birikir. Herhangi bir toz veya kiri temizlemek için elektrikli süpürgeyi kullanın. Amfinin içinde böcekler (veya daha kötüsü) bulursanız, nasıl girdiklerini ve bu deliği tıkadıklarını belirlemeye çalışın. Pencere taraması, böcekleri dışarıda tutarken hava akışına izin vermek için iyi çalışır. İçini temizlerken, bir sonraki bölümde açıklandığı gibi görsel bir inceleme yapın .

Vakumlama, genellikle bir çatlak temizleyici olarak bilinen bir ek ile en iyi şekilde çalışır. **Şekil 26.23,** tozu çıkarmak ve çıkarmak için küçük bir boya fırçası ile kullanılan bir çatlak temizleme ataşmanını göstermektedir. Fırça, tozu dar yerlerden çıkarır ve bileşenlere zarar vermeden veya bağlantı tellerini çekmeden kapatır. Elektrikli süpürge fırçası ekini kullanmayın; Zemin için tasarlanmışlar, elektronik için değil. Bazı vakumlar ayrıca bir üfleyici mekanizmasına sahiptir, ancak bunlar nadiren bir fırça kadar iyice temizlemek için yeterli delgiye sahiptir. Toz üflemek sadece tozu etrafa ve diğer ekipmanlara iter.

Yeterince yakın bir fırça veya ataşman alamıyorsanız, basınçlı hava püskürtme kutusu genellikle toz ve kiri yerinden çıkarır, böylece vakumlayabilirsiniz. Panelleri veya büyük bileşenleri silmek için bir bez veya havlu kullanıyorsanız, geride iplik veya tiftik bırakmadığınızdan emin olun. Bileşenleri yıkamak veya çatlakları temizlemek için asla bir solvent veya sprey temizleyici kullanmayın Üretici bunu yapmayı önermediği sürece - bir kalıntı bırakabilir veya bileşene zarar verebilir.

Sigara dumanı, katran ve nikotin toz ve kir ile birlikte biriktiği için kendi benzersiz sorunlarına neden olur. Kaldırma en iyi ihtimalle zordur; *Krud Kutt er gibi ticari çözücüler* 4-l'ye kadar inceltilebilir ve sakızlı birikintileri giderir. Aşırı durumlarda, amplifikatörü sökün (tüpleri, güç transformatörlerini ve sayaçları çıkarın) ve bir lavaboda sabun ve su ile yıkayın. Su ile zarar görebilecek sayaçları ve diğer bileşenleri korumaya veya çıkarmaya dikkat edin. Amplifikatörü sıcak havada iyice kurulayın. Değişken kapasitörleri, değişken indüktörleri ve döner kontrolleri yeniden yağlayın .

İNSPECTION

İç kapakları veya erişim panellerini çıkarın ve... Durun! Topraklama çubuğunu çıkarın (Güç **Kaynakları bölümüne bakın),** zemin uçlarını güvenli bir şekilde kasaya sabitleyin ve açıktaki her bağlantıya dokunun. Şimdi, güçlü bir ışık ve muhtemelen bir büyüteç kullanarak, bileşenlere ve bağlantılara bakın. İç mekanı analiz etmek için tüm duyularınızı kullanın - koklayın, bakın, dinleyin .

Amplifikatörler, alıcı-vericilerden çok daha az bileşene sahiptir, bu nedenle her bileşene ve yalıtkana bakın. Çatlaklar, ark belirtileri, karbon izleri (ince siyah çizgiler), renk değişikliği , gevşek bağlantılar, plastiğin erimesi ve doğru görünmeyen her şey. Bu, montaj ve topraklama vidalarının sıkı olduğundan emin olmak için harika bir zamandır. Yanık kokusu var mı? Aşırı ısınmış bileşenlerin kokularını öğrenin. Bulduğunuz, onardığınız veya değiştirdiğiniz şeyleri not edin - herhangi bir işlem gerekmese bile. Amplifikatör yakın zamanda açılmışsa, bir kızılötesi termometre sıcak çalışan bileşenleri tespit edebilir. Veya sıcaktan çatırdama veya cızırtı sesi duyabilirsiniz - iyi bir işaret değil! Gürültünün kaynağını bulmaya çalışın.

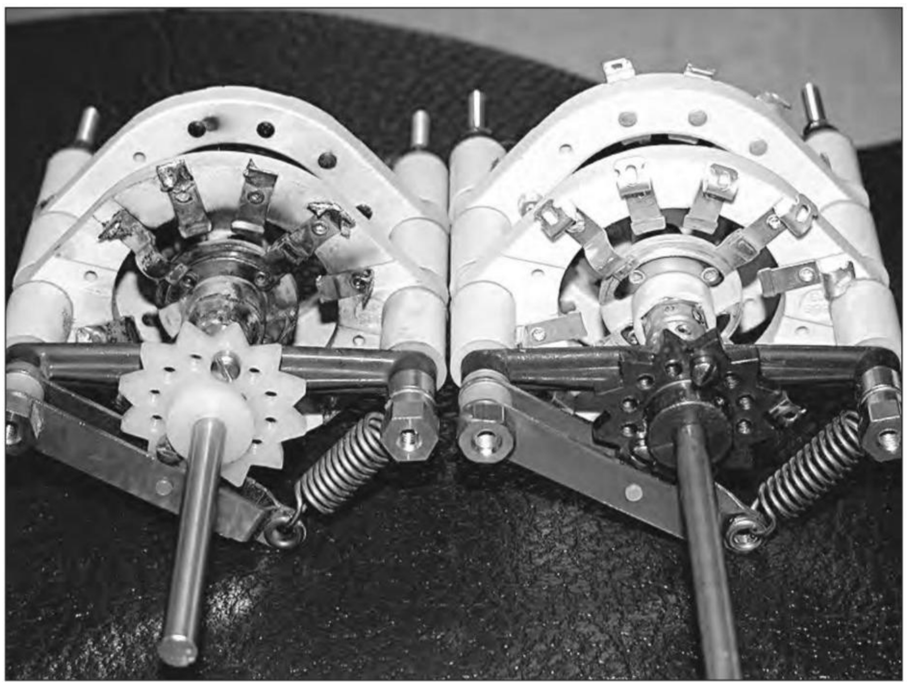
ELECTRICAL BILEŞENLERI

Güç kaynağından başlayalım. Amplifikatör güç kaynakları için üç temel parça vardır - ac trafo ve hat cihazları, doğrultucu/filtre ve ölçüm/regülasyon devresi. (Daha fazla bilgi için Güç Kaynakları bölümüne bakın.) Transformatörler, serin tutulması ve güvenli bir şekilde monte edilmesi dışında çok az bakıma ihtiyaç duyar, ancak aşırı ısınma, renk değişikliği veya yalıtım veya katrandan sızıntı olup olmadığını kontrol eder. Anahtarlar, devre kesiciler ve sigortalar gibi hat bileşenleri, mekanik olarak sağlam ve yeterince derecelendirilmişse, genellikle elektriksel olarak da iyidir. Sigortaları ve anahtarları bir multimetre ile kontrol edin.

Doğrultucular ve HV filtre kapasitörleri ara sıra temizlik gerektirir. Baskılı bir devre kartına (PCB) monte edilmiş bileşenlerin etrafındaki renk bozulmasını arayın ve tüm tel bağlantılarının güvenli olduğundan emin olun. HV kapasitörler genellikle elektrolitik veya yağdır ve terminallerin etrafında sızıntı, şişme veya gaz çıkarma belirtileri göstermemelidir.

Voltaj ve akımın ölçümünü ve düzenlenmesini gerçekleştiren bileşenler, ısı veya ağır tozdan etkilenebilir. Eğer amplifikatördeki başka bir bileşende - bir tüp gibi - bir arıza varsa, bu devreler ciddi şekilde vurgulanabilir. Dirençler önemli geçici aşırı yüklenmelerden kurtulabilir, ancak renk değişikliği veya şişlik gibi aşırı yüklenme belirtileri gösterebilir ve değeri değiştirebilir. Renk koduna karşı bir multimetre ile doğru değeri doğrulayın; Okunabilir değilse veya düzensiz okunuyorsa, bileşeni değiştirin.

Amplifikatörler iki tip röle içerir - kontrol ve RF. Kontrol röleleri ac ve de voltajları değiştirir ve giriş veya çıkış RF enerjisini işlemez. Kontrol rölelerinde karşılaşılan olağan sorun, kontaklarının oksidasyonu veya çukurlaşmasıdır. Röle kontaklarını temizlemek için bir parlatma aracı kullanılabilir. Bir tutam sıradan kağıt şeridi - hafifçe kapalı tutulan kontaklar arasında çekilebilir. Gümüş kaplama röleyi aşırı temizleme ve kontakları değiştirme cazibesinden kaçının. Temas kaplamasının aşırı parlatma ile çıkarılması kolaydır ve gümüş kaplamalı röle ve anahtar kontakları koyu renkli görünebilirken, oksitlenmiş [illegible] ir. Gümüş gittiğinde ,



Şekil 26.24 - Soldaki bant anahtarı bölümü açıkça yıkıcı ark belirtileri gösterir.

ve temas yüzeylerinde oksit temizlemek için bir veya iki kez yeniden yerleştirildi.

Gevşek görünen herhangi bir konektörü dikkatlice inceleyin. RF güvertesinden ayrı muhafazalarda güç kaynakları bulunan amplifikatörlerdeki konektörlere ve kablolara özellikle dikkat edin. Bu ara bağlantılar hem mekanik hem de elektriksel strese karşı hassastır ve çalışma masasında enerjili bir HV kablosunun gevşemesini istemezsiniz. Bu kabloların elektrik bütünlüğünü kontrol edin ve sıkıca bağlandıklarından emin olun.

Rölelerde olduğu gibi, amplifikatörlerde bulunan anahtarlar ya kontrol fonksiyonlarını yerine getirir ya da RF sinyallerini yönlendirir. Yeterli derecede derecelendirilmiş kontrol anahtarları, mekanik olarak sağlamsa, genellikle iyidir. Bant anahtarları en yaygın RF anahtarıdır - genellikle döner fenolik veya seramik tiptir. Yakın bir görsel inceleme, silecek (anahtarın kontaklar arasında dönen kısmı) veya bireysel kontaklar üzerinde çukurlaşma veya oksidasyon göstermemelidir. Arcing oroverheating, döner anahtarları hızla yok edecektir. **Şekil 26.24,** arklamadan ciddi hasar gören ağır hizmet tipi bir bant anahtarını göstermektedir.

Hafif oksidasyon kabul edilebilir

Gitti; Temas erozyonu daha sonra yaygın olacaktır. İf görsel muayene ağır çukurlaşma veya renk değişikliği veya direnç ölçümleri rölenin aralıklı temas kalitesine sahip olduğunu gösterir, değiştirilmelidir.

Dinlenme akımı çok yüksek veya aralıklı ise, önyargı kaynağından iyi temas için güç rölelerini kontrol edin. Bazı eski - amplifikatörlerde, röle bobini, tüpü kesen bir voltaj düşüşü oluşturmak için bir direnç olarak kullanılır. Eğer röle bobini kaplaması renksizse, bobinin direncini ölçün ve muhtemelen değiştirin.

RF röleleri, RF sinyallerinin amplifikatör devresi boyunca veya çevresinde iletilmesi/alınması (TR) anahtarlaması ve yönlendirilmesi için kullanılır. Tam kırılma işlemi için tasarlanan amplifikatörler genellikle yüksek hızlı bir vakum TR rölesi kullanır. Vakum röleleri kapatılır ve temizlenemez veya muhafaza edilemez. RF rölelerini değiştirdiğinizde, doğrudan bir yedek parça veya orijinal ile aynı özelliklere sahip RF servisi için derecelendirilmiş bir parça kullanın.

Alıcı-verici ve amplifikatör arasında ölçülen SWR aniden artarsa, düzensizse veya QSK (break-in) iletim durumunda kalırsa veya sadece **alımda açıksa,** RF röle kontaklarını kontrol edin.

Kablolar ve konektörler, amplifikatörlerde ağır ısı ve elektrik yüklerine maruz kalır. Plastikler kırılgan hale gelebilir ve bağlantılar oksitlenebilir. Kablolar esnek kalmalı ve kelepçeli veya bağlanmış ise kıvrılmamalı veya sıkıştırılmamalıdır. - Gevşeklik veya bükülme için her uçtaki oynatın. Konektörlerin tışı çekilebilir

Gofret anahtarı onarımı

Genellikle özel parçalar oldukları için, döner anahtarlar için bireysel gofretlerin ve kontakların değiştirilmesi zor veya imkansız olabilir. Bununla birlikte, aynı boyuttaki kontaklara sahip anahtarları bulabilirsiniz. Bunlar, hasarlı anahtardaki kontakların yerine geçebilir. Hasarlı anahtarın parçalarını kaydedin, çünkü parçalar için kullanılabilir.

Hasarlı anahtarı sökerek başlayın. Bir şaft üzerindeyse, genellikle onu bir arada tutan iki dişli çubuk vardır. Tüm parçaları saklayın. Düz ve kilit yıkayıcıların kullanım sırasına dikkat edin. Yakın bir fotoğraf çekmek veya dikkatli bir çizim yapmak iyi bir fikirdir. Tüm parçaları kurtarmaya dikkat edin. Hasarlı gofreti çalışma yüzeyinize, perçinin boş tarafı yukarı bakacak şekilde yerleştirin. Perçinden biraz daha büyük bir matkap ucu kullanın. Perçinin dudağını kesmek için yeterli basıncı kullanarak perçini düşük hızda delin - kontağın içine delmeyin. Yanmış olanı çıkarın Kontaklara zarar vermeden nasıl yapılacağını "hissetmek" için önce kontaklar.

Şimdi parça değişimi için kullanılacak anahtarı sökün ve bir kez daha, gelecekteki kullanım için tüm parçaları kaydedin. Gofretler elinize geçtikten sonra, onları inceleyin ve en iyisini seçin
Yedek olarak kullanılanlar. Yedek kontakları çıkarın
Aynı şekilde hasarlı kontaklar kaldırıldı.

Şimdi # 2-56 vidaları ve somunları (daha küçük anahtarlar daha küçük donanım gerektirebilir) kullanarak hasarlı kontakları değiştirin, vidaları aşırı sıkmamaya ve seramik veya fenolik gofreti kırmamaya dikkat edin; "Sadece sıkı" yeterli. Sabitlemek için bir LockTite Red (veya boya veya tırnak cilası) kullanın. **Şekil 26.A1,** bu teknik kullanılarak onarılmış bir gofreti göstermektedir .



Şekil 26.A1 - Gofret üzerinde 4:30 pozisyonundan başlayan beş temas Başka bir anahtardan çıkarılan kontaklar ve # 2- 56 donanım kullanılarak değiştirildi. [Fotoğraf: Matt Kastigar, W ~ MJ]

Gümüş kaplama anahtarlar. Fosfor-bronz kontaklar bazen bir kalem silgiden hafif bir fırçayla temizlenebilir, ancak kaplama - kolayca çıkarılabilir, bu nedenle bu yöntemle dikkatli olun ve silgi kırıntılarını çıkardığınızdan emin olun. Döner anahtar kontakları kolayca değiştirilemez, ancak tam olarak eşleşen bir parça elde edilebilirse bireysel gofret bölümleri değiştirilebilir. (Bkz. Kenar çubuğu.) De-oksidasyon kimyasalları kalem tipi bir aplikatör ile uygulanmalı ve dirençli yollar oluşturabilen gözenekli fenolik veya plastiklerin emilimini önlemek için püskürtülmemelidir.

Kapasitörleri ve dirençleri değiştirirken, uygun şekilde derecelendirilmiş parçalar kullandığınızdan emin olun. Voltaj ve güç işleme değerleri, özellikle yüksek RF akımlarını kullanan bileşenler için özellikle önemlidir. Bir RF tankı kapasitör değişimi, sadece de değil, yeterli RF voltajı ve akım değerleri için dikkatlice kontrol edilmelidir. HV dirençleri genellikle yüzeyleri boyunca ark oluşumunu önlemek için uzun ve incedir. İfa daha küçük (ve daha ucuz) direnç bile eşdeğer bir güç derecesine sahiptir, onu değiştirme cazibesine direnir. Bir tutam, uygun kombine değerde bir dizi direnç, bir HV ünitesini değiştirmek için kullanılabilir. Ölçüm devreleri için karbon dirençler kullanmayın, metal veya karbon film tipleri kullanın. Karbon bileşimi türleri çok kararsızdır. Elektrolitik kondansatörler ayrıca genellikle 85 veya 105 ° C sıcaklık derecesine sahiptir; Varsa daha yüksek derecelendirmeyi kullanın.

Eski bir amplifikatörün onarımını veya bakımını yapıyorsanız ve üreticiye özgü parçalar artık mevcut değilse, jambon topluluğunun RF ve HV bileşenleri için birçok kaynağı vardır. Adil Radyo **Satışları (www.fairradio.com) ve** Nebraska'nın Fazla Satışları (**www. surplussales.com) tanıdık** isimlerdir. Hamfest'ler ve web siteleri genellikle satılık amplifikatör bileşenlerine sahiptir. (Amplifikatörler için fazla veya kullanılmış parçaların kullanılmasıyla ilgili RF Güç Amplifikatörleri bölümünün kenar çubuğuna bakın.) Parçalar için aynı modelin çalışmayan bir amplifikatörünü satın almayı düşünebilirsiniz.

TÜPLER

İyi bakım, amplifikatörün düzgün çalışması ile başlar. Giriş sürücü seviyeleri, görev döngüleri, ayarlama ve çıkış gücü seviyesi için üreticinin talimatlarını izleyin. Tüplerin düzgün çalıştığından ve size maksimum ömür sağladığından emin olmak için tüm ölçülü voltajları ve akımı sık sık kontrol edin. Üretici el kitabını geliştirmek için zaman ve çaba harcadı - okuyun! Eğer bir tane yoksa, bir web araması yapın (veya üreticiyi arayın) ve bir tane alın. İyi harcanmış bir zaman.

Tüplerin iç mekanik yapıları genellikle mekanik ile iyi ilgilenmez Şok ve titreşim, böylece nazik treatthem. Üretici ayrıca amplifikatörün nasıl monte edileceğini de belirtebilir, bu nedenle kullanım kılavuzunu okuyun. Tüpler çok fazla ısı üretir, bu nedenle kullanılan soğutma mekanizmasının en yüksek verimlilikte tutulması önemlidir. Hava yolları, metal tüpler üzerindeki yüzgeçler de dahil olmak üzere temiz olmalıdır. Tüm contalar ve bacalar güvenli bir şekilde oturmalı ve temiz tutulmalıdır. Cam tüplerin zarfını kullandıktan sonra temizleyin - parmak izleri yüzeye çıkmasını önlemek için çıkarılmalıdır. Parmak stok kontaklarını kullanan metal tüplerde, kontakların temiz olduğundan ve tüpün her tarafına iyi temas ettiğinden emin olun. Kısmi temas veya kirli parmak stoğu, tüp içinde asimetrik akıma ve ısınmaya neden olabilir, bu da iç ızgaraların eğrilmesine ve muhtemelen harmoniklere veya parazitlere neden olabilir.

Plaka kapağı bağlantıları ve VHF paraziter bastırıcılar güvenli olmalı ve ısıtma belirtisi göstermemelidir. Aşırı ısınmış parazitik baskılayıcılar nötralizasyon devresinin düzgün ayarlanmadığını gösterebilir. Tüm bağlantıların, özellikle yüksek akım filament bağlantılarının güvenli olduğundan emin olmak için İnspect soket kontakları ve tüp pimleri. Tüplerin bir veya iki kez çıkarılması ve takılması soket kontaklarını temizleyecektir .

Tüpler çıkarılırken, erimiş lehim için pimleri kontrol edin - bu aşırı ısıtılmış 3-500Z tüplerinde yaygındır. Gerekirse, - gümüş lehim ile çözer ve pimin çapını genişletebilecek çok fazla lehim kullanmamaya dikkat edin.

Plakadan şebeke devresine negatif geri besleme ile VHF salınımlarını baskılayan nötralize edici ağdaki ayarlamalar, bir tüpü değiştirirken veya RF bileşenlerini yeniden kabloladıktan veya yeniden kabloladıktan sonra nadiren gereklidir. Üretici bu ayarlamaları yapma konusunda talimatlar sağlayacaktır. VHF salınımlarının belirtileri bir tüpü değiştirmeden ortaya çıkar, o zaman belki tüp özellikleri veya ilişkili bileşenler değişmiştir. Yüksek güçlü amplifikatörlerdeki parazitik salınımlar, ark hasarına neden olacak kadar güçlü olabilir. Nötralize devreyi yeniden ayarlamadan önce görsel bir inceleme yapın.

Ölçüm devreleri nadiren kendi başlarına başarısız olur, ancak bakımda önemli bir rol oynarlar. Normal voltaj ve akımların kaydını tutarak, işler ters gittiğinde değerli bir dizi ipucuna sahip olacaksınız. Ayar ayarlarını, sürücü seviyelerini ve tüp voltajlarını ve akımlarını her bantta ve her antenle kaydedin. Ayarlar değiştiğinde, belleğe güvenmek yerine dizüstü bilgisayara başvurabilirsiniz.

MEKANİKCAL

En yaygın hatalar hareketli parçalarda görülür: konektörler, röleler ve anahtarlar. Termal döngü ve ısıya bağlı gerilmeler mekanik bağlantıların gevşemesine neden olabilir Zamanla veya maddi başarısızlıklar. Anahtar milleri, şaft kaplinleri (özellikle plastikse) ve panel rulmanlarının hepsinin sızdırmazlık ve uygun hizalama açısından kontrol edilmesi gerekir. Tüm montaj donanımının, özellikle topraklama yolu sağlıyorsa sıkı olması gerekir. Panele monte edilen tüm bileşenleri, özellikle RF konektörlerini inceleyin ve - bunların güvenli bir şekilde takıldığından emin olun. Yuvarlak bir panel deliğine tek bir somunla monte edilen BNC ve UHF konektörleri, tekrarlanan bağlantı/bağlantı kesme döngüleri ile gevşeme için ünlüdür. Kauçuk ve plastik parçalar özellikle ısı ile vurgulanır. Herhangi bir kemer, dişli veya kasnak varsa, temiz olduklarından ve toz ve tiftiğin yağlayıcılarından uzak tutulduğundan emin olun. Gevşek veya kayan kayışlar değiştirilmelidir. Kırılgan veya çatlak olmadıklarından emin olmak için O-ringleri, grommetleri ve kolları kontrol edin. İf yalıtım manşonları veya levhaları kullanılır, ne yapmaları gerektiğini kapladıklarından emin olmak için kontrol edin. Bunları asla atmayın veya yanlış boyutlandırılmış veya derecelendirilmiş malzemelerle değiştirmeyin.

Muhafazalar ve iç kalkanlar, gerekli her vida yerinde olacak şekilde güvenli bir şekilde sabitlenmelidir. Gevşek örtüşen - metal kapaklara dikkat edin. Bir sac vida sıyrılmışsa, yeni bir delik açın veya vidayı daha büyük bir boyutla değiştirin, yeni vidanın etrafında ve arkasında yeterli boşluğu korumaya özen gösterin. Veya alan izin veriyorsa, bazen bir "hız" veya klips somunu kullanılabilir. Bunlar otomobil parçaları veya ev geliştirme mağazalarından, genellikle "özel donanım" bölümünde bulunur.

Gevşek donanım veya metal parçaları dinlerken amplifikatörü bir yandan diğer yana yatırın, bunların hepsi çıkarılmalıdır.

Finişi korumak için ön ve arka panelleri temizleyin. Amplifikatör dolabında bir ayak veya bir iç şok montajı eksik ise, değiştirin. Tam bir kabine sahip temiz bir ünite önemli ölçüde daha yüksek bir satış değerine sahip olacaktır, bu nedenle ekipmanın iyi görünmesini sağlamak sizin yararınızadır.

SHIPPNG

Bir amplifieror nakliye ile seyahat ederken, paketlemede biraz özen, hasarı önleyecektir. Ayrıca, hasar oluşması durumunda, bir sigorta talebinde toplanmasında zorluk çıkarabilir. Orijinal nakliye kartonları, amplifikatörün depolama ve satış için korunması için iyi bir yöntemdir, ancak sık sık nakliye yapmak için yapılmamıştır. Sık seyahat ediyorsanız, elektronik **ekipman için yapılmış sağlam bir nakliye çantası almak en iyisidir. Pelikan (www.pelican-shipping-cases.com) ve** Örs **(www.anvilsite.com),** amplifikatörleri ve radyo ekipmanlarını taşımak için uygun mükemmel nakliye kutuları yapar.

Bazı amplifikatörler, gönderilmeden önce güç transformatörünün çıkarılmasını gerektirir. Kullanım kılavuzunu kontrol edin veya öğrenmek için üreticiye başvurun. Daha önce kaldırılmaması

Nakliye, amplifikatörün şasisine ve kasasına büyük yapısal hasara neden olabilir.

Tüpler ayrıca sevkiyat için soketlerinden çıkarılmalıdır. Amplifikatörün muhafazasında yeterli plastik köpük ambalaj malzemesi ile paketlenebilirlerse, bunları ayrı ayrı göndermek gerekli olmayabilir. Eğer tüp veya amplifikatör üreticisi ayrı bir sevkiyat önerirse, ancak yapın!

CLEANNG VE MAİNTENENT PLANİ

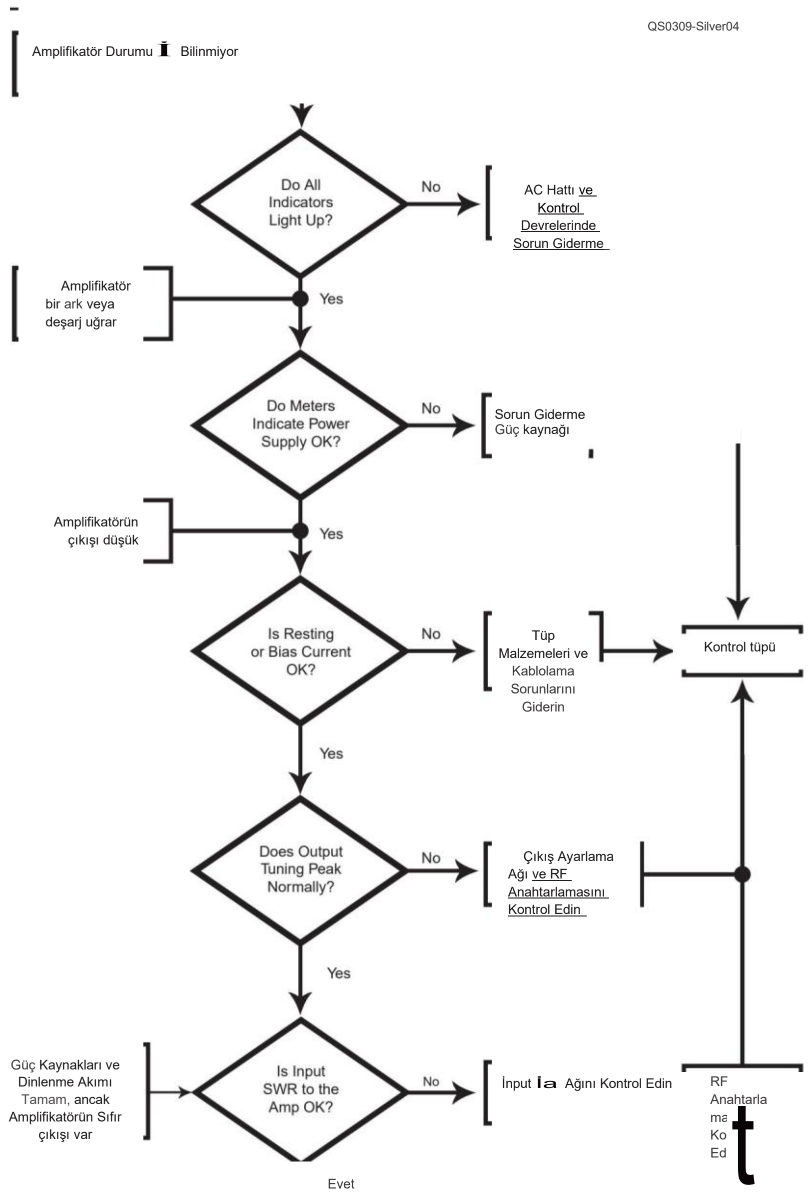
Amatör kullanım için, yılda bir kereden daha sık bakım için çok az ihtiyaç vardır. Amplifikatörün bakım gereksinimlerini ve üreticisinin ne olduğunu düşünün

tavsiye eder. Amplifikatörün kılavuzlarını gözden geçirin ve hangi önemli adımların ve araçların gerekli olduğuna dair bir kontrol listesi oluşturun.

SORUN GIDERME

Düzenli bakımın bir yararı, tamir etmeniz gerektiğinde amplifikatörünüze aşina olacaktır. İçeride nasıl göründüğünü (ve koktuğunu) bilmek, hızlı bir onarımı etkilemek için size bir başlangıç verecektir.

Aşağıdaki tartışma, bir sorun giderme - çabasının genel akışını göstermek için tasarlanmıştır, adım adım bir kılavuz değildir. Kendi amplifikatörünüze başlamadan önce, amplifikatör kılavuzunun "Çalışma Teorisi" bölümünü gözden geçirin ve



Şekil 26.25 - Bu genel amaçlı akış şeması amplifikatör problemlerini tanımlamaya yardımcı olacaktır. Katı hal birimleri için "Check Tube" yerine "Check Output Transistors" kullanın.

şematik. Kılavuzda bir sorun giderme - prosedürü varsa, izleyin. **Şekil 26.25,** genel amaçlı bir sorun giderme akış şemasını göstermektedir. Bir tüpün gerçekten arızalı olduğundan emin olana kadar iyi bilinen bir tüp veya tüpleri değiştirmeyin. Devre problemleri olan bir amplifikatörde iyi bir tüpün durması iyi bir tüpe zarar verebilir.

Birçok "amplifikatör öldü" problemi sadece AC gücü eksikliği olarak ortaya çıkıyor. Tepkisiz bir amplifikatörün kabinini açmadan önce bile, ac'nin duvar prizinde gerçekten mevcut olduğundan ve sigorta veya devre kesicinin gerçekten kapalı olduğundan emin olun. İf ac gücü duvar prizinde bulunur, herhangi bir iç sigortadan, kilitlerden ve rölelerden transformatörün birincil terminallerine kadar izler. Amplifikatör 240-V devrelerden çalışıyorsa, her iki sıcak kabloyu da kontrol ettiğinizden emin olun. (Ac kablolama uygulamaları hakkında daha fazla bilgi için Güvenlik bölümüne bakın.)

Yüksek voltajlı bir güç kaynağındaki sert arızalar nadiren incedir, bu nedenle bir sorun varsa genellikle açıktır. Bir güç kaynağını onarırken, ilgili tüm bileşenleri kontrol etme fırsatını kullanın. Tüm arızalı bileşenler değiştirilmezse, devre yeniden enerjilendirildiğinde arızalar tekrarlanabilir.

Doğrultucular açık veya kısa devre yapabilir - bunları bir DMM diyot denetleyicisi kullanarak test edin. Açık bir doğrultucu, yüksek voltaj çıkışında %50 veya daha fazla bir düşüşe neden olur, ancak muhtemelen aşırı ısınmaz veya kendini yok etmez. Kısa bir doğrultucu arızası genellikle daha dramatiktir ve ek doğrultucuların veya filtre kapasitörlerinin arızalanmasına neden olabilir. Bir dizedeki bir doğrultucu başarısız olursa, kalan doğrultucular normalden daha yüksek bir voltaja maruz kaldığı için tüm dizeyi değiştirmek iyi bir fikir olabilir.

Yüksek voltajlı filtre kapasitörleri genellikle kısa devre yaparlar, ancak bazen kapasitans kaybederler ve ESR'de (eşdeğer - seri direnç) bir artış gösterirler. Doğrultucuları ve herhangi bir ölçüm bileşenini kontrol edin - kısa devreden kaynaklanan akım dalgalanmasından zarar görmüş olabilirler.

Güç transformatörü arızaları genellikle sargılardaki ark, yalıtım arızaları veya aşırı ısınmadan kaynaklanır. Yüksek voltajlı transformatörler özel bir transformatör üreticisi tarafından demonte edilebilir ve geri sarılabilir.

Plaka kaynağı ile birlikte, tetrode ekran malzemeleri de bazen başarısız olur. Olağan neden, voltajı plaka seviyesinden düşüren düzenleme devresidir. Ekran kaynağı olmadan çalışmak bir tüpe zarar verebilir, bu nedenle onarımdan sonra tüpü dikkatlice kontrol ettiğinizden emin olun.

Güç kaynağı tamam kontrol ederse ve tüpün filamentleri yanmazsa, tüp soketini ve tüpün üzerindeki pimleri kontrol edin - aşırı ısınma lehimin akmasına ve aralıklı arızaya neden olabilir. Tüpün filamenti yanıyorsa, dinlenme veya önyargı akımını kontrol edin. İf öyle

Aşırı veya çok düşük, tüm önyargı voltajlarını kontrol edin ve plaka boğucu, ekran kaynağı (tetrodlar için) ve ızgara veya katot devreleri gibi tüpe giden akım yollarını da kontrol edin.

Güç kaynağı bulamazsanız ve sorun çıkarmazsanız, RF bileşenlerini veya RF güvertesini kontrol edin. Amplifikatörün SWR girişini kontrol edin. Eğer değiştiyse, muhtemelen giriş devresinde bir sorun yaşarsınız (aşırı ısınmış bobin, kısa kondansatör veya kötü anahtar teması) veya bir veya daha fazla tüp başarısız olmuştur. Giriş devresinin ve bant anahtarının görsel kontrolünü ve ardından tüm giriş bileşenlerinin ohmmetre kontrolünü gerçekleştirin. Giriş ayarının değişip değişmediğini görmek için bir SWR analizörü veya dip osilatörü kullanın; bu, - giriş devrelerinde olası bir kötü ayar ağı bileşenini gösterir. İf girişi SWR normaldir ve sürücü uygulamak **plaka** akımında herhangi bir değişikliğe neden olmaz, hatalı bir boruya, tüp soketine veya giriş devreleri ile tüp arasında bağlantıya sahip olabilirsiniz .

TR kontrol devrelerini ve röleyi kontrol edin.

İf plaka akımı değişir, ancak normal kadar değil, çıkış ayarlama devresini ayarlamayı deneyin. Bunun etkisi çok az veya hiç değilse, tüp arızalı olabilir veya tüp ile çıkış devresi arasında bir bağlantı açılmış olabilir. Eğer …

SOLID STATE AMPLIFİERS

Tüp amplifikatörleri için kullanılan hemen hemen tüm teşhis teknikleri katı hal amplifikatörleri için de geçerlidir. İnput ve çıkış devreleri çok benzer. Güç kaynakları genellikle daha düşük voltajdır (ancak yüksek akım).

Güç kaynakları tipik olarak voltaj için bir multimetre ile kontrol edilebilir, ancak akım, düşük değerli, yüksek voltajlı bir direnç boyunca voltaj düşüşünü okumayı gerektirir (bu, voltaj düşüşünden sorunlara neden olabilir) veya bir kelepçeli akım probu kullanır. Önyargı ayarlamaları tipik olarak bir voltaj regülatörü devresinde bir potansiyometre ile yapılır (şematik veya kullanıcı kılavuzuna ihtiyacınız olacaktır) ve dinlenme akımının üreticinin özelliklerine göre kontrol edilmesi ve doğrulanması gerekir.

Tüplerde olduğu gibi, ısı düşmandır. Tüm havalandırma açıklıklarını temiz ve temiz tutun. Uygun çalışma ve hız için fanları kontrol edin. Özellikle ısı emicilerinde ve transistör paketlerinde toz veya kir birikimini giderin.

Bipolar transistörler bir multimetre ile kontrol edilebilir (bakınız **Bileşen Verileri ve Referanslar bölümü**), RF amplifikatörlerinde artık daha yaygın olan MOSFETS gibi. Değiştirmeler, eski parçanın lehimlenmesini, PC kartının temizlenmesini ve yeni parçanın kurulmasını gerektirecektir. Transistörler bir soğutucu üzerine monte edilirse, ince, kabarcıksız bir soğutucu bileşiği filmi kullanın Transistör ve soğutucu arasında. Tüm vidaların yerinde ve sıkı olduğundan emin olun. İf omuz yıkayıcılar vidaları yalıtmak için kullanılır, amplifikatör yeniden monte edildiğinde kullanıldıklarından emin olun.

POWERİNG UP OLD AMPLIFİERS

Bir ekipman parçası uzun süre boşta kaldığında, onu "canlandırmak" için uygun özen gösterilmelidir. Sadece "fişe takmayın've" çalıştırmayın "- sonuçlar en çok beğenilecek! Duman ve kıvılcım olacaksınız! Bu özellikle yüksek voltajlı güç kaynakları olan amplifikatörler için geçerlidir. (Bkz. Vintage Ekipmanların Onarımı ve Restorasyonu bölümündeki Ekipmanı Güçlendirme.)

İlk olarak, cihazı bükülmüş sac veya ezikler gibi fiziksel hasar açısından inceleyin. Temiz metal işleri ve paneller genellikle iyi bir işarettir. AC ile çalıştığını varsayarsak, kesikler, çizikler veya çatlaklar için çizgi kablosuna bakın, sonra parmaklarınız arasında bükün ve "çatlama'yı dinleyin. Eğer kurumuş veya kırılgan ise, devam etmeden önce değiştirin. Hat kablosu iyiyse, fişin pimleri boyunca bir parça tel bağlayın, böylece bir prize takılamaz. Fişin giriş voltajı için doğru olduğundan emin olun (120 or240 V). Sigortaları kontrol edin (ifpresent) - son kullanıldığında durumun iyi bir göstergesi .

Kabini açın, tüpleri çıkarın ve güvenli bir yerde saklayın. Karanlık PC kartı alanları, - renksiz dirençler, kırılmış, şişmiş veya sızdıran kapasitörler, bağlantısı kesilmiş teller, gevşek bileşenler veya vidalar veya kırık bileşenler veya donanım gibi düzensizlikleri yakından inceleyin. Bunlarla başlayın ve gerektiği gibi değiştirin. Güç trafosu bağlantılarının uygun voltaj için yapılandırılması da dahil olmak üzere tüm güç kaynağı bağlantılarının düzenli olduğunu doğrulayın .

Tipik olarak, eski elektrolitik kapasitörler, aksi takdirde iyi olsa bile, kurumuş ve dikkat gerekir. Şort (veya açık) için bir multimetre ile veya varsa bir ESR metre ile test edilebilirler. Bunlar, amplifikatör gerçekten eskiyse veya güçlendirme testinde düzgün şekilde şarj edilmezse en iyi şekilde değiştirilir (aşağıda ve bu bölümün eski ekipmanların onarımı ile ilgili bölümüne bakın.)

Güç kaynağı bölümünde topraklanacak şortları test etmek için bir multimetre kullanın. Güç anahtarı AÇIK konumda (hala ac gücüne bağlı değil), ac fişinin pimleri boyunca direnci ölçün. Bir transformatörün birinciline bağlıysa 4 ila 59'u okumalı ve güç anahtarı KAPALI olduğunda açılmalıdır. Açık devreden başka bir şey ölçüyorsanız, AC hattında sızıntı yapan kapasitörleri kontrol edin. Transformatörün ikincil direncini kontrol edin - dirençte daha yüksek olacaktır. Sonra redresör ve filtre kapasitörler ve herhangi bir boğma için yol çalışın.

Giriş ve çıkış RF konektörleri arasındaki direnci kontrol edin. Giriş veya çıkış ağı türüne bağlı olarak açık veya neredeyse açık olmalıdırlar. (Bazı amplifikatörler, çıkış konektörü boyunca düşük direnç gösterecek bir RF boğucuya sahiptir.) Tüplerin HV plaka bağlantılarının zemine direncini kontrol edin - açık olmalıdır (plaka kapasitörleri şarj olurken gözlenebilir).

Hepsi iyi görünüyor ve bunu yapmak mümkündür, doğrultucu kartını veya montajını çıkarın ve transformatör çıkış sargılarını kontrol edin. Ardından, kapatılması veya açılması gerekebilecek herhangi bir kilitleme bileşenini kontrol edin (fonksiyona bağlı olarak).

Güç testlerine başlamadan önce, multimetrenizin voltaj için derecelendirildiğinden emin olun. Eğer değilse, kullanmayın, çünkü sayaç tahrip olabilir veya sayaç veya uçları (jlas *hover olarak adlandırılır) boyunca bir yay* ciddi bir şok tehlikesi oluşturabilir.

Değişken bir transformatör (Variac gibi) kullanarak, giriş gücünü yavaşça nominal giriş voltajının yaklaşık %25'ine getirin. Transformatörün ikincil voltajı önerilen çıkışın %25'i olmalıdır. (Yüksek voltaj ölçümlerini eller serbest veya bir elinizle hiçbir şeye dokunmadan yapın.) Tam çıkış voltajı çoğu multimetrenin maksimum derecesini aşacağından, yüksek voltajlı bir - prob kullanmadığınız sürece multimetreyi ayırın. Transformatörü izlerken voltajı yavaşça tam girişe getirin - ısınmamalı veya gürültü yapmamalıdır. Doğrudan teması önlemek için bir kızılötesi termometre kullanın, ancak transformatörün yük olmadan ısınmadığını doğrulayın.

Ardından, redresör/filtre kartını veya montajlarını kapatın ve yeniden takın. Değişken transformatörü kullanarak, tekrar %25 giriş voltajında başlayın. Eğer amplifikatör HV veya B + pozisyonlu bir sayaca sahipse, normal voltaj okumasının yaklaşık %25'ini arayın. Kadran ışıkları zar zor yanabilir. Güç kaynağını birkaç saat boyunca "pişirmeye" bırakın, yakından izleyin. Başlangıçta, elektrolitik filtre kapasitörleri dielektrik tabakalarını yeniden düzenlemeye başladıktan sonra yavaşça düşecek olan yüksek bir akım dalgalanması olacaktır. Akım düştüğünde, voltajı 10 ila 20 V'a yükseltin, yarım saat bekleyin, sonra her artışla güç kaynağını izleyerek tekrar yukarı çekin. Tam giriş voltajına ulaşana kadar devam edin.

Tam güç kaynağı yüksek voltaj elde edildiğinde, elektrolitik kapaklar yeniden düzenlenmeli ve kadran ışıkları tam parlaklıkta olmalıdır. İf, herhangi bir zamanda duman, çatırtı sesi veya kıvılcım var, bir kerede bağlantıyı kesin, kapasitörleri boşaltın ve sorunu (sorunları) araştırın.

Güç kaynağı çalışmaya başladıktan sonra, B + lead plakasını doğrultucu/filtrenin … soket pimlerine lehimlemek ve onları dışarı yönlendirmek

amplifikatör dolabı. Tüpleri (tüpleri) kapatın, kabini kapatın (kilitleme emniyet anahtarlarını kontrol edin) ve açın. Filament voltajını hızlı bir şekilde doğrulayın - belirtilen voltajın %5'i içinde olmalıdır; Değilse, kapatın ve araştırın. Uygun çalışma ve hava akışı için fanları kontrol edin.

Tüpler gazlaşır ve uzun bir depolama süresinden sonra ilk kez çalıştırıldığında dahili olarak ark yapabilir; B + bağlantısını kesin ve tüplerin birkaç saat "pişmesine" izin verin. Eğer tüp bir "alıcı'ya sahipse, bu gazı çıkarmak için aktive edebilir. Tüm güç borularının bir alıcısı yoktur - tüpünüzün veri sayfasını kontrol edin .

Çok fazla dikkat ve yüksek voltajlı bir prob kullanarak, Çıkış RF konektörü - plaka bağlantı kondansatörü kısa devre yaparsa, amplifikatör çıkışında tam B + olabilir !

Gücü kapatın, HV/B +'nin sıfır okumasını bekleyin ve kabini açın. B +'nın sıfırda olduğundan emin olmak için bir topraklama çubuğu kullanın, ardından tekrar bağlayın (yüksek voltajlı güç kaynaklarıyla çalışmaya ilişkin güvenlik ipuçları için Güç Kaynakları bölümüne bakın). Plaka kapaklarını takın, - kapağı tekrar takın ve açın. Herhangi bir sorun için dinleyin ve izleyin (tüpleri görebiliyorsanız). Olağandışı bir şey fark ederseniz, bir kerede durun ve araştırın (elbette yüksek voltajı boşalttıktan sonra). Her şey yolunda giderse, amfiyi izleyin ve birkaç saat pişirin.

Kapsamlı bir testten sonra, ampulü kapatın

Gece boyunca bekletin, sonra ertesi gün güç verin. Önerilen değer için rölanti akımını bir kez daha kontrol edin.

Amfiyi tam güç çıkışını idare edebilen sahte bir yüke bağlayın. Amfi iletim moduna geçsin. Rölanti akımı önerilen değer olmalıdır. Bekleme moduna geçin. Düşük çıkış için (yaklaşık 20 W) bir verici seti bağlayın ve amplifikatörü çalıştırın. Düşük sürücüde, çıkış giriş çarpı kazanç ile orantılı olmalıdır. Her şey yolunda giderse, tam çıktı elde edilene kadar daha fazla sürücü uygulayın. Bu noktada, tüp kötüyse, tam güce ulaşamayabilir veya ark yapabilir. Tüm işlemleri dinleyin ve dikkatlice doğrulayın.

26.10 Anten sistemleri

Bu bölüm, 22. baskıya eklenen ARRL Anten Kitabının Anten Sistemi Sorun Giderme bölümünün kısaltılmış bir sürümüdür. Anten sistemlerinin çok çeşitli olması nedeniyle, genel kurallar sunulmalıdır, ancak başarılı sorun giderme işlemi genellikle diğer radyo sistemlerinde olduğu gibi sistematik bir yaklaşım izler.

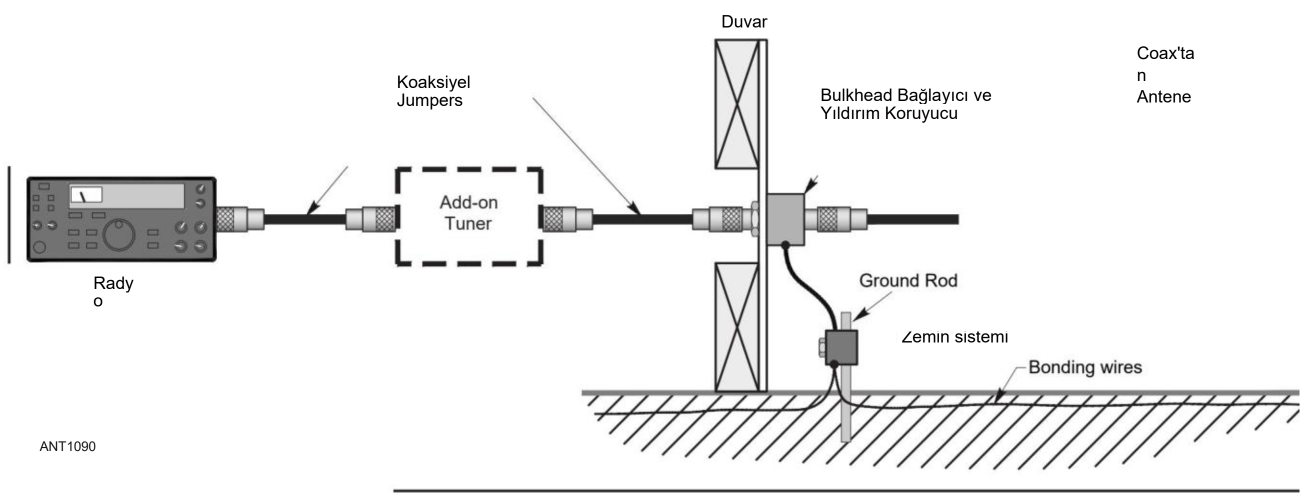
26.10.1 Temel anten sistemleri

Anten sisteminin bir envanteri ile başlayın. Bunlardan herhangi biri sorununuzun nedeni olabilir: destekler, izolatörler, elemanlar, besleme noktası, balun (varsa), besleme hattı, topraklama veya geçici koruyucular, empedans eşleştirme ve anahtarlama ekipmanı, herhangi bir noktada RF jumper kabloları. Herhangi bir sorun giderme işleminde olduğu gibi, yanlış veya gevşek bağlantılar, gevşek veya bağlantısı kesilmiş güç ve kontrol kabloları, birbirine dokunmaması gereken kablolar vb. Anten sistemini problemli en basit sisteme indirin ve muhtemelen **Şekil 26.26'daki sisteme benzer bir şey görünecektir.**

İstasyon zemininizin genellikle anten sisteminin bir parçası olduğunu hatırlamak özellikle önemlidir. Ekipman yer otobüsü ile yer çubuğu arasındaki bağlantının uzunluğu genellikle minimumda birkaç metredir ve bu, daha yüksek HF bantlarında bir dalga boyunun kayda değer bir kısmı olabilir. Bu büyük ölçüde ayarlama etkileyebilirOrtak mod var Besleme hattındaki akım veya rastgele telli veya uç beslemeli bir anten tipi kullanılıyorsa. Ekipman muhafazalarına veya topraklama teline dokunmak, anten ölçümlerinizi de etkileyecek olan SWR veya empedans okumalarını etkiler.

KUKLA-YÜK TESTNG

Anten sisteminizin bileşenlerini, bilinen iyi bir jumper kablosu kullanarak radyonun çıkışından başlayarak sahte bir yükle değiştirerek başlayın. Bilinen iyi yönlü bir wattmetre kullanarak radyonun 509 yükünde düzgün çalıştığını doğrulayın. Ardından, kukla yükü herhangi bir anten ayarının veya anahtarlama ekipmanının çıkış tarafına, anteni değiştirene kadar her seferinde bir bileşene taşıyın



Şekil 26.26 - Tipik bir basit anten sistemi. Radyoda yerleşik değilse, bir eklenti anten tuneri kullanılması muhtemeldir. Daha karmaşık anten sistemleri, aynı bileşenlerin tümüne ve bazı anahtarlama ekipmanlarına sahiptir.

Kukla yük ile besleme hattı. Her şey bu noktaya kadar Tamam'ı kontrol ederse, sorun besleme hattında veya antende. Her kukla yük testinden sonra antenle ilgili sorunun hala mevcut olduğunu doğrulamayı unutmayın. Sorun gevşek veya aralıklı bir bağlantıysa, kukla yükün içeri ve dışarı değiştirilmesinin sorunu değiştirmesi veya ortadan kaldırması muhtemeldir.

ANTEN VISUAL İNSPECTION Şimdi - besleme hattının ve antenin kendisinin görsel bir incelemesini yapma zamanı. Sahte yükün takıldığı son noktadaki besleme hattı konektörüyle başlayın. Konektörü sökün ve su veya korozyondan zarar görüp görmediğini kontrol edin. İf ya mevcut, konektörü değiştirin ve devam etmeden önce kablonun durumunu kontrol edin. Antenin yükseltilmiş besleme noktasındaki kabloya su girebilirse, hem yerçekimi hem de kılcal hareketle örgüden aşağıya doğru kulübeye kadar akması bilinmemektedir! Kablo örgüsü her iki ucunda da ıslaksa, kablo değiştirilmelidir.

Eğer bir tel anteniniz varsa, indirin ve tüm parçaların görsel bir incelemesini yapın.

• Etrafındaki su yalıtımını kesin Koaksiyel sonlandırma ve su ve/veya korozyon açısından inceleme.

• Her iki uçtaki izolatörlerde, anten teli ile destek teli/halatları arasında temas olasılığı yoktur.

• Tel elemanlarında herhangi bir ekleme varsa, iyi kıvrılmış veya lehimlenmiştir.

• Merkez izolatörde, eleman telleri arasında temas olasılığı yoktur. • Balun veya koaks bağlantısında eleman bağlantıları lehimlenir veya sıkıca bağlanır.

Bir Yagi veya dikey anteniniz varsa, benzer adımlar gereklidir. Gama eşleşmesi, saç tokası veya saplama gibi herhangi bir besleme noktası eşleştirme tertibatını dikkatlice kontrol edin ve bağlantıların temiz ve sıkı olduğundan emin olun .

ANTEN TESTİ

Herhangi bir mekanik sorunun düzeltildiğini varsayarak, anten ve besleme hattını yeniden test etmeye devam edin. Anteni sahte bir yükle değiştirin ve besleme hattı kaybını besleme hattının anten ucundaki bir wattmetre veya anten analizörü ile kontrol edin. Besleme hattı kontrol edilirse, sorun antende olmalıdır. Besleme hattını antene yeniden takma Ve sorunun devam ettiğini doğrulayın. Yakın zemin seviyesine indirilen tel antenler için rezonans noktasının değişeceğini unutmayın - bu beklenmelidir.

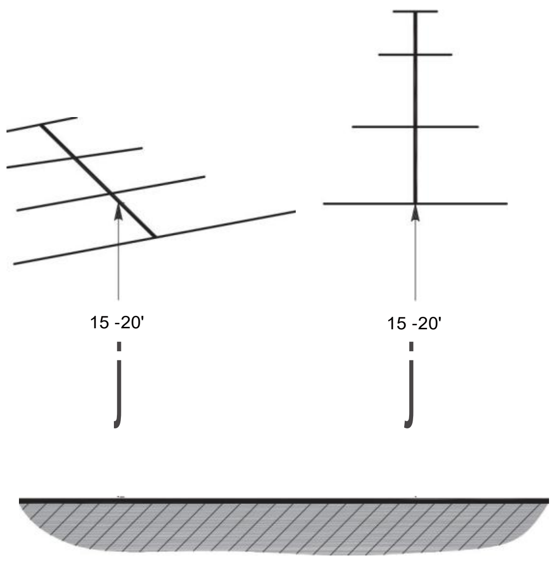
Sorun hala mevcutsa, görsel incelemeyi daha yakın bir ayrıntı seviyesinde tekrarlayın. Tüm boyutları ve bağlantıları kontrol edin. Boruların teleskopik bölümlerini, iletim hattı saplarını, hat içi koaksiyel konektörleri, teller arasındaki ve teller ile boru arasındaki kelepçeli bağlantıları iki kez kontrol edin. Mümkünse, wattmetre veya anten analizöründe aralıklı okumaları izlerken eklemlere ve bağlantılara iyi bir sarsıntı verin. Bir bileşen veya montaj içinde göremiyorsanız, süreklilik için direnç testleri yapın. Sinyallerinizi tanımlamayı unutmayın, çünkü sürecin bu noktasında havada test yapıyorsunuz.

Bir sonraki adım, anteni yerden en az '% -wavelength yeniden yüklemek veya yükseltmek ve sorunun devam ettiğini doğrulamaktır. Anteni onardıysanız, anteni tam yüksekliğe döndürmeden önce her şeyin iyi çalıştığından emin olmak için bu noktada yeniden kontrol edin. Herhangi bir koaksiyel kablo sonlandırma veya konektörün tam hava koşullarına dayanıklı olması da dahil olmak üzere anteni yeniden kurduktan sonra, kulübe dizüstü bilgisayarında antenin ölçümlerini, sorunun ne olduğu ve nasıl onarıldığı ile birlikte kaydedin .

AM Anten Analizörlerine İnterference Yayını

AM yayın istasyonunun birkaç mil içinde yaşamak veya test etmek Taşınabilir anten analizörlerindeki hassas RF dedektörleri için birçok sorun. Bu tip RFI genellikle frekansla değişmeyen veya beklenmedik şekillerde değişen SWR ve empedans değerleri veya değişen bir lüks metre olarak görünür.
İstasyon modülasyonu ile birlikte. Analizör SWR okuması, yönlü bir wattmetre ve birkaç watt'tan fazla güç kullanılarak ölçülen SWR ile aynı fikirde olmayacaktır. Çözüm bazen bir yayın reddetme filtresi kullanmaktır (analizör üreticilerinden temin edilebilir), ancak bu ölçümleri biraz renklendirme eğilimindedir ve AM yayın bandına çok yakın olduğu için tipik olarak 160 metredeki ölçümler için kullanılamaz. İstasyonun yakınında veya 160 metrede olduğu durumlarda, dar bant ayarlı girişlere sahip yönlü wattmetreler veya analizörler kullanılmalıdır.

ANT1093



Şekil 26.27 - Bir Yagi **veya dörtlü anteni test ederken, yerden en az 15 ila 20 metre yukarıda olduğundan emin olun. Dikey olarak yönlendirilirse, reflektör toprağa en yakın olmalıdır. - Anten - yükseltildiğinde performans yine değişecektir.**

26.10.2 Genel anten sistemleri

Aşağıdaki konuları sorun giderme için bir tür araç kutusu olarak düşünün. Birçoğu bir tür Yagi veya başka bir ışın anteni test ettiğinizi varsayar, ancak genel kurallar her tür anten için geçerlidir.

Ayarlamalar ve sorun giderme için bu basit kuralı hatırlamak önemlidir: *Önce en basit ve en kolay ayarlama veya düzeltmeyi yapın* ve her seferinde yalnızca bir tane yapın.

Havada karşılaştırmalar yaparken, marjda olan ve alıcınızı birkaç dB'lik farklılıkları ölçmenin zor olabileceği S9'un üzerine itmeyen sinyalleri seçin. Arazinin de performansla ilgisi var. Büyük bir istasyonla karşılaştırıyorsanız, konumunun muhtemelen dikkatlice seçildiğini ve antenlerin mülkte optimum performans için tam olarak olması gereken yere yerleştirildiğini unutmayın.

TEST ÖLÇÜMLERİ

A) Anteni en az 15 ila 20 feet yükseklikte test edin. (Şekil **26.27'ye bakınız.) Bu,** anteni yerden yeterince uzaklaştırır (antene kapasitans eklemek için hareket eder) ve anlamlı ölçümler sağlar. Sawhorsları *sadece* inşaat amaçlı kullanın.

• Yerden 15 ila 20 feet yükseklikte, 10 ila 15 feet yüksekliğinde bir çatının 5 feet üzerinde olduğu anlamına gelmez, bu demektir

arasında hiçbir şey olmayan yer üstünde;

• Anten rezonans frekansı yükseldikçe yukarı doğru kayacaktır;

• Besleme noktası empedansı yükseklikteki bir değişiklikle değişecektir ve bu hem yatay hem de dikey antenler için geçerlidir;

• Bazı antenler yere yakınlığa diğerlerinden daha duyarlıdır;

• Bazı antenler, yakındaki iletken nesnelere (diğer antenler gibi) diğerlerinden daha duyarlıdır.

B) Yerdeki reflektör ile anteni yukarı doğru hedeflemek, nadir durumlarda bazı ölçümlerle çakışabilir, ancak bu yöntemle hiçbir garanti yoktur. Reflektör kelimenin tam anlamıyla büyük bir kapasitöre (toprak) dokunuyor ve sürücü elemanı da çok yakın. Anteni yerden en az 15 ila 20 metre yukarı kaldırın.

C) Elde tutulan bir SWR analizörü kullanırken, empedans veya direnç ölçerin 50 n'yi gösterdiği yerde değil, SWR'deki dalışı arıyorsunuz. (Dip = frekans en düşük SWR değeri veya metre üzerindeki en düşük salınım.) MFJ-259/269 serisinde, sol el ölçer (SWR), sağ el ölçer (İmpedance) değil, izlemek istediğiniz sayaçtır.

D) Koaksiyel uzunluk değiştiğinde SWR ve en düşük daldırma sıklığı değişiyor mu? Eğer öyleyse, balun, yükü koaksiyel besleme hattından izole etmemek gibi hatalı olabilir.

Ek olarak, ilave bir koaks uzunluğu ve buna bağlı küçük (umarım küçük) kayıp miktarı ile:

• Ek koaksiyel ile SWR değerinin daha düşük olması beklenir ve,

• SWR eğrisinin genişliğinin, koaksın verici ucunda ölçüldüğünde ek koaksiyel ile daha geniş olması beklenir.

E) Doğru eğimi izlediğinizden emin olun, çünkü bazı antenler ikincil bir rezonansa (başka bir eğime) sahip olabilir. Bir Yagi reflektörünün rezonans frekansını veya bitişik antenlerle etkileşimin neden olduğu başka bir

MEKANİKCAL

A) Boyutlar doğru mu? Üretim birimleri belgelerle eşleşmelidir (mantık dahilinde). Boru elemanlarını kullanırken, montaj - sırasında her maruz kalan eleman bölümünü ve montajdan sonra elemanın yarı uzunluğunu (elemanın her yarısının toplam uzunluğu) ölçün. Tüm uzunluğun ölçülmesi, Yagis'teki bomun merkez bağlantısına bağlı olarak, eleman eğilebileceğinden veya bant boru bölümleri boyunca düz durmayabileceğinden, bazen zordur. Kendi tasarladığınız birimlerde konik bir hata olabilir.

B. ortalama konik çapını daha büyük yapmak eşdeğer elektrik elemanını daha uzun hale getirecektir. Bu, antenin fiziksel eleman çok uzunmuş gibi davranmasını sağlar.

C. ortalama konik çapını daha küçük yapmak eşdeğer elektrik yapacaktır

Eleman daha kısa. Bu, antenin fiziksel eleman çok kısaymış gibi davranmasını sağlar.

D. Eleman bir mono-konik ise (boru elemanı tüm uzunluk için aynıdır), daha büyük çaplı elemanlar aynı frekansta aynı elektriksel performansı vermek için daha küçük çaplı mono-konik elemanlardan fiziksel olarak daha kısa olacaktır.

E. Elemanın boma montaj tipi, doğrudan bağlı olup olmadığı eleman uzunluğunu etkiler! Y boom'a veya bom'dan yalıtılmış. İncorrect montaj/montaj plakası tahsisi anten ayarını bozacaktır:

• Bir montaj plakası 4 x 8 inç, her eleman yarısı için yaklaşık 2,5 inç ve 4 inç uzunluğunda eşdeğer bir çapa sahiptir.

• 3 x 6 inç olan bir montaj plakası, yaklaşık 1.8 inç eşdeğer çapa ve her eleman yarısı için 3 inç uzunluğa sahiptir. • Montaj plakası eşdeğeri, eleman yarısının bir modelinde ilk bölüm olacaktır.

F. Bir Yagi, eğer elemanlar dokunmak için tasarlanmışsa, elemanlar doğru yerlerde boom'a dokunuyor mu?

G. İn a Yagi, elemanlar yalıtılacak şekilde tasarlanmışsa, elemanlar doğru yerlerde bomdan yalıtılmış mıdır?

H. Saç tokası eşleştirme cihazlarının merkezi (yani bir Yagi'de) bom'a topraklanabilir.

İ. Patlama nötr, ama yine de bir iletken! Bir dipol elemanının merkezi de nötrdür ve - okumayı etkilemeden ayarlama yaparken dokunulabilir. Bir saç tokası eşleşmesiyle, saç tokasının ortasına da dokunulabilir ve tüm saç tokasına dokunmak, okumaları çok fazla etkilemeyebilir.

PROXIMITY

A. Başka ne yakın (çatı, teller, adam hatları, oluklar)? Eğer herhangi bir şekilde davranabilirse, antene bağlanabilir ve muhtemelen de bağlanacaktır!

B. Anten döndürüldüğünde SWR değişir mi? Eğer öyleyse, bu etkileşimi gösterir. Bazı anten kombinasyonlarında, SWR değişmese bile yıkıcı etkileşim olabileceğini unutmayın. Bilgisayar modelleri burada yararlı olabilir.

C. Antenin ¼ dalga boyu içinde ne var? Bir küreyi (büyük bir top gibi), söz konusu antenle kürenin merkezinde, aşağıdaki frekansa bağlı olarak bir yarıçap olarak ayarlayın. Bir küre gibi üç boyutlu düşünün - yukarı ve aşağı ve ön ve arka. Aşağıdaki yarıçaplara sahip herhangi bir rezonant iletken (anten veya değil), test ettiğiniz veya kurduğunuz anteni birleştirecek ve muhtemelen etkileyecektir.

160 metre = 140 feet 80
metre = 70 feet 40
metre = 35 feet 20
metre = 18 feet 15
metre = 12 feet 10
metre = 9 feet

D. Siz olsanız da olmasanız da İnteraction gerçekleşir

bitişik antenlerde iletiyorlar. Alırken, sadece iletirken olduğu kadar belirgin değildir.

Bir Yagi'nin altındaki tel antenler onu kolayca etkileyebilir. Bu, düşük bantlar ve çok bantlı dipoller için ters V dipolleri içerir. Tel antenler tipik olarak daha düşük frekans bantları içindir ve Yagiler daha yüksek bantlar için olduğu gibi Yagi (ler) den etkilenmez.

YEM SİSTEMİ

Yem sistemi şunları içerir:

• Besleme hattı,
• Anahtarlama mekanizmaları ,
• Antendeki besleme noktasından ana besleme hattına veya anahtarına pigtailler ve
• Radyo odasının içindeki tüm besleme hatları.

Besleme sistemi, radyo ile antenin besleme noktası arasındaki tüm bağlantıdır.

A. İyi olduğu bilinen besleme hattı (koaks)? (Önce en kolayından başlayın.) Uzak ucu açık ve kısa devre yapmış olan kablo boyunca de direncini kontrol edin. Koaksta su var mı? Bu garip okumalar verebilir, hatta frekansa bağlı olanlar. Herhangi bir soru varsa, besleme hattını bilinen bir iyi ile değiştirin ve yeniden test edin.

B. Konektörler düzgün monte edilmiş mi? Bir konektör gerildi mi (çekildi)? Coax'ı germemek için rotasyon döngüsü düzgün yapıldı mı? Eski bir döngü mü yoksa yeni bir döngü mü? Genellikle sorun olmaz. Tip N konektörleri (özellikle eski tip), konektör üzerindeki koaksın ağırlığı nedeniyle orta iletkenin çekilmesine eğilimlidir. Konektörlerin doğru tekniği kullanarak yapılması kolaydır.

C. Besleme hattında herhangi bir yerde bir namlu konektörü (PL-258 dual-SO-239 adaptörü) var mı? Yeni veya farklı bir varil yerleştirildi mi? Bunlar, yeni varillerde bile ortak bir başarısızlık noktasıdır. Arızalar, namlunun karşısındaki mikro köprülerden, merkezi ve kalkanı kısa devre yaparak, namlunun iki ucu arasındaki dirence kadar uzanır. Yeni variller bilinen bir besleme sisteminde test edildi mi? Yüklemeden önce daima test edin. Yaygın sistem arıza noktaları olduğu için yalnızca kaliteli RF adaptörleri kullanın.

D. Kalkanın herhangi bir şeyle temas edebilecek şekilde bozulmamış ve yıpranmamış olması mı? Bu, koaksiyel kalkan kuleye dokunduğundan, dönme döngülerinde ve teleskopik kulelerde koaksiyel gibi aralıklı sorunlara neden olabilir.

E. Radyoda tuner kapalı mı? Bu genellikle yeni bir anten eklerken göz ardı edilir.

F. Sırada yeni cihazlar var mı?

Sorun giderme sırasında temel öğeler dışındaki her şeyi kaldırmak iyi bir fikir olabilir.

G. is uzaktan anten anahtarı var mı? Başka bir portla değiştirin.

H. Hatta alçak geçiş filtresi var mı? Filtre, özellikle 10 metrede arızalı olabilir ve garip SWR okumalarına neden olabilir.

26.10.3 Anten tunerleri

Anten tunerleri genellikle iyi tasarlanmış ve uygun şekilde derecelendirilmiş parçalarla üretilmiştir. Çoğu ömür boyu sürecek, ancak QRP güç seviyeleri bile, tuner çok yüksek bir empedansı eşleştirmeye çalışıyorsa veya yanlışlıkla bir antenle bağlantısı kesilirse ark ile sonuçlanabilir. *Sıcak anahtarlama, aktarım* sırasında tunerdeki kontaklar hareket ettirildiğinde hasara neden olabilir. Yıldırım geçişleri ve tunerin derecelendirmelerinin ötesindeki aşırı güç hasara neden olur. Sık ayarlanan bileşenler ve kontaklar zamanla aşınabilir veya sadece kirlenebilir. Bunlardan herhangi biri normal operasyonda sorunlara neden olabilir .

Tunerlerde kullanılan farklı tipler ve devreler hakkında daha fazla bilgi için, **İletim Hatları bölümündeki Anten Sistemlerinde İmpedansların Eşleştirilmesi bölümüne bakın.** "Tuner'in en yaygın terim olduğunu unutmayın, ancak ATU, transmatch, anten kuplörü, empedans eşleştirme birimi, kibrit kutusu ve diğer terimler de aynı ekipman parçasını ifade eder.

Ayarlayıcınızın yanlış davrandığını düşünüyorsanız, Genel Anten Sistemi Sorun Giderme ile ilgili önceki bölüme göre sorun giderme işlemine başlayın. Sorunun gerçekten tunerde olduğundan emin olun! Tunerin bir sorunu olduğundan emin olduğunuzda, aradığınız şey hakkında bir fikir edinmek için iyi bir ödeme yapın. Test ederken not alın, çünkü bunlar sorunun ne olabileceğine dair ipuçları verecek ve ayrıca sorunu çözdüğünüzden emin olmak için onarımlardan sonra yapmanız gereken testlere işaret edecektir.

Tuner, alıcı-vericinize veya harici bir üniteye dahili olsun, yakın ve ayrıntılı bir görsel inceleme ile başlayın. Konektörler - temiz mi? Herhangi bir konektör bir ark varmış gibi görünüyor mu veya ısı veya korozyondan renksiz mi? Birden fazla anten konektörü varsa, anten farklı konektörlere bağlandığında ünite farklı performans gösterir mi? Ünite devrildiğinde veya sarsıldığında çıngırağın içinde gevşek parçalar var mı? Üniteyi de koklayın - herhangi bir şey yanmış kokuyorsa, içinde hasarlı bir bileşen olabilir. Bunlar ayrıca - kullanılmış bir tuner satın almadan önce yapılması gereken mükemmel denetimlerdir.

Tuneri düşük ve yüksek güçte sahte bir yük haline getirin. Her iki güç seviyesinde de aynı şekilde mi davranıyor? Düzensiz çalışıyor mu? Besleme hatlarından herhangi birinin tunerden veya tunerden oynatılması, SWR'nin verici çıkışında değişmesine neden olur mu? Tuneri bilinen iyi bir anten ve besleme hattına çalıştırın, ardından testleri tekrarlayın .

T ağı tunerleri, "kendilerine uyum sağlayabildikleri" konusunda bir üne sahiptir, yani açık bir devreyi bile eşleştirebilirler, çünkü çok geniş bir ayar aralığına sahiptirler. Bu çok yüksek voltajlara ve akımlara neden olur Tunerin içinde, her türlü sorunu yaratıyor.

Tuneri adımlarından geçirdikten sonra, karşılaştığınız sorunlar hakkında daha iyi bir fikre sahip olacaksınız. Ayrıca, birden fazla sorun olabileceğini düşünmeye değer. Yanlış bir şey bulup düzelttiğinizde, sorunun hala orada olup olmadığını veya değişip değişmediğini görmek için testlerinizi tekrarlayın.

AUTOMATİC ANTEN TUNERLER Manuel bir tunerdeki aynı bileşenlerin çoğu, devreleri algılama, seçme ve gösterme ile birlikte otomatik bir tunerde bulunur. En önemli yeni hareketli parçalar rölelerdir. Otomatik tunerlerin teşhis edilmesi biraz daha zordur, ancak bunları işlevsel parçalara ayırarak sorun giderme kolaydır. (Bu bölüm aynı zamanda HF alıcı-vericilerinde yaygın olan dahili anten ayarlayıcıları için de geçerlidir.)

Tipik olarak, otomatik tunerler bir L ağında sabit değerli kapasitörler ve indüktörlere sahiptir. Bir faz sensörü ve voltaj dedektörleri, en iyi SWR eşleşmesine ulaşmak için bir algoritmaya dayanarak L ve C'de geçiş yapan bir mikroişlemci tarafından okunur. İndüktörler ve kapasitörler röleler tarafından içeri veya dışarı değiştirilir. "Sıfır güçlü" tunerler (ayarlama tamamlandıktan sonra herhangi bir akım varsa, çok fazla çekmeyen tunerler) mandal röleleri kullanılır. Bunlar güç kaldırıldıktan sonra açık veya kapalı kalır .

Otomatik tuner problemleri için üç olağan semptom vardır. Tuner hiç bir eşleşme elde edemeyebilir ve bir tür hata koşulu gösterebilir. Tuner, kontrol programına göre bir maç için durmadan "avlanabilir" - rölelerin durmadan tıkladığını veya uğultusunu duyuyorum. Veya tuner, iletim sırasında aniden daha yüksek güç seviyelerinde yeniden ayarlamaya başlayacaktır, çünkü bir bileşen veya röle arızalanmaktadır.

Eğer tuner bir eşleşme bulamazsa veya bir eşleşme bulmak için "avlanmaya" devam ederse, sorun genellikle kötü bir röle temasıdır. Kontrolör, doğru L veya C değerine sahip olduğunu "düşünür", ancak temas yapılmıyor. Bir röle sürücü hattı da açık olabilir. Ayrıca harici anten konektörü ile ana kart arasında bozuk bir bağlantı kablosu olup olmadığını kontrol edin.

En yaygın sorun röle arızasıdır.

Röleler, kontakları tutan bir armatürü hareket ettirmek için enerjilendirilmiş bir bobine sahiptir. Normal röle, bir diziNC *(normalde kapalı) ve NO (normalde açık)* kontaklara sahip bir DPDT anahtarı olarak işlev görür. Röleyi test etmek için, önce bobin direncini ölçün. Sonra her röleye teker teker enerji verin ve kontaklar arasındaki direnci güçle ve güçsüz olarak ölçün. Bir bobin arızası (genellikle açık devre) röle değişimi gerektirir.

Eğer bobin iyi ise ve röle kontaklarına, bir bağ kağıdı şeridine ve Temizleme çözeltisi bazen korozyon veya oksit kontaklarını temizleyebilir. Kapağı alt kenar boyunca bir hobi bıçağı kullanarak dikkatlice çıkarın, rölenin içine çok fazla sokmayın - bobin sargısını kesmek istemezsiniz. Özellikle minyatür röleler, temizlik sırasında armatürün bükülmemesine dikkat edin. Kağıt şerit üzerine bir miktar temizleme solüsyonu koyun, şeridi bir dizi kontak arasında kaydırın, bir arada tutun ve şeridi ileri geri kaydırın. Kağıt üzerinde koyu bir depozito varsa, ek depozito görülene kadar ileri geri kaydırmaya devam edin. Diğer kontaklarla tekrarlayın. Kontaklar ciddi şekilde çukurlaşırsa veya ark kontağı üzerinde büyük miktarda malzeme birikirse, röle değiştirilmelidir. Kontakların dosyalanmasından kaçınılmalıdır, çünkü temas yüzeylerinden herhangi bir kaplamayı kaldırır.

Röleler iyiyse, kontrolör tarafından harekete geçirilmiyor olabilirler. Basılı devre kartı izlerini yanmış veya açık izler için kontrol edin. Ardından sürücü İC'lerine veya transistörlerine geri dönün ve bunları test edin; Mikrodenetleyiciler genellikle röleleri doğrudan süremezler. Tipik olarak, röle bobinlerine enerji vermek için bir transistör kullanılır. Her bobin boyunca bir baskılayıcı diyot olmalıdır, ayrıca bir VOM ile test edilebilir. Bileşenleri gerektiği gibi değiştirin

MAİNTENANCE VE OPERATİON Anten tunerinizi bir amplifikatörün çıkış aşaması olarak düşünün - aynı tip bileşenlerin çoğunu içerir, aynı güç seviyelerinde çalışır ve güvenilir bir şekilde çalışmak için aynı özene ihtiyaç duyar.

Büyük manuel tunerler, hava değişken kapasitörleri, maruz kalan indüktörleri ve anahtarları temiz tutun. Kir ve toz, ark için yollar oluşturabilir ve ısı birikmesine neden olabilir. Nazik bir fırça ve vakum ile tozu çıkarın. Tuner sigara içilen bir ortamda olsaydı, duman birikintileri birikebilir. Önce bir fırça ile temizleyin, ardından bir fırça kullanarak temizleme solüsyonu uygulayın ve işlemden önce iyice kurulayın. Temizleme solüsyonunu kullandıktan sonra hava değişken kapasitörlerdeki yatakları hafifçe yeniden yağlayın. Bir silindir indüktör miline veya kontağına yağ koymayın. Ark, kırık veya ısıtılmış bağlantılar ve teller için kontrol edin; Gerektiğinde tamir yeri. - Anahtar kontaklarında ahighquality temizleme solüsyonu kullanın, ancak fazla değil ve herhangi bir kalıntıyı çıkarın. Konektörleri ve tunerin içindeki ve dışındaki kabloları kontrol edin .

Topraklama ve bağlamayı kontrol edin. - Bir (harici) tunerin kabini, alıcı-vericiye ve istasyondaki herhangi bir RF bağlama yoluna veya düzlemine bağlanmalıdır. Eğer ortak mod RF akımı SWR ölçümlerini üzüyorsa, bunu engellemek için ferrit boncuklar veya toroid kullanın.

26.11 Eski Ekipmanların Onarımı ve Restorasyonu

Klasik bir alıcı veya verici satın alırken, aksini kesinlikle bilmediğiniz sürece, radyonun çalışması gerektiğini varsayalım. Genellikle, biraz onarım veya temizlik gerektiren en üst düzey bir radyoyu ucuza alabilirsiniz. Endişelenmeyin - bu telsizler - sahipleri tarafından tamir edilmek üzere tasarlandı - ve ilginç bir şekilde, dolaplar ve topuzlar gibi kozmetik parçalar dışında, 60 yaşındaki radyolar için a20 yaşındaki ithal alıcı-vericilerden daha kolay parçalar bulmak çok daha kolay!

Muhtemelen radyo yıllarca kullanılmadan gitti. İfit son zamanlarda kullanılmış olsa bile, 60 veya daha eski olabilecek bileşenlere tamamen güvenmeyin. Yeni ediniminizi takarak başlamayın! Bunu yapmak, değiştirilmesi zor bir güç transformatörüne zarar verebilir veya yangına neden olabilir .

İnstead, radyo kullanım kılavuzuyla birlikte gelmediyse, bir tane al. Birkaç *QST* satıcısı eski el kitaplarını iyi durumda satıyor. K4XL'nin Tekne Çapa El Kitabı Arşivi **(www2.faculty.sbc.edu/kgrimm/boat çapa)** muhtemelen bu kılavuzlar için en iyi ücretsiz kaynaktır. Kılavuzla donanmış, radyoyu kabininden çıkarın. Büyük olasılıkla, gözle görülmeyen onarımların, değişikliklerin ve hatta sarkan tellerin kanıtlarını bulacaksınız. Değişiklikler 'tnesedically kötü olsa da, kesinlikle gerekli sonraki sorun giderme için bazı drama ekleyebilirsiniz. Onları tersine çevirmek veya çıkarmak size kalmış.

Eski ekipmanlarla çalışmak için bir başka seçenek, ekipmanın ortak kullanımda olduğu zamanlarda yayınlanan ARRL El Kitabı'nın sürümlerine atıfta bulunmaktır. *El Kitabında açıklanan devre tasarımı ve yapım uygulamalarının* radyodakileri temsil etmesi muhtemeldir ve sorun giderme, onarım ve ayarlama için rehberlik sağlayabilir. Benzer şekilde, önceki sürümlerdeki sorun giderme bölümleri ve bölümleri, aynı veya daha önceki vintajların ekipmanlarıyla çalışmak ... ır.

26.11.1 Bileşen değiştirme

Sarkan bileşenler gibi belirgin sorunları düzeltin. Hat kablosunu, aşağıda tartışıldığı gibi transformatörsüz bir "ac/dc" tipi değilse, üç telli, topraklanmış bir fiş ile değiştirin. Radyo canlı bir şasiye sahipse, güvenlik için bir izolasyon transformatöründen çalıştırmalısınız. Bir izolasyon transformatörünüz yoksa, şasiyi zemin potansiyeline yerleştiren ac fişinin yönünü belirlemek için bir voltmetre kullanın. Kasaya dokunmaktan kaçının ve metal kontrol millerine temas eden ayar vidalarına sahip düğmeler kullanmayın. Ayrıca bir sigorta eklemek iyi bir fikirdir, eğer radyo orijinal olarak bir. Duman testi yapmaya hazır mıyız? Çok hızlı değil!

KAPASİTÖR RATİNGS

Açıkçası, yaşlı bileşenler bozulur ve kapasitörler özellikle yaşla birlikte sızıntı veya kısa devreler geliştirmeye eğilimlidir. Kapasitör değiştirme konusunda radyo toplayıcıları olduğu kadar çok görüş var, ancak *en azından* elektrolitik filtre kapasitörlerini değiştirmelisiniz. İşte nedeni: bir ara kısa devre yapacaklar ve yaptıkları zaman, muhtemelen doğrultucu tüpü ve güç transformatörünü yanlarına alacaklar. Modem yüksek voltajlı elektrolitik kapasitörler güvenilir ve klasik muadillerinden çok daha küçüktür. Eski kağıt-balmumu ve siyah plastik tübüler kapasitörler de değiştirilmelidir. Yine, bunlardan birindeki kısa devre diğer bileşenleri de çıkarabilir. Uygun voltajdaki modem film kapasitörleri büyük değişimlerdir. Görüşler, hepsinin değiştirilmesi gerekip gerekmediğine göre değişir, ancak değiştirmeler ucuzdur ve şimdi ayrı bir radyonuz var, neden olmasın? Orijinal bileşenlerin tutulması önemliyse, aşağıda açıklandığı gibi elektrolikleri reform etmek için değişken bir transformatör kullanma prosedürünü izleyin.

Yeni kapasitörleri yeni bir terminal şeridi takarak şasinin altına monte edebilirsiniz (sadece eski kondansatör terminallerine bağlamayın), eski bir elektrolitik kondansatörün kutusunu yeni kondansatörlerle yeniden doldurabilir veya www.hayseedhamfest.com **veya** Antik Elektronik Kaynağı gibi yerlerden yeni bir kutu satın alabilirsiniz**. com). Herhangi bir** olayda, üreticinin şemasını takip edin - kondansatörün - (eksi) ucunun yere gittiğini varsaymayın, bazı radyolarda zemin yolu, ses çıkış aşaması için önyargı geliştirmek için bir dirençten geçer. veya RF kazanç devresi. Polariteyi gözlemleyin yoksa yakında pis kokan bir pisliği temizleyeceksiniz!

TESTİNG ESKİ KAPASİTÖRLER

Tüm kapasitörler, küçük bir disk olmadığı sürece kapağın yan tarafında yazılı bir voltaj derecesine sahiptir. Fazla depolar genellikle işaretsiz voltaj derecesine sahip kapasitörlerle dolu kutulara sahiptir. Kullanmak için yeterince yüksek bir voltaj olduklarını varsaymayın - bir kapasitör denetleyicisi ile kontrol edin. Knight Kit, Lafayette, Sencore ve Eico tarafından birçok model var, ama en iyisi theHeathkitIT-11 ya da IT-28. Temelde aynı model ama farklı renkler. Her ikisi de kondansatörün durumunu belirtmek için 6E5 bir Magic Eye tüpü kullanır. Sızıntı ve çalışmayı kontrol etmek için 3 ila 600 V de arasında seçilebilir bir voltaj uygulanabilir. Bunlar küçük disk veya kağıt kapaklar ve büyük elektrolitler için iyidir .

Bilinmeyen voltaj kapağını alın ve test terminallerine yerleştirin. Voltaj kontrolünü minimumdan göz tüpü bozulduğunu gösterene kadar ilerletin. Artık hangi voltajın iyi olduğunu biliyorsunuz.

Eğer kapasitör 600 V de aralığında iyi test ederse, muhtemelen 1000 V de kapasitördür. Yine de, kapağın derecesini kesin olarak bilmek en iyisidir. İn tüp ekipmanı, çoğu kapasitör 500 veya 1000 V dereceli olmalıdır. Mouser **(www.mouser.com) ve Digikey (www.digikey.com)** hala bu voltaj aralıkları için kapaklar satıyorlar, ancak çok pal ... rda do... tok

REFORMİ NG ELEKTROLİK KAPASİTÖRLER

En iyi fikir, eski elektrolitik kapasitörleri yeni bir ünite ile değiştirmektir. Gerekli voltaj aralıklarında ucuza temin edilebilirler ve

Tüp Test Cihazı Kullanma

Vakum tüpü test cihazları azdır, ancak antika veya eski radyo dernekleri, odyofil grupları ve tüp satıcıları aracılığıyla bulunabilir.

Çoğu basit tüp test cihazı, bir vakum tüpünün katot emisyonunu ölçer. Her ızgara bir anahtar aracılığıyla plakaya kısa devre yaptırılır ve tüp diyot olarak çalışırken akım gözlenir. Anahtarları her ızgaradan plakaya açarak (her seferinde bir tane), açıklıkları ve şortları kontrol edebiliriz. Eğer plaka akımı hafifçe düşmezse

Bir anahtar açıldığında, o anahtara bağlı olan eleman ya açılır ya da başka bir elemana kısa devre yaptırılır. (Bu testle bir açıklığı kısa yoldan söyleyemeyiz.) Emisyon test cihazı mutlaka bir tüpün büyütme yeteneğini göstermez.

Diğer tüp test cihazları tüp kazancını (iletkenlik) ölçer. Bazı iletkenlik test cihazları plaka akımını sabit bir önyargı ağı ile okur. Diğerleri plaka akımını ölçerken tüpü sürmek için bir ac sinyali kullanır.

Çoğu tüp test cihazı ayrıca elemanlar arası sızıntıyı da kontrol eder. Tüp zarfının içindeki kirlenme, elemanlar arasında akım sızıntısı ve kısa devre ile sonuçlanabilir. Yollar yüksek dirence sahip olabilir ve tüpün içindeki gaz veya birikintilerden kaynaklanabilir. Tüp test cihazları, sızıntıyı kontrol etmek için ılımlı bir voltaj kullanır. Sızıntı, tüp elemanlarının gerçek aralığına bağlı olarak, x1M aralığı kullanılarak bir ohmmetre ile de kontrol edilebilir.

Orijinal elektrolitik kapaklardan daha kompakt ve güvenilir. Bununla birlikte, gerekli olması durumunda, eski elektrolitler genellikle bir kapasitör denetleyicisi kullanarak dielektriği yeniden düzenleyerek yeniden canlandırılabilir.

Kondansatör testine bağlı telleri ayırın ve kondansatör denetleyicisine bağlayın. En düşük voltaj derecesinden başlayın ve kondansatörü şarj etmesine izin verin. Göz tüpünü görüntüleyerek ne zaman şarj edildiğini bileceksiniz: ifit tamamen açık, kapak şarj edilir; Kapalıysa, kapasitör kısa devre yapar veya hala şarj olur. Yavaş yavaş bir sonraki voltaj derecesine ilerleyin ve göz tamamen açılana kadar bekleyin - kapasitörün stabilize olması için bolca zaman ayırın. Voltaj aralıkları boyunca devam edin; Her seferinde gözün açılması daha uzun sürer. Dielektrik yeniden düzenleniyor. Son olarak, kapasitörün voltaj aralığına ulaştığınızda ve göz tamamen açık olduğunda, kapak tamamen canlanmıştır ve kullanıma hazırdır.

Aynı işlem değişken bir ototransformer (Variac) ile birkaç saat içinde bir seferde birkaç volt ilerletilerek gerçekleştirilebilir, ancak bu kaba ve güvenilmez bir işlemdir. Ac voltajını de'ye dönüştürmek için transformatörle seri olarak bir diyot yerleştirilmelidir. Kapasitör boyunca voltajı bir metre ile izleyin. Eğer aniden sıfıra atlarsa, kondansatör kısa devre yapar ve artık işe yaramaz. Genellikle kondansatör başarıyla canlandırılabilir ve iyi çalışır.

REŞİDORS

Zamanla, eski radyolardaki karbon dirençleri değeri önemli ölçüde değiştirebilir, bu da devre çalışmasını etkileyebilir. Şüpheli direncin bir ucunu ayırın ve doğru bir ohmmetre ile ölçün. İfit'in toleransı kalmadı, değiştirin. Tüp çağındaki çoğu direnç ½ W veya daha büyüktü. Günümüzde çoğu devre, üretilen güç tüplerini dağıtmayacak ¼ W veya daha küçük dirençler kullanmaktadır.

Karbon bileşimi dirençleri daha nadir hale geliyor, ancak fazla mağazalarda hala bol miktarda NOS var. Güç derecesine dikkat edin. Gerekirse metal oksit dirençleri kullanın. Wirewound dirençlerinin çok endüktif olduğunu ve RF devreleri için iyi olmadığını unutmayın. Güç kaynağı devreleri için mükemmeldirler ve genellikle 1 ila 25 W aralığında bulunurlar.

YEDEK İNG DİODES

Birçok eski tüp radyo, doğrultucu tüpler kullanır.

Bunları katı hal doğrultucularla değiştirmek iyi bir fikir değildir, çünkü kısa bir diyot transformatörü çıkarabilir. Bununla birlikte, selenyum doğrultucular, bir silikon diyot ile değiştirmek için iyi adaylardır. Diyotun 1N400x serisi genellikle kullanım için iyidir ve çok ucuzdur. Daha yüksek voltaj kaynakları için, 1N4007 veya daha yüksek dereceli diyotlar kullandığınızdan emin olun. Bu, kaynaktan daha yüksek ouput voltajına neden olabilir. Voltajı azaltmak için gerekirse bir seri düşme direnci ekleyin.

TRANSFORMER REPLACMENT En iyi seçenek, transformatörü toplayabileceğiniz aynı çeşitlilikte başka bir radyo bulmaktır. Bu, özellikle transformatörlerin başarısız olduğu Heathkit DX-35 ve DX-40 gibi vericilerde yaygındır. Yedek transformatörler genellikle artık mevcut değildir. Bazı şirketler transformatörleri geri saracaktır, ancak bu genellikle oldukça pahalıdır. Çıkış voltajları tüp radyolarının tasarımında oldukça kritiktir, bu nedenle 400 V ac trafoyu 600 V ac ünitesiyle değiştirmek iyi bir fikir değildir. Bir yedek transformatör için bir donör radyo bulmak en iyisi olabilir.

WIRE YEDEK

Güç kabloları ilk sertleşme ve çatlama belirtisinde değiştirilmelidir. İki telli güç kablolarını üç telli kablolarla değiştirmek genellikle iyi bir fikirdir, ancak bu, ac hattının bir tarafının doğrudan şasiye bağlandığı ac/dc transformatörsüz radyolarda yapılamaz! Bunlar iki telli kabloları tutmalı. Daha önce de belirtildiği gibi, bu telsizleri bir izolasyon transformatörü ile çalıştırmak en güvenli seçenektir. Kablonun iki telli bir versiyonla değiştirilmesi durumunda, nötr (daha büyük bıçak) kasaya bağlanmalıdır.

WWII öncesi vintage radyolar genellikle pamuk kaplı bir güç kablosu kullanıyordu. Radyoyu mümkün olduğunca otantik tutmak için, pamuk kaplı güç kabloları ve eşleşen fişler Antik Radyo Kaynağı gibi tedarikçilerde bulunabilir.

Birçok erken radyoda, fişte sigortalar bulunan iki pinli bir güç fişi vardı (radyonun dahili sigortası yoktur). Bunlar Elmeco tarafından yapılır ve hala mevcuttur (eBay'i kontrol edin). Standart 3AG tipi sigortalar prize takılır. Genellikle 1 **veya** 2 A hızlı üflemeli sigorta, daha yüksek güçlü bir verici dışında iyi çalışacaktır .

PVC kaplı telin terminal şeritleriyle kullanılması için, sağlam telin lehimlemeden önce telli telden daha kolay takılması daha kolaydır, ancak telli çok kullanışlıdır. Havya yalıtıma

TÜP DEĞİŞTIRME

"Bir Tüp Test Cihazı Kullanma" kenar çubuğu, bir tüp test cihazının ne yaptığını açıklar. Tüp değiştirme kitapları için takas buluşmalarını ve garaj satışlarını izleyin. Birçok tüp amaç için değiştirilebilir veya benzerdir. Vintage bir radyoda yaptığınız tüp değişimlerini belgelediğinizden emin olun. Devredeki yeni bir tüpün, onunla ilişkili ayarlanmış devrelerin yeniden zirveye çıkmasını gerektirebileceğini unutmayın .

Bir tüpün üstünde gevşek bir tüp kapağı varsa, kolayca tamir edebilirsiniz. Kapağı açın ve tüp cam zarfından hala bol miktarda tel geldiğinden emin olun. Tüp kapağı, telin geçeceği tepenin ortasında küçük bir deliğe sahip olmalıdır. Az miktarda JB Weld epoksi karıştırın **(www. jbweld.com)** ve tüp kapağını tekrar yerine yapıştırın. Kablonun delikten çıktığına emin olun. Epoksi sertleştikten sonra, teli tekrar tüp üstüne lehimleyin. Gevşek bir tüp kapağının kırılmasına izin vermeyin

Biri tüpü silmek ve temizlemek için endişeli olabilir. Dikkatli olun, çünkü tüp numarasını silebilirsiniz ve o zaman tüpün ne olduğu hakkında hiçbir fikriniz olmaz. Birçok tüp kaybolmuştur çünkü tanımlanamaz hale gelmiştir. Tüpü temizlemeye karar verirseniz, tüp numarasından uzak durduğunuzdan emin olun.

Tüp soketleri ve tüp pimleri kolayca oksitlenir, bu da radyoların çalışmamasına veya aralıklı olmasına neden olur. Her bir tüpü çekmek ve soketi DeoxİT veya tuner temizleyici ile püskürtmek iyi bir fikirdir. Tüpü tekrar takın ve kalan oksidasyonu uzaklaştırmak için soketin etrafında hareket etti

KALDIRMA VE DEĞIŞTIRME BILEŞENLERI

Kondansatörlerin ve/veya diğer - bileşenlerin değiştirilmesi, diğer bileşenlerin altına gömülmedikçe zor değildir. Hallicrafters SX-28 ve SX-42 alıcıları, ulaşılması son derece zor bileşenlere sahip alıcıların örnekleridir. Uygun bileşen değiştirme yöntemi hakkında farklı düşünce okulları vardır. Lehimi bir terminalden çıkarmak, telleri açmak ve kurşunu terminalin etrafına sarıp güvenli bir şekilde lehimleyerek yeni bileşeni kurmak için lehim fitili ve/veya çözücü bir araç kullanabilirsiniz. Bu yöntemin savunucuları bunun tercih edilen askeri ve ticari yöntem olduğuna dikkat çekmektedir. Sık sık gereksiz yere tüp soketleri gibi diğer bileşenlere zarar vereceğini ve radyonun içinde lehim damlacıkları oluşturacağını düşünüyorum.

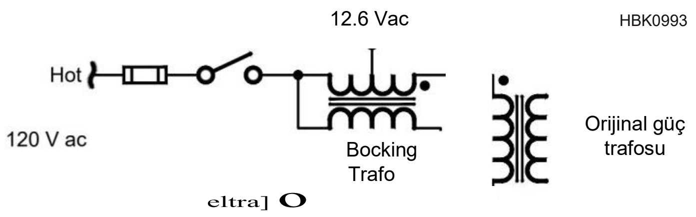
Gün içinde, radyo tamircileri kısa bir tel saplama bırakarak bir bileşeni kestiler, yeni kurşunda küçük bobinler yaptılar, sonra - sarılmış kurşunu eski saplamaya lehimlediler. Bu çok daha hızlı, daha kolay ve daha temiz bir yöntemdir. Diğer yararlı ipuçları ve püf noktaları için eski ...lara ve

26.11.2 Ekipmanın Çalıştırılması

Herhangi bir güç uygulamadan önce, bir VOM kullanın ve B + hattından zemine direnci ölçün. Filtre kapasitörler kapasitörler şarj gibi artar bir başlangıç düşük direnç okuma neden olacaktır. Direnç düşük kalırsa veya onlarca k & 2'nin ötesine geçmezse, devam etmeden önce kısa devreyi bulun .

DETERMİNİNG RİGHT İNPUT AC VOLTAJ

Vintage radyolar genellikle günümüzde standart olandan daha düşük ac şebeke voltajlarıyla kullanılmak üzere tasarlanmıştır. Eğer 120 V ac'den güç alırlarsa, ortaya çıkan daha yüksek voltajlar



Şekil 26.28 - Sıçrayan transformatör ikincil, radyoların güç transformatörünün birincil fazı ile faz dışına bağlanır. Bu, güç transformatöründen voltaj çıkışını azaltır ve radyonun tüpleri ve diğer bileşenleri üzerindeki aşırı voltaj stresini önler.

Filamentleri boşaltın ve plaka ve ekran devrelerini aşırı yükleyin. Radyonun hangi voltaj için tasarlandığını öğrenmek için:

• Tüm tüpleri çıkarın ve bunlardan biri için uygun filament voltajını belirleyin.

• Bir voltmetreyi, filament voltajının bilindiği tüpün filament pimlerine bağlayın.

• Radyoyu çalıştırmak için bir Variac kullanarak, filaman voltajı tüp için belirtilen voltajla eşleşene kadar voltajı yavaşça artırın.

• Radyoya giriş voltajını ölçün.

Bu, radyonun çalıştırılması gereken ac voltajıdır. Giriş voltajı 115 V ac veya daha düşük ise, giriş voltajını azaltmak için bir emme transformatörü kullanılabilir.

Bir sıçrayan transformatör için kablolama **Şekil 26.28'de gösterilmiştir.** Sıçrayan transformatörün primer, normal giriş ac voltajına bağlanır. İts ikincil, radyonun güç transformatörü birincil ile seri ve faz dışı olarak bağlanır. Bu, giriş voltajını birincil güç transformatörüne düşürür, böylece çıkış voltajları bileşenlerin derecelendirildiği yere daha yakındır. Bir transformatörün ikincil fazlanması açık olmayabileceğinden, transformatörleri yukarı bağlayın ve çıkış voltajını radyonun güç transformatörü filament sargısından ölçün. İfit arttı, ikincil bocking transformatör için bağlantıları ters.

İkincil derecesi 3 ila 5 A olan küçük bir filament transformatörü çoğu radyo için yapacaktır. (Büyük radyolar daha yüksek akım değerlerine sahip transformatörler gerektirebilir.) 120 V ac'den 115 V ac için tasarlanmış bir radyoyu çalıştırmak için 5 V veya 6.3 V filament transformatörü kullanın. Radyo 110 V ac'ye ihtiyaç duyarsa, 12.6 V filament transformatörü kullanın.

İNITIAL POWER-UP KONTROLLER

Doğru giriş ac voltajı belirlendiğinde, radyoyu kademeli olarak açma zamanı. Fişe takmayın ve "çalışıp çalışmadığını görmek için!" Uzun süredir kullanılmayan bir radyoya tam voltaj uygulamak onu yok edebilir! Variac gibi değişken bir transformatör kullanmak ve voltajı yavaşça yükseltmek veya bir "dim ampul test cihazı" kullanmak en iyisidir (ac'nin bir bacağı ile seri olarak kablolu 100 W ampul

Güç). Radyoyu açın ve doğrultucu tüpün veya dumanın plakalarından herhangi bir kıvılcım, yanıp sönme veya kırmızı bir parıltı izleyin. Bunlardan herhangi biri meydana gelirse, derhal gücü kaldırın ve sorunu düzeltin. Tüp filamentlerinin yanması gerektiğini gözlemleyin (metal tüplerden gelen ışıltıyı görmeseniz de, ısınmalarını hissedebilmelisiniz). Yine, yanmayan tüpler devam etmeden önce değiştirilmelidir.

Şimdi bir hoparlör ve anten bağlayın ve radyoyu test edin. Şansınız varsa, sizi mükemmel performans gösteren bir radyo karşılıyor. Ancak durum nadiren böyledir. Bu noktada birçok sorunla karşılaşabilirsiniz. Kirli bandswitches ve diğer kontroller aralıklı olarak keserek kendilerini gösterir; Pamuklu çubukla uygulanan DeoxİT kontakt temizleyici ile temizlenebilirler (anahtarı doğrudan püskürtmeyin!). Scratchy hacim veya RF kazanç kontrolleri bazı DeoxİT ile temizlenebilir; Bazı durumlarda, içindeki karbon elementini ortaya çıkarmak için kontrolü kaldırmanız ve kapağı açmanız gerekebilir.

Eğer bir alıcı bu noktada tamamen ölü ise, ancak filamentler ve kadran ışıkları yanıyorsa, Alma-Bekleme anahtarının alma konumunda olduğunu ve herhangi bir pil fişi veya bekleme anahtarı jumper'ının (kılavuzda açıklandığı gibi) doğru yerde olduğunu görmek için çift yönlü kontrol edin.

Bu bölümde başka yerlerde kapsamlı sorun giderme ele alınsa da, bir sonraki adım gerilimleri kullanım kılavuzunda belirtilenlerle karşılaştırmaktır. Kılavuzda, her tüp piminde beklenen voltajı gösteren bir voltaj tablosu yoksa, 200- 350 Vat arasında tüp plakası terminalleri, katotta birkaç volt (doğrudan topraklanmadığı sürece), 70-200 Vat ekran ve şebekede biraz negatif voltaj. Eğer bu durumla karşı karşıya kalırsanız ve vintage donanımlarda sorun gidermeye yeni başlayan biriyseniz, **yardım amfone'da bulunabilir.**

26.11.3 Hizalama

,/ Yıllar boyunca jambonlar uyarıldı onarım ve restorasyonuna hitap eden net, www.antiqueradios.com veya diğer forumlar.

Bu hizalama genellikle bir radyoyu onarmaya çalışılması gereken son şeydir. Genel olarak bu doğrudur - ancak 50 yıllık bir radyonun en iyi şekilde performans göstermesi için hizalanmaya ihtiyaç duyacağı da kesindir. Her durumda, hizalamayı denemeden önce kapasitörleri ve diğer hatalı bileşenleri değiştirin - hala kötü parçalara sahipse asla doğru olmaz! İyi bir sinyal jeneratörüne ve bir volt-ohm-metre veya osiloskopa ihtiyacınız olacak. Üreticinin talimatlarını izleyin ve dikkatle, yeni olduğu zamanki kadar iyi performans gösteren bir radyo ile ödüllendirileceksiniz.

RECEİVER ALIGNMENT

Son bir uyarı - hizalama acemi teknisyen tarafından denenmemelidir veya uygun ekipman veya deneyime sahip değilseniz. Söz konusu hizalama aşağıdaki koşullar altında gerekçelendirilebilir:

• Set çok eskidir ve uzun yıllardır ayarlanmamıştır.

• Devre kötü muamele veya çevreye maruz kalmıştır.

• Önceki bir onarımdan bariz bir yanlış hizalama var.

• Ayarlanmış devre bileşenleri veya kristaller değiştirildi.

• Deneyimsiz bir teknisyen uygun ekipman olmadan hizalamaya çalıştı.

• Bir arıza var, ancak diğer tüm devre koşulları normal. (Hatalı transformatörler, - ayarlanmayacakları için bulunabilir.)

Yukarıdaki koşullardan biri karşılanmış olsa bile, uygun ekipmana sahip olmadığınız sürece hizalama girişiminde bulunmayın. Alıcı hizalaması dedektörden anten terminallerine ilerlemelidir. Bir FM alıcısı üzerinde çalışırken, önce dedektörü, ardından İF ve sınırlayıcı aşamaları ve son olarak RF amplifikatörü ve yerel osilatör aşamalarını hizalayın. Bir AM alıcısı için, önce İF aşamalarını, ardından RF amplifikatörünü ve osilatör aşamalarını hizalayın .

Hem AM hem de FM alıcıları aynı şekilde hizalanabilir. Her zaman üreticinin önerdiği hizalama prosedürünü izleyin. İf bir mevcut değil, şu yönergeleri izleyin:

1. Alıcı RF kazancını maksimuma, BFO kontrolünü sıfıra veya merkeze (alıcınız için uygunsa) ayarlayın ve alıcı geçiş bandının yüksek ucuna ayarlayın.

2. AGC'yi devre dışı bırak.

3.Sinyal kaynağını, modülasyon ve minimum sinyal seviyesi olmadan İF geçiş bandının merkezine ayarlayın.

4. Sinyal kaynağını İF bölümünün girişine bağlayın.

5. İF çıkışına bir voltmetre bağlayın.

6.Voltmetre üzerinde hafif bir gösterge için sinyal kaynağı seviyesini ayarlayın.

7. Her İF transformatörünü, sayaçtan sinyal kaynağına kadar sırayla doldurun. - Ayarlamalar etkileşime girer; Ayarlama - gözle görülür bir iyileşme getirmeyene kadar 6. ve 7. adımları tekrarlayın.

8. Sinyal kaynağını İF bölüm girişinden çıkarın, seviyeyi en aza indirin, frekansı alıcı kadranında gösterilene ayarlayın ve kaynağı anten terminallerine bağlayın. Gerekirse, sinyal için ayarlama yapın - yerel osilatör izlemiyorsa, kapalı olabilir

9. Voltmetre üzerinde hafif bir okuma vermek için sinyal seviyesini ayarlayın.

10. Test sinyalinin tepe okuması için RF amplifikatörünün düzeltici kapasitörünü ayarlayın. (Kaynağı açıp kapatarak doğru sinyali okuduğunuzu doğrulayın.)

11. Sinyal kaynağını ve alıcı ayarını geçiş bandının düşük ucu için sıfırlayın.

12. Pik okuma için yerel osilatör padderini ayarlayın.

13. 8 ile 11 arasındaki adımlar etkileşime girer, bu nedenle sonuçlar olabildiğince iyi olana kadar tekrarlayın.

26.11.4 Vintage Alıcıları Kullanma

Bir hoparlör, tercihen alıcının çıkış empedansı ile aynı empedansı bağlayın. Bazı alıcılar 600 © 2 ve 3.2- veya 4 9 çıkışa sahiptir. 8 £2 hoparlör iyi düşük empedans çıkışına bağlayın. Bununla birlikte, alıcıyı hoparlör olmadan çalıştırmayın, çünkü ses çıkış transformatörü, yük olmadan yüksek voltaj geçişlerinden zarar görebilir. Alternatif olarak, eski alıcıların genellikle yüksek empedanslı kulaklık çıkışlarına sahip olduğunu ve yeni kulaklıkların genellikle düşük empedanslı olduğunu akılda tutarak bir çift kulaklık takın. Onlar 'İ iyi çalışıyor, amaSes seviyesi yeni kulaklıklarla oldukça düşük olabilir .

Alıcıyı bir vericiyle birlikte kullanacaksanız, gönderirken alıcıyı sessize almanız gerekir - aksi takdirde, alıcıdan çok fazla geri bildirim alırsınız. Çoğu alıcının sessiz terminalleri vardır - bazıları kapalı bir anahtarla, diğerleri açık olarak sessizdir. Alıcı ve vericinizin hangi yöntemi kullandığını belirleyin. Alıcı sessize alma düzeni vericininkiyle uyuşmuyorsa bir röle gerekir.

Eski Hammarlund Super Pros ve WWII öncesi Hallicrafters modelleri gibi bazı alıcılar, alıcıyı bekleme moduna alırken B +'yı açmak için sessiz terminalleri kullanır. Bu, 300 V veya daha fazla maruz kalan terminallerle son derece tehlikelidir! Kolay bir değişiklik sizi neredeyse kesin bir şoktan kurtaracaktır. Alıcıyı açın ve telleri bekleme terminallerinden çıkarın. Bunları birlikte lehimleyin ve bağlantıyı elektrik bandı veya tel somun ile yalıtın. Daha iyisi, onları kullanılmayan, topraklanmamış bir terminale lehimleyin, eğer kullanışlı bir tane varsa. Ardından, RF kazanç kontrolünü inceleyin ve bir terminalin muhtemelen topraklandığını fark edin. Bu teli ve lehimi kesin Zemin ve RF kazanç kontrol terminali arasında 47 k © direnç. Yeni kurulan 47 k © 2 direnç boyunca sessiz bağlantının terminallerinden bir çift kablo bağlayın. Şimdi, sessiz terminaller açıkken, RF kazancı tamamen aşağıdadır, böylece alıcı esasen susturulur. Almak için terminalleri kısa. Buradaki voltaj düşük ve tehlikeli değil .

Ardından, bir anten ve anten rölesini aynı şekilde bağlayın ve bantları ayarlayın. Alıcıdan en iyi sadakatin maksimum bant genişliğinde gerçekleştiğini bulursunuz. Kristal filtre, takılı ise, alıcıyı biraz daha yüksek veya daha düşük ayarlayabildiği için heterodinamikleri çentiklemeye yardımcı olabilir. Bandspread kontrolü ince ayar yapmak için kullanılabilir. Şimdi, klasik,

çıkarın !

26.11.5 Plastik restorasyon

Bazen eski bir radyo, ağır hasar görmüş bir metre lensi veya kadran yüzüne sahiptir. Eğer kırılırsa, yerine birini bulmaktan başka yapabileceğiniz bir şey yok. Eğer sadece çizilirse, tamamen restore etmek için iyi bir şansınız olur.

İlk olarak, mümkünse metre lensini metre hareketinden çıkarın. Çoğu kendini kaptırıyor. Çok hassas iğne ve metre hareketine zarar vermemek için, korumalı bir alana yerleştirin ve metal dolguların hareketin mıknatısına ulaşamayacağından emin olun.

Çiziğin tamamen gitmediğinden emin olun, ancak plastik bir çatlak haline gelir, ancak derin bir çizik bile parlatılabilir. Çeşitli ıslak/kuru zımpara kağıdına ihtiyacınız olacak. 320, 400 ve 600 grit tabakaları elde edin (600 en iyisidir). Bir sayfa uzun sürecek. Bir parçayı yaklaşık ½ inç 2 inç kesin ve ikiye katlayın. 320 ile başlayın ve sadece *bir* yönde, çizik üzerinde hafifçe zımparalayın. Bu çok sıkıcı ve çizikten geçmek için yeterince plastik zımparalamadan önce biraz zaman alacak.

Çizik çıkarıldıktan sonra, plastiği yenilemeye başlama zamanı gelmiştir. Yine bir yönde zımparalama, önceki zımparalama çiziklerinin tüm izlerini tamamen kaldırmak için 400 ve son olarak 600'ü kullanın. 600 neredeyse toz etkisi bırakmalıdır, ancak plastik hala puslu ve opak olacaktır. Zımparalama çiziklerinin tüm izlerinin tamamen gittiğinden emin olmak için 600 ile biraz daha zımparalayın.

Bulanıklığı gidermek için Novus # **2 (www. novuspolish.com** veya hobi mağazaları) adlı bir parlatma bileşiğine ve - plastik bir parlatıcı ve statik sökücü olan Novus # 1 adlı başka bir bileşiğe ihtiyacınız olacak. Bitirdiğinizde sayaç kasalarındaki statiği kaldırmak için bu önemli olacaktır. Statik, iğnenin garip ve düzensiz tepki vermesine neden olur .

Sadece bir damla NOVUS # 2 ve parlatma için otomobil parçaları mağazalarında bulunan tek kullanımlık mağaza havluları gibi yumuşak bir bezle başlayın. 2 inç x 3 , parça kesin ve parlatmaya başlayın. Uzun süre devam edin ve yavaş yavaş Pus kaybolacak - tamamen net bir mercekle kalacaksınız.

ÖN PANEL RESTORASYONU

Bir radyo restorasyonunun en önemli kısmı, kozmetik olarak ön paneldir. Kasa da iyi görünmelidir, ancak ön panel radyonun en önemli noktasıdır ve en çok dikkat gerektirir. Genellikle, 50'li ve 60'lı yıllardan kalma bir radyodaki boya iyi oksitlenir ve bazı ince çizikler de olabilir.

Çizikler emaye model araba boyası kullanılarak dokunulabilir. Bir şişe parlak beyaz, parlak siyah ve sahip olduğunuz panele en yakın rengi satın alın. İnto küçük bir kağıt bardak koymak bir damla veya iki stok rengi. Beyaz veya siyahı kullanarak, bir seferde küçük bir damla karıştırarak, rengi panelle en yakından eşleşene kadar aydınlatın veya koyulaştırın. Sadece çiziği doldurmak için bulabileceğiniz en ince ucu olan bir model boya fırçası kullanın ve boyanın geri kalanına sürmeyin. Q-ucu ile fazlalığı giderin. Tamamen kurumasını bekleyin.

Mümkünse paneli tamamen çıkarın veya en azından tüm düğmeleri çıkarın. Daha sonra bireysel olarak üzerinde çalışacaksınız. Panel aslında parlak bir panel olsaydı, şanslısınız. Eğer kırışıklık veya düz ise, bu teknik sizin için işe yaramayabilir - bunlar - daha sonra ele alınacaktır.

Birkaç mikron boyayı çıkarmak için Novus # 2 bileşiğini kullanın - sadece oksitlenmiş tabaka. Panele bir damla koyun ve yumuşak bir bez veya mağaza havlusu ile Novus'u boyaya çalıştırmaya başlayın. Sadece oksidasyonu gidermek istiyorsunuz, bu yüzden çok sert ovalamayın. Temel boyanın üzerinde ikinci bir katman olan boya üzerinde çalışırken dikkatli olun. Çok ince olabilir ve Novus ile çıkarılabilir. Az miktarda nazik parlatmadan sonra, başka bir bez veya havlu alın ve fabrikadan geldiğinde olduğu gibi görünmesi gereken paneli silin .

Paneliniz kırışıklık kaplaması ise, Novus'u kullanamazsınız. Nazik bir sabunlu tip temizleyici kullanın ve kir ve duman katmanlarını gidermek için finişin sırtlarını ve zirvelerini dikkatlice fırçalayın. Bazen 409 ve Simple Green gibi temizleyiciler çok iyi çalışır, ancak harfleri çıkarmamasına dikkat edin. Harflerin etrafında çok dikkatli olun. Bunu çalıştırmanın bir yolu, bir tesisatçının asit fırçasıyla kılları çok kısa kesmektir. Kıllar kırışıklık yüzeyinin yarıklarına inecek ve temizleyecektir. Panel temizlendikten sonra, biraz WD-40 ile biraz parlatılabilir. Bu da kırışıklık bitiş dolapları üzerinde çok iyi çalışır. Sadece hafifçe fırçalayın ve bir bezle çıkarın. Bu toz toplayabilir, ancak kırışıklık bitiş boyalarına güzel bir ıslak yüzey verir.

KNOBS

Çoğu düğme plastiktir veya alt kısmında ... enin kısımlarını parlatmak için Novus # 2'yı kullanın. Yanlarda flüt bulunan topuzların temizlenmesi çok sıkıcıdır ,

Ama restore edildikten sonra güzel görünüyor. İyi bir seçim yapın ve biriken kiri kazımak için her flütten aşağı doğru sürükleyin. Temizlendikten sonra, Novus flütleri parlatmak için de kullanılabilir. Metalize tabanlara sahip topuzlarda, tabanlar da N ovus ile parlatılır. Trim tabanlarındaki herhangi bir işareti parlatmadığınızdan emin olun. Bazen topuzların üstlerinde beyaz veya kırmızı çizgiler olur. Bunları tam güzelliğe kavuşturmak için model boya ile doldurulabilir.

DELIKLER İN ÖN PANELLER

Bir nedenden ötürü panelde bir delik açmış birini bulmak en rahatsız edici olabilir. Ekstra delikler teçhizatı büyük ölçüde değersizleştirir, çünkü düzgün bir şekilde geri yüklemek için yedek bir panel bulmanız gerekir. Yanlış deliklere sahip paneller, JB Weld epoksi metal dolgu maddesi (www.jbweld.com) kullanılarak oldukça güzel sonuçlarla kurtarılabilir.http://www.jbweld.com/

Önce paneli çıkarın. Delik diğer düğmelerden önemli bir mesafedeyse, radyoda onarımlar yapılabilir, ancak tavsiye edilmez. Kapton adlı özel bir kasete ihtiyacınız olacak. Bu, yaygın olarak bulunan ancak ucuz olmayan yüksek sıcaklık polimid film bandıdır. Küçük bir kaset uzun sürer.

Delikten biraz daha büyük bir bant parçasına ihtiyacınız olacak. Diğer bant türleri ise yarayabilir, ancak pürüzsüz bir son

Maskeleme bandı gibi bitiş bandı. Anahtar, panelin önüne sıkı bir uyum sağlar. Panelin önündeki deliğe bir parça bant yerleştirin ve deliğin her tarafına sıkıca kapatın.

Paneli düz bir yüzey bandı üzerine yerleştirin, böylece bant düz tutulur ve hiç çıkıntı yapmaz. Uygun miktarda JB Weld epoksi karıştırın ve panelin arkasından deliğe akıtın. Delikte hava kabarcığı olmadığından emin olmak için hala çok ıslak ve esnekken karıştırın. Gece boyunca güvenli bir şekilde iyileşmesine izin verin, böylece delik doldurulur ve sertleşir .

Paneli ters çevirin ve bandı çıkarın. Bandı yeterince iyi sabitlediyseniz, epoksi hiçbiri ön yüzeye çekilmeyecektir. Panelin geri kalanıyla tam olarak düz bir doldurulmuş alan olmalıdır.

Artık tamir edilen deliğe tam bir sprey boya ile dokunabilirsiniz. Panelin geri kalanını maskeleyin, böylece harfleri alamazsınız. Çizik onarımı için açıklanan model boya yöntemini de kullanabilirsiniz. Boyandıktan sonra, rahatsız edici delik neredeyse görünmez olmalıdır.

KIRIK PLASTİC

Bazen bir mikrofon orother öğesi, içinden kırılan plastiğin bir parçasına sahip olacaktır. İt en çirkin ve genellikle öğeyi atma nedenidir. Ancak, onarım teknolojimizi kullanarak, bu hasarlı onarım örneğinde olduğu gibi kaydedilebilir ve tamamen restore edilebilir.

Mikrofon kılıfı. Bu prosedür kırık Bakalit vakalarında da iyi çalışacaktır.

Bir kez daha, JB Weld Epoxy ve Kapton bant kullanacağız. Mikrofon elemanlarını çıkarın ve kablo ve plastik olmayan herhangi bir şeyle birlikte kasadan değiştirin. Kırık kısmın etrafındaki bölgeyi iyice temizleyin. Kapton bandı ile, epoksi için bir destek oluşturmak için kasanın içinde bir destek alanı oluşturun. Bant iyi tutar ve deforme olmaz.

Biraz JB Weld karıştırın ve mola etrafındaki boşluğa dökün. Çevreleyen plastikten daha yüksek doldurun. Dolgu alanı düz olmayacağı için bu zor olacaktır. Bu, çevredeki plastik seviyesini geçecek kadar yüksek bir alan oluşturmak için birkaç dolgu alabilir. Kürlendikten ve çok sertleştikten sonra (en az 24 saat bekleyin), artık epoksiyi dosyalamaya başlayabilirsiniz. Plastikle neredeyse aynı seviyeye gelene kadar dosyalayın ve ardından zımpara kağıdına geçin. Epoksiyi dikkatlice zımparalayın, böylece orijinal plastikle tam olarak aynı hizada olur ve şeklin doğru olduğundan emin olun. Çok fazla dosyalanırsa her zaman daha fazla JB Weld ekleyebilirsiniz.

Zımparaladıktan sonra, zımparalamayı ince zımpara kağıdı (400 ve 600 dereceli) ile bitirin. JB Weld, orijinal plastik gibi parlayacak, ancak yanlış renk olacaktır. Sprey, tüm kasayı orijinaline yakın bir renkle boyar. Boyandıktan sonra, onarım neredeyse tespit edilemez!

26.12 Kaynaklar ve Bibliyografya

J. Bartlett, "Bileşen Değerlerini Hesaplama", *QST,* Kasım 1978, pp 21-28 .

K. Carr, *Amatör Telsiz Ekipmanı Nasıl Giderilir ve Onarılır* (TAB Books, 1980).

L. DeMaw, "Bobinleri Anlamak ve İnduktanslarını Ölçmek", *QST, Ekim* 1983, s 23-26.

Eiselman, "Radyolarda Sorun Giderme", *QST, Mayıs* 2009, s. 30-33.

R. Goodman, *Modern Osiloskop ile Pratik Sorun Giderme (TAB* Books, 1979).

A. Haas, *Osiloskop Teknikleri (Gemsback* Kütüphanesi, 1958).

B. Lenk, *Elektronik Test Prosedürleri El Kitabı* (Prentice-Hall, 1982).

C. Lenk, *Devreler Ansiklopedisi ve Sorun Giderme Kılavuzu, Cilt 1-4* (McGraw-Hill, 1993-1997).

D. Loveday ve A. Seidman*, Katı Hal Devrelerinde Sorun Giderme (John* Wiley ve Oğulları, 1981).

E. Smith, *Radyo Amatör için Test Ekipmanları, 4.* baskı (RSGB, 2011).

D. DeMaw, "Ekipman Hizmetinin Bazı Temelleri - Bölüm l", *QST,* Aralık 1981, s 11-14 .

E. Collins, "Ekipman Hizmetinin Bazı Temelleri - Bölüm 2", *QST,* Jan 1982, pp 38-41.

F. Collins, "Ekipman Hizmetinin Bazı Temelleri - Bölüm 3", *QST,* Şubat 1982, pp 40-44, Geribildirim Mayıs 1982, p 43 .

G. Bradshaw, "Ekipman Hizmetinin Bazı Temelleri - Bölüm 4", *QST,* Mar 1982, pp 40-44.

İçerik

Bölüm 27

RF İnterferans

Bu bölüm, ARRL Lab Personeli ve *El Kitabı destekçilerinden oluşan deneyimli bir ekip tarafından güncel uygulamalar için gözden geçirilmiş ve güncellenmiştir.* Eleştirmenler arasında Jim Brown, K9YC ve Frank Hass, KB4T. Birçok katkılarını takdir ediyoruz.

Paul Cianciolo, W1VLF
ARRL Lab EMC Mühendisi

Ron Hranac, N ~ IVN -
Kablo ve Dijital TV

Mark Steffka, WW8MS ve
Jeremy Campbell, KC8FEI -
Otomotiv RF/

Bölüm 27 - İndirilebilir Ek İçerik

Makaleler

- Öldürerek Yarışma Puanı Kazanmak - Bölüm 1 ve 2 Jim Brown, K9YC
- Evde Güneş Enerjisi ve Ham Radyo Bir Arada Olabilir mi? Tony Brock-Fisher tarafından , K1 KP
- Alan Higbie, K0AV tarafından SDR ile RFİ'yi bir Seferde Bir Kez Kaynak İzleme
- TV Kanalı, Amatör Bant ve Harmonik Grafik
- Elektronik İlterferans Probleminiz Varsa Ne Yapmalısınız - *CEA El Kitabı*

Projeler

- Ev Yapımı Ultrasonik Güç Hattı Ark Dedektörü ve Proje Güncellemesi Jim Hanson, W1TRC
- Rick Littlefield, K1BQT tarafından RFI Takibi için Basit Bir TRF Alıcısı
- Fao Eenhoorn tarafından VHF-FM için Aktif Zayıflatıcı, PA0ZR (makale ve şablon)
- RFI Konumu için El Döngü Anteni Gary Johnson, NA6O
- RF Sniffer İnşaat Notları Mark Kupferschmid, AC9PR
- Basit Arayıcı, Dave Geiser, W5IXM
- Güç Hattı Avcılığı için Mezura İşını Jim Hanson, W1TRC

Amatörler giderek daha kalabalık bir teknolojik ortamda yaşıyorlar. Hayatlarımız teknoloji ile doldukça, her lamba karartıcı, garaj kapısı açıcı veya diğer yeni teknik "oyuncak" etrafımızdaki elektriksel gürültüye katkıda bulunur. Bu cihazların birçoğu da bu artan gürültüyü "dinler've elektronik kardeşlerinin varlığına tepki verebilir. Bu tür cihazlar ne kadar fazla olursa, etkileşimlerin istenmeyen olma olasılığı o kadar yüksek olur.

Bir zamanlar öncelikle "girişim" hakkında bir konuşma olan şey, güç sistemlerini, ekranlamayı, kasıtlı ve kasıtsız radyatörleri, yapıştırma ve topraklamayı ve diğer birçok ilgili konu ve fenomeni içerecek şekilde genişledi. Bunların hepsi *elektromanyetik uyumluluk (EMC) genel etiketi altında gruplandırılmıştır.* EMC'nin kapsamı, elektronik cihazların birbirleriyle ve çevreleriyle etkileşime girdiği tüm yolları içerir.

Sinyallerin veya alanların neden olduğu parazit için genel terim *elektromanyetik girişim veya EMİ'dir.* Bu, profesyonel literatürde ve standartlarda karşılaşacağınız terimdir. Amatör sinyalleri içeren EMİ için en yaygın terim, *radyo frekansı paraziti (RFİ) ve bir* televizyon veya video ekranı söz konusu olduğunda, *televizyon parazitidir (TVI).* RFI, amatörler tarafından en çok kullanılan terimdir. EMİ, RFI veya TVI olarak adlandırılsa da, alıcılar ve vericiler arasındaki istenmeyen etkileşim elektromanyetik uyumluluk alanında güçlü bir büyümeyi teşvik etti! (Bu bölüm, belirtilen yerler dışında, amatör sinyallere veya amatör sinyallerden gelen her türlü parazite atıfta bulunmak için RFİ terimini kullanacaktır.)

Bu bölüm, müdahale ile ilgili genel bir bakış ile başlar ve ilgili FCC düzenlemelerini içerir. Bu bölüm, bir girişim sorunuyla karşılaştığınızda ve "Şimdi ne yapacağım?" Buradaki bilgiler, ARRL Lab personelinin RFI sorunları olan amatörlere yardım etme deneyimlerine dayanmaktadır.

Bu bölümün ikinci kısmı, RFİ ile ilgili gürültü ve sinyal kaynaklarının belirlenmesi ve konumlandırılması üzerine bir tartışmadır ve daha sonra sorunu çözmenin bazı etkili yollarını sunar. Bir RFI terminolojisi sözlüğü bölümü bitirir .

Bu bölümdeki materyal, sorununuzu çözmeniz için yeterli bilgi sağlayabilir, ancak değilse, ARRL web sitesi **www.arrl.org/ radyo-frekans-parazit-rfi'de RF paraziti hakkında kapsamlı kaynaklar sunar.** Bu bölümde ele alınan birçok konu *ARRL RF'de daha ayrıntılı olarak ele alınmıştır! Pratik* amatör bir bakış açısıyla kitap.

Bu bölüm boyunca, EMC danışmanı Henry Ott, WA2IRQ tarafından Elektromanyetik Uyumluluk Mühendisliği kitabı anlamına gelen "Ott" referanslarını da bulacaksınız. EMC konuları Ott'un kitabında bu *El Kitabında mümkün olandan çok daha derinlemesine ele alınmıştır.* EMC teorisi, EMC mekanizmalarının analizi, test metodolojisi ve EMC standartları ile ilgilenen okuyucular bir kütüphane aracılığıyla bir kopya bulabilir veya ARRL Yayın Satış departmanı veya ARRL web sitesi aracılığıyla bir kopya satın alabilirler.

27.1 Radyo Frekansı İnterferansını Yönetme

Er ya da geç, neredeyse her Amatör Radyo operatörü RFI ile ilgili bir sorun yaşayacak, ancak dehşetinizi hafifletecek. Çoğu girişim vakası tedavi edilebilir! Müdahale çözümünün teknik yönlerine dalmadan önce, sorunun sosyal yönlerini göz önünde bulundurun. "Diplomasi" becerilerinin ve standart teknik çözümlerin bir kombinasyonu, sorunu yönetmenin en etkili yoludur, böylece bir çözüm bulunabilir ve uygulanabilir. Bu bölüm, RFI problemlerini çözmek için genel yaklaşımı tartışmaktadır. Belirli teknik nedenler ve çözümler sonraki bölümlerde açıklanmıştır.

27.1.1 Radyo Frekansı İnterferansının Sorumluluğu

Bir müdahale sorunu ortaya çıktığında, "Suçlu kim?" Jambon ve diğer taraf genellikle farklı görüşlere sahiptir. Sorunu çözmek yerine suçlamak doğaldır (ama verimsizdir).

Hiçbir arzulu düşünce (veya sorunu çözmek için "diğer adam" için talep), müdahale için bir tedavi ile sonuçlanmayacaktır. Her taraf, durum hakkında benzersiz bir bakış açısına ve ilgili kişisel ve teknik konuların farklı bir anlayış derecesine sahiptir. Öte yandan, her tarafın belirli sorumlulukları vardır ve bunları adil bir şekilde ele almaya hazır olmalıdır. Amatör operasyonun gerçekleri göz önüne alındığında, taraflardan birinin amatöre komşu olması muhtemeldir ve bu nedenle "komşu" terimi, bu bölümde, RFI'ye neden olabilecek veya deneyimleyebilecek işletmeler veya diğer ekipman sahipleri de dahil olmak üzere kullanılır. Güç programı, güç hattı gürültüsüyle ilgili ayrı bir bölümde kaplıdır.

Her girişim probleminin iki bileşeni olduğunu daima unutmayın - ilgili ekipman ve onu kullanan insanlar. Bir çözüm, hem ekipmanla hem de insanlarla etkili bir şekilde ilgilenmemizi gerektirir. ARRL, jambon ve komşularının çözüm bulmak için işbirliği yapmalarını önerir. FCC de bu görüşü paylaşıyor. Bu nedenle, "müdahale" terimini duygu olmadan tanımlamak önemlidir.

27.1.2 Uygun İstasyon Çalışması

Bir radyo operatörü, radyo istasyonunun düzgün çalışmasından sorumludur. Bu sorumluluk, FCC yönetmeliklerinin 97. bölümünde açıkça belirtilmiştir. Parazit, istasyonunuzdan gelen sahte bir emisyondan kaynaklanıyorsa, sorunu orada düzeltmelisiniz.

Neyse ki, çoğu girişim vakası iletim istasyonunun hatası değildir. Eğer amatör bir sinyal parazitin kaynağıysa, sorun genellikle temel aşırı yüklenmeden kaynaklanır - bir - vericiden gelen amaçlanan, temel sinyalin neden olduğu parazite atıfta bulunan genel bir terim. Eğer amatör istasyon girişimden etkilenirse, elektrik gürültüsü çoğunlukla suçludur. Tipik kaynaklar arasında güç hatları ve tüketici cihazları bulunur.

27.1.3 Kişisel diplomasi

Parazitin istasyonunuza veya istasyonunuzdan olup olmadığı, komşunuzla (veya yardımcı programla veya işletmeyle) ilk konuştuğunuzda ne olacağı, takip eden her şeyin tonunu belirler. Herhangi bir teknik çözüm yardımcı olamaz, örneğin, komşunuzun evine bunları açıklamak için izin verilmiyorsa! Eğer parazit sahte emisyonlardan kaynaklanmıyorsa

Bununla birlikte, bir çözüm sağlayıcı değil, bir çözüm bulucu olmalısınız.

Komşunuz muhtemelen tüm teknik sorunları anlamayacaktır - en azından ilk başta değil. Arızadan bağımsız olarak, parazitin, sinyallerinizin komşuya parazite neden olup olmadığını veya komşunun sahip olduğu bir cihazın size parazite neden olup olmadığını rahatsız edici olduğunu anlayın.

Komşunuza bir çözüm bulmaya yardımcı olmak istediğinizi ve bir şeyleri konuşarak başlamak istediğinizi bildirin. Teknik olmayan terimlerle daha önemli bazı teknik konular hakkında konuşun. Sinyaliniz için, sahte emisyonlar gibi teknik kurallara uymanız gerektiğini ve istasyonunuzu da kontrol edeceğinizi açıklayın.

27.1.4 İstasyonunuza Giriş

GÜÇ-NE NOISE (PLN)

Amatör bir istasyona çok yaygın bir RFİ kaynağı ac güç hatlarından ve ilgili - ekipmanlardan gelmektedir. İt o kadar yaygındır ki, bu bölümün güç hattı gürültüsünü (PLN) tanımlamak, kaynaklarını bulmak ve çözmek için yardımcı programla ilgilenmek için ayrılmış bir bölümü vardır. - Olası PLN kaynaklarını bulmaktan ve bunları yardımcı programa yönlendirmekten daha fazlasını yapmaya yetkili olmadığınızı unutmayın. Bu ortak RFI kaynağı hakkında daha fazla bilgi için PLN'deki bölüme bakın.

BİR NEIGHBOR 'UN EQUIPMENT' INDAN RFI

Komşunuz muhtemelen ekipmanının operasyonunuza müdahale edebileceğinin farkında değildir. Bazı ev elektroniği ekipmanlarının uzak bir vericiden gelen zayıf sinyallerden çok daha güçlü radyo sinyalleri üretebileceğini açıklamak zorunda kalacaksınız. Ayrıca, bu sinyallerin - yayılmasını ve parazite neden olmasını önlemenin birkaç yolu olduğunu açıklayın. İf the

Uyarı: Onarımların Yapılması

Yerel bir durumun en iyi yargıcı sizsiniz, ancak ARRL kesinlikle çalışmamanızı önerir.
Komşunuzun eşyaları. Bir ekipman parçasını açarak, sorunlardan sorumlu olabilirsiniz. Komşunuzun ekipmanında yapılan harici değişiklikler girişim sorununu çözebilir, ancak ekipman daha sonra başka bir sorun geliştirirse, haklı veya yanlış olarak suçlanabilirsiniz. Bazı eyaletlerde, yapmanız bile yasa dışıdır Kendi cihazınız dışındaki elektronik cihazlarla ilgili herhangi bir çalışma.

Soruna neden olan ekipman tanımlanabilir, cihazın kullanım kılavuzu veya üreticisi, RFI potansiyeli ve ortadan kaldırılması için bilgi sağlayabilir.

Amacınızın bir çözüm bulmaya yardımcı olmak olduğunu açıklayın. Daha fazla araştırma yapmadan, komşunun ekipmanının hatalı olduğunu veya FCC düzenlemelerinin komşunun herhangi bir düzeltici işlem yapmasını gerektirdiğini varsaymak için erken. Karşılıklı olarak kabul edilebilir bir çözüm bulmak için birlikte çalışmak en iyi

27.1.5 Bir Komşunun Ekipmanına Verilen Önem

İletilen sinyalleriniz bir komşunun ekipmanına müdahale kaynağı olabilir. - Komşunuza istasyonunuzu iyice kontrol edeceğinizden ve herhangi bir sorunu düzelteceğinizden emin olun. Tüketici - ekipmanının olası duyarlılığını da tartışmalısınız. ARRL web sitesinde bulunan RFI bilgilerinin bir kopyasını **<u>www.arrl.org/-for-the-neighbours-of-jambonlarda yazdırmak isteyebilirsiniz</u>. (Bu** belge, "Elektronik İnterferans Probleminiz Varsa Yapmanız Gerekenler", bu kitabın indirilebilir ek bilgilerinde de yer almaktadır.)

İstasyonunuzdan kaynaklanmış gibi görünen parazitlerde olduğu gibi, parazit sizin hatanız olmasa bile, bir çözüm bulmaya yardımcı olacağınızı açıklarsanız komşunuz muhtemelen daha iyi hissedecektir. Bu teklif, imajınızı mahalle kötüsünden kahramana, özellikle de parazit istasyonunuzdan kaynaklanmıyorsa değiştirebilir. (Bu genellikle böyledir.)

İşte iyi bir benzetme: TV'nizi kanal 3'e ayarlarsanız ve bunun yerine kanal 8'e bakarsanız, muhtemelen TV setinizin bozuk olduğuna karar verirsiniz. Şimdi, TV'nizi kanal 3'e ayarlarsanız ve yerel kısa dalga radyo istasyonunuzu (muhtemelen Amatör Radyo) görürseniz, bazı araştırmalar yapmadan kısa dalga istasyonunu suçlamamalısınız. Aslında, birçok televizyon, televizyon bantlarının dışındaki güçlü sinyallere cevap verir. Tasarlanmış olarak çalışıyor olabilirler, ancak güçlü, yerel bir RF sinyalinin yakınında düzgün çalışması için ilave filtreler ve/veya kalkanlar gerektirirler.

RFİ 'Yİ GIDERMEK İÇİN HAZIRLIK

RFİ'yi başkasının amatör olmayan ekipmanına gidermek ve iyileştirmek için, temel bilgilerden daha fazlasını öğrenmeniz gerekir. Bu özellikle komşunuzla konuşurken önemlidir. Komşunuzun evini ziyaret ederseniz ve işe yaramayan (veya işleri daha da kötüleştiren) birkaç düzine şey denerseniz, komşunuz sorunu gidermeye yardımcı olma yeteneğinize olan güvenini kaybedebilir. Bu olursa, gitmeniz istenebilir.

Bu kitapta ve *ARRL RF gibi diğer referanslarda RFİ için teknik kaynakları ve tedavileri dikkatlice inceleyerek başlayın!*

Kitap. ARRL Technical İnformation Service ve *QST'nin* girişim hakkındaki bazı makalelerini gözden geçirin. Bu bölümdeki terimlerden herhangi birine aşina değilseniz, sözlüğe bakın.

YEREL YARDIM

Eğer uzman değilseniz (ve uzmanlar bile manevi destek kullanabilirse), bazı yerel yardımlar bulmalısınız. Neyse ki, bu tür bir yardım genellikle ARRL Bölümünüzün Teknik Koordinatöründen (TC) edinilebilir. TC, herhangi bir yerel RFI komitesini bilir ve yerel kamu hizmeti şirketlerinde değerli temaslarda bulunabilir. Bir uzman bile TC'nin yardımından yararlanabilir. TC'nizi bulmanın en kolay yolu ARRL Bölüm Yöneticinizdir (SM). ARRL web sitesinde veya son *QST'de bir SM listesi bulunmaktadır.* Sizi en iyi yerel yardım kaynağıyla hızlı bir şekilde temasa geçirebilir.

Yerel bir uzmanın yardımını sağlayamasanız bile, ikinci bir jambon değerli bir varlık olabilir. Genellikle ikinci bir taraf herhangi bir düşmanlığı ortadan kaldırmaya yardımcı olabilir. İstasyonunuzu ilgilendiren RFI problemlerini değerlendirirken ve çözerken, iki jambonun sürecin bir parçası olması çok önemlidir. Biri istasyonunuzu çalıştırabilir ve diğeri semptomları gözlemleyebilir ve uygun olduğunda çözümleri deneyebilir.

EVİNİZİ VE STATİYONUZU HAZIRLAYIN

Sorunu iyileştirmeye yönelik ilk adım, kendi sinyalinizin temiz olduğundan ve evinizdeki cihazların herhangi bir soruna neden olmadığından emin olmaktır. - İstasyonunuzun düzgün çalıştığından ve kendi elektronik ekipmanınıza müdahale edilmediğinden veya istasyonunuza müdahale edilmediğinden emin olmak için kendi evinizdeki tüm parazit sorunlarını ortadan kaldırın!

Bu aynı zamanda istasyonunuzdan şüphelenildiği durumlar için değerli bir sorun giderme aracıdır.İlgili kaynak:
Sinyallerinizin "temiz" olduğunu biliyorsanız, sorunun boyutunu yarıya indirdiniz! FCC dahil olursa, kendi elektronik cihazlarınıza müdahale etmediğinizi gösterebilirsiniz.

RFI kürlerini kendi tüketici elektroniğinize ve bilgisayar ekipmanınıza uygulayın. Kendi evinizdeki paraziti tanımlayarak ve ortadan kaldırarak öğrendikleriniz, komşunuzun evinde daha iyi hazırlanmanızı sağlayacaktır. Komşunuz ekipmanınızın iyi çalıştığını gördüğünde, filtrelerin çalıştığını ve zarar vermediğini de gösterir.

Daha iyi bir ilişki kurmaya yardımcı olmak için, istasyonunuzu komşunuza göstermek isteyebilirsiniz. İyi organize edilmiş ve düzgün kablolu bir istasyon, RFI problemini çözme yeteneğinize güven verir. İstasyonunuzu temizleyin ve dağınıklığı temizleyin! Kafeslerin sıçan yuvası, çözülmemiş bağlantılar vb. RFI'ye katkıda bulunabilir.

İstasyonunuzda topraklama ve yapıştırma da yıldırım güvenliği ve yardımcı olmak için önemlidir

Kablolama ve kablolar tarafından toplanan RF akımlarını ve voltajlarını yönetin. Bu genellikle RFI için bir tedavi değildir, ancak uygun topraklama yıldırım güvenliğini artıracaktır. Bağlama ve uygun kablo yönetimi, güç sistemlerinden gelen uğultuyu ve vızıltıyı büyük ölçüde azaltabilir. Kablo kalkanlarının düzgün şekilde bağlandığından ve iletilen sinyalinizden ses ve güç kablolarıyla alınan RF akımının en aza indirildiğinden emin olun.

Low-pass veya band-pass iletim filtresi kullanın. (FCC'nin dahil olması muhtemel olmayan bir durumda, size filtreleme hakkında sorular soracaktır.) Komşunuza, vericinize gerekli filtreyi taktığınızı gösterin. Hala parazit varsa, komşunun ekipmanında da filtreler denemek gerektiğini açıklayın.

İşletim uygulamaları ve istasyon tasarımı hususları TV ve FM alıcılarına parazite neden olabilir. Bir vericiyi veya amplifikatörü aşırı çalıştırmayın; Bu harmonik çıktısını artırabilir. Bir amplifikatör veya empedansematching ünitesinin uygun şekilde ayarlandığından emin olun.

Bu bölümdeki parazit azaltıcı çözümlerin bazılarını uygulamanın yanı sıra, mağdur ekipmanındaki sinyalinizin gücünü azaltmak için gerekli adımları da düşünebilirsiniz. Bu, antenin yükseltilmesini, taşınmasını veya yeniden yönlendirilmesini veya iletim gücünün azaltılmasını içerir. Balun ve düzgün dengelenmiş bir besleme hattının kullanılması, istasyon besleme hattınızdan gelen radyasyonu en aza indirecektir. (İletim **Hatları** bölümüne bakın.) Anten polarizasyonunun değiştirilmesi, yatay bir dipolün bir kablo TV servis düşüşüne bağlanması gibi yardımcı olabilir. CW veya FM gibi farklı modların kullanılması da parazitin etkilerini değiştirebilir. Amaç, herhangi bir müdahale olmadan istediğiniz gibi çalışmanız olsa da, olası çözümleri uygulamada esnek olun .

NEIGHBOR 'UNUZLA TEMAS KURUN

Artık RFİ hakkında daha fazla şey öğrendiğinize göre, bazı yerel yardımları (TC olduğunu varsayacağız) yerleştirin ve tüm ödevlerinizi yapın, komşunuzla iletişim kurun. Öncelikle, siz, TC ve komşunuz için uygun bir randevu ayarlayın. TC'yi tanıttıktan sonra, sorunları komşunuza açıklamasına izin verin. TC'niz çoğu soruyu cevaplayabilecektir, ancak gerektiğinde destek ve ek bilgi konusunda yardımcı olmaya hazır olun.

Komşuyu istasyonunuzu ziyaret etmeye davet edin.
Komşunuza radyo ekipmanınızla yaptığınız bazı şeyleri gösterin. İstasyonunuzu iyi çalışır durumda tutmak için kullandığınız test ekipmanlarına dikkat edin. Elbette, vericinizin çıkışına taktığınız filtreyi göstermek istersiniz.

Sonra, TC'nin istasyonunuzu birkaç farklı bantta çalıştırmasını sağlarken, komşunuza ev elektroniğinizin

İstasyonunuz iletim yaparken ekipman düzgün çalışıyor. Herhangi bir RF duyarlılık problemini düzeltmek için kurduğunuz filtreleri veya boğucuları belirtin. Müdahale komşunun evinden geliyorsa, komşuya gösterin ve neden sizin için bir sorun olduğunu açıklayın.

Bu noktada, komşunuza bir sonraki adımın evinizde ve istasyonunuzda görülen bazı kürleri kendi ekipmanı üzerinde denemek olduğunu söyleyin. Bu, sorunun muhtemelen sizin hatanız olmadığını, ancak siz ve TC'nin yine de bir çözüm bulmaya yardımcı olacağını vurgulamak için iyi bir zamandır.

Hangi malzeme ve tekniklerin gerekli olabileceğine karar vermeden önce RFİ Sorunlarını Giderme bölümünü inceleyin. Siz ve TC şimdi komşunun evini ziyaret etmeli ve ekipman kurulumunu incelemelisiniz.

ATYOUR NEİGHBOR 'UN EVİ

Parazitin ne zaman meydana geldiğini, hangi ekipmanın dahil olduğunu ve uygunsa hangi frekansların veya kanalların etkilendiğini sorarak başlayın. Cevaplar değerli ipuçları .

Bir sonraki adım, RFI'nin komşunun evindeki ekipmandan gelip gelmediğini test etmek için komşunun evinin ana kesicisini açmak olmalıdır. Gürültünün giderilip giderilmediğini görmek için komşunun ana kesicisini açmasını sağlayın - daha sonra bireysel devre kesicileri açarak kaynağı daha da izole edin. ARRL, süreci açıklamaya yardımcı olmak için bir jambonun komşusuna sağlayabileceği iki indirilebilir kaynağa atıfta bulunur. Kesicinin açılmasıyla ilgili ilk **www.rfiservices adresinde mevcuttur. com/tips.doc** ve ikincisi, komşu için layman'ın teriminde RFİ'yi açıklayan - **www.arrl.org/information-for-theneighbors-of-hams adresinde mevcuttur.**

Daha sonra, TC, etkileri gözlemlerken istasyonunuzu çalıştırmalıdır. Kullandığınız tüm bantları ve modları deneyin. Komşunuzdan sorunu göstermesini isteyin. Komşunuzun müdahalesini ilk elden görmek, tüm tarafların soruşturmanın sonucuyla daha rahat hissetmelerine yardımcı olacaktır.

İstasyonunuzun dahil olduğu görülürse, parazit üreten tüm koşulları not edin. Hiçbir iletim sorunu üretmezse, istasyonunuz kaynak olmayabilir. (Testte bazı katkıda bulunan faktörlerin eksik olması mümkündür.) Komşunuz parazitin ne zaman ve nasıl göründüğüne dair not tutsun: Günün hangi saatinde, hangi kanallara veya cihaza müdahale ediliyor, başka hangi ekipmanlar kullanılıyor, hava durumu neydi? Her ameliyatta aynı şeyi yapmalısınız. Sorunu kolayca yeniden oluşturabiliyorsanız, sorunu gidermeye başlayabilirsiniz. Bu süreç, sorunun doğası hakkında önemli ipuçları

Testler, istasyonunuzun hiç dahil olmadığını gösterebilir. Çeşitli ekipman

Ürün İnceleme Testi ve RFI

ARRL Laboratuvarı çoğunlukla RFİ'yi radyo alımının istenen çalışmasına müdahale eden bir dış kaynak olarak görmektedir. Güç hattı gürültüsü, güç kaynakları, motor kontrolleri ve ışık kısıcıları, bir radyo alıcısı ve anten sisteminin dışındadır ve çalışma zevkinden uzaklaşan büyük bir sıkıntı olabilir. Kendi alıcınızın içinde veya yasal olarak çalışan başka bir Amatör Radyo istasyonu tarafından üretilen RFİ'yi hiç düşündünüz mü?

Harmonikler

RFI sadece şudur: radyo frekansı paraziti. Örneğin,
Başka bir radyo amatörünün vericisinden gelen bir harmonik, ayarladığınız istenen sinyale müdahale ediyor olabilir. Bu gün ve yaşta, harmoniklerin asgari düzeyde olduğu ve müdahaleye neden olmadığı düşünülebilir. Tekrar düşünmeni istiyorum .

Modern bir amatör vericinin maksimum sahte çıktısı, 30 MHz'in altındaki frekanslarda taşıyıcı frekansındaki çıktıdan 43 dB daha düşük olmalıdır. Bu rakam bir FCC standardı için "yeterince iyi" olsa da, diğer radyo amatörlerine veya muhtemelen diğer hizmetlere müdahale etme olasılığını ortadan kaldırmak için yeterince iyi değildir. Burada ARRL Laboratuvarında, harmonik emisyon seviyesinin ölçümü, alıcınızın dışında üretilen RFI'den yaptığım bir ölçümdür.

Bir radyo amatörü, 160 metre CW yarışması sırasında tam yasal sınır gücünde çalışırken 80 metre CW bandındaki operatörlere müdahale ettiği yönündeki bir rapordan endişe duyarak benimle temasa geçti. FCC kural kısmı 97.307 bilerek, 80 metre harmonik ölçmek için çaba yaptı. 160 üzerindeki taşıyıcı çıkışının 50 dB altında FCC standartlarını kolayca karşılayarak, vericisinin nasıl parazite neden olabileceğini merak etti.

İşte güç çıkışı ve sinyal azaltma bir arıza: 0 dB aşağı 1500 W = 1500 W
10 dB aşağı 1500 W = 150 W
20 dB aşağı 1500 W = 15 W
30 dB aşağı 1500 W = 1.5 W
1500 W'dan aşağı 40 dB = 150 mW
43 dB aşağı 1500 W = 75.2 mW (bu FCC yasal sınırıdır)
1500 W'dan 50 dB aşağı = 15 mW

15 mW, girişime neden olmak için çok düşük bir güç gibi görünse de, bu durumda değildi; Müdahale sinyalinin S9 olduğu bildirildi. QRP meraklıları, 15 mW'da sinyallerin doğru koşullarda iyi yayılabileceğini bilir. Tek bir bant kullanarak, rezonant anten diğer bantlarda bulunan harmoniklerin neden olduğu paraziti azaltacaktır, ancak bugün birçok istasyon birden fazla jambon bandında rezonans anten kullanmaktadır. (Bu durumda, 160 metre için tasarlanmış bir bandpass filtresinin kullanılması, 80 metrede harmoniği önemli ölçüde azaltarak paraziti ortadan kaldıracaktır.)

Alıcıda Üretilen Sinyaller

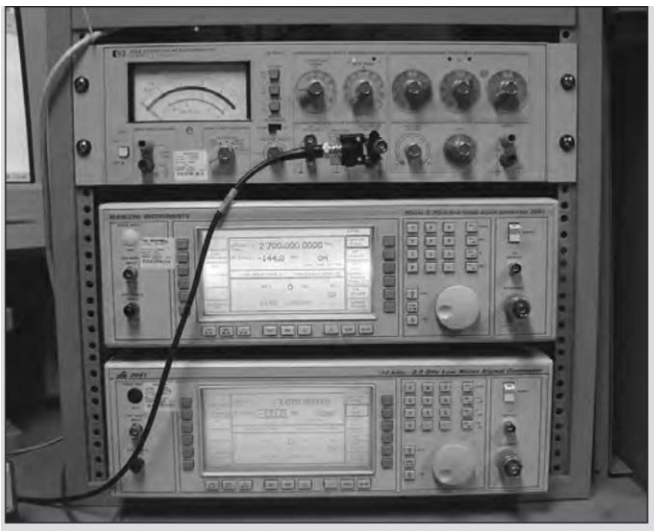
Peki ya çalıştırdığınız alıcının içinde üretilen RFI? 15 metre bandında akort yapıyorsun, tüm
Aniden, bir AM yayın istasyonu gibi görünen şeyi duyuyorsunuz. Sinyal bozucu mu? Bu kesinlikle parazittir - radyo frekansı paraziti - iki güçlü kısa dalga istasyonunun neden olduğu! Bu özel durumda, bir Midwest radyo amatörü 15 metrede parazit yaşadı ve neler olduğunu anladı. Bir istasyon 6 MHz civarında, diğeri 15 MHz üzerinde yayın yapıyordu. Bu iki güçlü istasyon, 1. IF aşamasında ikinci dereceden bir IPO (intermodülasyon distorsiyonu) ürünü oluşturmak için eklendi ve bu istenmeyen sinyal sonraki aşamalara ve hoparlöre iletildi. Bu durumda RFI, iki istasyonun frekanslarının operatörün ayarlandığı frekansa kadar eklendiği yetersiz alıcı performansından (ikinci dereceden IMO dinamik aralığı) kaynaklandı. Güçlü bant içi sinyallerden elde edilen üçüncü dereceden IMO ürünleri, bir radyo alıcısı içinde oluşturulan başka bir RFI şeklidir.

İF frekansında veya yakınında yayın yapan yakın istasyonlar Verici hatalı olduğu için değil, bir alıcının yetersiz İF reddi nedeniyle girişime neden olur. Yakındaki bir verici bir görüntü frekansında çalışıyorsa aynı parazit duyulur.

Güç kaynakları

RFI, harici bir güç kaynağı gibi bir radyo sisteminin başka bir bölümünden de oluşturulabilir. Verici ve alıcı testlerine ek olarak, Laboratuvar ayrıca güç kaynaklarının yürütülen emisyon seviyelerini de ölçer. Bu miktarın bir göstergesidir
Bu bölümde açıklandığı gibi bir güç kaynağından güç hatları üzerinde yürütülen belirli frekanslarda RF.

QST dergisinde yayınlanan Ürün İnceleme test sonuçlarımız sayesinde, okuyucular yukarıdaki modern rakamları karşılaştırabilir.
Yeni veya kullanılmış bir alıcı-verici satın almayı düşünürken HF alıcı-vericileri. Yayınlanan veri tablolarımız, sırayla devre tasarımlarını mükemmelleştirmeye çalışan radyo üreticileri arasında dostane bir rekabet doğuruyor. Sonuç, üretici için daha iyi bir ürün ve sizin için daha iyi bir ürün, radyo amatörüdür. Bob *Allison, WB1GCM, ARRL Test Mühendisi*



The Lab uses these sinyal generato internally generate d intermodulatio other key performa nee parametreleri.



ARRL Lab, Ürün İncelemesi testi için eksiksiz bir güncel ekipman seti ve RF geçirmez bir ekran odası bulundurur. [Bob Allison, WB1 GCM, fotoğraf]

Arızalar veya dış gürültü parazit gibi görünebilir. Yakındaki başka bir verici veya gürültü kaynağı soruna neden olabilir. Elektriksel gürültüyü veya bir tür ekipman arızasını tanıyabilirsiniz. Eğer öyleyse, bulgularınızı komşuya açıklayın ve uygun servis personeli ile iletişime geçmesini önerin.

Parazit, komşunun evinde olabilecek ekipmandan istasyonunuza geliyorsa, taşınabilir bir alıcı alın. Tanıdık bir AM yayın bandı alıcısı iyi bir seçimdir. Gürültü olduğunda ziyaret etmeniz gerekecek. Gürültünün mevcut olduğunu gösterin, ancak rahatsız edici olacak kadar yüksek sesle yapmaya gerek yoktur. Paraziti ne zaman aldığınızı ve hangi modele sahip olduğunu açıklayın (sürekli, darbeli, aralıklı, günün belirli saatleri vb.). Sorunun yaşadığınız şey olduğunu ve komşunun yardımına ihtiyacınız olduğunu gösterin.

Bu bölümde daha önce açıklandığı gibi ana kırıcı testi ile başlayın. Sonra bireysel devrelere geçin. Ekipmanı çalıştıran devreyi belirledikten sonra, siz veya TC istasyonunuzda gözlemlerken fiziksel olarak fişini çekin, kapatın veya pilleri gerektiği gibi çıkarın. (Bir ekipmanı AÇIK/KAPALI anahtarıyla KAPALI duruma getirmenin, ekipmanın tamamen kapanmasına neden olmayabileceğini unutmayın.) Kabloları güçlendirilmiş bir ekipman parçasından çıkarmak, sorunu daha da izole etmeye hizmet edebilir.

Bu noktada, aldığınız eylem sorunun doğasına ve kaynağına bağlı olacaktır. Belirli girişim konularıyla başa çıkma teknikleri, - bölümün sonraki bölümlerinde tartışılmaktadır. Sorunun tam doğasını belirleyemiyorsanız, komşuyla çalışmaya devam etmek için bir plan geliştirin ve - müdahalenin davranışı hakkında bilgi toplamaya devam edin.

Bazı Yaygın Bildirilen Sorunlar - Birkaç İstatistik

ARRL, yaklaşık 20 yıllık RFI şikayet verilerine sahiptir. Bu süre zarfında, bildirilen kaynakların büyük çoğunluğunun ya elektrik hattı gürültüsü ya da bir tüketici cihazı olduğunu tespit ettik. FCC kuralları uyarınca üç kategoriden birine girerler. Raporların küçük bir yüzdesi diğer kaynaklardan gelse de, genellikle bu kategorilerden birine girdiği varsayımıyla tipik bir RFI araması başlatılması önerilir. Bilinmeyen kaynaklar hariç, işte kaba bir arıza:

Bölüm 15 İncidental Radyatörler

Bu kaynaklar kasıtlı olarak RF enerjisi oluşturmaz veya yaymaz, ancak bunu amaçlanan işlemlerinin tesadüfi bir parçası olarak yapar. Tipik olarak bunlar elektronik olmayan kaynaklardır ve RF kıvılcım veya ark ile üretilir. Bilinmeyen kaynak şikayetleri hariç tutulduğunda, ARRL tarafından alınan girişim raporlarının yaklaşık üçte biri elektrik hattı gürültüsüdür. Bu, tesadüfi radyatörlerin neden olduğu en yaygın RFI problemidir. Bu kategorideki diğer yaygın kaynaklar arasında kötü kapı zili transformatörleri ve ark elektrikli çitler bulunur.

Bölüm 15 Kasıtsız Radyatörler

Bu kaynaklar kasıtlı olarak RF enerjisi oluşturur, ancak kasıtlı olarak yaymaz. (RF bu durumda 9 kHz'in üzerinde bir frekans olarak tanımlanır.) Bunlar genellikle - bilgisayar, televizyon ve radyo alıcı ekipman gibi elektronik tüketici cihazlarıdır. Bir RFI sorununun kalbindeki en yaygın kasıtsız radyatör, her yerde bulunan anahtarlama modu güç kaynağıdır. Anahtarlayıcılar bugünlerde aydınlatma cihazları ve pil şarj cihazları da dahil olmak üzere birçok tüketici cihazında bulunmaktadır. Genellikle, spektrum boyunca ayarlarken düzenli ve tekrarlayan gürültü zirveleri ve nulls desenleriyle tanımlanması kolaydır. Zirveler genellikle yaklaşık 50 kHz'dir, ancak 40 ila 80 kHz arasında bir boşluk yaygındır. Daha az yaygın olan, 20 ila 120 kHz arasında değişen daha düşük ve daha yüksek aralıklardır. Zirveler genellikle zamana göre kayar.

Bölüm 18 RF Aydınlatma Cihazları

FCC kurallarının 18. Bölümü, İndustrial, Medical ve İndustrial (ISM) cihazlarını kapsar. Bununla birlikte, bazı tüketici cihazları da Bölüm 18'in altındadır. Bu cihazlar konser RF doğrudan kalp veya ışık gibi başka bir enerji biçimine dönüşür. Bu kategorideki cihazlar arasında mikrodalga fırınlar, bazı ultrasonik mücevher temizleyicileri ve gaz moleküllerini iyonize etmek için RF kullanan aydınlatma cihazları bulunur. Bir kez daha, RF 9 kHz'den büyük olmalıdır. Bölüm 18 ayrıca RF'nin istihbarat veya herhangi bir veriyi iletmek için kullanılmasını yasaklar.

Şimdiye kadar, bir RFI sorununun merkezindeki tek sorunlu Bölüm 18 tüketici cihazları, CFL'ler, elektronik floresan ışık balastları ve büyüyen ışıklar dahil olmak üzere aydınlatma cihazları olmuştur. Özellikle dikkat çekici olan, uygulanabilir FCC sınırları üzerinde 58 dB'ye kadar ölçülen büyüme ışıklarıdır.

- Mike *Gruber, W1MG (ARRL EMC Mühendislik,* **rfi@arrl.org)**

27.2 FCC Kuralları ve Düzenlemeleri

Amerika Birleşik Devletleri'nde lisanssız elektrikli ve elektronik cihazların çoğu FCC kurallarının 15. Bölümü tarafından düzenlenir. Bunlara "Bölüm 15 cihazları" denir. ARRL'ye bildirilen çoğu RFI sorunu bir Bölüm 15 cihazı içerir. Bazı kablosuz ve aydınlatma cihazları gibi bazı tüketici ekipmanları, ISM (İndustrial, Scientific and Medical) cihazlarına ait FCC Bölüm 18 kapsamındadır.

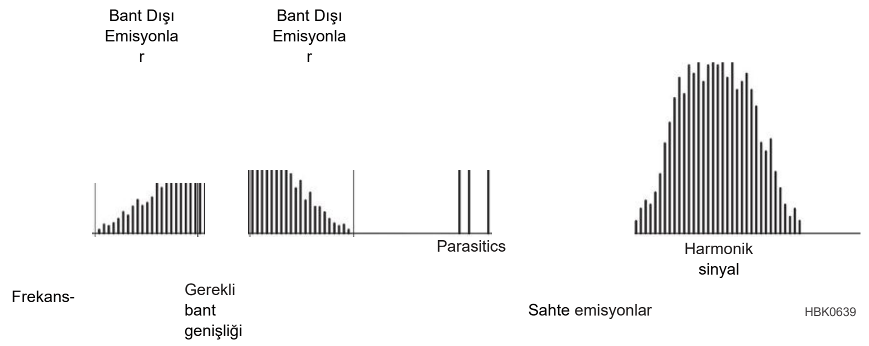
Amatör hizmet FCC Bölüm 97 tarafından düzenlenir. (Bölüm 97 kuralları indirilebilir **www.arrl.org/part-97-amateurradio. Ayrıca** "RFİ ile ilgili FCC Kuralları ve Tanımları" kenar çubuğuna bakın.) Yasal olması için, amatör istasyonun sinyali, spektral saflık ve güç çıkışı gibi tüm Bölüm 97 teknik gereksinimlerini karşılamalıdır.

Sonuç olarak, çoğu girişim şikayetinin FCC kurallarının birden fazla bölümünü içermesi şaşırtıcı değildir. (FCC'nin yetki alanının 9 kHz'in altında biten sınırları vardır.) Üç parçanın (15, 18 ve 97) her birinin, mutlak emisyon limitleri ve spektral saflık gereksinimleri de dahil olmak üzere girişimle ilgili farklı gereklilikler belirttiğine dikkat etmek de önemlidir. FCC herhangi *bir* RFI bağışıklık gereksinimi belirtmez. Bu nedenle çoğu tüketici cihazı, yasal olarak lisanslı bir vericiden, Bölüm 97'ye göre yasal olarak çalışan bir amatör verici de dahil olmak üzere hiçbir FCC koruması almaz.

Lisanslı hizmetler, parazit başka bir lisanslı hizmet vericisi tarafından oluşturulsa bile, sinyallerine parazitlenmeye karşı korunur. Örneğin, bir amatör vericinin, Bölüm 97'nin gereksinimlerini karşılayan, ancak yakındaki TV alıcıları tarafından alınacak kadar güçlü olan harmonikler gibi sahte emisyonlarından TVI'yi düşünün. TV alıcısı, FCC kuralları uyarınca girişimden korunmaz. Bununla birlikte, hizmet alanında lisanslı TV yayın sinyali, diğer lisanslı vericilerden gelen sahte emisyonların neden olduğu zararlı parazitlerden korunmaktadır. Bu durumda, amatör vericinin müdahale eden sahte emisyonunun ortadan kaldırılması veya zararlı girişimin ortadan kaldırıldığı bir seviyeye indirilmesi gerekecektir.

27.2.1 FCC Bölüm 97 Kuralları

Tüketici cihazlarına yapılan çoğu girişim, sinyal kaynağının aksine tüketici cihazıyla ilişkili bir sorundan kaynaklanabilirken, tüm amatörler hala Bölüm 97 kurallarına uymalıdır. Kimin hatalı olduğuna bakılmaksızın, FCC gereksinimlerine sıkı bir uyum, düzgün ve düzenli bir istasyon - görünümü ile birleştiğinde, bir FCC saha araştırması durumunda iyi ve olumlu bir izlenim yaratmaya doğru ilerleyecektir. Emin olun sizin



Şekil 27.1 - Bant dışı ve sahte emisyonların bir örneği. Modülasyon yan bantlarının bazıları gerekli bant genişliğinin dışındadır. Bunlar bant dışı emisyonlar olarak kabul edilir, sahte emisyonlar değil. Burada gösterilen harmonik ve paraziter emisyonlar sahte emisyonlar olarak kabul edilir; Bunlar § 97.307'ye uymak için azaltılmalıdır .

Polise ne denir?

Birçok amatör de benzer bir deneyim yaşadı. Kapı zili çaldığında radyonun önünde biraz zaman geçiriyorsunuz. Kapıyı açtığınızda, öfkeli bir komşunun, yayınlarınızın stereo (veya kablosuz telefon veya diğer ev elektroniği) ile etkileşime girmesi konusunda polisi aradığını görürsünüz. Memur size komşunuza müdahale ettiğinizi söyler ve iletimleri derhal durdurmanızı emreder.

Kötü haber, kötü bir durumun ortasındasınız. İyi haber şu ki, çoğu girişim vakası tedavi edilebilir! Bir komşu ve standart teknik tedavilerle iletişim kurmak için "diplomasi" becerilerinin doğru kullanımı genellikle sorunu çözecektir. Daha da iyi haber şu ki, lisansınıza uygun olarak çalışıyorsanız ve iyi mühendislik uygulamaları kullanıyorsanız, hukuk ve FCC kuralları yanınızda.

Çoğu RFİ, çoğu tüketici ekipmanının talihsiz gerçeğinden kaynaklanır.
Bir radyo vericisinin yakınında iyi çalışmasına izin vermek için gerekli filtreleme ve ekranlamadan yoksundur. Bununla birlikte, FCC ekipmanın bağışıklığını düzenlemez, bu nedenle parazit tüketici ekipmanı temel aşırı yükünden kaynaklandığında, FCC kural ihlali yoktur ve lisanslı istasyonların ortaya çıkabilecek parazitleri düzeltmek için düzenleyici bir sorumluluğu yoktur.

Ayrıca, 1982'de Kongre 97-259 sayılı Kamu Yasasını kabul etti. Bu yasa özeldir ve Federal İletişim Komisyonu için RFİ konularında münhasır yargı yetkisini saklı tutar. Bu ulusal yasa, RFI meselesini düzenlemeye veya çözmeye çalışan herhangi bir eyalet veya yerel düzenlemeyi veya düzenlemeyi öngörür. Bu, amatörler (ve lisanslarının yasal ve teknik hükümleriyle çalışan diğer hizmetler) için bir zaferdir.

Basitçe söylemek gerekirse, 97-259, şehirlerin ve kasabaların, birisinin yasal radyo yayınları yapmasını yasaklayacak düzenlemeler veya yönetmeliklerden geçemeyeceğini söylüyor. Ancak komşunuz (veya polis) tüketici elektroniği için RFİ hakkında sizinle yüzleştiğinde ne yaparsınız? Öncelikle sakin olun. Her ihtimalde subay
Ya da komşunuz muhtemelen 97-259'u hiç duymamıştır. Savunmaya geçip tartışmaya girmeyin. Sorunun komşunun "ucuz" ekipmanıyla ilgili olduğu konusunda yorum yapmayın. Ucuz radyolar genellikle büyük suçlular olsa da, herhangi bir ev elektroniği yetersiz teknik tasarımlar nedeniyle potansiyel problemlerdir.

Şikayeti dinleyerek başlayın. Anladığınızda, ekipmanınızı teknik özellikleri dahilinde çalıştırdığınızı açıklayın. Ekipmanınız kendi ev elektroniğinize müdahale etmiyorsa, bunu subaya göstermeyi teklif edin. Ayrıca PL 97-259'un temellerini de açıklayın. Eğer memur (veya komşu), durdurduğunuz yasaya bakılmaksızın, sorun çözülene kadar bunu yaptığınızı anlayışıyla, isteğini geçici olarak yerine getirmeyi düşünmeniz konusunda ısrar etmeye devam ederse.

Olması gereken adımların atılabileceğini anlamak için komşularınızla birlikte çalışın. Sorunların çözülmesine yardımcı olur (örneğin, tüketici elektroniğine toroidler ve filtreler yerleştirmek). ARRL web sitesi, sorunları çözmek için çalışırken birçok yararlı bilgiye sahiptir. Kulübünüzde yerel bir RFI komitesi veya ARRL Teknik Uzmanı varsa, onları dahil edin - uzmanlıkları gerçekten yardımcı olabilir. Ancak her şeyden önce, kolay, seviyeli bir "diplomasi" uyguladığınızda, durumun genellikle tırmanmasını önleyebileceğinizi unutmayın. - *Dan Henderson, N1ND, ARRL Düzenleyici Kuruluş*

İstasyon ve sinyal iyi mühendislik ve işletim uygulamaları sergiler.

Bir sinyalin bant genişliği § 97.3 (a) (8) ile tanımlanırken, § 97.307 paragrafları amatör yayınların karşılaması gereken teknik standartları tanımlar. Paragraf (c), sahte - emisyonlardan kaynaklanan girişim kurallarını tanımlar. **Şekil 27.1'de gösterildiği gibi,** gerekli bant genişliği dışındaki modülasyon yan bantları *bant dışı* emisyonlar olarak kabul edilirken, harmonikler ve parazitik sinyaller *sahte emisyonlar olarak kabul edilir*. Paragraf (d) ve (e), **Şekil 27.2'de gösterilen sahte emisyonlarla ilgili mutlak sınırları belirtir.** Sahte emisyonlar, emisyonların müdahaleye neden olup olmadığına bakılmaksızın bu seviyeleri aşmamalıdır. Vericinizden gelen sahte emisyonlar parazite neden oluyorsa, onları temizlemek sizin sorumluluğunuzdadır .

Bu kuralların sıkı bir şekilde uygulanması, yalnızca amatör servise, ancak diğer radyo servislerine ve tüketici cihazlarına da müdahaleyi en aza indirmeye yardımcı

27.2.2 FCC Bölüm 15 Kuralları

Amerika Birleşik Devletleri'nde, lisanssız cihazların çoğu FCC kurallarının 15. Bölümü tarafından düzenlenir. Bu kuralları anlamak bir RFI problemini mutlaka çözmese de, bir Bölüm 15 cihazına ve cihazdan gelen parazit hakkında bazı önemli bilgiler ve arka plan sağlarlar. (Bölüm 18 cihazları ve kuralları bazı açılardan benzerdir) ve ayrı ayrı tartışılmayacaktır - kenar çubuğuna bakın.)

Bir RFI sorununun merkezinde olma potansiyeline sahip binlerce Bölüm 15 cihazı var. Bir Part 15 cihazı, başka bir cihazda yer almayan hemen hemen her şey olabilir

FCC Bölüm 18, Tüketici Cihazları

Bazı tüketici cihazları, İndustrial, Scientific and Medical (ISM) bantlarına ilişkin FCC Kurallarının 18. Bölümü tarafından düzenlenir. Bu cihazlar RF'yi dönüştürür
Doğrudan ısı, ışık veya ultrasonik ses enerjisi gibi başka bir enerji biçimine enerji. Bazı yaygın ev Parça 18 cihazları bu nedenle mikrodalga fırınlar, elektronik floresan ışık balastları, CFL'ler ve ultrasonik mücevher temizleyicileri içerir. (LED ampullerin, ışık ürettikleri işlem nedeniyle Bölüm 15 kapsamında olduğunu unutmayın.) Son zamanlarda, iç mekan büyümek ışık balastları ve ilgili ekipman neden olmuştur
Bir sürü RFI. Tüketicilere satılanların Bölüm 18 kurallarına göre sertifikalandırılması gerekirken, endüstriyel ve ticari müşterilere satılanlar değildir. Bölüm 18 olmayan cihazların ev geliştirme ve diğer tüketici satış noktalarında satıldığı bildirildi. ARRL, bu sorunu çözmek için FCC ve üreticilerle birlikte çalışıyor.

Tüketici Bölüm 18 cihazları RF jeneratörleridir - ancak iletişim amaçlı değildir - ve bazı durumlarda girişime neden olabilir. Ancak, onları müdahaleden koruyan kurallar yoktur. Bölüm 18'in amacı, bu cihazların çalışmasına izin vermek ve girişimi yasaklayan kurallar koymaktır.

Bir RFI problemi açısından, Bölüm 18 kuralları Bölüm 15'ten çok farklı değildir. Bir Bölüm 15 cihazında olduğu gibi, belirtilen emisyon sınırlarını karşılamak için bir Bölüm 18 cihazı gereklidir. Ayrıca, lisanslı bir radyo servisine zararlı parazite neden olmamalıdır.

Bölüm 18 Kurallar ve 33 cm Bant

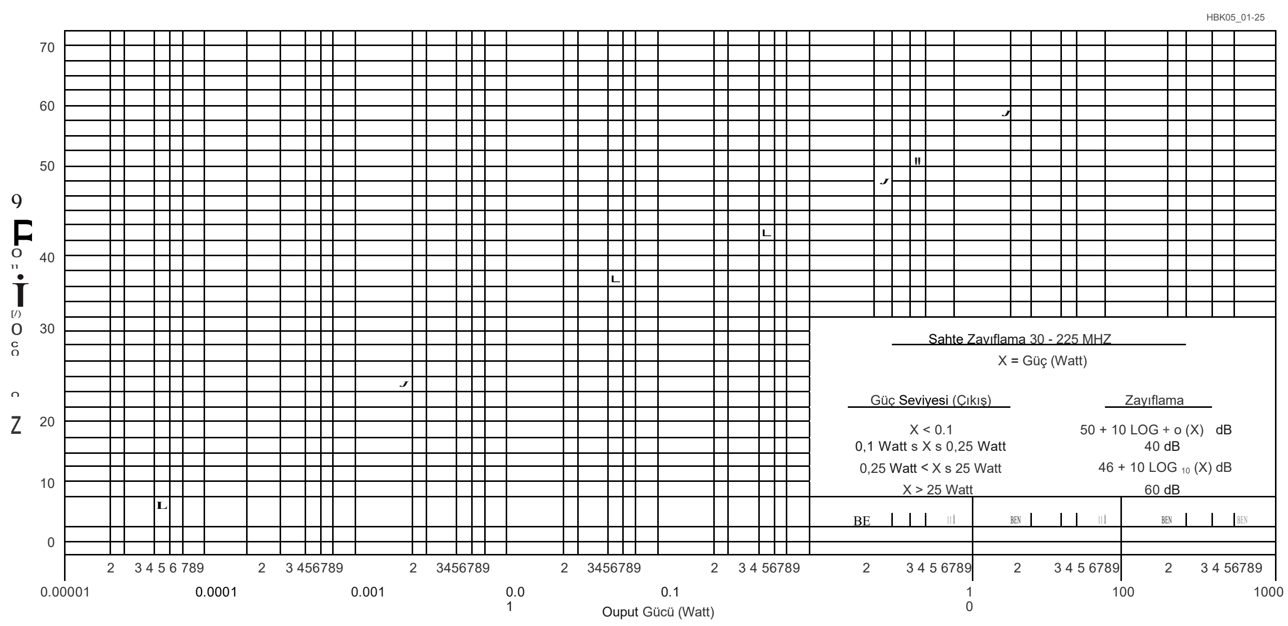
Bölüm 18, ISM (endüstriyel, bilimsel ve tıbbi) cihazlar için bir dizi bant belirtir. Bazı durumlarda sözde ISM bantları amatör spektrumu örtüşür. Örneğin, 902 ila 928 MHz arasındaki tüm 33 cm'lik bant hem amatör hem de ISM bandıdır. Ve, Bölüm 97'deki aşağıdaki kuralın gösterdiği gibi, amatör servis bu veya başka bir ISM bandında çalışan ISM cihazlarından korunmaz:

$97.303 (e) 33 cm bandında, 2400-2450 MHz segmentinde, 5.725-5.875 GHz segmentinde, 1.2 cm bandında, 2.5 mm bandında veya 244-246 GHz segmentinde yer alan amatör istasyonlar, endüstriyel, bilimsel ve tıbbi **(ISM)** ekipmanlardan gelen parazitleri kabul etmelidir.

33 cm bandı kullanırken ülkenin bazı bölgelerinde ek kısıtlamalar uygulanır.

- Colorado ve Wyoming'in bazı bölgelerinde bulunan amatörler, bu grubun bazı bölgelerinde iletim yapamayabilir.
- Teksas ve New Mexico'nun bazı bölgelerinde bulunan amatörlerin bu grubu kullanması yasaktır.
- White Sands Füze Menzili'nin 150 mil içinde bulunan amatörler 150 W PEP ile sınırlıdır.

Bu alanlardaki amatörler, bu alanların sınırlarını bilmekten ve geçerli tüm kurallara uymaktan sorumludur. Daha fazla bilgi ve sınır ayrıntıları için ARRL Tekrarlayıcı Dizini'nin en son sürümüne bakın.



Şekil 27.2 - **Sahte çıkışların gerekli zayıflaması, 30-225 MHz. 30 MHz'in altında, 1 Ocak 2003'ten sonra kurulan amatör vericiler için sahte emisyonlar 43 dB ile bastırılmalıdır.**

FCC kurallarının bir parçasıdır. Aslında, birçok Bölüm 15 cihazı normalde elektronik, RF veya bazı durumlarda elektrik ile ilişkili olmayabilir. Televizyonlar, radyolar, telefonlar ve hatta bilgisayarlar açıkça bir Bölüm 15 cihazı oluştururken, kurallar elektrik motorları ve bebek monitörleri, kablosuz mikrofonlar ve interkomlar, RF uzaktan kumandalar, garaj kapısı gibi tüketici cihazları da dahil olmak üzere RF üretebilen her şeyi kapsar.

açıcılar, vb. RF üretebilen ve yanıt verebilen pek çok Bölüm 15 tüketici cihazıyla, Amatör Radyo'yu içeren en çok bildirilen RFİ sorunlarının da bir Bölüm 15 cihazı içermesi şaşırtıcı değildir.

15. BÖLÜM TÜRLERİ DEVİCES

Bölüm 15, tipik olarak bir RFI problemi ile ilişkili olabilecek üç farklı cihaz türünü açıklar. Dördüncü bir tür de-

RFİ· İlgili FCC Kuralları ve Tanımları

İşte RFI ve Amatör Radyo Servisi ile ilgili en önemli kural ve tanımlardan bazıları. Bölüm 2'deki tanımlar, tüm radyo hizmetleri için geçerli olan düzenlemelerde kullanılır.

§ 2.1 Tanımlar

Zararlı İnterference. Bir radyonavigasyon hizmetinin veya diğer güvenlik hizmetlerinin işleyişini tehlikeye atan veya [ITU] Radyo Yönetmeliğine uygun olarak çalışan bir radyo iletişim hizmetini ciddi şekilde bozan, engelleyen veya tekrar tekrar kesintiye uğratan bir müdahale.

İçterferans. Emisyonların, radyasyonların veya indüksiyonların bir veya bir kombinasyonundan kaynaklanan istenmeyen enerjinin, herhangi bir performans düşüşü, yanlış yorumlama veya bu istenmeyen enerjinin yokluğunda çıkarılabilecek bilgi kaybı ile ortaya çıkan bir radyo iletişim sisteminde alım üzerine etkisi.

Bant dışı emisyon. Modülasyon işleminden kaynaklanan, ancak sahte emisyonları hariç tutan gerekli bant genişliğinin hemen dışındaki bir frekans veya frekanslarda emisyon. Grup burada "amatör grup" anlamına gelmez.

§ 97.3 Tanımlar

(a) 97. bölümde kullanılan terimlerin tanımları şunlardır :

(8) Bant genişliği. İletilen sinyalin ortalama gücünün, bant içindeki iletilen sinyalin ortalama gücünün en az 26 dB altında zayıflatıldığı bir frekans bandının genişliği.

(23) Zararlı müdahale. (önceki Bölüm 2 tanımına bakın)

(42) Sahte emisyon. Bir emisyon, bir iletimin gerekli bant genişliği dışındaki frekanslarda, iletilen bilgiyi etkilemeden seviyesi azaltılabilir.

§ 97.307 Emisyon standartları

(A) Hiçbir amatör istasyon iletimi, iyi amatör uygulamaya uygun olarak, iletilen bilgi oranı ve emisyon türü için gerekenden daha fazla bant genişliği işgal etmeyecektir.

(B) Modülasyondan kaynaklanan emisyonlar, kontrol operatörünün kullanabileceği bant veya segment ile sınırlı olmalıdır. Gerekli bant genişliği dışındaki emisyonlar, bitişik frekanslardaki işlemlere sıçrama veya tuş tıklama parazitine neden olmamalıdır.

(C) Bir istasyon vericisinden kaynaklanan tüm sahte emisyonlar mümkün olan en büyük ölçüde azaltılmalıdır. Şasi veya elektrik hattı radyasyonu da dahil olmak üzere herhangi bir sahte emisyon, başka bir radyo istasyonunun alımına zararlı müdahaleye neden olursa, müdahale eden amatör istasyonun lisans sahibinin, iyi mühendislik uygulamalarına uygun olarak, paraziti ortadan kaldırmak için gerekli adımları atması gerekir.

(d) 1 Ocak 2003'ten sonra takılan vericiler için, bir istasyon vericisinden veya harici RF amplifikatöründen gelen herhangi bir sahte emisyonun ortalama gücü 30 MHz'in altındaki bir frekansta, temel emisyonun ortalama gücünün en az 43 dB altında olmalıdır. 1 Ocak 2003 veya öncesinde kurulan vericiler için, 30 MHz'in altındaki bir frekansta yayın yapan bir istasyon vericisinden veya harici RF güç amplifikatöründen gelen herhangi bir sahte emisyonun ortalama gücü 50 mW'ı geçmemeli ve en az 40 dB olmalıdır. 1 Ocak 2003 tarihinde veya öncesinde kurulu 5 W'tan daha az ortalama güce sahip bir verici için, zayıflama en az 30 dB olmalıdır. 15 Nisan 1977'den önce inşa edilmiş veya ilk olarak 1 Ocak 1978'den önce pazarlanan bir verici bu zorunluluktan muaftır.

(E) Bir istasyon vericisinden veya 30-225 MHz arasındaki bir frekansta ileten harici RF güç amplifikatöründen gelen herhangi bir sahte emisyonun ortalama gücü, Temelin ortalama gücünün en az 60 dB altında. Ortalama gücü 25 W veya daha az olan bir verici için, anten iletim hattına verilen herhangi bir sahte emisyonun ortalama gücü 25 µW'ı geçmemeli ve temel emisyonun ortalama gücünün en az 40 dB altında olmalı, ancak 10 µW'ın gücünün altına düşürülmemelidir. 15 Nisan 1977'den önce inşa edilmiş veya ilk olarak 1 Ocak 1978'den önce pazarlanan bir verici bu zorunluluktan muaftır.

Taşıyıcı akım cihazı olarak adlandırılan yardımcısı, iletişim amacıyla güç hatları ve kablolama kullanır. Göreceğimiz gibi, kurallar her tür için farklıdır.

İntentional Yayıcılar - Geleneksel olarak RF enerjisi üretir ve yayar. Örnekler garaj kapısı açıcıları, kablosuz telefonlar ve bebek monitörlerini içerir.

Kasıtsız Yayıcılar - Kasıtlı olarak dahili olarak RF enerjisi üretir, ancak kasıtlı olarak yaymaz. Örnekler arasında bilgisayarlar ve ağ ekipmanları, süperheterodin alıcıları, switchmode güç kaynakları ve TV alıcıları bulunur.

İncidental Emitters - RF enerjisini sadece normal çalışmalarının bir parçası olarak üretir. Örnekler arasında güç hatları, arklı elektrikli çit, arklı anahtar kontakları, de motorlar ve mekanik ışık anahtarları bulunur.

Taşıyıcı Akım Cihazları - Geleneksel olarak RF üretir ve iletişim amacıyla elektrik hatlarında ve/veya ev kablolarında gerçekleştirir. Örnekler arasında Powerline ve X.10 ağları, Access veya İn-House Broadband-Over-Power-Line (BPL), kampüs radyo yayın sistemleri ve diğer güç hattı iletişim cihazları bulunur.

BÖLÜM 15 ÖZET

FCC'nin Bölüm 15 kuralları lisanssız cihazlarla ilgilidir ve birçok bölgeyi kapsar. Bölüm 15'i okumak ve anlamak oldukça zorlu görünse de - özellikle ilk bakışta - RFİ ile ilgili kurallar kabaca şöyle özetlenebilir:

• Bölüm 15 cihazları, Amatör Radyo gibi lisanslı bir radyo servisine zararlı parazite neden olmamak için koşulsuz bir gereklilik altında çalışır. Böyle bir girişim meydana gelirse, Part 15 cihazının operatörü girişimi ortadan kaldırmaktan sorumludur.

• Bölüm 15 cihazları, lisanslı bir radyo servisinin müdahalesine karşı koruma sağlamaz. Bölüm 15 cihaz RFI bağışıklığı ile ilgili FCC kuralları veya sınırları yoktur.

Lisanslı bir vericinin operatörü ne zaman bir Bölüm 15 cihazına girişimden sorumludur?

• Kurallar, parazitin harmonik gibi sahte emisyonlardan kaynaklanması durumunda verici operatörünü sorumlu tutar. Bir örnek, bir amatörün vericisinden kablosuz bir telefona müdahale eden bir harmonik olabilir. Bu durumda, verici izin verilen bant genişliğinin ötesinde zararlı RF enerjisi üretiyor. Vericiye bir tedavi yerleştirilmelidir.

• Bir Bölüm 15 cihazı, vericinin yasal ve kasıtlı bir çıktısına yanlış yanıt verdiğinde, verici operatörü sorumlu değildir. Bu duruma bir örnek, yakındaki bir amatör vericiden gelen güçlü ama yasal sinyalle kablosuz bir telefon çalışmasına müdahale etmek olabilir. Bu durumda, Bölüm 15 cihazı hatalıdır ve tedavi orada kurulmalıdır. Belirtmek önemlidir ki;

Bu durum, Bölüm 15 cihazlarına çoğu müdahalenin tipik bir örneğidir.

Bu durumlar için nedenler ve tedaviler farklı olsa da, her üç durum için de ortak unsur, sorunun çözümünde kişisel diplomasiye duyulan ihtiyaçtır.

BÖLÜM 15 İMALATÇI REQUIREMENTS

FCC kurallarına göre, her iki cihaz da üretiyor- Bu cihazların kürleri ve operatörleri, bir RFI sorununu çözme sorumluluğunu paylaşır. Üreticiler için kurallar öncelikle zararlı girişim olasılığını azaltmak için tasarlanmıştır. Bununla birlikte, bir RFI problemi olasılığını tamamen ortadan kaldırmazlar. İf ve müdahale meydana geldiğinde, kurallar, sorunların kapsamını en aza indirgemek ve sınırlandırmak için tasarlanmıştır, böylece duruma göre ele alınabilirler. Sorumluluk Daha sonra sorunu düzeltmek veya cihazı kullanmayı bırakmak için cihaz operatörüne düşer.

Üreticiler, parazit potansiyelini en aza indirmeye yardımcı olmak için iyi mühendislik uygulamaları kullanmaları gerekliliğine tabidir. Ek olarak, kasıtlı ve kasıtsız yayıcılar için belirli mutlak yürütülen ve yayılan emisyon sınırlarını karşılamaları gerekir. (Yürütülen ve yayılan emisyonların sınırları için kenar çubuğuna bakın.) Bu sınırlar yeterince yüksek

Bölüm 15 Kasıtsız Yayıcılar için Mutlak Emisyon Sınırları

§ 15.107 Yürütülen sınırlar

(A) A Sınıfı dijital cihazlar hariç, kamu hizmet (ac) güç hattına bağlanacak şekilde tasarlanmış ekipmanlar için, A Sınıfı dijital cihazlara geri gönderilen radyo frekans voltajı
Bant içindeki herhangi bir frekans veya frekans üzerindeki ac güç hattı 150 kHz ila 30 MHz, 50 µH/50 ohm hat empedans stabilizasyon ağı (LISN) kullanılarak ölçüldüğü gibi aşağıdaki tablodaki sınırları aşmayacaktır. Bu paragraf hükümlerine uygunluk, her bir güç hattı ile güç terminalindeki zemin arasındaki radyo frekansı voltajının ölçümüne dayanacaktır. Alt sınır bant kenarlarında geçerlidir.

Yürütülen Sınırlar - A Sınıfı Olmayan Dijital Cihazlar

Emisyon sıklığı (MHz)	*Yürütülen limit (dBµV) Yarı tepe*	*Ortalam a*
0.15-0.5	66'dan 56'ya *	56 ila 46 *
0.5-5	56	46
5-30	60	50

* Frekansın logaritması ile azalır .

(b) Kamu hizmet (ac) elektrik hattına bağlanmak üzere tasarlanmış A Sınıfı bir dijital cihaz için, 150 kHz - 30 MHz bandındaki herhangi bir frekans veya frekans üzerinde ac elektrik hattına geri iletilen radyo frekans voltajı aşağıdaki tablodaki sınırları aşmayacaktır,
50 µH/50 ohm USN kullanılarak ölçüldüğü gibi. Uyumluluk
Bu paragraf hükümleri ile her bir güç hattı ile güç terminalindeki zemin arasındaki radyo frekansı voltajının ölçümü esas alınacaktır. Alt sınır, frekans aralıkları arasındaki sınırda geçerlidir.

Yürütülen Limitler - Sınıf-A Dijital Cihazlar

Emisyon frekansı (MHz)	*Yürütülen limit (dBµV) Yarı tepe*	*Ortalam a*
0.15-0.5	79	66
0.5-30	73	60

(C) Bu bölümün (a) ve (b) paragraflarında gösterilen sınırlar, 30 MHz altındaki frekanslarda kasıtsız radyatör olarak çalışan taşıyıcı akım sistemleri için geçerli olmayacaktır. Bunun yerine, bu taşıyıcı akım sistemleri aşağıdaki standartlara tabi olacaktır:

(1) 535-1705 kHz frekans bandı içinde temel emisyonlarını içeren ve standart AM yayın alıcısı kullanılarak alınması amaçlanan taşıyıcı akım sistemleri için: iletilen emisyonlarda sınır yoktur.

(2) Diğer tüm taşıyıcı akım sistemleri için: 50 µH/50 ohm USN kullanılarak ölçülen frekans bandı 535-1705 kHz içinde 1000 µV.

(3) 30 MHz'in altında çalışan taşıyıcı akım sistemleri de § 15.109 (e)'deki yayılan emisyon limitlerine tabidir.

(d) Yürütülen sınırlara uygunluğu gösteren ölçümler, yalnızca çalışma için pil gücü kullanan ve ac güç hatlarından çalışmayan veya bağlıyken çalışma hükümlerini içeren cihazlar için gerekli değildir
AC güç hatlarına. Provizyon içeren veya yapan cihazlar
Zira, şarj sırasında çalışmaya izin veren akü şarj cihazlarının kullanımı, ac adaptörleri veya batarya gidericiler veya ac güç hatlarına dolaylı olarak bağlanan, ac güç hatlarına bağlı başka bir cihaz üzerinden güç elde eden, yapılan limitlere uygunluğu göstermek için test edilecektir.

§ 15.109 Yayılan emisyon sınırları

(A) A Sınıfı dijital cihazlar hariç, kasıtsız radyatörlerden 3 metre mesafeden yayılan emisyonların alan gücü aşağıdaki değerleri aşmamalıdır:

Yayılan Sınırlar - A Sınıfı Olmayan Dijital Cihazlar

Emisyon frekansı (MHz)	*Alan gücü (µVlmeter)*
30-88	100
88-216	150
216-960	200
Yukarıda 960	500

(B) Bir A Sınıfı dijital cihazdan yayılan emisyonların alan gücü, 10 metrelik bir mesafede belirlendiği üzere, aşağıdakileri aşmayacaktır:

Yayılan Sınırlar - A Sınıfı Dijital Cihazlar

Emisyon frekansı (MHz)	*Alan gücü (µVlmeter)*
30-88	90
88-216	150
216-960	210
Yukarıda 960	300

(c) Yukarıdaki emisyon tablolarında, daha sıkı limit geçerlidir
bant kenarlarında. Yayılan emisyonların ölçüleceği frekans aralığını belirten 15.33 ve 15.35 numaralı bölümler ve dedektör fonksiyonları ve diğer ölçüm standartları uygulanır.

(d) CB alıcıları için, 25-30 MHz frekans aralığında yayılan emisyonların alan gücü 3 metre mesafede 40 mikrovolt/metreyi aşmamalıdır. Alan gücü
Bu tür cihazlardan 30 MHz'in üzerinde yayılan emisyonlar, bu bölümün (a) paragrafındaki sınırlara uygun olacaktır.

(E) İstenmeyen radyatörler veya radyo frekansı emisyonlarını bağlantı telleri veya kabloları aracılığıyla iletmek üzere tasarlanmış ve radyo frekansı enerjisini ileten cihazlar da dahil olmak üzere 9 kHz ila 30 MHz frekans aralığında çalışan diğer kasıtsız radyatörler olarak kullanılan taşıyıcı akım sistemleri.
Bu bölümün 18. kısmı, 9 kHz ila 30 MHz frekans aralığı için § 15.209'da sağlanan kasıtlı radyatörler için yayılan emisyon sınırlarına uyacaktır. Alternatif olarak, kasıtsız radyatör olarak kullanılan ve 525 kHz ila 1705 kHz frekans aralığında çalışan taşıyıcı akım sistemleri, § 15.221 (a)'da sağlanan yayılan emisyon sınırlarına uyabilir. 30 MHz'in üzerindeki frekanslarda, bu bölümün (a), (b) veya (g) paragraflarındaki sınırlar, uygun olduğu şekilde uygulanır .

Rf İ ile ilgili Bölüm 15 FCC Kuralları ve Tanımları

FCC'nin Bölüm 15 kuralları, Federal Düzenlemeler Yasası'nın (CFR) Başlık 47 bölümünde bulunur. Ruhsatsız cihazlarla ilgilidir. İşte RFI ile ilgili daha önemli Bölüm 15 kuralları ve tanımlarından bazıları.

§ 15.3 Tanımlar .

(m) ***Zararlı girişim. Bir*** radyonavigasyon hizmetinin veya diğer güvenlik hizmetlerinin işleyişini tehlikeye atan veya bu bölüme uygun olarak çalışan bir radyo iletişim hizmetini ciddi şekilde bozan, engelleyen veya tekrar tekrar kesen herhangi bir emisyon, radyasyon veya indüksiyon.

(n) ***İncidental radyatör.*** Oluşturan bir aygıt Çalışma süresince radyo frekansı enerjisi, cihaz kasıtlı olarak radyo frekansı enerjisi üretmek veya yaymak için tasarlanmamasına rağmen.

(o) ***İntentional radyatör.*** Radyasyon veya indüksiyon yoluyla radyo frekansı enerjisini kasıtlı olarak üreten ve yayan bir cihaz.

(z) ***Kasıtsız radyatör.*** Cihaz içinde kullanılmak üzere kasıtlı olarak radyo frekansı enerjisi üreten veya bağlantı kablolaması yoluyla ilişkili ekipmana iletim yoluyla radyo frekansı sinyalleri gönderen, ancak
Radyasyon veya indüksiyon yoluyla RF enerjisi yaymayı amaçlamaz.

(t) ***Güç hattı taşıyıcı* sistemleri.** Tarafından kullanılan bir taşıyıcı akım sistemi olarak kullanılan bir kasıtsız radyatör Güç sisteminin genel denetimi için koruyucu röle, telemetri vb. için iletim hatlarında bir elektrik enerjisi hizmet kuruluşu. Sistem, sistemin elektrik iletim hatları üzerinden radyo frekansı enerjisinin iletimi ile çalışır. Sistem
Dağıtım trafo merkezini müşteriye veya ev kablolarına bağlayan elektrik hatlarını içermez.

(ff) ***Power Line üzerinden Geniş Bant Erişimi (Access BPL). Bir elektrik*** hizmet servisine, aralarındaki frekanslarda radyo frekansı enerjisi gönderen kasıtsız bir radyatör olarak kurulan ve işletilen bir taşıyıcı akım sistemi
1. Geniş bant iletişimi sağlamak için orta gerilim hatları üzerinde veya düşük gerilim hatları üzerinde 705 MHz ve 80 MHz ve hizmet hizmetinin müşteri binaları ile bağlantı noktalarının tedarik tarafında bulunur. Access BPL, § 15.3 (t)'de tanımlanan güç hattı taşıyıcı sistemlerini veya § 15.3 (gg)'de tanımlanan İn-House BPL'yi içermez.

(GG) Güç ***Hattı Üzerinden İn-House Geniş Bant (İn -BPL Evi). Radyo*** frekansı enerjisi gönderen, kasıtsız bir radyatör olarak çalışan bir taşıyıcı akım sistemi
Bir elektrik servis sağlayıcısı tarafından sahip olunmayan, işletilmeyen veya kontrol edilmeyen elektrik hatları üzerinden iletilerek. Elektrik hatları, anten (havai), yeraltı veya kullanıcı binalarının duvarları, zeminleri veya tavanları içinde olabilir. İnHouse BPL cihazları içinde kapalı ağlar kurabilir
Bir kullanıcının tesisleri veya Access BPL ağlarına veya her ikisine bağlantı sağlar.

İstenmeyen ve arızı radyatörlerden radyo ve televizyon müdahalesi ile ilgili en önemli Bölüm 15 kurallarından bazıları şunlardır:

§ 15.5 Genel çalışma koşulları .

(b) Kasıtlı, kasıtsız veya arızi bir radyatörün çalışması, zararlı bir girişimin neden olmadığı ve girişimin olduğu koşullara tabidir.
operasyonun neden olabileceği kabul edilmelidir
Yetkili bir radyo istasyonunun, başka bir kasıtlı veya kasıtsız radyatör, endüstriyel, bilimsel ve tıbbi (ISM) ekipman veya arızi bir radyatör tarafından.

(c) Radyo frekans cihazının operatörü, bildirim üzerine cihazı çalıştırmayı durdurmalıdır. Bir Komisyon temsilcisi tarafından cihazın zararlı girişime neden olduğu yönünde. Operasyon,
Zararlı girişime neden olan durum düzeltildi.

§ 15.13 İncidental radyatörler.

Bu cihazların üreticileri, zararlı girişim riskini en aza indirmek için iyi mühendislik uygulamaları kullanmalıdır.

§ 15.15 Genel teknik gereksinimler .

(c) Ekipmanın uygunluğundan sorumlu taraflar, bu bölümde belirtilen sınırların her koşulda zararlı müdahaleyi engellemeyeceğini dikkate almalıdır. Bölüm 15 cihazlarının operatörlerinin, yetkili kullanıcılara zararlı parazit oluşması durumunda çalışmayı durdurması gerektiğinden
radyo frekans spektrumundan, sorumlu taraflar
Ekipman uygunluğu için, iletişim için gerekli minimum alan gücünü kullanmaya, istenmeyen emisyonların bu yönetmeliklerin gerektirdiğinden daha fazla azaltılmasını sağlamaya ve kullanıcıya zararlı girişim sorunlarının nasıl çözüleceği konusunda tavsiyede bulunmaya teşvik edilir (örneğin, bkz. Sec. 15,105 (b)).

§ 15.19 Etiketleme gereklilikleri .

(A) Bu bölümün 2. bölümündeki gerekliliklere ek olarak, sertifikasyon, bildirim veya doğrulamaya tabi bir cihaz aşağıdaki şekilde etiketlenecektir:

(3) Diğer tüm cihazlar, cihaz üzerinde göze çarpan bir yerde aşağıdaki ifadeyi taşıyacaktır:

Bu cihaz, FCC Kurallarının 15. bölümüne uygundur. İşlem aşağıdaki iki koşula tabidir: (1) Bu cihaz zararlı girişime neden olmayabilir ve (2) bu cihaz istenmeyen çalışmaya neden olabilecek girişim de dahil olmak üzere alınan herhangi bir girişimi kabul etmelidir.

Tüketici ve konut B Sınıfı dijital cihazlar için aşağıdaki şartlar geçerlidir. Yalnızca endüstriyel ve benzer ortamlarda kullanılabilen A Sınıfı dijital cihazlar için farklı gereksinimler geçerlidir:

§ 15.105 Kullanıcıya bilgi verilmesi .

(B) B Sınıfı dijital cihaz veya çevre birimi için, kullanıcıya verilen talimatlar, kılavuzun metninde belirgin bir yere yerleştirilen aşağıdaki veya benzer bir ifadeyi içermelidir:

Bu ekipman test edilmiş ve FCC Kurallarının 15. bölümü uyarınca B Sınıfı dijital cihaz limitlerine uygun bulunmuştur. Bu limitler, konut kurulumundaki zararlı parazitlere karşı makul koruma sağlamak üzere tasarlanmıştır. Bu ekipman üretir, kullanır
Ve radyo frekansı enerjisi yayabilir ve talimatlara uygun olarak kurulmaz ve kullanılmazsa, radyo iletişiminde zararlı parazitlere neden olabilir. Bununla birlikte, belirli bir kurulumda parazit oluşmayacağının garantisi yoktur. Bu ekipman, ekipmanı kapatıp açarak belirlenebilen radyo veya televizyon alımına zararlı parazite neden olursa, kullanıcının aşağıdaki önlemlerden bir veya daha fazlasıyla paraziti düzeltmeye çalışması teşvik edilir:

Alıcı anteni yeniden yönlendirin veya yeniden konumlandırın.

Ekipman ve alıcı arasındaki ayrımı azaltın.

Ekipmanı, alıcının bağlı olduğundan farklı bir devre üzerindeki bir prize bağlayın.

Yardım için satıcıya veya deneyimli bir radyo/TV teknisyenine danışın.

Bu S9 + girişim seviyeleri frekans, mesafe ve diğer faktörlere bağlı olarak, yakın oluşabilir. Aslında, çoğu bildirilen Bölüm 15 tüketici ürünleri Amatör Radyo zararlı parazit neden yasal ve bu gerekli sınırları karşılamak. Bu nedenle, belirli bir cihazın zararlı girişime neden olması, kendi başına emisyon sınırları ile ilgili bir kural ihlalinin kanıtı veya kanıtı değildir .

Kasıtlı yayıcılar ve taşıyıcı akım cihazları hariç, 30 MHz'in altında mutlak emisyon limitleri yoktur. Bir Part 15 cihazının boyutu genellikle bu frekanslardaki dalga boyuna göre küçüktür. Bu uzun dalga boylarında etkili bir anten olamayacak kadar küçüktür. Bu nedenle, FCC kuralları uyarınca, sadece gerçekleştirilen emisyonlar 30 MHz'in altında belirtilmiştir. (Cihazlara bağlı kabloların ve kabloların genellikle sinyal yaymada etkili olduğunu ve sık sık yayılan RFI kaynakları olduğunu unutmayın.)

Genel olarak, yayılan emisyon sınırları sadece 30 MHz'in üzerindeki frekanslarda belirtilir. 30 MHz'in üzerindeki daha kısa dalga boylarında, cihazın kendisi bir radyatör olacak kadar büyüktür. Buna bağlı kablolama da gürültü yaymak için etkili bir anten olabilir.

Arızi radyatörlerin mutlak emisyon sınırları olmamasına rağmen, tüm Bölüm 15 cihazlarında olduğu gibi, üreticiler parazit potansiyelini en aza indirmek için hala iyi mühendislik uygulamaları kullanmalıdır.

FCC ayrıca üreticilerin çoğu Bölüm 15 cihazına etiket olarak veya cihazın kullanım kılavuzunda metin olarak bilgi eklemelerini gerektirir. Bu bilgi, müdahale potansiyelini ve cihaz operatörünün sorumluluğunu doğrular. Cihazda veya kılavuzda göze çarpan bir yere yerleştirilmeli ve aşağıdaki ifadeyi içermelidir:

Bu cihaz, FCC Kurallarının 15. bölümüne uygundur. İşlem aşağıdaki iki koşula tabidir: (1) Bu cihaz zararlı girişime neden olmayabilir ve (2) bu cihaz istenmeyen - çalışmaya neden olabilecek girişim de dahil olmak üzere alınan herhangi bir girişimi kabul etmelidir.

Bölüm 15 cihazlarının sahipleri genellikle bu bilgiden habersizdir ve cihazda veya el kitabında bulduklarında şaşırırlar. Bu etiketi okumak, RFI sorunlarını çözmede önemli bir adım olabilir. Etiketleme gereksinimleriyle ilgili ek ayrıntılar, Bölüm 15 Kuralları'ndaki kenar çubuğunda bulunabilir.

FCC EMISSION LIMITS

FCC'nin kuralları çoğu elektronik tüketici cihazı için mutlak emisyon sınırları getirirken, yakındaki alıcıları girişimden koruyacakları yaygın bir yanlış anlamadır. Gerçek şu ki, bu sınırlar, kaynak yakındaki bir konutta olsa bile, bir jambona zararlı müdahaleye neden olacak kadar yüksek. Üreticiler bunları karşıladığında Sınırlar, cihaz yasal olarak pazarlanabilir ve bir sonraki bölümde açıklandığı gibi Amerika Birleşik Devletleri'nde satılabilir. Bununla birlikte, aksi takdirde yasal bir cihazdan zararlı bir müdahale meydana gelirse, bunu düzeltme yükü, buna neden olan cihazın operatörüne düşer. Çoğu durumda, bu ya jambon ya da komşu.

Kasıtsız radyatörler için kurallar, aşağıdaki her yerde bulunan Bölüm 15 etiketi ile özetlenmiştir. Elektronik floresan ışık balastları ve CFL'ler gibi Bölüm 18 cihazlarının da benzer bir hüküm içerdiğine dikkat edilmelidir:

Bu cihaz, FCC Kurallarının 15. bölümüne uygundur. İşlem aşağıdaki iki koşula tabidir: (1) Bu cihaz zararlı girişime neden olmayabilir ve (2) bu cihaz istenmeyen - çalışmaya neden olabilecek girişim de dahil olmak üzere alınan herhangi bir girişimi kabul etmelidir.

Ek olarak, birçok elektronik olmayan kaynak, Bölüm 15 kapsamında "tesadüfi radyatörler'olarak sınıflandırılmıştır. Bu cihazlar tipik olarak bir kıvılcım veya ark ile RF üretir ve "tesadüfi radyatörler'olarak sınıflandırılır. Arızi radyatörler için emisyon limitleri yoktur - yalnızca lisanslı radyo hizmetlerine zararlı parazite neden olmadıklarına dair bir hüküm. Bir kez daha, bu cihazların neden olduğu zararlı parazitleri düz

EQUIPMENT AUTHORİZATION

FCC düzenlemeleri, Bölüm 15 cihazlarının FCC tarafından test edilmesini gerektirmez. Aslında, çok az cihaz aslında FCC testinden geçmelidir. Çoğu durumda, gereksinimler cihazı test eden üretici tarafından karşılanır ve test sonuçları, ilgili cihazın türüne bağlı olarak dosyada tutulur veya FCC'ye gönderilir. RF cihazları için çeşitli FCC onay süreçleri ile ilgili bazı genel bilgiler:

- ***Sertifikasyon:*** Ürünün tam bir teknik açıklamasını ve FCC teknik standartlarına uygunluğu gösteren bir ölçüm raporunu içeren bir uygulamanın gönderilmesini gerektirir. Sertifikasyon prosedürleri artık FCC tarafından artık kullanılmayan bir zamanlar bilinen Tip Kabulünün yerini almıştır. Sertifikaya tabi cihazlar şunları içerir: kablosuz telefonlar, güvenlik alarm sistemleri, tarama alıcıları, süper rejeneratif alıcılar, Amatör Radyo harici HF amplifikatörleri ve amplifikatör kitleri ve DVD oynatıcılar gibi TV arabirim cihazları gibi düşük güçlü vericiler.
- Uygunluk ***Beyanı (DoC):*** Ekipmanın FCC gerekliliklerine uygun olduğuna dair bir beyandır. Bir DoC, FCC'ye başvuru gerekmediğinden sertifikasyona bir alternatiftir, ancak başvuru sahibi cihazı akredite bir laboratuvarda test ettirmelidir. Uygunluk Beyanı, B Sınıfı kişisel şirketler için olağan onay prosedürüdür. Bilgisayar ve kişisel bilgisayar çevre birimleri .
- ***Bildirim:*** Ölçüm raporu içermeyen ekipman yetkilendirmesi için kısaltılmış bir uygulamanın FCC'ye gönderilmesini gerektirir. Bununla birlikte, ürünün FCC teknik standartlarına uygunluğunu gösteren bir ölçüm raporu başvuru sahibi tarafından tutulmalı ve Komisyon tarafından talep üzerine sunulmalıdır. Bildirime tabi olan cihazlar şunları içerir: noktadan noktaya mikrodalga vericileri, AM, FM ve TV yayın vericileri ve diğer alıcılar (başka yerlerde belirtildiği durumlar hariç).
- Doğrulama: ***Doğrulama,*** başvuru sahibinin gerekli testleri yaptığı ve yetkilendirilecek cihaz üzerinde yapıldığını ve cihazın teknik standartlara uygun olduğunu doğruladığı bir onay sürecidir. Doğrulanmış ekipman, cihaza bir uygunluk etiketi yapıştırılmasını ve cihazın girişim potansiyeli ile ilgili kullanım kılavuzunda yer alan bilgileri gerektirir. Doğrulamaya tabi cihazlar şunları içerir: iş bilgisayarı ekipmanı (Sınıf A); TV ve FM alıcıları; ve tüketici olmayan İndustrial, Bilimsel ve Tıbbi Ekipman.

BÖLÜM 15 OPERATÖR REQUIREMENTS

Tüm Bölüm 15 cihazlarının, Amatör Radyo Servisi de dahil olmak üzere lisanslı bir radyo servisine zararlı parazite neden olması yasaktır. Bu, yayıcı tipine veya bir üreticinin emisyon sınırlarına veya diğer FCC teknik standartlarına uygunluğuna bakılmaksızın mutlak bir gerekliliktir. Üreticinin gereksinimlerinin her koşulda zararlı parazitin oluşmasını önlemek için yeterli olmadığını belirtmek önemlidir. Bir Part 15 cihazı zararlı parazit oluşturduğunda, sorunu düzeltmek cihaz operatörünün sorumluluğunda olur. FCC'den gelen bildirim üzerine, cihaz operatörünün parazit düzeltilinceye kadar cihazı kullanmayı bırakması gerekebilir.

BÖLÜM 15 İNTERFERENCE İMMUNITY

Amatör Radyo da dahil olmak üzere lisanslı radyo hizmetleri, Bölüm 15 cihazlarının neden olduğu zararlı parazitlere karşı mutlak koruma sağlar. Etkilenen amatör frekans aynı zamanda bir ISM bandı (902 MHz bandı gibi) olmadıkça, Bölüm 18 cihazları için benzer bir hüküm vardır. Peki sorun nedir?

İlk olarak, çoğu elektronik tüketici ekipmanı için emisyon sınırları, yakındaki radyo alıcılarını zararlı parazitlerden korumak için yeterince düşük değildir. Kesin olarak bilmenin tek yolu, pahalı ve pratik olmayan soruna neden olan cihazı test etmektir. O zaman bile, ARRL Laboratuvarında test edilen bildirilen girişim kaynaklarının çoğu...

müttefiki emisyon sınırlarını karşılamak.

Sonuç olarak, çoğu RFI vakası, belirtilen emisyon limitlerini aşmanın aksine, zararlı girişim temelinde tartışılmaktadır. Kurallar, paraziti düzeltmek için yükü cihaz operatörüne yerleştirir - üreticiye değil. Tipik olarak operatör ya jambon ya da komşudur.

Dolayısıyla, kaynağın jambonun evinde olduğu tespit edilirse, sorunu çözmekten sorumludur. (FCC tarihsel olarak cihaza sahipseniz sempatik değildir.) Ve operatör komşu olduğunu kanıtlarsa, sorun daha da kötüleşebilir. Jambon şimdi komşusuyla potansiyel olarak garip ve zor bir durumla karşı karşıya kalıyor ve çoğu zaman diplomasi becerilerini sınırlarına kadar uzatıyor. Komşu işbirliği yapmayı reddederse, dava FCC müdahalesiyle bile önemli bir süre devam edebilir.

Jambon için bir başka potansiyel konu, "zararlı müdahale'nin anlamı üzerine odaklanmaktadır. Başka bir deyişle, FCC kuralları (hem Bölüm 2 hem de 15), zararlı paraziti, kasıtlı radyo iletişiminin tekrarlanan bir kesintisi olarak tanımlar. Bir RFI şikayeti bir FCC saha araştırmasıyla sonuçlandığında, bu tespit soruşturmayı yürüten ajan tarafından yapılır. Jambon ve ajan, sorununun FCC'nin zararlı olarak kabul edilen tanımını karşılayıp karşılamadığı konusunda hemfikir olmayabilir. (Aslında, ARRL, jambon için her iki yöne de gittiği belirli bir durumu gördü. Bir yıl arayla iki soruşturma yapıldı. Her araştırmacı aynı davayla ilgili farklı bir sonuca vardı.

– Ve her ikisi de aynı saha ofisindendi.)

Son olarak, şunu vurgulamak önemlidir: Kurallar, gürültü kaynaklarını kimin gerçekten bulması gerektiğini belirtmez. FCC, en azından zamanında ve tutarlı bir şekilde, RFI konumlandırmasını yapacak kaynaklara sahip değildir. Tüketici durumunda bir cihaz gerçeği, onu bulma yükünün etkilenen jambona düşmesidir. Elektrik hattı gürültüsü durumunda, yardımcı program sorunu bulmak ve düzeltmekten sorumludur. Bununla birlikte, birçok yardımcı program, gürültü kaynaklarını zamanında bulmak için gerekli personel ve ekipmandan yoksundur. ARRL, bu tür davaların bazılarının yıllarca sürdüğünü gördü.

RF İnterference ve FCC

Riley Hollingsworth, K4ZDH (FCC İcra Bürosu emekli Özel Danışmanı)

1999'dan beri FCC, ARRL Lab'daki personelin RFI çözümünde ilk kesintiyi aldığı bir işbirliği anlaşmasında ARRL ile birlikte çalıştı. Laboratuvar, gürültünün en olası kaynağa kadar daraltıldığından emin olmak için şikayetçiyle birlikte çalışır. Bu programla başarı oranı çok yüksek olmuştur ve çoğu durumda - belki de çoğu - ARRL ve şikayetçi herhangi bir FCC katılımı olmadan sorunu çözmektedir.

Laboratuvar, kulübenizde yapmanız gereken uygun testlerde size yardımcı olabilir Ve konunun FCC'ye yönlendirilmesi durumunda ihtiyacınız olan belgelerle. İlk başta elektrik hattı ile ilgili gibi görünen gürültünün gerçekte olduğu durum sayısına her zaman hayran kaldım. (bunlar gerçek örneklerdir) yakındaki bir elektrikli çit, bir golf arabası için bir pil şarj cihazı, bir Ethernet adaptörü, bir kağıt öğütücü veya radyo kulübesine bitişik bir odada yepyeni bir giysi yıkayıcıdaki bir devre kartı.

Hiçbir şeyi varsayma. Her olasılığı test edin ve testinizi belgeleyin. Sadece evinizdeki cihazlar ve neyin gürültüye neden olup neyin olmadığı hakkında çok şey öğrenmekle kalmayacak, aynı zamanda iyi belgeler durumunuzu daha güçlü ve daha kolay hale getirecektir. Kulübenizin içindeki ve etrafındaki gürültüyü izleme konusundaki ARRL makalelerini ve web sitesi eğitimlerini harfiyen izleyin. Web sitesinde gürültü örneklerini bile duyabilirsiniz.

Dokümantasyon gereksinimi özellikle elektrik hattı ile ilgili ise ve elektrik şirketi ile ilgilenmeye başlamanız gerekiyorsa önemlidir. Her aramanın notlarını alın Kiminle ve ne zaman konuştuğun. Bu sadece elektrik şirketine değil, aynı zamanda FCC eyleminin gerekli olduğu talihsiz olayda FCC'ye de yardımcı olur. Birçok durumda, elektrik şirketi personeli bu tür gürültüyü azaltmada çok fazla deneyime sahiptir ve onu bulmaktan gurur duyarlar. Diğer durumlarda, elektrik şirketi satın alınmış, satılmış, birleştirilmiş veya her neyse ve bu konularda çok fazla deneyime sahip personeli yoktur. Bazen personelin hiçbir deneyimi yoktur.

Elektrik hattı gürültüsünü izlemek için gereken ekipmanın maliyeti, iki çalışandan ve bir gün boyunca bir kova kamyonundan daha azdır. Genellikle güç hattı gürültüsünün kaynağı, gevşek veya arızalanmak üzere olan basit bir ekipman parçasıdır, bu nedenle kaynağı bulmak, güç şirketinin sistemini korumasına yardımcı olur. Yine de, bazı alanların Amatör Radyo için uygun olmadığını unutmayın. Eski bir trafo merkezinin ya da eski kutupların ve transformatörlerin veya bir sanayi bölgesinin yanında yaşıyorsanız, durumunuz belirsizdir. Yollarımız veya elektrik şebekelerimiz olsun, bu ülkedeki altyapının çoğu sadece eski ve güncel değil.

Özenle test etmeli ve iyice belgelemelisiniz. ARRL ve elektrik şirketi ile daha önce çalışmadığınız bir durumla FCC'ye asla gitmeyin.

27 .3 RFI Elemanları

27.3.1 Kaynak-Yol-Kurban

Tüm RFI vakaları, bir radyo frekansı enerjisi kaynağı, elektromanyetik enerjiye *(kurban) yanıt veren bir cihaz* ve enerjinin kaynaktan kurbana akmasına izin veren bir iletim yolu içerir. Kaynaklar arasında radyo vericileri, alıcı yerel osilatörler, hesaplama cihazları, elektriksel gürültü, yıldırım ve diğer doğal kaynaklar bulunur. İstenmeyen elektromanyetik enerjinin alınması mutlaka kurbanın yanlış çalışmasına neden olmaz.

Bir cihazın, kaynaktan gelen elektromanyetik enerjinin varlığında düzgün çalışması durumunda belirli bir kaynağa karşı bağışıklık kazandığı söylenir. Aslında, çeşitli bağışıklık seviyeleri için cihazlar tasarlamak, elektromanyetik uyumluluk mühendisliğinin bir yönüdür. Sadece kurban, alınan elektromanyetik enerjinin bir sonucu olarak işlevinde bir bozulma yaşadığında, RFI var olur. Bu durumda, kurban cihaz bu kaynaktan gelen RFİ'ye karşı hassastır.

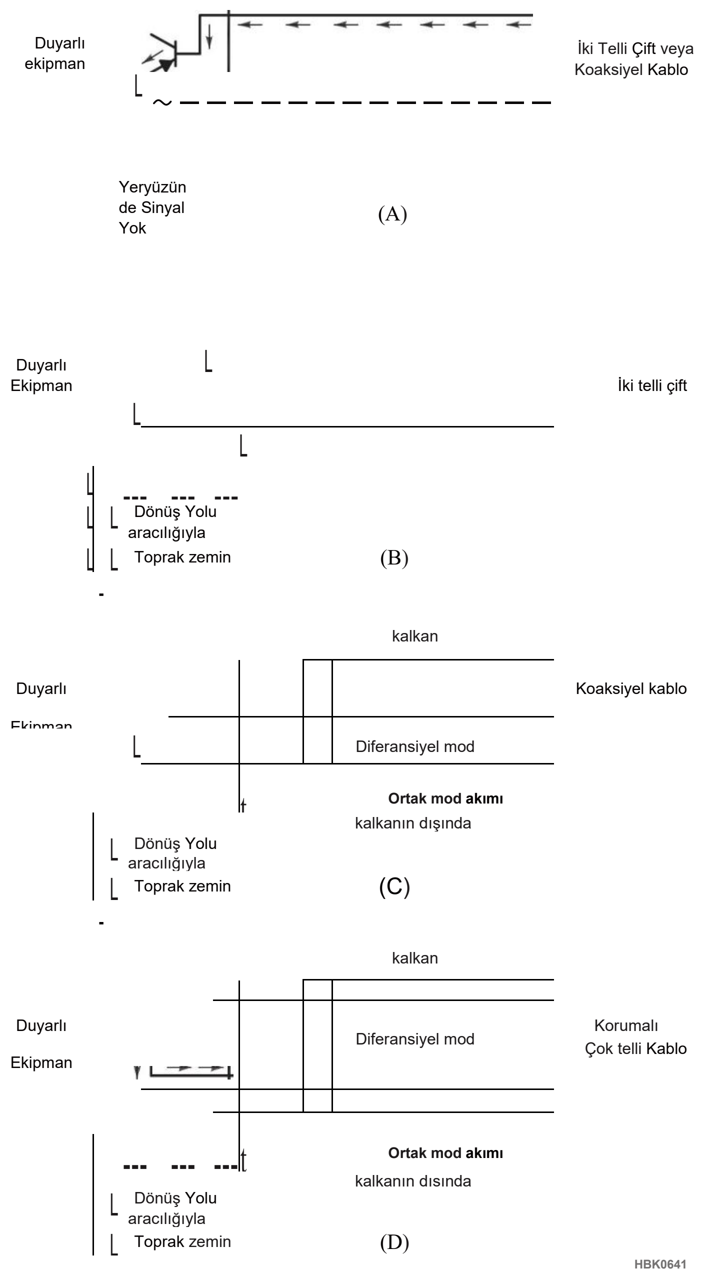
RFI'nin kaynaktan kurbana gidebilmesinin birkaç yolu vardır: *radyasyon, iletim, endüktif kuplaj* ve *kapasitif kuplaj. Radyasyonlu RF!* Kaynaktan gelen elektromanyetik radyasyonla uzaydan kurbana yayılır. *RF yapıldı!* Teller, muhafazalar, yer düzlemleri ve benzeri gibi kaynak ile kurban arasındaki fiziksel bir iletken yol üzerinde ilerler. İki devre manyetik olarak birleştiğinde İnductive kuplaj oluşur. Kapasitif kuplaj, iki devre - kapasitans yoluyla elektriksel olarak bağlandığında meydana gelir. Karşılaşabileceğiniz tipik RFI problemleri genellikle iletim ve radyasyon gibi çoklu yolları içerir. (Kalkanlar ve Filtreler, ayrıca Ott, bölüm 2.1-2.3 bölümüne bakın.)

Birçok RFI örneği, yayılan ve yürütülen RFI'nin bir kombinasyonudur. Yürütülen RFI, kaynağa bağlı bir veya daha fazla iletken üzerinde akım olarak kaynaktan çıkar. İletkenler, yayılan sinyaller oluşturan ortak mod akımı için verici antenler olarak hareket eder. Kurbana bağlı bir iletken daha sonra ortaya çıkan ortak mod akımının kurbana iletildiği yayılan sinyali alır.

27.3.2 Diferansiyel Mod vs Ortak Mod Sinyalleri

Kaynaktan kurbana giden yol neredeyse - her zaman teller veya kablolar gibi bazı iletken kısımları içerir. RF enerjisi doğrudan kaynaktan kurbana iletilebilir, yayıldığı yerde anten görevi gören bir tel veya kablo üzerine iletilebilir veya bir anten gibi davranan kurbana bağlı bir iletken tarafından alınabilir. Gürültü sinyali seyahat olduğunda - Yolun yürütülen kısmı boyunca, diferansiyel mod ve *ortak mod yürütülen* sinyaller arasındaki farkları anlamak önemlidir (bkz **Şekil 27.3).**

Diferansiyel modlu sinyaller genellikle kolayca tanımlanmış iki iletkene sahiptir. Bir twowire iletim hattı, örneğin, sig-nal bir tel üzerinde jeneratör bırakır ve diğerinde döner. İki iletken birbirine yakın olduğunda, bir iletim hattı oluştururlar ve iki sinyal Şekil 27.3A'de gösterildiği gibi zıt kutuplara sahiptir. Bir koaksiyel kablo içindeki TV sinyali veya *CATS* ağ kablosu üzerinde taşınan bir Ethernet sinyali gibi en çok istenen sinyaller, diferansiyel modlu sinyaller olarak gerçekleştirilir.



Şekil 27.3 - Ortak mod ve diferansiyel mod akımının tipik konfigürasyonları. A'daki çizim, diferansiyel modlu bir sinyalin akımlarını gösterirken, B, tüm kaynak tellerinde eşit olarak akan akımlarla ortak modlu bir sinyal gösterir. İn C, ortak modlu bir sinyal, koaksiyel kablo kalkanının dışında, kablonun içinde farklı bir mod sinyali ile akar. İn D, özel bir dönüş devresine sahip bir veri sinyali gibi diferansiyel modlu sinyal, dahili teller üzerinde akarken, ortak modlu bir sinyal kablo kalkanının dışında akar.

Ortak modlu bir devre, Şekil 27.3B'de olduğu gibi tek bir sinyal yolu gibi davranan çok telli bir kabloda iki veya daha fazla telden oluşur. Ortak mod devreleri, bir kablonun kalkanının dış yüzeyi Şekil 27.3C ve 27.3D'de olduğu gibi bir iletken görevi gördüğünde de vardır. (RF - sinyalleri için kalkanın iç ve dış yüzeyleri arasındaki izolasyon hakkında bir tartışma için İletim Hatları bölümüne bakın.) Sıradan bir - sinyalin dönüş yolu genellikle toprak zemini içerir. Ortak mod akımları, aynı iletkenlerde veya iletkenler grubunda eşit andoppozit akımın olmadığı akımların net sonucudur.

Şekil 27 .3D, bir sinyal için durumu ve her ikisi de ayrı bir kalkan içine alınmış dönüş yolunu göstermektedir. Bu, özel bir sinyal dönüşü veya sinyal toprak teli ile çok iletken bir kablodaki dijital veriler veya kontrol sinyalleri için yaygın bir düzenlemedir. Kablo kalkanı tüm veri ve veri geri dönüş bağlantılarından ayrı tutulmalıdır.

Elektronik ekipman tarafından üretilen dış gürültü ve elektronik ekipmana neden olan RFI, genellikle yanlış bağlanmış bir kablo kalkanındaki ortak mod akımı ile ilişkilidir. Örneğin, Şekil 27.3C ve 27.3D'deki kablo kalkanı muhafazaya bağlanmadığında ancak bir devrenin ortak veya zemin bağlantısına bağlanmadan önce cihaza girdiğinde ne olacağını düşünün. Bu durumda, devre tarafından üretilen herhangi bir gürültünün, muhafazanın dışında ve daha sonra yayıldığı kablo kalkanının yüzeyinde bir yolu vardır. Benzer şekilde, kablo kalkanı tarafından toplanan herhangi bir gürültü veya sinyal, - devreye bağlandığı ekipmana iletilir ve normal çalışmayı bozabilir veya istenen sinyalleri engelleyebilir. Bu, bu bölümün Elements ofRFI Control bölümünde daha fazla tartışılmıştır.

ORTAK MOD VE GÜÇ WIRİNG

Önceki tanım ile ac güç şirketlerinin ortak mod olarak gördüğü şey arasında önemli bir fark vardır. Corcom Güç hattı RFI filtrelerinin ve ilgili bileşenlerin büyük bir üreticisidir. (Bkz. **Www. te.com/usa-en/products/emi-filters/powerline -filters.html.) Ortak mod,** Ürün Kılavuzunun "İnsertion Kaybını Anlama" ekinde, "hattın her iki tarafında (sıcak ve nötr) toprağa atıfta bulunan sinyaller'olarak tanımlanır. Bu kitaptaki ortak modun RF tanımı, yer iletkeni üzerindeki sinyalleri de içerir.

Bunun anlamı, tipik bir ac-line filtrenin, - zemin iletkeni üzerinde akan ortak mod RF'ye karşı etkisiz olabileceğidir. Zemin bağlantısı tipik olarak doğrudan bağlantı olarak bir güç hattı RFI filtresinden geçirilir. RF'yi üç telli bir ac güç kablosunun veya kablonun zemin iletkeninde bloke etmek için, normal çözüm, kabloyu bir ferrit çekirdek üzerinde sarmaktır. Bu, sadece sıcak ve nötr değil, her üç iletkene de bir empedans yerleştirir. (Bkz. Kenar çubuğu "Diferansiyel Mod ve CommonMode Akım ve RFI Filtreleme", WlRFI Kontrol Elemanları bölümünde.)

Güç Vericileri ve Yürütülen Emisyon Sınırları

Bazı elektronik cihazlar kasıtlı olarak dahili RF üretir, ancak kasıtlı olarak yaymaz. Örneğin, bilgisayarlar, televizyonlar, radyo alıcıları ve anahtar mod güç kaynakları (SMPS) tarafından üretilen RF, bu tür cihazların çalışması için kasıtlı ve gereklidir. RF bu cihazlar tarafından kasıtlı olarak üretilmesine rağmen, *kasıtlı olarak* yaymazlar. FCC kurallarının 15. Bölümü uyarınca, bunlar *kasıtsız yayıcılar olarak tanımlanır.*

Tüm Bölüm 15 cihazları gibi, kasıtsız yayıcılar lisanslı bir radyo servisine zararlı müdahaleye neden olmamalıdır. Ek olarak, Bölüm 15 kuralları, kasıtsız yayıcılar için aşağıdaki iki tür mutlak sınır belirler:

• *Yürütülen emisyonlar* - cihaz güç kablosu aracılığıyla ev kablolarına ve elektrik hatlarına iletilen emisyonlar. Bölüm 15, yürütülen emisyonlar için mutlak sınırlar sağlar
150 kHz ila 30 MHz. 30 MHz'in üzerinde herhangi bir emisyon sınırı yoktur, çünkü güç hatları bu yüksek frekanslarda özellikle iyi iletim hatları değildir. Ek olarak, çoğu Bölüm 15 cihazı, 30 MHz'in altındaki daha uzun dalga boylarına göre küçüktür. Bu nedenle yürütülen emisyonlar, HF ve daha düşük frekanslarda fiziksel olarak daha büyük bir RFI "anteni" gerektiğinde birincil sorun haline gelir.

• *Yayılan emisyonlar* - cihazın kendisi tarafından yayılan emisyonlar. Bu durumda mutlak sınırlar 30 MHz ve daha yüksek frekanslarda belirtilmiştir. Olduğunu not etmek önemlidir
30 MHz'in altında yayılan emisyon sınırı yoktur. Elektrik hatları VHF ve daha yüksek frekanslarda nispeten verimsiz "iletim hatları" olduğundan, yayılan emisyonlar artık birincil sorun haline geliyor. Nispeten daha kısa dalga boyları şimdi 30 MHz'de tipik bir Part 15 cihazının fiziksel boyutuna yaklaşmaya başlıyor.

Yürütülen emisyon kuralları ve limitleri normalde sadece geçerlidir
Ev kablolarına takılan cihazlara. Bununla birlikte, İnverters, - pillerden ve güneş panellerinden gelen gücü ac güce dönüştürür. Bu durumda, invertörler ac güç kaynağıdır ve bu nedenle ev kablolarına ve güç hatlarına bağlı değildir. Bu nedenle, güç invertörlerinden kaynaklanan emisyonlar, FCC kuralları tarafından tanımlandığı şekilde "yürütülen emisyonlar'olarak kabul edilmez.

Bu durumda olağan sınırlar geçerli olmasa da, diğer her açıdan emisyonlar gerçekleştirilir. Neyse ki tipik olarak invertörlerle ilişkili daha kısa güç hatları azalır
Yürütülen emisyonlardan müdahale potansiyeli. Bununla birlikte, amatör bir istasyona güç sağlamak için birini kullanmak,
Özellikle zorlu bir uygulama. Bu nedenle, ARRL Lab personeli, - standart prosedürler ve enstrümanlar kullanılarak gerçekleştirilen tipik Bölüm 15 emisyon testinin invertörleri değerlendirirken yararlı olacağını düşündü. Veriler doğrudan diğer kasıtsız yayıcılar ve FCC sınırları ile ilişkilidir.

ARRL Laboratuvarında, yürütülen emisyonları ölçmek için bir USN (Hat İmpedance Stabilizasyon Ağı) ve kalibre edilmiş bir Rohde & Schwarz ESH-3 EMC alıcısı kullanıyoruz. Normalde, test edilen cihaz, istenmeyen RF'yi istenen 60 Hz'den ayıran USN'ye takılır.
AC güç. Yürütülen emisyonlar daha sonra özel Rohde & Schwarz alıcısı tarafından yarı tepe algılama kullanılarak ölçülür **(AM,** 9 kHz bant genişliği, alınan bir sinyalin insan kulağına müdahale etkisine erişmek için tasarlanmıştır). Bununla birlikte, güç invertörleri durumunda, USN güç invertörüne takılır. Bunu başarmak için, USN giriş ve çıkışını tersine çevirmek için bir dizi adaptör kablosu kullandık. Güç invertör testi durumunda, USN'yi ANSI Standart C63.4-2003, sayfa 10, Şekil 2'de açıklandığı gibi kullandık.

Aşağıdaki tablo Bölüm 15 yürütülen emisyon sınırlarını listeler. Sınırların bir mikrovoltaya göre dBµV veya dB cinsinden ifade edildiğini unutmayın. Bu durumda, 1000 µV sinyal + 60 dBµV'ye eşittir.

Frekans	*dBµV, yarı tepe algılama*
0.150-0.5 MHz	66'dan 56'ya *
0.5- 5.0	56
5.0- 30.0	60
>30.0	Hiçbir şey

* Frekansın logaritması ile azalır .

Bu sınırların girişim olasılığını ortadan kaldırmak için yeterince düşük olmadığını, bunun yerine yerel olduğunu belirtmek önemlidir.
ize. Güç invertörleri ile, LF, MF ve HF spektrumu boyunca uğultu sesi duyulabilir. Yürütülen emisyon seviyelerinin yanı sıra, parazitin şiddeti, güç kablolarının yerleşimi ve özellikleri ve antenden uzaklığı gibi şeylere de bağlı olabilir. Yürütülen emisyon seviyesi ne kadar düşükse, o kadar iyidir. Bob *Allison, WB1GCM, ARRL Laboratuvar Müdür Yardımcısı*

27.3.3 RFİ türleri

Amatör Radyo için geçerli olan dört temel RFI türü vardır. İlk ikisi, müdahale kaynağı bir amatör vericiden iletilen sinyal olduğunda aşağıdaki olasılık sırasına göre gerçekleşir:

1) ***Temel Aşırı Yük*** - Bir vericinin temel sinyalinin (vericiden amaçlanan sinyal) varlığında bir cihazın işlevinin bozulması veya bozulması. Bu olabilir, çünkü temel, kurban cihazının devresinin reddedilemeyeceği kadar güçlüdür - gerçek bir aşırı yükleme durumu. Ayrıca, güçlü sinyalin harici bir kablo üzerinde ortak mod akımı olarak alındığı ve daha sonra kurban cihazın devresine iletildiği ortak mod girişi nedeniyle de olabilir. Üçüncü bir varyasyon, müdahale sinyalinin kurbanın cihazının iç kabloları tarafından alındığı doğrudan alma veya doğrudan algılamadır. Her mekanizma için uygun ilaç kullanılmalıdır.

2) ***Sahte Emisyonlar*** - Önceki bölümde Bölüm 97 tanımları ve Şekil 27.1'de tanımlandığı gibi vericiden gelen sahte emisyonlarla müdahale edilen bir radyo sinyalinin alınması.

İkinci iki tipRFI, yine likelite olasılığına göre, istenen bir sinyalin alınmasına, istenen sinyalle birlikte alınan RF enerjisi ile müdahale edildiğinde meydana gelir.

3) ***Harici Gürültü Kaynakları*** - Lisanslı bir verici olmayan bir cihaz tarafından tesadüfen veya kasıtsız olarak iletilen RF enerjisi ile müdahale edilen bir radyo sinyalinin alınması

4) ***İntermodülasyon*** - Alıcının içinde veya dışında üretilen intermodülasyon distorsiyonu (IMD) ürünleri tarafından müdahale edilen bir radyo sinyalinin alınması

Bir RFI sorun giderici olarak, bunlardan hangisinin girişim sorununuza dahil olduğunu belirleyerek başlayın. RFI tipini öğrendikten sonra, problem için en uygun tedaviyi seçmek çok daha kolay hale gelir.

27.3.4 Temel Aşırı Yük

Amatör bir iletimin neden olduğu parazit vakalarının çoğu, *temel aşırı yükten kaynaklanmaktadır.* Dünya RF sinyalleriyle doludur. Her türden uygun şekilde tasarlanmış radyo alıcıları, diğerlerini reddederken istenen sinyali seçebilmelidir. Ne yazık ki, yetersiz kalkanlar veya filtreler gibi tasarım eksiklikleri nedeniyle, bazı radyo alıcıları güçlü bant dışı sinyalleri reddedemez. Bir radyo alıcısı olmayan elektronik ekipman da benzer tasarım eksikliklerinden kaynaklanan temel aşırı yükten muzdarip olabilir. Her iki temel aşırı yük türü de tüketici elektroniğinde yaygındır.

Güçlü bir sinyal, ekipmana birkaç farklı şekilde girebilir. En yaygın olarak, ekipmana bağlanarak gerçekleştirilir

Kablolar ve kablolar. Olası RFI iletkenleri arasında antenler ve besleme hatları, bağlantı kabloları, güç kabloları ve toprak telleri bulunur. TV antenleri ve besleme hatları, telefon veya hoparlör kabloları ve ac güç kabloları en yaygın giriş noktalarıdır .

Eğer sorun temel bir aşırı yüklenme durumu ise, sadece mağdur ekipmanının antenini ve sinyal kaynağını birbirinden uzağa hareket ettirerek önemli bir iyileşme gözlemlenebilir. Müdahale eden bir sinyalin etkisi doğrudan gücü ile ilgilidir, kaynaktan uzaklığın karesi ile azalır. Kaynaktan uzaklık iki katına çıkarsa, elektromanyetik alanın gücü, kaynaktan orijinal mesafedeki güç yoğunluğunun dörtte birine düşer. Zayıflatıcı genellikle bu tür bir problemle karşılaşıldığında tercih edilen bir silahtır. Rahatsız edici güçlü sinyalin seviyesinin düşürülmesi, alıcıyı normal çalışmaya döndürür ve istenmeyen etkilerin ortadan kalkmasına neden olur. Bu özellik genellikle bir RFI problemini temel aşırı yük olarak tanımlamaya yardımcı olmak için kullanılabilir. Sinyal kaynağının gücünü azaltmak, aynı zamanda temel aşırı yükün bir imzası olan aynı etkiye neden olur.

27.3.5 Sahte emisyonlar

Tüm vericiler, Şekil 27 ,1'de gösterildiği gibi, amaçlanan iletim bant genişliği dışı emisyonlarının ve sahte emisyonlarının dışında olan bazı (umarım az sayıda) RF sinyalleri üretir. Bant dışı sinyaller, modülasyon sürecindeki bozulmadan kaynaklanır veya amaçlanan sinyalle birlikte yayılan vericinin osilatörleri tarafından üretilen geniş bant gürültüsünden oluşur. Harmonikler, en yaygın sahte emisyonlar, çalışma (veya temel) frekansın tam sayı katlarında sinyallerdir.

Vericiler ayrıca sahte emisyonlar olarak geniş bant gürültüsü ve/veya parazitik salınımlar üretebilir. (Parazitik salınımlar **RF Güç Yükselteçleri** bölümünde tartışılmaktadır.) Bir amplifikatörün aşırı zorlanması genellikle sahte emisyonlar yaratır. FCC sertifikasyon standartlarını karşılamayan ancak yasadışı olarak satılan amplifikatörler, sık sık sahte emisyon kaynaklarıdır .

İstenmeyen sinyallerin nasıl oluşturulduğuna bakılmaksızın, girişime neden olurlarsa, FCC düzenlemeleri, vericinin operatörünün sorunu düzeltmesini gerektirir. Olağan tedavi, vericiyi ayarlamak veya onarmak veya anten tarafından yayılan sahte emisyonları engellemek için verici çıkışında filtreler kullanmaktır.

27.3.6 Dış gürültü kaynakları

FCC'ye bildirilen Amatör Hizmete müdahale vakalarının çoğu, sonunda bir tür dış müdahale içerecek şekilde belirlenir.

Bir radyo vericisinden gelen sinyaller yerine gürültü kaynağı. Bu anlamda gürültü, üreten cihazın çalışması için gerekli olmayan bir RF sinyali anlamına gelir.

En yaygın dış gürültü kaynakları elektrik, öncelikle elektrik hatlarıdır. Motorlar ve anahtarlama ekipmanları da elektriksel gürültü üretebilir. Güç kaynakları, dijital - ekipman ve değişken hızlı sürücüler gibi anahtar mod sistemleri tarafından yayılan gürültü giderek yaygınlaşmaktadır .

Dış gürültü, bilgisayarlar ve ağ ekipmanları, video oyunları, cihazlar ve diğer tüketici elektroniği türleri gibi lisanssız Bölüm 15 RF kaynaklarından da gelebilir.

Kaynaktan bağımsız olarak, sorunun dış gürültüden kaynaklanacağını belirlerseniz, gürültünün ortadan kaldırılması kaynağında gerçekleşmelidir. Alternatif olarak, bazı üreticiler bazı durumlarda yardımcı olabilecek gürültü önleyici cihazlar da yaparlar.

27.3.7 İntermodülasyon Bozulma

Alma bölümünde tartışıldığı gibi, intermodülasyon bozulması (IMD), iki orijinal frekansın çeşitli kombinasyonlarındaki sinyaller olan intermodülasyon ürünleri oluşturacak şekilde bir araya gelen iki sinyalden kaynaklanır. İki orijinal sinyal tamamen yasal olabilir, ancak *ortaya çıkan intermodülasyon bozulma ürünleri* diğer sinyaller tarafından kullanılan frekanslarda meydana gelebilir ve bir vericiden gelen sahte bir sinyalle aynı şekilde parazite neden olabilir. Üreten sinyallerin doğasına bağlı olarak, "intermod" aralıklı veya sürekli olabilir. İMD, bir alıcının içinde büyük sinyallerle veya harici olarak doğrusal olmayan kavşaklarda veya bağlantılarda birbirine karışan sinyallerle üretilebilir.

27.3.8 Yer bağlantıları

Elektriksel bir zemin, bir şekilde gürültüyü ve istenmeyen sinyalleri yutan büyük bir lavabo değildir. Toprak, devrenin bir radyo alıcısı gibi küçük veya büyük, bir verici ile AM/FM alıcısı arasındaki yayılma yolu gibi bir devre konseptidir. Zemin, devreler arasında evrensel bir referans noktası oluşturur.

Topraklama, RFI problemleri için bir tedavi olmasa da, zemin, herhangi bir elektronik kurulumun önemli bir güvenlik bileşenidir. IT, istasyonunuzdaki yıldırımdan korunma sisteminin bir parçasıdır ve ev kablolarınızın kritik bir güvenlik bileşenidir. Bir topraklama sisteminde yapılan herhangi bir değişiklik, bu önemli güvenlik hususlarını tehlikeye atmamalıdır. Topraklama hakkında önemli bilgiler için Güvenlik bölümüne bakın. TheARRL kitabı *Radyo Amatörleri için Topraklama ve Bağlama* ayrıca elektrik güvenliği, yıldırımdan korunma ve RF yönetimi için zemin sistemleri hakkında ayrıntılı bilgi verir

gerilimler ve akımlar.

Birçok amatör istasyonun "zemin'olarak adlandırılan birkaç bağlantısı vardır; Ac kablolama sisteminin bir parçası olan gerekli güvenlik zemini, yıldırımdan korunma için toprağa bir başka gerekli bağlantı ve belki de RFI kontrolü için ekipman arasında başka bir ortak bağlantı. Bu bağlantılar birbirleriyle tahmin edilmesi zor şekillerde etkileşime girebilir. İstasyon zemin bağlantılarının yeniden düzenlenmesi, etkilenen ekipmanın düşük empedans noktasında ve RF "sıcak noktalardan" uzakta olması için RF akım dağılımını değiştirerek istasyondaki bazı RFI sorunlarını çözebilir. İt istasyon ve istasyonun zemin sistemi içinde uygun bağlama uygulayarak sorunu çözmek için daha iyidir.

BONDING

Bağlama, potansiyel (voltaj) farklılıklarını en aza indirmeyi amaçlayan bir bağlantıyı ifade eder. Amatör istasyona bağlanmanın amacı, ekipman ile yer sisteminin tüm elemanları arasındaki potansiyel farkı en aza indirmektir - yer çubukları, elektrik enerjisi için giriş kabloları, telefon veya veri sistemleri, kablo veya uydu TV sistemleri ve amatör antenler. Bu, aydınlatma dalgalanmaları durumunda voltaj farklılıklarını en aza indirir. İt ayrıca hum ve vızıltıyı en aza indirir ve ekipman parçaları arasındaki voltaj farklılıklarından kaynaklanan RFI'yi azaltır.

İstasyonunuzun ekipmanı arasında düşük empedanslı bir bağlantı oluşturmak kolaydır ve ekipman parçaları arasındaki voltaj farklılıklarını (ve akım akışını) azaltmaya yardımcı olur. Yapıştırma bu kitabın **Güvenlik bölümünde de tartışılmıştır**.

Bağlama ayrıca, farklı ekipman parçalarına bağlanan kablo kalkanlarının uçları arasındaki voltaj farklarını azaltır. Bu voltaj farkı, kablo kalkanı ile etkili bir şekilde seridir ve kablo tarafından taşınan istenen sinyallere eklenebilir. Voltaj farkı ac güç, ses veya RF'de olabilir, bu nedenle bağlama, geniş bir frekans aralığında RFI'yi azaltmaya yardımcı olur.

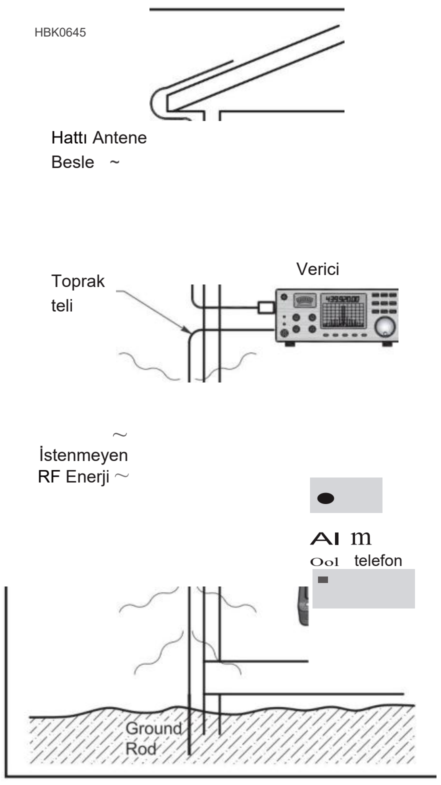
Yapıştırma için kullanılan iletkenler, düşük endüktans ve dirence sahip olacak kadar ağır olmalıdır. Ticari ve askeri tesisler için standart sağlam bakır kayıştır, ancak ağır telli veya sağlam tel (çıplak veya yalıtımlı) iyi çalışır. Düz dokuma örgü de kuru tutulursa çalışacaktır. Koaksiyel kablodan çıkarılan örgü önerilmez, ancak genellikle iyi sonuçlarla kullanılır.

Ekipman muhafazaları, **Şekil 27 .5'teki gibi doğrudan birbirine bağlanmalı veya bir İstasyonun Montajı bölümünde gösterildiği gibi bir bağlama otobüsü veya yer referans düzlemi kullanılarak bağlanmalıdır.** Amatör Radyo ve ev eğlence ekipmanları genellikle bir zemin vida veya terminal vardır. Birçok bilgisayarın kasa bağlantıları video veya veri konektörlerinin kabuğunda bulunabilir.

YER BAĞLANTILARININ UZUNLUĞU

İstasyon ekipmanı ile bir dış zemin çubuğu arasındaki yıldırımdan korunma için gerekli zemin bağlantısı, çoğu pratik kurulumda en az birkaç metre uzunluğundadır. (Güvenlik ve yıldırımdan korunma zemin gereksinimleri için Güvenlik bölümüne bakın.)

Bununla birlikte, genel olarak, dünya ile uzun bir bağlantı, yalnızca bir parçası olduğu ölçüde bir RFI sorununun bir parçası olarak düşünülmelidir.



Şekil 27.4 - Bir toprak zemin Bağlantı, RFİ'ye neden olabilecek sinyalleri yakındaki ekipmana yayabilir. Bu, zemin bağlantısı bir anten sisteminin parçasıysa veya kalkanın dışında RF akımı taşıyan bir koaksiyel besleme hattına bağlıysa olabilir.

Anten sistemi. Örneğin, uzun telli bir HF anteni istasyonda biterse, *herhangi bir* uzunlukta bir toprak bağlantısı bu antenin gerekli ve kullanışlı bir parçasıdır ve RF yayar.

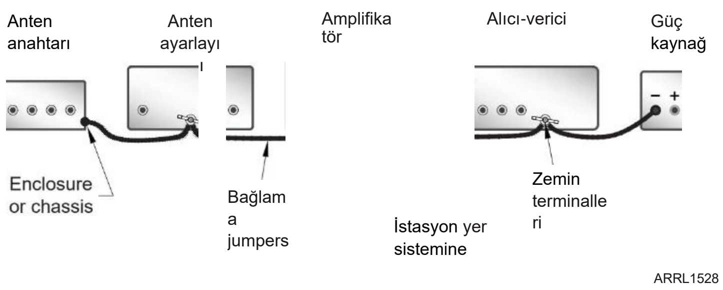
VHF'de bir toprak teli birkaç dalga boyu - uzunluğunda olabilir - RFI'ye neden olabilecek herhangi bir harmonikler için çok etkili bir anten! Örneğin, Şekil **27.4'te,** gerekli emniyet zemin telinden yayılan sinyaller, alt kattaki elektronik ekipmanda çok kolay bir şekilde parazit sorunu yaratabilir.

GROUND LOOPS, HUM VE BUZZ

Bir *toprak döngüsü, bir* dizi ekipman muhafazası etrafında sürekli bir iletken yol ile oluşturulur. Bu, yıldırım ve RFI duyarlılığı için bir fırsat yaratırken, zemin döngüsünün kendisi nadiren RF'deki sorunların bir nedenidir. Döngüler tarafından oluşturulan sorunlar

RFI ve Son Besleme Antenleri

Doğrudan istasyona getirilen bir uç beslemeli anten genellikle besleme noktasında bir akım-maksimum (düşük impedans noktası) üretmek için ayarlanır. Besleme noktası genellikle bir anten tunerinin çıkışıdır, bu nedenle besleme noktası aslında *istasyondadır.* Eğer bir rezonans karşı poise tunere bağlı değilse, ortaya çıkan akım çiftleşecek ve bağlı olan veya kapanan iletkenler üzerinde akacaktır.
Yer sistemi ve sinyal bağlantıları dahil olmak üzere verici ve tunerin muhafazalarına. Bir anten besleme hattının dışındaki sıradan akım da aynı şekilde hareket edebilir. Bu durumu ele almak için, ekipmanın toprak sisteminin yanı sıra düzgün bir şekilde birbirine bağlandığından emin olun ve son besleme teli için gerekli karşı dengeyi veya anten besleme hattı için ortak modlu bir boğucu sağlayın (bkz.



Şekil 27.5 - Doğrudan ekipman-ekipman bağı. Bilgisayarlar ve ilgili dişli de dahil olmak üzere her ekipman parçasında tek bir toprak terminaline veya muhafaza vidasına bağlı ağır tel veya kayış kullanın. Aynı yaklaşım ev eğlence sistemlerinde veya bilgisayar ve aksesuarlarda da kullanılabilir.

RF sinyallerinin alınması, ekipmanın uygun şekilde bağlanması ve kablolar ve kablolar tarafından oluşturulan döngü alanının en aza indirilmesiyle ele alınır.

Zemin döngüleri genellikle - transformatörlerden veya motorlardan güç frekanslı manyetik alanlara ve bazen de bağlantıdan yüksek akımlı güç kablolamasına bağlanmanın neden olduğu ses uğultusu ile ilişkilidir. Uğultu, frekansta neredeyse saf bir sinüs dalgası olarak görünür. AC güç sisteminin 50 veya 60 Hz. Düşük frekanslı toprak döngüsü sorunlarını önlemek için, ekipmanı bağlamak için gereken minimum uzunluk olan kısa kabloları kullanın ve kapalı herhangi bir döngünün alanını en aza indirmek için bunları bir araya getirin. Kabloları manyetik alanın kaynağından uzaklaştırmak veya kaynağı veya kabloları yeniden yönlendirmek uğultuyu azaltabilir. Bir döngüyü kısa devre yapmak için ekipmanı birbirine bağlamak bazen etkilidir.

Ses "vızıltı" öncelikle ac güç frekansının harmoniklerindeki akımlardan kaynaklanır. Akım, ac güç dalga formunun parçaları sırasında hareket eden redresörlü ac-powered ekipmanlardaki sızıntıdan veya anahtarlama devrelerinden kaynaklanır. Buzz, bağlanarak ve ac güç zemin bağlantılarının, üzerlerinde bu voltajların minimum olmasını sağlayarak ele alınır.

RİA Kaynağının Türünü 27 ,4

Herhangi bir RFI araştırmasının ilk aşamalarında rahatsız edici bir gürültü kaynağını birkaç geniş kategoriden biri olarak tanımak yararlıdır. Konumlandırma ve çözümleme teknikleri her gürültü türü için biraz değişebildiğinden, RFI problemlerini bulma ve çözme süreci, *genel* tip RFI kaynağını tanımlamakla başlar. Bununla birlikte, daha ileri gitmek ve aramanın başında belirli bir ekipman veya cihaz türünü tanımlamaya çalışmak yararlı değildir. Bu bölümün amacı, alınan gürültünün genel kategorisini belirlemenize ve gürültünün kaynağını bulmak için doğru araç ve yöntemleri seçmenize yardımcı olmaktır.

RFI'yi üreten cihazın tam tipini parazit sesinden tanımlamak genellikle imkansızdır. RFI'nin birçok potansiyel kaynağı olduğundan, genel gürültü özelliklerinden ve göründüğü kalıplardan ipuçları elde etmek ve yorumlamak genellikle daha önemlidir.

Örneğin, bir gün veya hafta boyunca tekrarlanabilir bir model sergileyen bir kaynak, insan aktivitesiyle ilişkili bir şey önerir. Hava koşullarına göre değişen veya hava koşullarından etkilenen bir ses, bir dış kaynak olduğunu gösterir. Örneğin, spektrum boyunca ayarlama yaparken düzenli ve tekrar eden bir tepe ve tepe noktası modelinde meydana gelen gürültü, örneğin her 50 kHz, genellikle bir anahtar modu güç kaynağı veya benzer darbeli akım cihazlarıyla ilişkilendirilir. Solma veya diğer gökyüzü dalgası özelliklerini sergileyen bir kaynak, yerel olmayan bir şeyi gösterir. İyi bir kulak ve detaylara dikkat etmek genellikle bazı önemli ipuçlarını artıracaktır. Ayrıntılı bir RFI günlüğü, özellikle zamanla korunursa, genellikle yardımcı olabilir.

GENIŞBANT VE DAR BANT NOISE

Gürültü geniş bant veya dar bant olarak tanımlanabilir - bir başka önemli ipucu. *Geniş bant gürültü sahip* gürültü olarak tanımlanır Etkilenen alıcının çalışma bant genişliğinden çok daha büyük bir bant genişliği ve geniş bir frekans aralığında makul bir şekilde tekdüzedir. Elektrik hattı gürültüsü gibi yaylardan ve kıvılcımlardan gelen gürültü, geniş bant olma eğilimindedir. *Dar bant gürültüsü,* etkilenen alıcının bant genişliğinden daha az bant genişliğine sahip gürültü olarak tanımlanır. Dar bant gürültüsü, ek modülasyon olsun veya olmasın, belirli, ayrı frekanslarda veya frekans gruplarında bulunur. Başka bir deyişle, bir SSB alıcısındaki gürültüyü dinlediyseniz, ayarlama, sesinin normal bir sinyal gibi değişmesine neden olur. Dar bant gürültüsü genellikle kayma veya aniden değişebilecek bir frekansa sahip modüle edilmemiş bir taşıyıcı gibi ses çıkarır. Mikroişlemci saat harmonikleri, osilatörler ve verici harmonikleri dar bant gürültü örnekleridir.

Yaygın Hata - Ne İs İt?

Birisi olağandışı olduğunda
RFI problemi, ilk soru o
Ya da neredeyse her zaman soruyor: Ne
Öyle mi? Bu ilginç bir soru ve bu
sırada sormanız gerekebilir.
Sorun giderme işlemi, ancak sormanız
gereken ilk soru bu değil. Birisi bunun bir
Model XYZ Panashibi anahtarlama güç
kaynağı olduğunu söylese bile, bu size ne
söylerdi? Yine de dünyaya gidip onu
bulmak zorundasın. Yine de, arama yapıp
yapmadığınızı bilmek yararlı olabilir
Bir anahtarlama güç kaynağı, DSL veya
kablo kaçağı veya bir plazma TV için.
Fakat
Genel olun, spesifik değil, çünkü yanlış
yönlendirilmek istemezsiniz. *- Ed Hare, W1RFI, ARRL Lab Manager (Bu* kenar
çubuğunun genişletilmiş bir versiyonu
bu kitabın ek materyalinde çevrimiçi
olarak mevcuttur.)

Bir RFI Günlüğü Tutmak

İyi ve doğru bir RFI kaydı tutmanın
önemi
Abartılı ol. Zaman ve hava koşullarını
kaydettiğinizden emin olun. Gürültünün
varlığını insan aktivitesi ve hava durumu
dönemleriyle ilişkilendirmek, güç hattı
gürültüsünü tanımlamaya çalışırken
genellikle çok önemli ipuçları sağlar.
Ayrıca, istasyonunuza gökyüzü dalgası
yoluyla yayılan gürültüyü tanımlamada
da yardımcı olabilir. Gürültünün
geçmişini gösteren bir günlük de olabilir
Profesyonel hizmetler veya FCC katılımı
bir noktada gerekli hale gelmelidir.

27 .4.1 Bölüm 15 Cihazlarından Gürültünün Belirlenmesi

ARRL'ye bildirilen en yaygın RFI problemi bilinmeyen ve tanımlanamayan bir kaynaktan gelmektedir. Bölüm 15 cihazlar ve diğer consumerequipmentnoise kaynakları her yerde bulunmaktadır. Bireysel bir gürültü kaynağından gelen mutlak sinyal seviyesi küçük olsa da, artan sayıları bu tür gürültüyü birçok banliyö ve kentsel alanda ciddi bir sorun haline getirmektedir. Aşağıdaki paragraflarda - elektronik gürültü kaynaklarının çeşitli yaygın türleri açıklanmaktadır.

Osilatörler, mikroişlemciler veya dijital devreler içeren elektronik cihazlar, işlemlerinin bir yan ürünü olarak RF sinyalleri üretir. Ürettikleri RF gürültüsü, zayıf koruma nedeniyle dahili kablolardan yayılabilir. Gürültü ayrıca, harici, korumasız veya yanlış korumalı kablolara, gürültüyü yaydığı ortak mod sinyali olarak da iletilebilir. Bu cihazlardan gelen gürültü genellikle, cihaz farklı şekillerde kullanıldığı için özellikleri (frekans, modülasyon, açma-kapama deseni) değiştiren dar banttır. HF ve düşük frekans

Sorunlar tipik olarak iletilen emisyonlardan kaynaklanır, ancak kurbana yayılan sinyaller olarak gidebilirler. Göreceğimiz gibi, **bu** vakalardaki tedavi genellikle ortak modlu boğucular ve filtreler içerir. VHF ve daha yüksek frekanslarda, olası neden kaynak cihazdan yayılan emisyonlardır**. Bu** durumlarda, ekranlama genellikle tercih edilen çözümdür.

Bir diğer önemli gürültü kaynağı sınıfı, büyük akımları kontrol eden veya değiştiren ekipman veya sistemlerdir. Bunlar arasında - çamaşır makineleri, asansörler ve ısıtma ve soğutma sistemleri gibi çeşitli ürünlerdeki çeşitli hızlı motorlar bulunmaktadır. Batarya ve güneş enerjisi sistemleri için şarj regülatörleri ve kontrol devreleri, verimli bir RF gürültü kaynağıdır. Bilgisayarlar ve düşük voltajlı aydınlatma için switchmode güç kaynakları da öyle. Bu tür bir gürültü yalnızca ekipman - çalışırken mevcuttur .

Switchmode kaynakları, güneş kontrolörleri ve invertörler genellikle her N kHz'de bir gürültü sinyali üretir, N tipik olarak akımın değiştirildiği frekans olan 5 ila 50 kHz veya daha fazladır. Bu, geniş bir bant genişliği boyunca tekdüze olan kıvılcım veya ark kaynakları tarafından üretilen gürültüden farklıdır. Bu model genellikle anahtarlama gürültüsünü güç hattı veya elektrik gürültüsünden ayırt etmede önemli bir ipucudur.

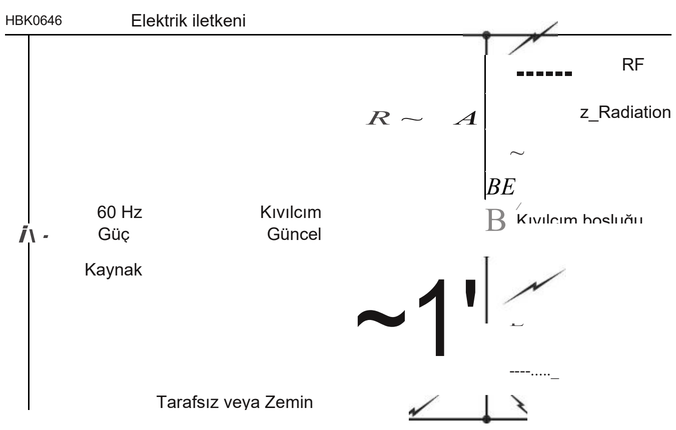
Kablolu bilgisayar ağları, doğrudan korumasız devrelerinden ve ağ ve güç kaynağı kablolarından gürültü yayar. Gürültü iki biçim alır - geniş bant gürültüsü ve amatör bantlar içinde birden fazla frekansta modüle edilmiş taşıyıcılar. Örnek olarak, Ethernet ağ arayüzleri genellikle CW modunda bir alıcıda duyulan sinyalleri yayar. 10.120, 14.030, 21.052 ve 28.016 MHz, Ethernet ağlarından gelen RFİ frekansları olarak bildirilmiştir. Her ağ arabirimi kendi saatini kullanır, bu nedenle ağları olan komşularınız varsa, bu frekansların etrafında 500 Hz ± bir taşıyıcı kümesi duyacaksınız .

İn kablo TV sistemleri video sinyalleri geniş bir spektrumda RF'ye dönüştürülür ve koaksiyel kablo ile eve dağıtılır. Bazı kablo kanalları amatör bantlarla çakışır, ancak sinyaller kablo sistemi içinde sınırlandırılmalıdır. Hiçbir sistem mükemmel değildir ve arızalı bir koaksiyel bağlantının kabloya ve kablodan sızıntıya izin vermesi yaygındır. Bu olduğunda, kablonun dışındaki bir alıcı kablodan RF duyacaktır ve TV alıcısı yerel yayınlardan parazit yaşayabilir. Kablo TV sinyallerine ve kablo TV sinyallerinden gelen İnterferans bu bölümde daha sonra ayrıntılı

27.4.2 Güç hattı ve elektriksel gürültünün belirlenmesi

GÜÇ-NE NOISE

Bilinmeyen bir kaynaktan gelen dış gürültünün yanında, bir RFI'nin en sık nedeni



Şekil 27.6 - Bir güç hattındaki boşluk gürültü devresi - basitleştirilmiş. (Loftness, *AC Power İnterference El Kitabından)*

Bilinen bir kaynağı içeren ARRL'ye bildirilen sorun, güç hattı gürültüsüdür. (Güç hattı gürültüsü hakkında daha fazla bilgi için, Marv Loftness, AC Power İnterference Handbook adlı kitaba bakın KB7KK.) Yardımcı ekipmandan kaynaklanan hemen hemen tüm güç hattı gürültüsü, bir güç hattına bağlı veya yakınında bulunan bazı donanımlar arasında kıvılcım veya ark nedeniyle oluşur. Havanın bozulması ve iyonlaşması meydana gelir ve akım iki iletken arasındaki bir boşluktan akar ve **Şekil 27.6'da gösterildiği gibi RF gürültüsü yaratır. Bu gürültü** genellikle elektrik endüstrisinde "boşluk gürültüsü'olarak adlandırılır. Boşluk bozuk, yanlış monte edilmiş veya gevşek donanımdan kaynaklanabilir. Tipik suçlular, bir topraklama teli ile bir zımba arasındaki boşluk gibi yetersiz ve yetersiz donanım aralığını içerir. Yaygın yanlış kanının aksine, korona deşarjı neredeyse hiçbir zaman bir güç hattı gürültüsü kaynağı değildir.

Güç hattı gürültüsü için tek bir kesin test olmasa da, bir dizi önemli anlatım işareti vardır. Bir AM veya SSB alıcısında, karakteristik raspy vızıltı veya kızartma sesi, bazen ark veya kıvılcım biraz püskürdükçe yoğunlukta değişir, genellikle ilk ve en belirgin ipucudur.

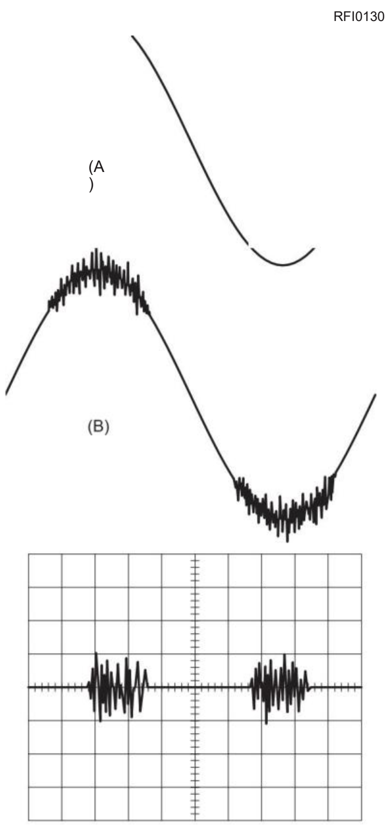
Güç hattı gürültüsü tipik olarak geniş bir spektrumda nispeten sabit olan geniş bant tipidir. Geniş bant gürültüsü olduğundan, onu ortadan kaldırmak için frekansı değiştiremezsiniz. Güç hattı gürültüsü genellikle, ancak her zaman değil, düşük frekanslarda daha güçlüdür. Her bant boyunca ve spektrum boyunca sürekli olarak gerçekleşir. Bu, AM yayın bandının altından UHF yoluyla parazite neden olabilir ve frekans arttıkça kademeli olarak azalır. Gürültü amatör bir bandın tamamında sürekli değilse, farklı frekanslarda zirveler ve boşluklar deseni sergiler veya tekrarlar

Bazı frekans aralıklarında, muhtemelen güç hattı gürültünüz yoktur.

Güç hattı gürültüsünün azaldığı frekans da yakınlığı konusunda önemli bir ipucu sağlayabilir. Kaynak ne kadar yakınsa, alınabileceği frekans o kadar yüksek olur. VHF ve UHF'yi etkiliyorsa, kaynak nispeten yakındır. Eğer AM yayın bandının hemen üstünde veya içinde düşerse, birkaç kilometre uzakta olabilir.

Güç hattı gürültüsü, kaynak dışarıdaysa genellikle hava koşullarından etkilenir. Yağmur veya nemli koşullar sırasında sık sık değişir, örneğin neme tepki olarak artar veya azalır. Rüzgar ayrıca hat ve donanım hareketinin bir sonucu olarak dalgalanmalar veya kesintiler yaratabilir. Sıcaklık etkileri ayrıca termal genleşme ve daralmadan da kaynaklanabilir.

Güç hattı gürültüsü için bir başka iyi test, bir osiloskop gerektirir. Güç hattı gürültüsünün patlamalarda en sık saniyede 120 patlama hızında ve bazen saniyede 60 patlamada meydana geldiğini unutmayın. Telsizinizin ses çıkışından şüpheli gürültüyü gözlemleyin. (Not: Kayıt çıkış jakı varsa en iyi şekilde çalışır). AM modunu geniş filtre ayarlarıyla kullanın ve istasyonsuz bir frekansa ayarlayın, böylece gürültü net bir şekilde duyulabilir. Süpürmeyi çizgiye senkronize etmek için osiloskopun tetikleyici alt sisteminin IINE ayarını kullanın. Güç hattı gürültü patlamaları ekranda sabit kalacak ve her 8.33 ms (120-Hz bir tekrarlama oranı) veya daha az sıklıkla, 16.67 ms (60 Hz), boşluk döngü başına sadece bir kez arklanıyorsa tekrarlanmalıdır. (Bu, 60 Hz'lik Kuzey Amerika güç hattı frekansını varsayar.) **Şekil 27'ye bakınız.** 7 Bir açıklama için. Eğer bir gürültü bu özelliklerin hiçbirini sergilemezse



Şekil 27. 7 - 60-Hz sinyali bulundu Sessiz güç hatları üzerinde neredeyse saf bir sinüs dalgasıdır, A'da gösterildiği gibi. Hat veya ona bağlı bir cihaz gürültülü ise, bu genellikle güce görünür gürültü katacaktır. B'de gösterildiği gibi hat sinyali Bu gürültü Genellikle hat voltajının en yüksek olduğu sinüs dalgasının pozitif ve negatif zirvelerinde en güçlüdür. Yayılan gürültü bir osiloskopta gözlenirse, C'de gösterildiği gibi zirveler sırasında gürültü mevcut olacaktır.

Teristik, muhtemelen güç hattı gürültüsü değildir.

Yerel bir TV istasyonu, daha düşük bir VHF kanalında analog TV sinyalleri iletiyorsa (2018'in başından itibaren çok az kişi kalır), bir anten (kablo TV bağlantısı değil) kullanarak bir analog TV setindeki gürültü desenini görüntüleyerek ek ipuçları elde edilebilir. - Powerline gürültüsü genellikle ekranda resim boyunca yavaşça yukarı doğru sürüklenen iki yatay çubuk olarak görünür. (Bu, NTSC sinyalinin 59.94 Hz alan hızı ile 60 Hz güç hattı frekansı arasındaki farktan kaynaklanmaktadır.) Ekranın üst kısmındaki ekrandan bir çubuk yuvarlanırken, altta aynı anda yeni bir çubuk oluşur. Gürültünün saniyede 60 patlamada meydana geldiği durumlarda, ekranda yalnızca bir çubuk olacaktır. Ek olarak, güç hattı gürültü patlamaları pozitif ve negatif zirvelerde biraz farklı özelliklere sahip olabilir. Bu, döngünün her yarısının ekranda biraz farklı bir desene sahip olmasına neden olabilir.

ELECTRICAL NOISE

Elektriksel gürültü, güç hattı gürültüsü gibi ses çıkarır, ancak genellikle yalnızca kısa patlamalarda veya üretim ekipmanının veya makinelerinin kullanıldığı dönemlerde bulunur. Yalnızca gündüz veya hafta sonları gibi günün saatine göre değişen gürültü, genellikle elektrik hattı gürültüsünü değil, düzenli olarak kullanılan bazı elektrikli cihaz veya cihazları gösterir. İklim kontrolü veya HVAC sistemi ile ilişkili olmadığı sürece, kapalı bir RFI elektrik gürültüsü kaynağı, hava koşullarından elektrik hattı gürültüsünden daha az etkilenir .

ELECTRİC ÇİTLER

Tanımlanması kolay olan özel bir elektriksel gürültü türü "pop... Pop... Bir elektrikli çit Pop ". Bir şarj ünitesi tarafından saniyede yaklaşık bir kez çite yüksek voltaj uygulanır. Bir kapı kancası veya ek yeri gibi çitteki aşınmış bağlantılarda yaylar oluşacaktır. Eğer fırça veya yabani otlar çite dokunursa, yüksek voltaj bitki örtüsü uzaklaşana kadar bu noktalarda bir arka neden olacaktır (bitki örtüsü yeniden büyüdüğünde ark geri dönecektir). Her yay, bir HF alıcısında'tik "veya" pop'olarak alınan kısa bir geniş bant gürültüsü patlamasına neden olur.

27.4.3 İntermodülasyon Bozulmasının (İMD) tanımlanması

Doğrusal olmayan bir kavşakta veya devrede iki güçlü sinyalin karıştırılmasından üretilen IMD ürünleri, iki sinyal frekansının kombinasyonları olan frekanslarda görünür. Kombinasyon işlemi alıcının dışında veya içinde gerçekleşebilir. Ortaya çıkan İMD ürün sinyalleri her iki sinyalin modülasyonunu içerir. Örneğin, iki SSB veya FM ses sinyalinden gelen intermodülasyon, her iki istasyonun modüle edici sinyalleri ile biraz bozulmuş sinyaller üretir. İki sinyal senkronize olmadığından, intermodülasyon ürünleri öngörülemez bir şekilde gelir ve gider, yalnızca her iki harici sinyal mevcut olduğunda mevcuttur.

IMD OUTSIDE A RECEIVER ÜRETTI

Sinyallerin karıştırılması, orijinal sinyallerin her ikisinin de bağlantıda akımın akmasına neden olacak kadar güçlü olduğu herhangi bir doğrusal olmayan kavşakta meydana gelebilir. Bu, yayın tesisleri ve endüstriyel veya ticari iletişim siteleri gibi çoklu verici sitelerinde özel bir sorundur. Doğrusal olmayan kavşaklar, metal donanımdaki gevşek mekanik temaslar, aşınmış metal kavşaklar ve güçlü sinyaller için anten görevi gören tellere bağlı yarı iletken kavşaklarla oluşturulabilir. Doğrusal olmayan kavşaklar ayrıca RF sinyallerini çeşitli derecelerde algılar veya demodüle eder, bazı durumlarda parazitli ses veya de sinyalleri oluşturur. Harici olarak üretilen İMD ürünleri - alıcıda filtrelenemez ve

Yaygın Hata - Kaynak İllegal Olmalı Çünkü Çok Gürültülü

Tüketici elektroniği için FCC limitleri, yakındaki alıcılara parazite karşı koruma sağlamak için yeterli değildir. Tipik bir banliyö mahallesinde,
Parazit bile yüksek olabilir
Komşu bir evden. Geçerli sınırları karşıladıklarını kanıtlayan bu cihazlar yasal olarak pazarlanabilir ve satılabilir. İf ve girişim meydana geldiğinde, yük daha sonra sorunu düzeltmek için cihazın operatörüne düşer.

Sonuç: Cihazın yasadışı olarak FCC sınırlarını aştığını otomatik olarak varsaymayın, çünkü zararlı parazitlere neden oluyor, hatta
Eğer aşırı görünüyorsa. Mike *Gruber, W1 MG (ARRL EMC Mühendislik, rfi@arrl.org*)

Orijinal sinyallerin birleştirildiği yerlerde elimine edilmelidir.

Bir alıcıya dışarıdan üretilen bir intermodülasyon ürünü, genellikle sahte bir - emisyona benzer şekilde aralıklı bir iletim olarak görünür. (İntermodülasyon hakkında daha fazla bilgi için Alma bölümüne bakın.) İt, kısa ses veya veri sinyallerini birleştirmek ve üretmek için ortak bir anten kurulumunu paylaşan ticari çağrı veya gönderim vericilerinden gelen güçlü sinyaller için yaygındır. AM yayın iletimleri, her iki istasyondan sesli modülasyon ile AM sinyalleri üretmek için birleşebilir.

Amatör bir istasyonun kendisi, çeşitli kablolarda ve kablolarda toplanan güçlü sinyallerin kaynağı olabilir. RF daha sonra, doğrusal olmayan kavşaklar olarak hareket eden birçok diyot ve transistörle karşılaşabileceği istasyona iletilir. Elde edilen IMD ürün - sinyalleri daha sonra RF'yi ilk etapta alan aynı kablolar ve kablolar tarafından gerçekleştirilebilir ve yayılabilir.

İMD ayrıca bir yayın FM veya TV alıcısında oluşturulabilirpreamplifikatör. Çözüm, uygun filtreler eklemek veya genel sinyal seviyelerini azaltmak ve güçlü engelleyici sinyal veya sinyallerin doğrusal olarak işlenebilmesi için kazanmaktır.

İMD, İNSIDE A RECEIVER ÜRETTİ

Ürünler dahili olarak alıcıya üretildiğinden, güçlü sinyaller, İMD ürünlerinin üretildiği alıcı devrelerine girmeden önce filtrelenmeli veya zayıflatılmalıdır. Harici intermodülasyon ürünleri gibi, doğrusal olmayan bir şekilde hareket eden bir alıcı tarafından üretilenler, iki veya daha fazla güçlü dış sinyalin kombinasyonları olarak görünür. Bir alıcı içinde üretilen İntermodülasyon genellikle olabilir

Basitçe alıcının gelen sinyal zayıflatıcısını etkinleştirerek tespit edilir. Eğer gelen sinyalleri zayıflatmak, intermodülasyon ürününün uygulanan zayıflamadan daha büyük bir miktarda azaltılmasına neden olursa, alıcıdaki intermodülasyon güçlü bir olasılıktır. Alıcılar İMD performanslarına göre değiştiğinden, alıcılar arasındaki engelleyici sinyal gücündeki farklılıklar da intermodülasyonun bir göstergesidir.

Aşağıdaki basit "zayıflatıcı testi", birden fazla alıcıda benzer şekilde göründüğü durumlarda bile bir İMD ürününü tanımlamak için kullanılabilir. Bu prosedür esas olarak - hassas ön uç aşamalarında analog devreli süperheterodin alıcıları için geçerlidir. SDR alıcıları, güçlü sinyallere doğrusal ve doğrusal olmayan işlemler arasında daha ani bir geçişle biraz farklı tepki verir.

• İfyourreceiver bir tane yok, RF girişine bir adım zayıflatıcı takın. Alıcınıza dahili bir zayıflatıcı kullanırsanız, alıcının girişindeki RF'yi zayıflatmalıdır.

• Adım zayıflatıcı 0 dB'ye ayarlanmış olarak alıcıyı şüpheli intermod ürününe ayarlayın. Sinyal seviyesine dikkat edin.

• Sinyale bilinen miktarda zayıflama ekleyin. Tipik olarak 10 veya 20 dB bu test için iyi bir başlangıç noktasıdır.

• Şüpheli sinyal, eklenen zayıflama miktarından daha fazla düşerse, şüpheli sinyal bir İMD ürünüdür. Örneğin, 10 dB zayıflama eklerseniz ve sinyal düşerse 30 dB'ye kadar, bir IMD ürünü belirlediniz.

• Ayrıca, şüpheli İMD ürünü ile bilinen gerçek bir sinyal arasındaki sinyal seviyesindeki azalmayı, eklenen zayıflama ile ve olmadan karşılaştırabilirsiniz. Ek bir zayıflama olmadan şüpheli sinyalle aynı güçte olan bilinen gerçek bir sinyal kullanın. Şüpheli sinyal, eklenen zayıflama ile aynı şekilde düşerse, bir İMD ürünü değildir.

İntermodülasyon distorsiyonu çeşitli şekillerde tedavi edilebilir. Amaç, IMD'ye neden olan sinyallerin gücünü azaltmaktır, böylece alıcı devreler bunları doğrusal ve bozulma olmadan işleyebilir.

İfİMD alıcınızda meydana geliyor, filtreler İstenilen sinyali geçirirken İMD'ye neden olan güçlü istenmeyen sinyalleri ortadan kaldıran, genellikle alıcı duyarlılığından ödün vermedikleri için en iyi yaklaşımdır. (Alma **bölümü,** alıcınıza nasıl ek filtreleme ekleneceğini tartışır.) Ön amplifikatörleri kapatmak, alıcının zayıflamasını eklemek veya arttırmak ve RF kazancını azaltmak alıcınızdaki sinyal gücünü azaltacaktır. Anten tunerleri ve harici bant geçiren filtreler, bant dışı sinyallerden kaynaklanan İMD'yi azaltmak için bir filtre görevi görebilir. Daha dar bant genişliğine sahip yönlü kirişler ve antenler, özel sorununuzun koşullarına bağlı olarak da yardımcı olabilir.

Yaygın hata - Yayılan ve Yürütülen Emisyonlar

FCC, 30 MHz'in altında yayılan emisyon limitleri uygulamaz. Sadece 30 MHz'in altında yürütülen emisyonlar vardır. Özellikle, FCC gereksinimleri, çoğu tüketici cihazı için bir güç kablosu olan ac güç bağlantısında yürütülen RF içindir. Kasadaki sınırlar, hem faz (veya "sıcak") iletkenden hem de nötr iletkenden yer iletkenine bir voltaj cinsinden ifade edilir.

Not: Tipik tüketici cihazları HF'de etkili bir anten olamayacak kadar küçüktür. Cihaz RF'yi üretebilirken, onu yaymaz. Gerçek radyasyon, kaynak cihaza bağlı tellerden ve kablolardan gerçekleşir. Bu konuda FCC kuralları sadece ac güç bağlantısını ele.

30 MHz'in üzerinde, durum tersine döndü. Yürütülen emisyonlar için sınır yoktur - sadece yayılan emisyonlar için. Bu durumda sınırlar, cihazdan belirli bir mesafede alan kuvveti olarak ifade edilir. Mike *Gruber, W1MG (ARRL EMC Mühendislik,* **rfi@arrl.org)**

27.5 RFİ Kaynaklarının Bulunması

Gürültünün genel doğasını belirledikten sonra, nereden geldiğini bulma zamanı. "Kaynağı tam olarak belirleyin ve ne olduğunu bileceksiniz". İyi tavsiye! Bulunana veya birkaç olasılığa indirgenene kadar kaynağın tam olarak ne olduğunu bilmeye gerek yoktur. Bu yüzden uygun ilk soru, "Kaynağı nasıl bulurum?"

Bu bölümdeki materyalle birlikte, *ARRL RF'nin Radyo Yönü Bulma bölümü! Kitap,* kaynakları bulmak için mevcut birçok yöntemi açıklar. Tüm frekanslarda yön bulma hakkında bilgi içeren çok sayıda web sitesi vardır. Bu bilgi, amatörün, kaynağın bulunmasının, ne olabileceği hakkında spekülasyon yapmak yerine ilk adım olduğu konusunda eğitilmesine yardımcı olur.

Rahatsız edici bir cihazı veya gürültü kaynağını bulmak bazen samanlıkta iğne bulmaya çalışmak gibi görünebilir. Biraz sabır ve bilgi birikimi ile, bir sorunun kaynağını nispeten kısa sürede bulmak genellikle mümkündür. RF dedektif çalışması genellikle yeniden... Aranan ve bazı durumlarda diğerlerinden biraz daha fazla azim gerektirir. Her durumda, bazı arka plan ve tekniklerle donanmış olarak, ilk kez RFI araştırmacısının beklediğinden daha rahatsız edici bir kaynak bulmak genellikle daha kolaydır. Kaynak kesin olarak belirlendikten ve kesin doğası bilindikten sonra, RFI'yi ortadan kaldırmak için uygun tedavi uygulanabilir.

PREPARİNG, FİND'YE BİR RFI KAYNAĞI

Aşağıdaki soruları düşünün:

1) Her şeyden önce, araştırmacının açık bir zihni var mı? Bu tür bir arama, kaynağı içeren yapı bulunana kadar görsel bir arama değildir. O zaman bile, kaynağı belirlemek için ekipmana hala güvenilmelidir. Açık bir zihin, ekipmana güvenmeye istekli olmak ve görülen veya tahmin edilen bir şeyi takip etmek için arama yolundan tahmin etmek veya sapmak için zaman kaybetmemek anlamına gelir.

2) Yararlı sonuçlar üretmek için donanımlı araştırmacı? Pille çalışan AM-Yararlı bir sinyal gücü göstergesine sahip FM-SW-VHF alıcısı ve ilgili en yüksek frekansta oldukça iyi bir şekilde alınan bir yürüyüş araması için uygun bir yönlü anten gereklidir. Bu tür bir kaynak için neyin işe yaradığına dair örnekler için Güç Hattı Gürültüsü bölümüne bakın. Taşınabilir SDR alıcıları artık taşınabilir bir spektrum analizörü olarak da kullanılabilir.

3) Araştırmacı yön bulmayı biliyor mu? Bölgedeki güç hatlarının veya potansiyel kaynakların türü bu noktada önemsizdir. Kaynağı içeren yapıyı bulmak tek amaçtır. Sadece ekipmanınıza güvenerek ve sizi kaynağa yönlendirmek için doğru şekilde kullanarak, iş en az zaman ve çaba harcayarak yapılır.

4) Arama yapan kişi, kaynak aktif olduğunda iyi bir fikre sahip olmak için yeterli dinleme ve kayıt tutma işlemini yaptı mı, kaynağı dinlemek ve izlemek için en iyi (en yüksek?) frekans. İnformasyon şunları içerir:

• Sinyal gücü

RFI için arama

Aynı anda birkaç radyo türünü kullanarak, geniş bir alanı karakterize edebilirsiniz. Örneğin, RFI profesyonel KB4T sürüş sırasında aşağıdaki telsizleri kullanır; Araç **AM/FM** radyo 1710 kHz AM ayarlı, IC-7000 bir mobil HF alıcı-verici ayarlı 15 MHz AM (WWV) ve AM modunda 121.500 MHz'e ayarlanmış bir IC-2820 VHF alıcısı. Üçü de susturulmadan çalıştırılır, ses kısılır, böylece sadece hafif bir tıslama duyulur. Bir gürültü kaynağı, yaklaşıldığında veya geçildiğinde bir veya daha fazla radyoda çok belirgin olacaktır.

SDR ile Avlanma Gürültüsü

Taşınabilir SDR alıcıları, gürültü kaynaklarını bulmak ve bunları karakterize etmek, pille çalışan AM radyoyu değiştirmek için çok iyi araçlar olabilir. *Ulusal Yarışma Dergisi'nin (bu* bölümün indirilebilir ek materyalinde yer alan) Mart/Nisan 2021 sayısında Alan Higbie, K0AV tarafından "Bir Seferde SDR Bir Kaynak ile İzleme RFI" makalesi süreci açıklar. "Site anketleri" için bir SDRPlay kullanmanın bir örneği, şu adreste NK7Z Dave Cole tarafından açıklanmıştır **www.nk7z.net/sdr-for-rfi-survey-p1. Bu** örnekte, bir PC, sesten 2 GHz'e kadar uzanan spektrum boyunca uzun bir süre boyunca veri depolar. RFI anlık görüntüleri de dahil olmak üzere diğer kaynaklar mevcuttur **www.nk7z.net.**

RF gürültü sorunu olanlar sadece jambonlar değil. RF gürültü azaltma ile ilgili iki kapsamlı çalışma da ABD Donanması tarafından gerçekleştirildi ve bu çalışmaların yazarlarının hepsi radyo amatörleriydi. "Signal-to-Noise Enhancement Program've" The Mitigation of Radio Noise and İnterference from On-Site Sources at Radio Receiving Sites'hem ARRL mevcuttur. "Naval Postgraduate School RFI Handbooks" bölümüne www.arrl.org1radiofrequency-interference-rfi en altına gidin.

• Her kaynağın duyulabileceği en yüksek frekans
• Her kaynağın karakterinin basit bir açıklaması
• Diğer açıklayıcı veriler
• Hava koşulları hakkında kısa notlar

Eğer gürültüyü, zamanın yanı sıra gürültüyü de gösteren uzun bir süre boyunca kaydedebilirseniz, bu da kaynak hakkında çok fazla bilgi sağlayacaktır.

5). Kaynağı bulmak için hangi araçların en iyi olduğuna karar verilebilir mi? (Alıcı, anten, zayıflatıcı) Doğru aletler elinizde olsa bile, bunların ustalığı esastır. Ölçümleri nasıl yorumlayacağınızı bildiğinizden veya nasıl yapılacağını öğrenmek için deneyimli bir kullanıcıyla çalıştığınızdan emin olun.

NOISE KAYNAĞI SIGNATURES

Neye dayalı bir kaynak hakkında çok fazla varsayıma dikkat edinBir alıcıda parazit "benziyor", hatta bir osiloskop veya spektrum analizöründe "benziyor". Araştırmanın başında, kaynağın doğası hakkında çok fazla varsayımda bulunmayarak "basit tutun". Bir kaynağın yeri belirlendikten sonra, kaynağın "parmak izi" veya imzasına dayanarak aramayı daraltmaya başlayabilirsiniz.

Açık fikirli olun, aramanızda kasıtlı olun ve arama tekniklerini tüketene kadar bir kaynağın ne olduğu veya olmadığı hakkında varsayımlarda bulunmayın. Başlangıçta bir yer veya kaynak türü varsayıldığı için RFI kaynaklarını aramak için çok zaman harcanmıştır.

MULTİPLE NOISE KAYNAKLARI

Kaynağın tek bir ekipman parçasından daha fazla olabileceğini düşünün! Örneğin, anahtar modu güç kaynağı gürültüsü ile birlikte güç hattı gürültüsüne sahip olabilirsiniz. Gürültü imzalarının kombinasyonuna dayanarak kaynağı bulmaya çalışmak en iyi ihtimalle sinir bozucu olacaktır. Çoğu banliyö ve kentsel konum, herhangi bir zamanda aktif olan birden fazla sese sahiptir. Farklı kaynakların farklı alanlarda daha güçlü olup olmadığını görmek için alanı araştırın.

Ortak Hata - Her Yerde İt, Joe Bile Şehir Genelinde İt Duyar!

Tipik bir yasal olmayan tüketici cihazından gelen RFI genellikle sadece birkaç yüz feet veya daha az yayılır. Bununla birlikte, ARRL genellikle olağanüstü geniş bir alanı kapsayan güç hattı dışı gürültü RFI raporları alır. Bu durumda - birden fazla jambon, bir kasabanın karşıt uçlarında, eyalet çapında bir alanda veya bazı durumlarda çok devletli bir bölgede bile bir ses duyar .

Gerçek şu ki, RFI çok yaygın bir sorundur. Ve yeterince sert bakarsanız, bir tüketici cihazından gelen gürültü muhtemelen bu günlerde çoğu banliyö mahallesinde duyulabilir. Birçoğu birbirine benziyor, öyle ki birbirleriyle kolayca karıştırılabiliyorlar.

Sonuç: Bulunduğunuz yerdeki aynı RFİ olarak jambon tarafından başka yerlerde bildirilen RFİ'ye güvenmeyin. RFI'nin yaygın bir alanı kapsadığı sonucuna varmadan önce, her zaman bir RFI kaynağının yerel ve yakın olmadığından emin olun.

Not: 80 veya 40 metredeki güç hattı gürültüsü mil boyunca yayılabilirken, bundan daha fazla yayılmaz. Çoğu güç hattı gürültü kaynağı aynı şekilde ses çıkarabilir, bu yüzden dikkatli olun. Güç hattı gürültüsü eyalet veya çok eyalet çapında bölgeler arasında yayılmayacaktır. Bu durumda, ARRL, gereksiz onarımlar yapmadan önce hangi kaynağın veya kaynakların bir RFI sorununa katkıda bulunduğunu belirlemek için imza analizinin kullanılmasını önerir. İmza analizi hakkında daha fazla bilgi için Power-Line Noise bölümüne bakın. Mike *Gruber, W1MG (ARRL EMC Mühendislik, rfi@arrl.org* **)**

Kaynağın doğası ve davranışı hakkında dikkatli notlar alın, ardından yer bulma - ekipmanınızın sizi tum'daki her kaynağa yönlendirmesine izin verin. İlk önce en güçlü gürültü kaynağı üzerinde çalışmak çoğu zaman en verimlidir. Çok sayıda gürültü kaynağı olduğunu keşfetmeye hazır olun - üst düzey kaynakla uğraştıktan sonra, ek (ve aynı derecede sakıncalı) kaynaklar bulabilirsiniz. Sabırlı olun!

VERIFY NOISE IS RADIO 'YA HARICI

Bilinmeyen bir girişim kaynağı bir sorun haline geldiğinde, sorunun radyonuzun dışında olduğunu doğrulayarak kaynağı belirleme sürecine başlayabilirsiniz. Bu tavsiye çok yararlı görünmeyebilir, ancak size çok fazla zaman kazandırabilir. Anten bağlantısını kaldırarak başlayın. Eğer gürültü kaybolursa, kaynak sizin dışınızdadır

Radyo ve gürültü kaynağı için avlanmaya başlamaya hazırsınız.

27.5.1 Gürültü Kaynaklarını Bulma Evinizin Yanında

Profesyonel RFI araştırmacıları ve ARRL RFI masasının deneyimleri, çoğu RFI kaynağının nihayetinde şikayetçinin evinde bulunduğunu doğrulamaktadır. Ayrıca, şirket içi bir RFI kaynağı bulmak o kadar basittir ki, pille çalışan taşınabilir bir radyo ile gürültüyü dinlerken evinizin ana devre kesicisini kapatarak bir soruşturma başlatmak mantıklıdır.

Pille çalışan ekipmanın da bir gürültü kaynağı olabileceğini unutmayın - pille çalışan tüketici cihazlarını da kapatın veya devre dışı bırakın. Eğer bir UPS (kesintisiz güç kaynağı) varsa ile çalışmaya devam edecektir

AC gücü kaldırıldı. Tamamen kapatmak için UPS pilinin bağlantısını kesmek gerekebilir.

Gürültü giderse, kaynağın evinizde olduğunu bilirsiniz. Kesiciyi sıfırladıktan sonra, tek tek kesicileri birer birer kapatarak kaynağı daha da izole edebilirsiniz. Kaynak devreyi öğrendikten sonra, onu bulmak için bu devredeki cihazları çıkarabilirsiniz.

CAUTION: Maruz kalan *elektrik devreleriyle fiziksel temas etmek mümkünse, kartuş sigortalarını çıkarmaya çalışmayın veya açıkta kalan veya açık tip bağlantıları çalıştırmayın.*

27.5.2 Evinizin dışındaki gürültü kaynaklarını bulma

En az ekipman ve çaba ile evinizin dışında bir gürültü kaynağı bulmak genellikle mümkündür. Aşağıdaki işlem, gürültünün doğrudan ekipmanınıza mı yayıldığını yoksa çoğunlukla gürültü sinyalini kendileri yayan güç hatları veya kablolarla mı yapıldığını belirlemenize yardımcı olacaktır.

Bölüm 15'in mutlak emisyon sınırları nedeniyle, Bölüm 15 ile uyumlu gürültü kaynaklarının çoğu, şikayetçinin anteninin birkaç yüz metre içindedir. Ayrıca genellikle gürültü yapılırsa şikayetçiyle aynı güç transformatörü ikincil sisteminde bulunurlar. Bu genellikle olası konut sayısını nispeten aza indirir.

Gürültü kaynağı Bölüm 15 sınırlarıyla uyumlu değilse, istasyonunuzdan binlerce metre uzakta bloklar veya bazı nadir durumlarda bile olabilir. Örneğin, büyüme ışıklarının balastlarının FCC sınırlarını önemli bir farkla aştığı ve ½ milden fazla bir süredir duyulduğu bilinmektedir. Bazı Bölüm 15 cihazları, elektrikli scooter ve tekerlekli sandalyeler için akü şarj cihazları, örneğin, yürütülen gürültü üzerindeki Bölüm 15 mutlak emisyon sınırlarını aştığı bilinmektedir.

Bir evdeki ark termostatı veya gürültülü bir çamaşır makinesi denetleyicisi gibi elektriksel gürültü kaynakları, tüketici elektronik cihazlarından gelen gürültüyle aynı şekilde izlenebilir. Bir elektrik hattı gibi arızi bir yayıcıdan gelen elektrik gürültüsü, aksi takdirde yasal olmayan kasıtsız bir yayıcıdan gelen gürültüden çok daha uzağa yayılabilir.

Aşağıdaki prosedür, bir gürültü kaynağını özel bir eve, şehir evine, daireye veya daireye izlemek için kullanılabilir. Gürültü üreten bir kaynağa ev sahipliği yapabilecek evlerin sayısı, ev ev aramayı pratik hale getirebilir. Bu gibi durumlarda, aramayı daha makul bir alana daraltmak için aşağıdaki bölümlerde tartışılan gürültü izleme tekniklerini kullanın.

1) Bulmaya çalışmadan önce gürültünün aktif olduğunu doğrulayın. Bu önemli ilk adımı unutmayın. Mevcut olmadığında kaynağı bulamazsınız.

Yaygın Hata - Ben Ben Değilim, Zaten Kaynak Olarak Evimi Ortadan Kaldırdım

Tüketici cihazları, en yaygın RFI kaynaklarından biridir. Ve bir kez bulunduğunda, şaşırtıcı derecede yüksek bir yüzdesi aslında şikayetçinin evinde. Bu nedenle, gürültüden etkilenen jambonların, pille çalışan bir radyo ile dinlerken ana kesiciyi evlerine açmalarını öneriyoruz. (Pille çalışan cihazların da kapalı olduğundan emin olmak için metnin uyarısına bakın.) Gürültü ortadan kalkarsa, tek tek devre kesicileri açarak kaynağı daha da izole edebilirsiniz.

Tüm bunlar yeterince basit görünse de, birçok jambon aslında bu adımı atlar. Şüpheli kaynakların fişini çekmek veya kapatmak, ana kesiciyi açmakla aynı şey değildir. Başka bir hata, kaynağın evinizde olamayacağı sonucuna varmaktır çünkü
Hiçbir şey almadım ya da değiştirmedim. Yeni olduğunda sessiz olsa da, başarısız olan veya başka şekilde bozulan cihazlar bir RFI kaynağı olabilir.

Sonuç: Tüketici cihazları söz konusu olduğunda, ana kesiciyi açana kadar evinizde bir gürültü kaynağı olmadığını varsaymayın. Bu, gerçekleştirilmesi basit ve kolay bir testtir. Birçok jambon aylarca - hatta yıllarca - arama yaptı
Basit kırıcı testiyle kolayca bulabilecekleri bir ses. Neden atlıyorsun*? Mike Gruber, W1MG (ARRL EMC Mühendislik,* ***rfi@arrl.org*****)**

Yaygın Hata - Evim Böyle Gürültüye Neden Olabilir

En yaygın RFI kaynaklarından biri, her yerde bulunan anahtarlama modu güç kaynağıdır. Günümüzde hemen hemen her şeyde bulunmaktadır. "Duvar siğilleri'gibi cihazlar, birçok ampul, bilgisayar, akü şarj cihazı, televizyon ve diğer çeşitli cihazların tümü, muhtemelen RFI'ye neden olabilecek anahtarlayıcıları içerebilir. Ek olarak, diğer birçok elektronik cihazın RFI'ye neden olabilecek saatleri ve diğer osilatörleri vardır.

Bu gerçeğe rağmen, kaç tane jambonun bir RFI probleminin kaynağının evlerinde bulunamayacağına ikna olduğu şaşırtıcıdır. Çoğu zaman yanlış oldukları kanıtlanmıştır.

Sonuç: Evinizdeki hiçbir şeyin bir RFI sorununa neden olamayacağını otomatik olarak yapmayın. Bir evdeki hemen hemen her elektronik cihaz şüpheli olabilir. Ayrıca, bugünlerde tipik bir ev yüzlerce potansiyel RFI kaynağı içerebilir. *- Mike Gruber, W1MG (ARRL EMC Engineering****, rfi@arrl.org*** **)**

Yaygın Hata - Ekipmanım Yok

Çoğu tüketici cihazı aslında FCC emisyon sınırlarını karşılamaktadır, bu nedenle RFI problemi genellikle yaklaşık 300 feet veya daha az ile sınırlıdır. Ayrıca genellikle şikayetçinin evinde ve değilse, sıklıkla şikayetçiyle aynı güç transformatörü ikincil sistemine bağlı bir evde bulunurlar .

Bu düşünceyle, gürültüyü duyabilen basit bir taşınabilir (pille çalışan) kısa dalga radyo, onu bulmak için tipik olarak ihtiyacınız olan şeydir. Evinizin ana kırıcısını açmak, sorunların çoğunu bulacaktır. Evinizde değilse, muhtemelen bitişik veya yakındaki bir konutta. Anteni daraltarak veya çıkararak, bir adım zayıflatıcı ekleyerek veya konum alıcısının RF kazancını azaltarak, kaynağı aradığınız alanı genellikle azaltabilirsiniz. Sinyal seviyesini alıcının AGC eşiğinde veya altında bir şeye düşürmek (veya AGC'yi kapatmak) genellikle yardımcı olabilir.

Genellikle işe yarayan bir yaklaşım, en yüksek güç direğini bulmaktır. Sonra, hangi evlerin o direğe bağlı olduğuna bakın. Ve son olarak, mümkünse, radyoyu her evdeki güç sayaçlarından kısa bir mesafede tutun. Her zaman sinyal seviyelerini en aza indirdiğinizden emin olun, ancak farklı sayaçlar arasında karşılaştırma yaparken herhangi bir ayarlama yapmayın. Güç sayaçlarına erişim mümkün değilse, bunun için çim lambalarını veya benzerlerini kullanabilirsiniz. En yüksek gürültü seviyesine sahip ev, kaynağı içeren ev olacaktır.

Spektrum analizörlerine gerek olmadığını lütfen unutmayın. Aslında, birçok durumda, bir spektrum analizörü, özellikle diğer frekanslarda başka kaynaklar varsa, karışıklığa neden olabilir.

Sonuç: Gürültülü tüketici cihazlarını bulmak çoğu insanın düşündüğünden daha kolaydır. Ayrıca, özel ekipman gerektirmez. Ucuz bir pille çalışan kısa dalga radyo genellikle işi yapar. Mike *Gruber, W1MG (ARRL EMC Mühendislik,* **rfi@arrl.org)**

2) Mümkünse, evinizden ayrılmadan önce gürültüye yatakları kaydetmek için bir kiriş kullanın. Biliniyorsa, gürültü yönünde özellikle vurgu yaparak mahallede yürüyün veya sürün. Gürültünün duyulabileceği kaba coğrafi alanı belirlemeye çalışın. Gürültüyü duyabileceğiniz coğrafi alan birkaç yüz metre veya daha az bir yarıçapla sınırlıysa veya mahallenizden ayrılırken hızla azalırsa, bu büyük olasılıkla bir Bölüm 15 tüketici cihazıyla uğraştığınızı doğrular.

3) Gürültü, kaynağı içeren konuta bağlı bir elektrikli cihazda en güçlü olacağından, gürültüyü tüm potansiyel evlerin dışıyla ortak bir cihazda ölçmek isterseniz. Uygun cihazlar arasında elektrik sayaçları, ana servis kesiciler (dışarıda veya bir hizmet odasında), ön sundurma lambaları, elektrikli lamba direkleri, dış hava

Yaygın hata - İt XYZ Şirketi Olmalı - Sadece Buradaydılar

Birçok jambon aktiviteyi fark edebilir Mahallelerinde bir kablo, elektrik veya telefon şirketi tarafından. Diğer varyasyonlar, bitişik veya yakındaki bir konutta elektriksel bir şeyin kurulumunu içerir. Tipik örnekler bir yüzme havuzu pompası, geniş bant, uydu TV veya bir alarm sistemi olabilir. Her şey yolunda...

Bununla birlikte, sorun birkaç gün sonra radyolarını açtığında ortaya çıkacaktır. İnterference şimdi amatör grupları rahatsız ediyor! Jambon şimdi hatalı bir şekilde müdahalenin birkaç gün önce mahallesinde gördüğü faaliyetin bir sonucu olduğu sonucuna varabilir. Bazı durumlarda, jambon çok ikna oldu Şüphelerini doğrulamak için en ilkel adımları bile atamadıklarının kaynağı. Bu genellikle sorunlarının çözümünde önemli gecikmelere yol açar.

Tipik bir banliyö mahallesindeki gerçeklik, Bu kaynakların hepsi yasal sınırdaysa, bir amatörün anteninin menzilinde binden fazla cihaz kolayca olabilir. Bu RFI ortamı da sürekli Aile üyeleri ve yakındaki komşular elektronik cihazlar ve diğer cihazlar satın alırken veya açarken geçiş sırasında.

Sonuç: Mahallede gördüğünüz aktiviteye dayanarak bir parazit sorununun kaynağının ne olduğunu bildiğinizi otomatik olarak varsaymayın. Her zaman kaynağı mümkün olan en iyi şekilde doğrulayın.

- Mike *Gruber, Wt MG (ARRL EMC Mühendislik,* **rfi@arrl.org)**

Saç kremi üniteleri veya kapı zili düğmeleri. Hangi radyatörü seçerseniz seçin, her evde erişilebilir olmalıdır. Gürültü radyatörü olarak test etmek için seçtiğiniz cihaz bu talimatlarda "radyatör'olarak anılacaktır. Her evde aynı tip cihazı test noktası olarak kullanmak tutarlı sonuçlar elde etmenize yardımcı olur.

4) Artık potansiyel kaynak konutlarının her birinde radyatördeki göreceli sinyal kuvvetlerini karşılaştırmaya hazırsınız. - Gürültüyü almaya uygun bir dedektör, tipik olarak pille çalışan bir alıcı kullanın. Tercihen, alıcı değişken bir RF kazanç kontrolüne sahip olmalıdır. Anten radyonun dışındaysa harici bir adım zayıflatıcı da çalışacaktır. Anten çıkarılabilirse, alıcının hassasiyetini azaltmak için küçük bir tel veya ataç parçasından bir prob da yapılabilir. Detektörü radyatörden yaklaşık iki inç uzakta, gürültü kaynağının bulunabileceği yerde tutarak başlayın. Dedektörün RF kontrolü, gürültüyü zar zor duyabileceğiniz bir noktaya kadar. Alternatif olarak, harici bir adım zayıflatıcı kullanarak zayıflatmayı artırın. Her test için RF kazancı veya zayıflatıcı ayarını kaydedin. Taşınabilir bir alıcıya bağlı herhangi bir kablolama, kulaklıklar, harici pil, hatta operatörün elleri ve gövdesi de dahil olmak üzere alıcının anteninin bir parçası haline geldiğinden, yapılandırmayı her potansiyel kaynağı değerlendirirken aynı tutun.

5) Bir sonraki konuta geçin. Detektörü tekrar radyatörden yaklaşık iki inç uzakta tutun. (Dedektör, pratik olduğu kadar her konutta aynı yere yerleştirilmelidir.) Dedektörünü daha önce parazit problemi olan konuttaki gürültüyü zar zor duyacak şekilde ayarladığınızdan, - gürültüyü duymazsanız bir sonraki konuta geçebilirsiniz. Unutmayın, dedektörünüzün bir sonraki evdeki gürültüyü duyması için, gürültü seviyesinin önceki konumdan aynı veya daha yüksek olması gerekir. Gürültüyü duyabilmek için dedektörün hassasiyetini arttırmanız gerekiyorsa, gürültü kaynağından uzaklaşıyorsunuz demektir.

6) Bir sonraki konuta ulaştığınızda, seviye daha düşükse veya duyulmuyorsa, kaynaktan daha ileri gidersiniz. Başka yönlerdeki veya caddenin karşısındaki konutları aramaya devam edin. Eğer seviye daha yüksekse, o zaman doğru yönde ilerliyorsunuz. Kazanç kontrolünü, gücü arttıkça gürültüyü zar zor duyma noktasına kadar azalttığınızdan emin olun.

7) Önceki adımları gerektiği gibi tekrarlayarak bir sonraki eve devam edin. Kaynağı olan konut, radyatörde en güçlü gürültüye sahip olan olacaktır.

Belirli bir durumun koşullarına bağlı olarak, önce kaynak konutun bağlı olduğu elektrik direğini izole etmek mümkün olabilir. Akülü bir radyo ile gürültüyü dinlerken etkilenen bölgedeki güç hatları boyunca yürüyün veya sürün. Alıcının RF'sini azaltmaya devam edin

Gürültü arttıkça kazanır, böylece duyabileceğiniz alanı azaltır. Son olarak, RF kazancını yalnızca bir kutupta duyabileceğiniz bir noktaya indirerek en yüksek kutbu izole edin. Kutup izole edildikten sonra, hangi evlerin transformatörüne bağlı olduğuna bakın. Tipik olarak bu, potansiyel konut sayısını çok küçük bir sayıya indirecektir.

Tüm elektrik direklerinin bir topraklama iletkenine sahip olmadığını unutmayın (direğin kenarından toprağa doğru uzanan bir tel). Bu tel, o kutup için güç sisteminin tüm bölümünden akım taşıyacak. Bu tele yakın tutulan bir alıcı, topraklama teli olmayan kutuplardan daha fazla gürültü duyacaktır. Bu, bu kutuptan beslenen evlere göre "yanlış pozitif" oluşturabilir - gerçek gürültü kaynağı, güç sisteminin bu bölümüne bağlı herhangi bir evde olabilir. Eve giden güç düşüşünü kontrol ederek ve mümkünse, o konutu gürültünün kaynağı olarak tanımlamadan önce metrede takip edin. Elektrik hatlarındaki gürültü uzun bir yol kat edebilir ve duyulduğu yerde kandırılması kolaydır.

CAUTION: *Her zaman iyi güvenlik uygulamalarına dikkat edin! Sadece enerjili elektrikli ekipmanın etrafında çalışmanın tehlikelerine aşina olan kalifiye kişiler, güç hattını veya diğer enerjili devreleri incelemelidir* .

Kutbu izole etmeye çalışırken, gürültüyü duyabileceğiniz en yüksek frekansı kullanmak genellikle en iyisidir. Gürültü, dalga boyunun bir fonksiyonu olan bir güç hattı boyunca zirveler ve boşluklar gösterebilir. Bu nedenle daha uzun dalga boyları, bir çizgi boyunca belirli bir noktayı belirlemeyi zorlaştırabilir. Ayrıca, daha uzun dalga boyu sinyalleri tipik olarak güç hatları boyunca daha fazla yayılır. Arama alanınızı genellikle gürültüyü aradığınız sıklığı artırarak azaltabilirsiniz.

Bazı durumlarda, frekansta yukarı doğru ayarlama da gürültüyü azaltmak için kullanılabilir. Bu, alıcınızın RF kazanç kontrolüne sahip olmadığı durumlarda özellikle yararlı olabilir. Daha önce de belirtildiği gibi, switchmode güç kaynakları tipik olarak spektrum boyunca düzenli ve tekrarlayan bir tepe ve tepe noktası modeli sergileyen gürültü üretir. Tipik bir aralık her 50 kHz'de bir olabilirken, gürültü genellikle en yüksek frekanslarda azalmaya başlayacaktır. Bazı durumlarda zirveler zamanla kayabilir, ancak - gürültüyü duyabileceğiniz en yüksek frekansa ayarlamak genellikle onu bulmaya yardımcı olacak kadar zayıflatır. Bununla birlikte, tepe sürüklenirse, kaynağı bulmaya çalışırken alıcınızı zirvede tuttuğunuzdan emin olun.

FCC kuralları uyarınca, ilgili yardımcı program, kendi ekipmanı tarafından üretilen zararlı parazitleri bulmak ve düzeltmekten sorumludur. Bir yardımcı müşterinin gürültü üreten bir cihaz veya cihaz kullandığı durumlarda, cihazın operatörü

Bunu düzeltmekten sorumludur - gürültü elektrik şirketinin elektrik hatları tarafından yapılsa ve yayılsa bile.

27.5.3 Komşunuza Yaklaşmak

Kaynak ikametgahı belirledikten ve komşunuza yaklaştıktan sonra, kişisel diplomasinin önemi abartılamaz. Bir jambon ve bir komşu arasındaki bir RFI problemi ile ilgili ilk temas genellikle en önemlisidir; Taraflar arasında gelecekteki tüm ilişkilerin başlangıcıdır. Sorunu ilk tartıştığınızda tepki verme ve davranış şekliniz, takip eden her şeyin tonunu belirleyebilir. Bu nedenle, en başından beri diplomatik bir yol kullanmak önemlidir. Başarılı bir sonuç buna bağlı olabilir!

ARRL ve Tüketici Elektroniği Birliği (CEA) tarafından ortaklaşa yayınlanan tüketici için bir kendi kendine yardım rehberi, bir komşuyla bir müdahale problemini tartışırken genellikle yardımcı olur. *Elektronik İnterferans Probleminiz Varsa Ne Yapmalısınız,* serbestçe basılabilir ve dağıtılabilir. İt, **www. arrl.org/information-for-the-neighborsof-hams adresindeki ARRL web sitesinde ve** ayrıca bu kitaba eşlik eden indirilebilir ek bilgilerde mevcuttur. Ona yaklaşmadan önce komşunuz için bir kopyasını indirip yazdırdığınızdan emin olun.

Gürültü aktifken ve broşürün bir kopyası elinizdeyken, komşunuza elinizde bir radyo, tercihen sıradan bir AM yayını veya kısa dalga alıcısı ile yaklaşın. Duysunlar ama rahatsız edecek kadar yüksek sesle değil. Onlara yaşadığınız sorunun bu olduğunu ve kaynağın evlerinde olabileceğine inandığınızı söyleyin. Sebebin ne olduğunu düşündüğünüzü önermeyin. Eğer yanılıyorsan, bu çoğu zaman - işleri daha da kötüleştirir. Onlara broşürü verin ve kaynağın evlerinde olup olmadığını belirlemenin sadece bir dakika süreceğini söyleyin. Çoğu komşu kaynağı bulmaya yardım etmeyi kabul eder ve devre kesicileri kapatmayı kabul ederse, çok hızlı bir şekilde bulunabilir. Doğru konuta sahip olduğunuzu doğrulamak için ana kesici ile başlayın, ardından devreyi bulmak için bireysel kesiciler. Prosedür daha sonra olur Kendi eviniz için tarif edildiği gibi.

27.5.4 Radyo yönü bulma

Radyo yön bulma (RDF), diğer yöntemlerden daha özel ekipman gerektirmesine rağmen, bir RFI kaynağını bulmak için oldukça etkili bir yöntem olabilir. RDF teknikleri hem geniş bant hem de tek sinyalli, dar bantlı gürültü kaynaklarını bulmak için kullanılabilir. Profesyonel girişim araştırmacıları, güç hattı gürültü kaynaklarını bulmak için neredeyse her zaman radyo yönü bulma tekniklerini kullanır. Yön bulma antenleri hakkında daha fazla bilgi için Antenler bölümüne bakın. Aşağıdaki öneriler, bir geniş bant kaynağından gelen gürültüyü bulmada en etkilidir. Dar bant, tek sinyal kaynakları için, düzenli RDF teknikleri bir kaynağın yerini belirlemenin en etkili yoludur.

Mümkün olduğunda başlamak için iyi bir yer, etkilenen istasyondadır. Tercihen geniş bir İF bant genişliğine sahip bir AM alıcısı kullanın. Bir RF kazanç kontrolü özellikle yararlıdır, ancak dıştan takma adım zayıflatıcı iyi bir alternatif olabilir. Gürültüyü alabilen yönlü bir ışın varsa, anten kullanılarak gürültünün duyulabileceği en yüksek frekans bandında kullanın. VHF veya UHF'deki gürültüyü duyabiliyorsanız, genellikle bu frekansları RDF için kullanmak istersiniz.

Başka hiçbir istasyonun veya sinyalin bulunmadığı ve antenin gürültüde yönlü bir tepe noktasını ayırt edebileceği bir frekans seçin. Gürültü üzerinde bir yatak elde etmek için kirişi gerektiği gibi döndürün, RF kazancını minimumda tutun. Gürültüyü en yüksek yönde duymak için mümkün olan en düşük RF kazancını kullanarak tam bir 360 ° süpürme ile tekrarlayın. RF kazancını, gürültünün açıkça tek bir yönden geldiği bir noktaya indirmeye çalışın. Gürültüyü duymak için AF kazancını aynı anda istediğiniz gibi artırabilirsiniz .

Güç hattı gürültüsü de dahil olmak üzere uzak kaynaklar, HF'de RDF'ye genellikle yakındaki kaynaklardan daha kolaydır. Mümkün olduğunda, bir kaynağa yakınken VHF veya UHF kullanmak neredeyse her zaman daha iyidir. Track-HF'de RDF tarafından belirli bir konuta kaynak göndermek bazen mümkündür. Bir evin iç kablolarının dengesi ve geometrisi, açık anahtar devreleri ve mesafe gibi faktörler, konutun bir miktar nokta kaynağı olarak görünmesine neden olabilir.

Arama mobil veya taşınabilir iken yapılıyorsa, VHF ve UHF tipik olarak en kolay ve en pratik antenlerdir. 2 metre ve 440 MHz için küçük el tipi Yagi antenleri kolayca kullanılabilir ve taşınabilir çalışırken çift görev yapabilir. Birçok el tipi alıcı, VHF bantlarında AM alacak şekilde yapılandırılabilir. Bu özellik için kılavuzunuzu kontrol ettiğinizden emin olun. VHF Uçak bandı veya "Hava bandı" alıcıları da AM sinyalleri aldıkları için popüler bir seçimdir.

Hareket halindeyken bir HF gürültü kaynağını bulmak için RDF kullanmak önemli zorluklar sunar. Yürütülen emisyonlar, bir tüketici cihazından veya cihazdan tipiktir. Bu durumda, emisyonlar konut dışında ve elektrik hattında gerçekleştirilebilir. Gürültü daha sonra tum'da bir anten görevi gören mahalle dağıtım hatları boyunca yayılabilir. Gürültü genellikle - hat boyunca kafa karıştırıcı zirveler ve boşluklar sergileyebilir ve bunu yayan bir güç hattının yakınında ise, RDF imkansız olmasa da son derece zor olabilir. Koşullara bağlı olarak, kelimenin tam anlamıyla bir antenin yakın alanı ile çevrili olabilirsiniz! HF'de arama yaparken genellikle güç hatlarından ve diğer potansiyel radyatörlerden uzak durmak istersiniz.

Yürürken HF RDF antenleri tipik olarak - küçük döngüler ve ferrit çubuk antenleri içerir. Bazı durumlarda, bir ferrit çubuk antenli taşınabilir bir AM yayın radyosu yön bulma için kullanılabilir. Bir çift kırbaç anteninden yapılmış bir HF dipolü, gürültüye doğru yaklaşık bir yatak elde etmek için kullanılabilir. Dipolü yerden yaklaşık 12 metre yükseğe monte edin (üst iletkenlere dikkat etmeyi unutmayın!) ve gürültüyü yok etmek için döndürün. Her üç anten türü için, zıt yönlerde iki null olacaktır. Null'un yönüne dikkat edin. Bu prosedürü başka bir konumdan tekrarlayın, ardından gürültünün yatağını belirlemek için üçgenleyin.

27 .6 Güç Hattı Gürültüsü

Bu bölümün "İdentifying RFI Source Types" bölümü, güç hattı gürültüsünü, nedenlerini ve onu tanımlama yöntemlerini açıklar. Güç hattı gürültüsü birçok açıdan benzersiz bir sorundur. Her şeyden önce, rahatsız edici kaynak aslaDoğrudan kontrol. Sadece "kapatamazsınız'ya da rahatsız edici cihazın fişini çekemezsiniz. Kaynak, bir komşunun veya tanıdığınız birinin doğrudan kontrolü altında olmayacaktır. Elektrik hattı gürültüsü durumunda, kaynak genellikle bir şirket, belediye veya bazı durumlarda bir kooperatif tarafından işletilir. Ayrıca, bir elektrik hattını kapatmak açıkça pratik bir seçenek değildir.

Güç hattı gürültüsünün bir başka benzersiz yönü, neredeyse her zaman bir çeşit kusur içermesidir. Güç hattı gürültüsünün tedavisi hatayı düzeltmektir. Bu hemen hemen her zaman bir yardımcı uygulanan onarım ve üzerinde herhangi bir doğrudan kontrol yok biridir.

FCC kuralları, girişime neden olan bir cihazın operatörünün onu düzeltmekten sorumlu olduğunu belirtir. Bir powerline gürültü problemiyle karşılaştığınızda, bir yardımcı programla uğraşacaksınız ve cihaz evinizde bulunduğunda olduğu gibi bir tedaviyi kolaylaştırmak için nispeten basit bir teknik çözüm uygulama seçeneğine sahip olmayacaksınız. Elektrik hattı gürültü şikayetleri ile ilgili olarak yardımcı programlar karışık bir sicile sahiptir. Bazı durumlarda, bir yardımcı program, sorunu hızlı bir şekilde bulmak ve ele almak için bir bütçeye, iyi eğitimli personele ve ekipmana sahip olacaktır. Bununla birlikte, diğer durumlarda, yardımcı program, güç hattı gürültüsü şikayetleriyle etkili bir şekilde başa çıkamıyor veya ekipmanlarının RFI'ye neden olabileceğini reddediyor.

Bu, elektrik hattı gürültüsü şikayeti olan bir amatör için ne anlama geliyor? Kamu hizmetleri, büyük şirketlerden yerel kooperatiflere veya şehre ait sistemlere kadar her boyutta olabilir. Yardımcı programınızın düşebileceği kategoriye bakılmaksızın, FCC kurallarının 15. Bölümüne uymalıdır. Bununla birlikte, bir şirket, kümes veya belediye ile uğraşmak, evinizdeki bir cihazın veya kişisel olarak tanıdığınız yakındaki bir komşunun aksine, kendi benzersiz zorluklarını ortaya çıkarabilir. Bir RFI araştırmacısı, bir hat ekibi ve ilgili yönetim dahil olmak üzere birden fazla taraf ve birey sıklıkla yer almaktadır. Bazı ...m sizinkinden ...ikayeti almamış

27.6.1 Şikayette Bulunmadan Önce

Açıkçası, yerel yardımcı programınıza bir şikayette bulunmadan önce, sorunu mümkün olduğunca en iyi şekilde elektrik hattı gürültüsü olarak doğrulamak ve bunun evinizdeki elektrikli ekipmanlarla ilgili bir sorundan kaynaklanmadığını doğrulamak önemlidir. Aydınlatma cihazları ve motorlar gibi diğer kaynaklar, özellikle güç hattı gürültüsünü taklit edebilir. Eğitimsiz kulak. Bu önemli adımları göz ardı etmeyin. Yardımcı programınızı bir RFI sorununun çözümüne dahil etmeye çalışmak sadece zaman kaybetmekle kalmaz, aynı zamanda kaynak kendi evinizde ise utanç verici olabilir!

Kamu hizmetleri sorumlu değildirMüşteri - tarafından işletilen cihazlar tarafından üretilen gürültü - *gürültü elektrik hatları tarafından yayılıyor olsa bile.* Sadece ekipmanları tarafından üretilen gürültüyü sabitlemekten sorumludurlar.

27.6.2 Şikayette Bulunmak

Sorunun güç hattı gürültüsü olduğunu doğruladıktan sonra (bu bölümün Güç Hattı ve Elektriksel Gürültüyü Tanımlama bölümüne bakın) ve evinizdeki veya yakındaki bir konuttaki bir kaynaktan gelmediğini, hizmet sağlayıcınızın müşteri hizmetleri departmanına başvurun. Yerel telefon rehberinize ek olarak, müşteri hizmetleri telefon numaraları çoğu elektrik şirketi web sitesinde bulunur.

Sürecin bu bölümünde bir günlük tutmak önemlidir. Şikayetinize atanabilecek herhangi bir "yardım bileti" numarasının yanı sıra adlar, tarihler ve elektrik şirketi personeli ile yaptığınız her konuşmanın kısa bir açıklamasını kaydettiğinizden emin olun. Belirli ekipmanı veya güç direklerini olası bir gürültü kaynağı olarak tanımlarsanız, adresi ve üzerindeki tanımlayıcı numaraları kaydedin.

Umarım, şikayetiniz zamanında ve profesyonel bir şekilde ele alınacaktır. Bir gürültü kaynağı belirlendikten sonra, makul bir süre içinde onarmak yardımcı programa bağlıdır. Siz ve yardımcı program, makul bir süreyi neyin oluşturduğu konusunda hemfikir olmayabilir, ancak sabırlı olmaya çalışın. Tekrarlanan taleplerden sonra herhangi bir işlem yapılmazsa, şikayeti ARRL'ye bildirmek ve yardım istemek yerinde olabilir. (ARRL incelemesine başvurmadan önce Kooperatif Anlaşması, bu bölümün bir bölümü.)

Yardımcı personel ile işbirliği yapmak ve onlara saygılı davranmak da önemlidir. Düşmanca ve uygunsuz davranış, bu durumlarda neredeyse her zaman karşı-üretkendir. Unutmayın, yardımcı ve diğer ilgili personelin size yardımcı olmasını istersiniz - sizden kaçınmayın. Davanızda çalışan yardımcı personel niteliksiz görünse bile, düşmanca davranış tarihsel olarak hiçbir zaman özel bir şey olmamıştır! Böyle durumlarda iyi bir motivasyon kaynağı. Aslında, ARRL'ye bildirilen en uzun süreli güç hattı gürültü vakaları, çözüm sürecinin erken aşamalarında bir değişiklik ile başladı. Hiçbir durumda sorunun düzeltilmesine yardımcı olmadı veya hızlandırmadı.

27.6.3 Güç Hattı Gürültü Kaynaklarını Bulma Teknikleri

Radyo yön bulma (RDF) teknikleri

Yaygın Hata - Bu Kutuptan Geliyor!

Tüketici cihazlarından kaynaklanan, özellikle 30 MHz'in altındaki RFI sorunları, sıklıkla yürütülen emisyonları içerir. Bu durumlarda RF,
bir ev. İt daha sonra yayıldığı ev kabloları tarafından gerçekleştirilir. Bazı durumlarda, RF evin servis girişine ve bir elektrik direğine de yapılabilir. Bu durumda, gürültü kutupta zirveye ulaşacak ve parazitin kaynağı gibi görünecektir. Ama değil. Sorunun asıl kaynağı direğe bağlı bir konutta.

Her zaman doğrulayın ki gerçek Kaynak bağlı bir evde değil
Şu direğe. Sıklıkla, kaynak ikametgahı bu kutuptaki güç transformatörü ikincil sistemine bağlanacaktır. Ayrıca unutmayın ki
Bir kutup üzerindeki donanım da daha iyi bir "anten" yapabilir. Bunun anlamı Bu gürültü genel olarak kutuplarda zirve yapma eğilimindedir. Gürültü ayrıca, bir güç hattı boyunca geçerken yaklaşık her yarım dalga boyunda zirve yapma eğilimindedir. Emin olun Mümkün olduğunda daha yüksek frekansları (yani daha kısa dalga boylarını) kullanmak.

Sonuç: Otomatik olarak bir RFI probleminin kaynağının gürültünün zirve yaptığı bir kutupta olduğunu varsaymayın. Bu, birçok yeni başlayanlar tarafından yapılan yaygın bir hatadır!
- Mike *Gruber, W1 MG (ARRL EMC Mühendislik,* **rfi@arrl.org)**

Tipik olarak, çoğu güç hattı gürültü kaynağını bulmak için en iyi ve en verimli yaklaşımı sunar. İt, profesyoneller tarafından kullanılan birincil seçim yöntemidir. RDF genellikle en etkili yöntem olsa da, el tipi ışın anteni gibi bazı özel ekipman gerektirir. RDF için özel profesyonel ekipman mevcut olmasına rağmen, jambonlar ayrıca hazır amatör ve homebrew ekipmanlarını başarıyla kullanabilir. Bu *El Kitabı için indirilebilir ek bilgiler,* oluşturabileceğiniz bazı güç hattı gürültü bulma ekipmanı projelerini içerir. Bu, basit ve kolay bir RDFing anteni, ultrasonik bir çanak ve zayıflatıcılar içerir.

Ekipmanından kaynaklanan bir gürültü kaynağını bulmak kurumun sorumluluğu olsa da, birçok şirket bunu yapmak için gerekli uzmanlığa veya ekipmana sahip değildir. Pratik bir konu olarak, birçok jambon gürültü kaynaklarını bulmada yardımcı oldu. Bazı durumlarda, bu hızlı bir çözümü hızlandırmaya yardımcı olabilir.

Ancak bu yaklaşım için önemli bir uyarı var. Elektrik şirketini gereksiz onarımlar yapmak için yanlış yönlendirirseniz, hayal kırıklığına uğrayacaklardır. Bu masraf ve zaman onarım listesine eklenecektir. Gürültüye neyin neden olduğunu bilmiyorsanız bir tahmin veya öneri yapmayın. Bazı güç şirketleri, yer belirleme işlemi hakkında etkilenen jambondan daha az bilgi sahibi olsa da, donanımın gelişigüzel değiştirilmesi neredeyse her zaman sorunu daha da kötüleştirir. Bununla birlikte, uzmanlık düzeyinize ve durumunuzun özelliklerine bağlı olarak, yardımcı program için RFI kaynağını bularak hızlı bir çözümü kolaylaştırabilirsiniz.

27.6.4 Amatör Güç Hattı Gürültü Bulma Ekipmanları

Güç hattı gürültüsünü bulmak için kullanılan ekipman, anten ve teknikler hakkında ek bilgiler, *ARRL Anten Kitabının* Yön Bulma materyalinde de tartışılmaktadır. Güç hattı - gürültü kaynaklarının nasıl bulunacağını tartışmadan önce, işte birkaç ek ekipman kılavuzu.

Alıcı- AM modunda VHF veya UHF alabilen pille çalışan taşınabilir bir radyoya ihtiyacınız var. Aynı zamanda HF frekanslarını da alabilmelidir, özellikle girişim VHF'de değil HF'de bir sorun ise. Bazı amatörler 108 ila 137 MHz uçak bandını da kullanırlar. Bu bandın daha düşük frekansları bazen bir RFI araştırmacısının gürültüyü 2 metre veya 70 cm'den daha uzak mesafelerden duymasını sağlayabilir. Bir RF kazanç kontrolü önemlidir, ancak dıştan takma adım zayıflatıcı bir yedek olarak kullanılabilir. İyi bir S-metre de gereklidir.

Zayıflatıcı - Alıcınızın RF kazanç kontrolü olsa bile, ek bir dıştan takma adım zayıflatıcı genellikle yardımcı olabilir. Sadece bir gürültü aramasının alanını en aza indirmekle kalmaz, aynı zamanda RF kazanç kontrolü için ek aralık sağlayabilir. Diğer RFI kaynaklarında olduğu gibi - kaynağa yaklaştıkça daha fazla zayıflama eklemeniz gerekir.

VHF/UHF Antenleri - Elde tutulan yönlü bir ışın antenine ihtiyacınız olacak. Popüler bir profesyonel gürültü bulma anteni, 400 MHz için ayarlanmış sekiz elemanlı bir Yagi'dir. Güç hattı gürültüsü geniş bant fenomeni olduğundan, kesin frekans önemli değildir. 2 metre veya 70 cm Yagi, belirli bir elektrik direğinde bir güç hattı gürültü kaynağı bulabilir.

Profesyonel sınıf antenler birkaç yüz dolara mal olsa da, bazı jambonlar çok daha azına kendi başlarına inşa edebilirler. Jim Hanson, Wl TRC tarafından "Güç Hattı Gürültü Avcılığı için Üç Elemanlı Şerit Ölçü Kirişini Uyarlama" makalesi için bu kitabın indirilebilir ek bilgilerine bakın. Bu düşük maliyetli ve powerline gürültü bulmak için anten inşa etmek kolay çeşitli offre- için uyarlanabilir Quencies ve alıcıları. Taşınabilir kullanım için ticari 2 metre ve 70 cm antenler, kısa bir PVC boru uzunluğu gibi bir tutamak eklenirse de uygundur.

Güç hattı gürültüsü bulma için bir anten kullanmadan önce, en yüksek yanıt frekansını belirleyin. Anteni bilinen bir güç hattı gürültü kaynağına hedefleyerek başlayın. Menzili boyunca ve hemen ötesinde ayarlayın. Minimum RF kazanç kontrolünü kullanarak, tepe tepkisini bulun. Anteni bir parça bant veya işaretleme kalemi kullanarak bu frekansla etiketleyin. Gürültü bulma için bu anteni kullanırken, alıcıyı bu tepe yanıt frekansına ayarlayın.

AM sinyalleri alabilen bir VHF veya UHF alıcınız yoksa, Rick Littlefield, KlBQT tarafından "RFİ İzleme için Basit Bir TRF Alıcısı" makalesi için indirilebilir ek içeriğe bakın. İt, taşınabilir RFI izleme için basit bir 136 MHz ışın ve alıcının kombinasyonunu açıklar.

HF Antenleri - Belirli bir durumun koşullarına bağlı olarak, 7 veya 14 MHz modeli gibi bir mobil HF kırbacı yardımcı olabilir. Mıknatıs montajlı modeller geçici kullanım için kabul edilebilir. Bir RFI araştırmacısı tipik olarak farklı yerlerden gelen gürültünün göreceli gücünü gözlemleyerek VHF aralığına girebilir. Etkilenen istasyonda ortalanmış bir daire içinde sürüş tipik olarak gürültünün en güçlü olduğu genel yönü gösterecektir. Işın antenlerinde olduğu gibi, en iyi sonuçlar için tepe yanıt frekansını belirleyin.

***Ultrasonik** Pinpointer* - Kaynağı içeren kutup veya yapıyı bulmak için ultrasonik bir pinpointer gerekli olmasa da, bazı jambonlar bu yapıdaki rahatsız edici gürültü kaynağını bularak bir adım daha atmayı tercih eder. Ultrasonik bir cihazın kullanımına ilişkin yönergeler bu bölümde daha sonra açıklanmıştır.

Profesyonel dereceli ultrasonik konumlandırıcılar genellikle ortalama jambonun bütçesinin ötesindedir. Bununla birlikte, evde demleme seçenekleri, çoğu durumda pratik bir ultrasonik konumlandırıcıyı uygun hale getirebilir - ve harika bir hafta sonu projesi de yapabilir. Jim Hanson, Wl TRC tarafından "A Ev yapımı Ultrasonik Güç Hattı Ark Dedektörü" için bu kitaba eşlik eden indirilebilir ek bilgilere bakın.

Osiloskop - Pille çalışan taşınabilir bir osiloskop sadece imza analizi için gereklidir. Ayrıntılar için sonraki bölüme, İmza veya Parmak İzi Yöntemi'ne bakın.

Termal/İnfrared Dedektörler ve Korona Kameraları - Bu ekipman, sadece güç hattı - gürültü kaynaklarının yerleştirilmesi amacıyla önerilmez. Bir RFI kaynağının kızılötesi teknikler kullanılarak bile tespit edilebilmesi nadirdir. Bunlar gürültü kaynaklarını bulmak için kullanışlı araçlar olmasa da, birçok yardımcı program bunları bu tür amaçlar için minimum veya hiç sonuç vermeden kullanır. Şaşırtıcı olmayan bir şekilde, ARRL deneyimi, bu yardımcı programların genellikle girişim şikayetlerini zamanında çözemediğini göstermiştir .

27.6.5 İmza veya Parmak İzi Yöntemi

Her kıvılcım girişim kaynağı benzersiz bir desen sergiler. Etkilenen istasyonda alınan kalıplar ile sahada gözlemlenenler arasındaki özellikleri karşılaştırarak, rahatsız edici kaynağı veya karşılaşılabilecek birçok kaynaktan gelen kaynakları kesin olarak tanımlamak mümkün hale gelir. Bu nedenle, bir desenin benzersiz karakteristiğinin genellikle "parmak izi" veya "imzası'olarak adlandırılması şaşırtıcı değildir. Örnek için Şekil 27.8'e bakınız.

Bu çok güçlü bir tekniktir ve fayda için gerçek bir para tasarrufu sağlar. Alanda birkaç farklı gürültü kaynağı olsa da, bu yöntem yalnızca parazit sorununa neden olan kaynakları tanımlamaya yardımcı olur. Yardımcı programın yalnızca ekipmanınızı etkileyen gürültü modeliyle eşleşen sorun (lar) ı düzeltmesi gerekir .

Jambon olarak, radyonuzun ses çıkışından gelen gürültüyü bir osiloskop ile gözlemleyerek imza yöntemini kullanabilirsiniz. Deseni bir not defterine çizerek veya ekranın fotoğrafını çekerek kaydedin. Kaynağı ararken çizimi veya fotoğrafı yanınıza alın ve sahada gözlemleyebileceğiniz imzalarla karşılaştırın.

Radar Mühendisleri Modeli gibi 243 Şekil 27 ,8'de gösterilen profesyonel girişim konumlandırma alıcıları, dijital osiloskopa benzer bir dahili zaman alanı ekranına ve dalga biçimi belleğine sahiptir. Bu, profesyonel girişim araştırmacıları tarafından kullanılan tercih edilen yöntemdir. Bu alıcılar, etkilenen istasyonda kaydedilen desenler ile alanda bulunan kaynaklardan gelen desenler arasında geçiş yapma olanağı sağlar.

Etkilenen istasyonda alınan gürültü parmak izi ile silahlandırıldıktan sonra, ava başlamaya hazırsınız. Eğer bir yön ışın varsa, gürültü bir yatak elde etmek için kullanın. Birden fazla kaynak varsa, rulmanları her birine kaydetmeniz gerekir. Belirli bir gürültünün ne kadar yüksek frekansta duyulabileceğini bilmek, yakınlığına dair bir ipucu sağlar. Gürültü 440 MHz'de duyulursa, kaynak genellikle yürüme mesafesinde olacaktır. 75 veya 40 metreden başlayarak azalırsa, birkaç mil uzakta olabilir.

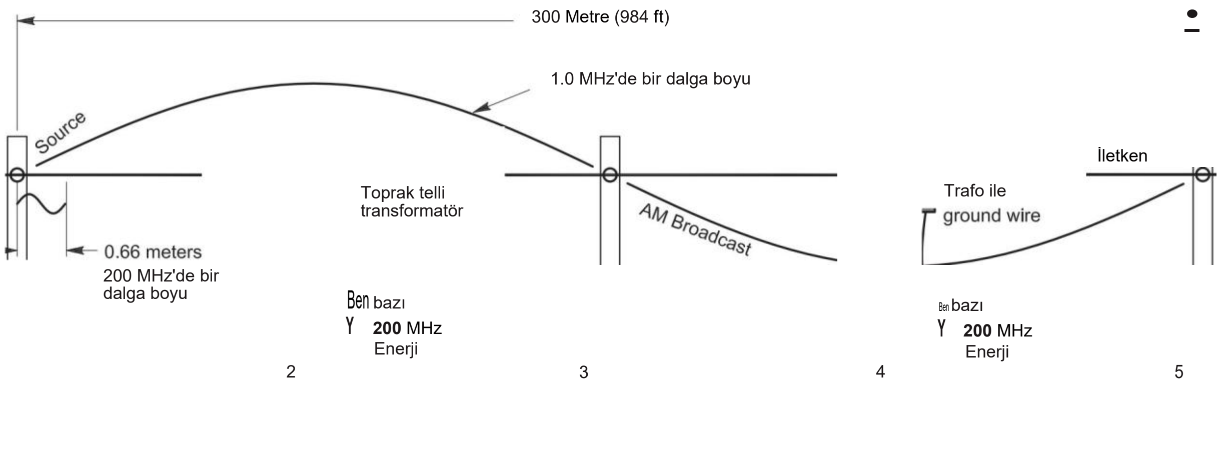
Her gürültü kaynağı benzersiz özellikler sergileyeceğinden, artık bu gürültü "imzasını" araştırmada karşılaşabileceğiniz birçok kaynaktan biriyle eşleştirebilirsiniz. Her gürültü patlamasının süresi, darbe şekli ve darbe sayısı gibi özellikleri karşılaştırın. Tüm cihazların ark yaparken benzer imzalara sahip olduğunu varsaymaya dikkat edin. Belirli bir donanım arkının parmak izi, başka bir kutuptaki aynı cihaz için bile oldukça farklı olabilir.

Taşınabilir olmayan bir osiloskopunuz varsa,



(A) (B)

Şekil 27.8 - Bilinmeyen bir gürültü kaynağının spektrumu, **tipik bir gürültü alıcı anteni (B) ile birlikte bir Model 243 RFI bulma alıcısının (A) ekranında gösterilmektedir. RFI araştırması sırasında, bu modele uymayan gürültü imzaları göz ardı edilebilir. Başlangıçta A'da gösterilen eşleşen imza bulunduğunda, rahatsız edici gürültü kaynağı bulunur.**



Şekil 27.9 - **1 MHz ile 200 MHz arasındaki bir güç dağıtım hattındaki gürültü sinyallerini dinlemek, yanlış güç kutbunun gürültü kaynağı olarak tanımlanmasına neden olabilir. (Loftness, *AC Power İnterference El Kitabından*)**

Hala bir ses kaydedici kullanarak imza eşleştirme gerçekleştirmek mümkün olabilir. Mümkünse aynı alıcıyı kullanarak istasyonunuzdaki ve sahadaki her şüpheli gürültü kaynağındaki gürültü kaynağının yüksek kaliteli kaydını yapın. İmza analizi için sesleri tekrar oynatın.

27.6.6 Kaynağın Güç Kutbunu veya Yapısını Bulma

Aramanızı etkilenen istasyonun önünde başlatın. VHF veya UHF'deki gürültüyü duyabiliyorsanız, bu frekanslar için uygun bir el kirişi ile başlayın. Daha önce tartışıldığı gibi, AM yayın bandı ve hatta HF ile ilişkili daha uzun dalga boyları, **Şekil 27.9'da gösterildiği gibi bir gürültü kaynağı ararken bir hat boyunca yanıltıcı "sıcak noktalar" oluşturabilir**.

Genel bir kural olarak, yalnızca VHF veya UHF'de duymak için kaynaktan çok uzakta olduğunuzda daha düşük frekanslar kullanın. Genellikle gürültünün duyulabileceği en yüksek frekansla çalışın. Kaynağa yaklaşırken, mevcut antenlerinize bağlı olarak frekansı VHF veya UHF'ye yükseltmeye devam edin. Tipik olarak, 2 metre ve 70 cm, bir kaynağı kutup seviyesine kadar izole etmek için uygundur.

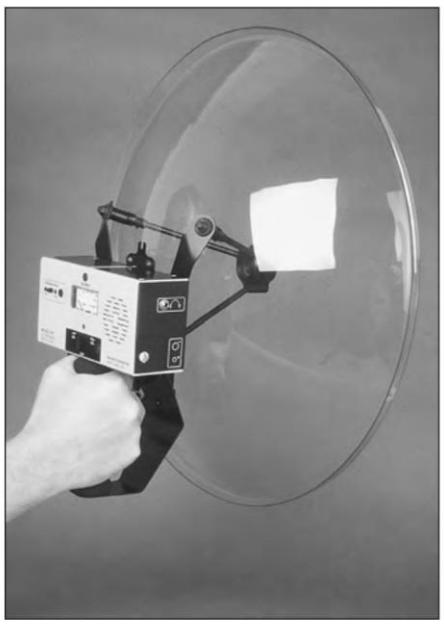
Gürültüye ilk yatkınlığınız yoksa ve taşınabilir veya mobil cihazınızla duyamıyorsanız, etkilenen istasyonun etrafında, blok blok, sokak sokak, dairesel bir düzende seyahat etmeye başlayın.

VHF veya UHF'deki gürültünün menziline girdikten sonra, bir el kirişi kullanmaya başlayın. Yapı konteynerinin yerini bulma yolundasın. kaynağında. Birçok durumda, artık aramanıza yürüyerek devam edebilirsiniz. *Yine, minimum bir alandaki gürültüyü zar zor duymak için minimum RF kazancını koruyun.* Bu önemli adım başarı için çok önemlidir. RF kazancı çok yüksekse, kiriş ile doğru rulmanlar elde etmek zor olacaktır.

Güç hattı gürültüsü genellikle ne dikey ne de yatay olarak polarize olmaz, aralarında bir yerde olur. Maksimum gürültü tepkisi için ışının polarizasyonunu döndürdüğünüzden emin olun. Kutupları ve diğer donanımları karşılaştırırken aynı polarizasyonu koruyun.

27.6.7 Kaynağı bir kutup veya yapı üzerinde saptamak

Kaynak kutup belirlendikten sonra, bir sonraki adım, o kutuptaki rahatsız edici donanımın yerini tespit eder. Bir çift binocular



Şekil 27.10 - Şeffaf plastik parabolik çanak, yardımcı personelin yayların sesini dinlemesini sağlayan ultrasonik bir dedektöre bağlı bir "kulak'dır.



Şekil 27.11 - Radar Mühendisleri Model 247 Hotstick Hattı Sniffer RF ve ultrasonik bulucu. İt, bir gürültü sorununa neden olan tam donanım parçasını belirlemek için yardımcı çalışanlar tarafından kullanılır. Bir hotstick üzerine monte edilen koklayıcı, yerden veya bir kovadan kullanılır.

Karanlık bir gecede görünür ark belirtileri ortaya çıkabilir ve bazı durumlarda sorunun diğer kanıtlarını yerden görebilirsiniz. Bu vakalar nadirdir. Büyük olasılıkla, daha iyi bir yaklaşım gerekli olacaktır. Profesyonel ve faydalı girişim araştırmacıları tipik olarak bu amaç için iki tür özel ekipmana sahiptir:

• Ultrasonik bir tabak veya pinpointer. RFI araştırmacısı, bir yan hakem olmasa bile, bu aleti kullanarak yapı üzerindeki kaynakları yerden bir bileşen seviyesine kadar tespit edebilir. **Şekil 27.10'a bakınız.**

• Bir araştırmacı, yan hakeme kaynağı bulmak için kullanılan sıcak çubuk monteli bir cihazın kullanımı konusunda talimat verebilir. Bu yöntem, tipik olarak bir kova kamyonundan sadece nitelikli yardımcı personel ile sınırlıdır. **Şekil 27.11'e bakınız.**

Her iki yöntem de benzer ancak jambon sadece bir seçenek var - ultrasonik pinpointer .

CAUTION - *Sıcak çubuklar ve sıcak çubuğa monte edilmiş cihazlar jambon için değildir! Onları kullanmayın. Sıcak bir çubuğun doğru ve güvenli kullanımı özel eğitim gerektirir. Çoğu yerde, bir yardımcı program tarafından niteliksiz olan herkesin, enerjili bir hattın veya donanımın 10 metre yakınına gelmesi genellikle yasa dışıdır. Buna sıcak çubuklar da dahildir.*

Hangi ekipmanın gürültü ürettiğini belirlemenin sizin için ilginç olabileceğini unutmayın, ancak tanımlamayı olumlu bir şekilde tamamlamak ve ardından ekipman üzerinde çalışmak yardımcı kuruluşun işidir. Gürültüyü belirli bir yerden geldiğini belirledikten sonra, geri adım atmaya ve profesyonellerin işlerini yapmasına izin vermeye hazır olun.

ULTRASONİC PINPOİNTER TIPS

Ultrasonik bir çanak, bir arkın kaynağını yerden belirlemek için tercih edilen bir araçtır. Sıcak çubuk gerekmese de, ark ve çanak arasında engelsiz bir doğrudan görüş hattı yolu gereklidir. Bu, kaynağı içeren yapıyı bulmak için uygun bir araç değildir. İt, yalnızca kutup veya yapısı belirlendikten sonra bir kaynağı saptamak için kullanışlıdır.

Uyarı: Korona deşarjı, tipik olarak bir RF güç hattı gürültüsü kaynağı olmasa da, önemli bir ultrasonik ses kaynağı olabilir ve sıklıkla olabilir. İt genellikle bir ark ve korona deşarjı tarafından oluşturulan ses arasında ayırt etmek zor olabilir. Bu, ultrasonik bir cihazla bir RFI probleminin kaynağını belirlemeye çalışırken hatalara yol açabilir.

Başarının anahtarı, tıpkı yapıyı bulmada olduğu gibi, kazanç kontrolünü etkili bir şekilde kullanmaktır. Başlangıçta gürültüyü algıladıktan sonra minimum kazanç kullanın. Eğer kaynak yapı üzerinde birden fazla yerde görünüyorsa, kazancı azaltın. Parça olarak, bu, donanımdan kaynaklanan herhangi bir zayıf gürültü sinyalini ortadan kaldıracaktır. sorun.

27.6.8 Güç Hattı Gürültüsünün Yaygın Nedenleri

Aşağıdakiler, daha yaygın güç hattı gürültü kaynaklarından bazılarıdır. En yaygın olandan en az yaygın olana kadar sıralanırlar. En yaygın kaynaklardan bazılarının birincil iletkene bağlı olmadığını unutmayın. Bu kısmen, çoğu yardımcı programın, çevredeki donanımdan yeterli birincil iletken açıklığını sağlamak için aldığı bakımdan kaynaklanmaktadır. Ayrıca, güç transformatörlerinin bu listede görünmediğini unutmayın:

- Zemin iletkeni üzerindeki gevşek zımbalar
- Gevşek kutup üstü pin
- Zemin iletkeni yakındaki sert dokunarak - ware
- Aşınmış gevşek açıklık izolatörleri
- Adam tel nötr dokunarak
- Gevşek donanım
- Yalıtımlı iletken ile kullanılan çıplak tel tel
- Çıplak iletken üzerinde İnsulated kravat teli
- Gevşek çapraz kol destekleri

27.6.9 Kooperatif Anlaşması

Bazı güç hattı gürültüsü vakaları zamanında çözülürken, gerçek şu ki, birçok vaka uzun bir süre oyalanabilir. Birçok yardımcı program, bir elektrik hattı gürültü - şikayetini doğru bir şekilde ele almak için uzmanlık, ekipman veya motivasyona sahip değildir. Genellikle hızlı çözümler yoktur. Sabır genellikle bu durumlarda bir prim olabilir. Neyse ki, ARRL'nin FCC ile yardımcı olabilecek bir İşbirliği Anlaşması var. Program hızlı veya kolay bir çözüm olmasa da, rahatlama için elverişli ve adım adım bir eylem planı sunar. FCC müdahalesi olmadan gönüllü işbirliğini vurgular ve sağlar.

İşbirliği Anlaşması hükümleri uyarınca, - ARRL, elektrik hattı gürültü şikayetlerini çözmelerine yardımcı olmak için yardımcı kuruluşlara teknik yardım ve bilgi sağlar. ARRL'nin **bu** süreçteki rolünün kesinlikle teknik olduğu vurgulanmalıdır - icra işinde değildir**.** Katılmak için, şikayetçilerin hizmet personeline saygılı davranmaları, düşmanca davranışlardan kaçınmaları ve makul herhangi bir hizmet talebi ile makul bir şekilde işbirliği yapmaları gerekmektedir. Bu, istasyonunu gürültü imzalarını gözlemlemek ve kaydetmek amacıyla kullanılabilir hale getirmeyi içerir. Kooperatif Anlaşmasının amacı, FCC'ye gitmeden önce mümkün olduğunca çok sayıda vakayı çözmektir. Bu şekilde, FCC'nin sınırlı kaynakları en çok ihtiyaç duyulan yerlere tahsis edilebilir - uygulama.

Sürecin ilk adımı olarak, ARRL, ilgili Bölüm 15 kurallarını tavsiye eden ve yardım sunan bir mektup gönderir. FCC daha sonra 60 günlük bir bekleme süresi gerektirir.

Bir sonraki adım. 60 günün sonunda, yardımcı program sorunu düzeltmek için iyi niyetli bir çaba gösteremedi, FCC daha sonra bir danışma mektubu yayınladı. Bu mektup, yardımcı programın sorunu düzeltmesi için başka bir 60 günlük pencere sağlar.

Gerekirse ikinci bir FCC danışma mektubu bir sonraki adımdır. Tipik olarak, bu mektup yardımcı program için başka bir 20 veya 30 günlük pencere sağlar.

Cevap vermek için. Sorun hala devam ederse, bir saha araştırması takip edecektir. Field İnvestigator takdirine bağlı olarak, bir FCC Atıf veya Görünür Sorumluluk Bildirimi (NAL) verebilir. Bir NAL durumunda, bir el koyma veya para cezası sonuçlanabilir.

ARRL İşbirliği Anlaşması Programının hızlı bir düzeltme sunmadığını vurgulamak önemlidir. Birkaç yerleşik bekleme var -

Bir jambonun tam olarak takip etmesi gereken dönemler ve anumberofrequirements. Bununla birlikte, bir yardımcı programın Bölüm 15'e uymadığı durumlarda FCC'nin himayesinde adım adım ve sistematik bir eylem planı sunmaktadır. **www.arrl.org/ power-line-noise-faq-page adresindeki theARRL'nin Powerline Noise SSS web sayfasında nasıl şikayette bulunulacağı da dahil olmak üzere tüm ayrıntıları arayın.**

27. 7 RFI Kontrolünün Unsurları

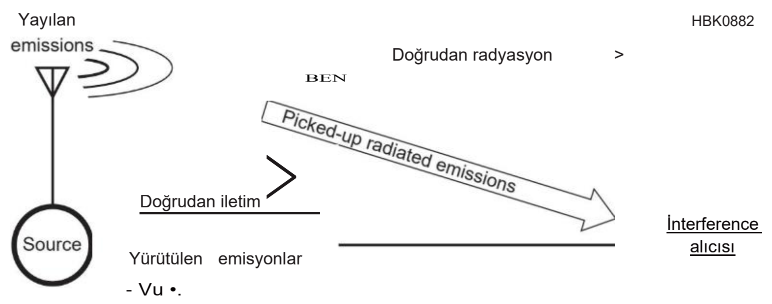
27.7.1 Farklı ve Ortak Mod Sinyal Kontrolü

Şekil 27.12'de gösterildiği gibi, kaynaktan kurbana giden yol neredeyse her zaman teller veya kablolar gibi bazı iletken kısımları içerir. RF enerjisi doğrudan kaynaktan kurbana iletilebilir, yayıldığı yerde anten görevi gören bir tel veya kablo üzerine iletilebilir veya bir - anten gibi davranan kurbana bağlı bir iletken tarafından alınabilir. Enerji, yolunun iletken kısmı boyunca ilerlerken, bunun farklı veya ortak modlu bir sinyal olup olmadığını anlamak önemlidir.

RFI'ye neden olan istenmeyen sinyallerin giderilmesi, bu iletim modlarının her biri için farklıdır. Diferansiyel modlu kürler (örneğin, yüksek geçişli bir filtre, düşük geçişli filtre veya AC güç hattı boyunca bir kapasitör), ortak mod sinyallerini zayıflatmaz. Benzer şekilde, bir ortak mod boğucu, bir diferansiyel mod sinyalinden kaynaklanan paraziti etkilemez.

İstenilen sinyalleri geçiren ve istenmeyen sinyalleri yüksek seri empedansla bloke eden veya bir sinyal dönüş hattına veya yoluna düşük empedans sunan bir diferansiyel mod filtresi oluşturmak nispeten basittir. Ortak modlu sinyaller için dönüş yolu genellikle toprak zemin içerir, ya da ekipman ifit şasi bile RFI frekansında bir anten parçası oluşturmak için yeterince büyüktür. Diferansiyel mod filtresi bu geçerli yolun bir parçası değildir, bu nedenle ortak mod RFI üzerinde hiçbir etkisi olamaz. Uygulamada, yürütülen emisyon problemlerinin diferansiyel mod sinyallerinden ziyade ortak modun sonucu olma ihtimalinin daha yüksek olduğunu unutmayın.

Her iki durumda da, açıkta kalan bir kalkan yüzeyi, kalkanın kalitesine bakılmaksızın istenmeyen enerjiyi yayan veya alan RFI için potansiyel bir antendir. Bu şekilde, kurban cihaz kablonun kalkanındaki ortak kod sinyallerini reddedemiyorsa, koaksiyel bir kablo RFI için bir anten görevi görebilir. Bu nedenle kablo kalkanlarının bağlanması önemlidir



Şekil 27.12 - Her RFI problemini gösteren bir blok diyagramı üç element içerir - bir **kaynak, yol ve bir kurban. Sorunu çözmek, bir veya daha fazlasını kaldırmayı gerektirir.**

RFI E-posta Reflektörü

İyi bir bilgi ve yardım kaynağı, korunan RFI e-posta reflektörüdür contesting.com web sitesi **listelerinde. contesting.com/mailman/listinfo / RFI).** Sadece özet olarak abone olmak Form günlük bir doz RFI tartışması sağlar. Bununla birlikte, sorunuzu sormadan önce, konunuzun son zamanlarda ele alınıp alınmadığını görmek için reflektörün aranabilir arşivlerini kontrol ettiğinizden emin olun.

Öyle ki, kalkanlar üzerinde akan ortak mod akımlarının kurban cihazına girmesine izin verilmez. (Kablo Kalkanı Bağlantılarında aşağıdaki bölüme bakın.)

27.7.2 Kalkanlar ve Filtreler

Kaynak ve kurban arasındaki yolu kırmak, - özellikle de bir tüketici elektroniği cihazı ise, genellikle çekici bir seçenektir. Unutmayın, yol üç olasılığın bir veya daha fazlasını içerecektir - radyasyon, iletim ve endüktif veya kapasitif kuplaj. Bir RFI sorununun yolunu kırmak gerektirebilir

Bazı durumlarda analiz ve deney. Açıkçası, onu kırmadan önce yolun ne olduğunu bilmelisin. Yol bazı durumlarda kolayca görülebilirken, daha karmaşık durumlar o kadar açık olmayabilir. Bir çözüm bulmak için birden fazla girişimde bulunmak gerekebilir.

MUHAFAZA SHIELDING

Ekranlama, yayılan emisyonları kontrol etmek için - yani cihazın içindeki kablolama ile yayılan sinyalleri - veya yayılan sinyallerin kablolardaki veya bir ekipman parçasının içindeki sinyal uçları tarafından alınmasını önlemek için kullanılabilir. Ekranlama, genellikle kaynak ve kurban arasında araya giren bir iletken olarak hareket ederek endüktif veya kapasitif kuplajı azaltmak için de kullanılabilir.

Kalkanlar, yayılan enerji için sınırları ayarlamak ve elektrik ve manyetik alanları içermek için kullanılır. İnce iletken filmler, bakır örgü ve sac metal, elektrik alanı (kapasitif kuplaj) ve elektromanyetik alanlar (radyo dalgaları) için en yaygın kalkan malzemeleridir. RF'de, küçük cilt derinliği ince kalkanların bu frekanslarda etkili olmasını sağlar. Manyetik alanın (endüktif kuplaj) neden olduğu voltajı en aza indirmek için daha kalın koruyucu malzeme gereklidir.

Uyarılmış akım. Ses frekanslarında ve altında, ortak kalkan malzemelerinin daha yüksek cilt derinliği, çelik veya mumetal (yüksek manyetik geçirgenlik sergileyen nikel-demir alaşımı) gibi yüksek geçirgenlik malzemelerinin gerekli olduğu kadar büyüktür (60 Hz'de, alüminyum için cilt derinliği 0.43 inçtir).

Maksimum kalkan etkinliği genellikle kaynağı veya hassas devreyi veya ekipmanı tamamen çevreleyen katı sac gerektirir. Elektriksel olarak küçük delikler genellikle kalkan etkinliğini etkilemezken (ince örgü tarama, örneğin VHF ve altında iyi bir koruma sağlar), dikişler, bir dalga boyu uzunluğunun önemli bir kısmı ise, bir yuva anteni görevi görebilir. Ek olarak, bir kalkanın farklı kısımları arasındaki çiftleşme yüzeyleri iletken olmalıdır. İletkenliği sağlamak için, boya veya diğer iletken olmayan kaplamaları çiftleşme yüzeylerinde dosyalayın veya zımparalayın.

Bir kalkanın etkinliği, istenmeyen enerjiyi yansıtma veya emme yeteneği ile belirlenir. Yansıma bir kalkanın yüzeyinde gerçekleşir. Bu durumda kalkanın etkinliği kalınlığından bağımsızdır. Yansıma tipik olarak radyo dalgaları ve kapasitif kuplaj için korumanın baskın aracıdır, ancak manyetik kuplajlara karşı etkisizdir. Çoğu RFI koruması bu nedenle yansıma yoluyla çalışır. Bu durumda herhangi bir iyi iletken, ince kaplama bile olsa hizmet edecektir.

Düşük frekanslı endüktif bir bağlantı yolunu ekranlayarak kırmaya çalışırken manyetik malzeme gereklidir. Bu durumda kalın bir yüksek geçirgenlik malzeme tabakası idealdir. Düşük frekanslı manyetik alanların yakın alanı uzun mesafelere uzanabilse de, manyetik alanlar genellikle -nispeten kısa mesafede en büyük etkiye sahiptir. Sadece kaynak ve kurban arasındaki mesafeyi artırmak, bir kalkanın uygulanmasının masrafını ve zorluğunu önlemeye yardımcı olabilir.

Ekranlama eklemek, özellikle televizyon gibi birçok tüketici ürününde birçok durumda pratik olmayabilir. Bir kabloya bir kalkan eklemek, kapasitif bağlantı ve RF alımını en aza indirebilir, ancak manyetik bağlantı üzerinde hiçbir etkisi yoktur. Paralel iletken kabloların (zip kablosu gibi) bükülmüş çiftle değiştirilmesi manyetik kaplinlere karşı oldukça etkilidir ve ayrıca elektromanyetik -kaplinleri azaltır .

Ekranlama ile ilgili ek materyaller Ott'un 2. bölümünde bulunabilir (seethe Referansları).

FILTERS

Birçok RFI problemi, gürültü kaynağını kaynağa bağlı kablolarda ortak mod sinyalleri olarak bırakan iletilen emisyonlardan kaynaklanır. Gürültü doğrudan kaynaktan kurbana gidebilir veya kablolama ile yayılabilir ve kurbana bağlı [illegible]anabilir. Yürütülen emisyonları sağlayan aynı tasarım veya üretim sorunları da tersine çalışabilir, izin

Alınan gürültünün, müdahaleye neden olduğu kurbana iletilmek üzere toplanması.

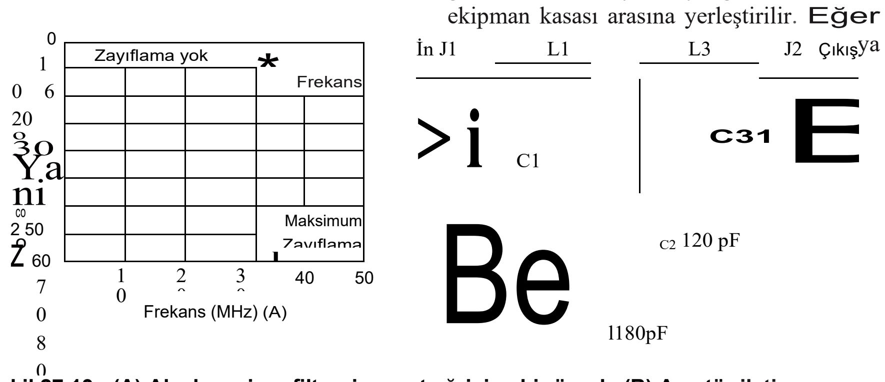
Filtreler ve boğucular, gürültüyü engelleyerek veya bastırarak yürütülen bir emisyon sorunuyla başa çıkmada çok etkili olabilir. Neyse ki, filtreler ve boğucular basit, ekonomik ve denemesi kolaydır. Göreceğimiz gibi, ortak mod tıkanıklıklarının tek başına kullanılması, özellikle ortak mod akımının suçlu olma olasılığı daha yüksek olduğunda, özellikle HF'de birçok RFI problemini çözebilir. Birçok durumda, filtreler ve boğucular, bir muhafaza açma ihtiyacını önleyerek kurban cihazına harici olarak da uygulanabilir. Bir cihazın iç kablolarını değiştirmek zorunda kalmadan bir RFI problemini çözmek neredeyse her zaman alternatife tercih edilir.

Sinyalleri ayırmanın birincil yolu frekans farklılıklarına dayanır. Filtreler, başkalarını bloke ederken veya karıştırırken belirli frekanslardaki sinyallere çok az muhalefet sunar. Filtreler, zayıflama özellikleri, frekans özellikleri ve güç işleme özellikleri bakımından farklılık gösterir. Çeşitli filtrelere verilen isimler kullanımlarına dayanmaktadır. (Daha fazla bilgi Filtreler üzerinde **Analog ve Dijital Filtreleme** bölümünde bulunabilir.)

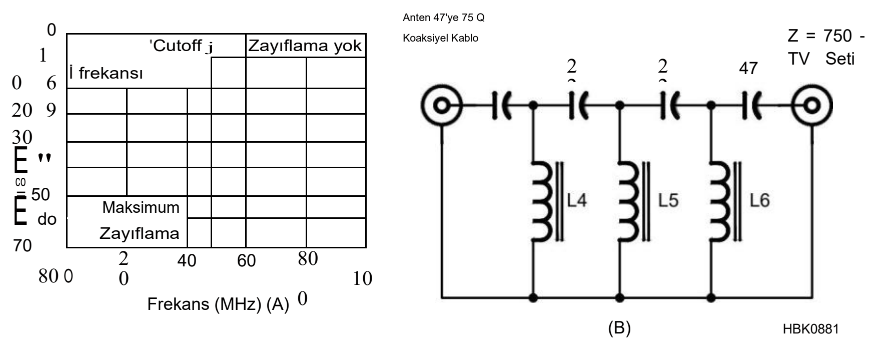
Düşük geçişli filtreler, bazı kesme frekansının altındaki frekansları geçerken, bu kesme frekansının üzerindeki frekansları zayıflatır. Tipik bir düşük geçişli filtre eğrisi **Şekil 27.13A'de gösterilir. Şematik Şekil** 27.13B'de gösterilir. Bu filtrelerin düzgün bir şekilde inşa edilmesi zor olabilir, bu yüzden birçok jambon onları satın almayı seçer. *QST'de reklam veren birçok perakende Amatör Radyo mağazası,* düşük geçişli filtreleri stoklar.

Yüksek geçişli filtreler, bazı kesme frekansının üzerindeki frekansları geçerken, bu kesme frekansının altındaki frekansları zayıflatır. Tipik bir yüksek geçişli filtre eğrisi **Şekil 27.14A'de gösterilir.** Şekil 27.14B tipik bir yüksek geçiş filtresinin şemasını göstermektedir. Yine, piyasada bulunan filtrelerden birini satın almak en iyisidir.

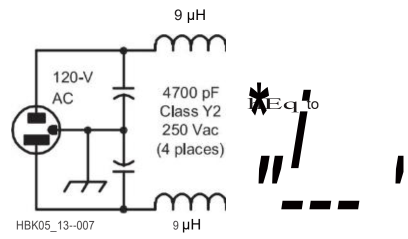
Bypass kondansatörler, etkilenen kurşun veya kablodan uzak RF sinyalleri için düşük empedanslı bir yol sağlayarak diferansiyel modlu RFI problemlerini iyileştirmek için kullanılabilir. Bir bypass kondansatörü genellikle bir sinyal veya güç kablosu ile ekipman kasası arasına yerleştirilir. Eğer



Şekil 27.13 - (A) Alçak geçiren filtrenin yanıt eğrisine bir örnek. (B) Amatör iletim kullanımı için düşük geçişli bir filtre şeması. Komple inşaat bilgileri, *ARRL RF/Kitap'ın Vericiler bölümünde görünür.* Yüksek performanslı **1.8-54 MHz filtre projesi bu** ***El Kitabının Analog ve Dijital Filtreleme bölümünde bulunabilir.***



Şekil 27.14 - (A) Yüksek geçişli filtrenin yanıt eğrisine bir örnek. (B) 75-9 koaksiyel kablo için bir diferansiyel mod yüksek geçiren filtre. İt, bir TV anteni tarafından toplanan veya bir kablo-TV sistemine sızan HF sinyallerini reddeder. **Tüm** kondansatörler yüksek stabiliteli , düşük Kayıp, **NPO** seramik disk bileşenleri. Değerler pF'dir. İndüktörlerin hepsi T-44-0 toroid çekirdeklerinde # 24 AWG emaye teldir. L4 ve L6 her biri 12 turdur (0.157 µH) ve LS 11 turdur (0.135 µH).



Şekil 27.15 - Bir "kaba kuvvet" ac-line filtresi. Şasi zemin bağlantılarında filtreleme olmadığını unutmayın. "Diferansiyel Mod ve CommonMode Akımları ve RFI" kenar çubuğuna bakın.

Kalkan da şasiye bağlanmalıdır. HF sinyalleri için bypass kapasitörleri genellikle 0.01 µF iken, VHF bypass kapasitörleri genellikle 0.001 µF'dir. Bypass kapasitörlerinin uçları, özellikle VHF veya UHF sinyalleriyle uğraşırken kısa tutulmalıdır.

Bazen "bruteforce" filtreleri olarak adlandırılan AC hattı filtreleri, RF enerjisini ac güç hatlarından çıkarmak için kullanılır. Tipik bir şematik **Şekil 27.15'te gösterilmiştir.** Zeminde veya ortak bağlantıda filtreleme yapılmadığını unutmayın. (Yardımcı programlar ve ac güç sistemlerine göre ortak mod tanımı için Elements ofRFI bölümüne bakın.)

Corcom ürünleri **(www.corcom. com) ve** Delta Electronics **(www.deltaww. com) yaygın olarak** kullanılabilir ve web sitelerinde iyi belgelenmiştir. Morgan Manufacturing **(www.morganmfg.us), AC Hat** - Koruyucularının M-473 ve M-475 serisi gibi ac fişleri ve soketleri ile bağımsız akline filtreler satmaktadır. SMT EMİ filtreleri artık tüketici cihazlarında giderek yaygınlaşan fırça DC motorları için de mevcuttur. Daha fazla bilgi için Referanslar bölümünde Jeff Elliott tarafından yazılan Mikrodalgalar ve RF makalesine bakın.

AC-line filtreler çok çeşitli boyutlarda, akım derecelerinde ve zayıflatmada gelir. Genel olarak, bir filtre daha düşük frekanslarda daha yüksek akımları işlemek için fiziksel olarak daha büyük olmalıdır. Birçok düşük voltajlı aydınlatma armatürü için bağlantı kutusuna sığacak kadar küçük kompakt bir filtre olan Corcom 1 VB 1, MF ve HF'de (yalnızca sıcak ve nötr hatlarda) iyi bir ortak mod zayıflaması sağlar ve 250 V ac derecesindeki 1 A, birçok LV aydınlatma armatürü için yeterlidir. Genel olarak, uygulamanız için yeterli olan en düşük akım derecesine sahip filtreyi seçerseniz, fiziksel olarak küçük bir filtreden daha fazla performans elde edersiniz. (Ott'un 13.3 bölümü ac-line filtreleri kapsar.)

Bir ac hattı filtresi için en iyi yer, ekipmanın muhafazasıdır. Filtre modülleri, filtrenin kasasından (en iyisi) veya muhafazaya başına bir bondingj um yoluyla muhafazaya bağlanabilir. Filtrenin muhafazasını, ekipmanın muhafazasına mümkün olan en kısa yolla bağlayın. Bir filtre kasası, terminal veya lehim pabucunun bağlanmasını engelleyen birçok muhafaza boyanır. Temizleyin Bir bağlantı bağlantısı yapılan her yerde muhafazayı boyayın.

Bazı ticari filtreler entegre bir İEC güç soketi ile üretilmiştir ve panelin arkasında yeterli alan varsa standart bir İEC konektörünün yerini alabilir. (İEC, İnternational Electrotechnical Commission, güç fişleri ve prizler için spesifikasyonlar oluşturan uluslararası bir standart kuruluşudur. İEC konektörünün çizimi için Güvenlik bölümüne bakın.) Böyle bir filtrenin durumu muhafazaya bağlanır ve birbirine bağlı uçlar muhafaza tarafından korunur ve performansını optimize eder.

Bir kablo aracılığıyla ekipmana harici olarak bağlanan AC hat filtreleri ekstra dikkat gerektirir. Bir filtre ile filtrelenen ekipman arasındaki herhangi bir kablolama bir anten görevi görür ve filtrenin performansını düşüren endüktif bir döngü oluşturur. Tüm bu kablolama mümkün olduğunca kısa olmalı ve çarpık. Yukarıda açıklandığı gibi, RFI için aktif kalan yer iletkenine filtreleme uygulamazlar. - Zemin iletkeni üzerindeki ortak mod RF akımını engellemek için bir ferrit çekirdek üzerindeki kablolamanın birkaç dönüşünü sarın.

AC-line kapasitörler - Hat ve nötr veya gürültü kaynağında veya kurban ekipmanında hat ve zemin arasında bir kapasitör bazı RFI problemlerini çözebilir. (Bu anlamda "toprak"'değil, ekipmandaki güç sistemi ekipmanı temelidir - yeşil tel.) Güç hatları, kablolar ve kablolar genellikle çok yüksek voltajlı (4 kV) kısa süreli sivri uçlara maruz kalır. Sıradan kondansatörler bu voltajlara maruz kaldığında başarısız olabilir ve arıza yangına neden olabilir. Güç kablolarında sadece Tip Xl, X2, Yl ve Y2 kapasitörler kullanılmalıdır. AC dereceli kapasitörler, zaman zaman meydana gelen tipik voltaj dalgalanmalarıyla birlikte bir ac hattı boyunca yerleştirilmeyi güvenli bir şekilde idare edebilir. Xl ve X2 yazın

Diferansiyel Mod ve Ortak Mod Akımları ve RFI

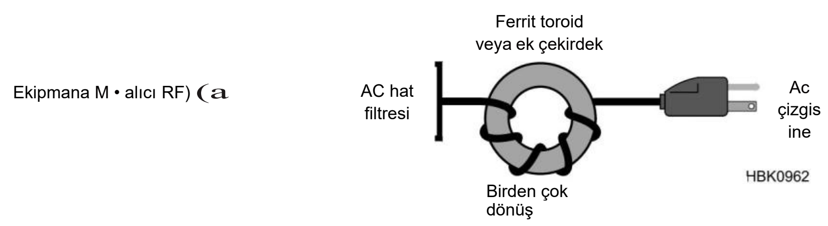
Ed Hare, ARRL Lab Yöneticisi

Çoğu RFI problemi, diferansiyel mod ve ortak mod sinyallerinin veya gürültüsünün bir kombinasyonunu içerir. (Bu terimlerin tanımına RFI Unsurları ve Şekil 27.3 ve 27.16 bölümünde bakın.) Bu iki sinyal türü arasındaki farkı anlamak önemlidir, çünkü genellikle bir sinyal türünü filtrelemek için tasarlanmış bir filtre diğer türe karşı etkili olmayacaktır.

Ortak mod filtresi, içindeki diferansiyel mod sinyallerini etkilemeyecek şekilde tasarlanmıştır Kabloların filtrelenmesi. Sonuç olarak, ortak modlu bir boğucu, filtrelenen tellerin taşıdığı herhangi bir diferansiyel mod gürültüsünü azaltmaz. Başka bir örnek olarak, diferansiyel modlu bir filtre genellikle 3 telli bir AC kablosundaki toprak kablosunu filtrelemez.
veya kablo (bkz Şekil 27.15), bu nedenle ac kablolamanın zemin iletkeninde bulunan herhangi bir ortak mod sinyali veya gürültüsü doğrudan filtreden bağlanacaktır.

Birçok durumda, gürültülü bir cihaz, cihazdaki çeşitli dengesizlikler ve bağlı olduğu kablolama nedeniyle hem diferansiyel mod hem de ortak mod akımları oluşturur. Yakındaki bir vericiden parazit yaşayan duyarlı bir cihaz, kablolarında hem ortak mod hem de diferansiyel mod sinyallerinin alınmasının bir sonucu olabilir. Ac veya sinyal kablolamasındaki İmbalance genellikle her iki sinyal türünün de oluşturulmasına ve cihazların içine ve dışına bağlanmasına neden olur. Bu nedenle, birçok durumda, hem ortak mod hem de diferansiyel mod filtreleme gerekebilir .

Bir amatör, bir komşuya ait ekipmanı tedarik eden ac hattını filtrelemeye karar verirse, bu sorunu mümkün olduğunca hızlı ve verimli bir şekilde çözmek en iyisidir. Hangi tür filtreye ihtiyaç duyulduğunu bulmak için yapılan deneyler, komşunun sorunu çözme kabiliyetine olan güvenini hızla kaybedebilecek hayal kırıklığına yol açar. Bu nedenle, genellikle bir komşunun cihazına **Şekil 27.A1'de gösterildiği gibi hem ortak mod hem de diferansiyel mod filtrelemesinin kurulması,** mevcut parazitin çözülmesi ve gelecekteki parazitin daha az olası hale getirilmesi önerilir.



Şekil 27.A1 - Bir ac hattı filtresi ve bir ferrit RF boğucu, ac hattında etkilenen ekipman bloğuna hem farklı hem de ortak modlu akımı birleştirdi. Hat filtresi, fişler ve prizlerle bağımsız bir model veya topraklanmış bir metal muhafazada bir modül olabilir. Ferrit karışımı tip 31 (HF için) veya tip 43 (orta HF ila VHF için) olmalıdır. Yeterli boğulma empedansı oluşturmak için çekirdeğe birden fazla dönüş yapılabiliyorsa bir toroid veya kelepçeli çekirdek kullanılabilir.

Kapasitörler hat ve nötr arasında kullanım için derecelendirilmiştir ve 0.1 µF ile 1 µF arasındaki değerlerde mevcuttur. Tip X2 kapasitörler 2.5 kV dayanacak şekilde test edilmiştir, tip Xl kapasitörler 4 kV'a kadar test edilmiştir. Tip Yl ve Y2 kapasitörler, çizgi ve zemin arasında kullanım için derecelendirilmiştir; Yl kapasitörler 8 kV'a kadar test edilen darbelerdir; Y2 ila 5 kV yazın. 4700 pF'nin hat ve zemin arasında kullanılmasına izin verilen en büyük değer olduğunu unutmayın - daha büyük değerler aşırı sızıntı akımlarına neden olabilir.

KABLO SHİELD BAĞLANTILARI

Bu bölümün ortak mod ve diferansiyel mod sinyalleri hakkındaki önceki tartışmasında, kablo kalkanlarının uygun şekilde bağlanması ihtiyacı tanıtıldı. İmproperly bağlı kalkanlar Ses, RF ve veri kabloları, yayılan ve yürütülen emisyonların önemli bir kaynağıdır. Ek olarak, bir kablo kalkanında ortak mod akımı olarak alınan ortak mod RF için ekipmana bir yol sağlarlar. Her iki durumda da, yanlış bağlanmış bir kalkan, RFI'nin muhtemel bir nedenidir.

Şekil 2 7 .16, kablo kalkanlarının nasıl bağlanması gerektiğine dair temel mantığı açıklar. Bu, temel kavramları göstermek için çok basitleştirilmiş bir genel bakıştır. Şekil 27. L 6A, genellikle bir PC kartında bir metal muhafaza ve bir iç devre gösterir. Devrenin kendisinde, bir zemin düzlemi veya noktadan-po int kablolama veya izler olabilecek ortak bir bağlantı vardır. Her iki durumda da, devrenin zemin sistemindeki herhangi iki nokta arasında küçük bir empedans vardır.

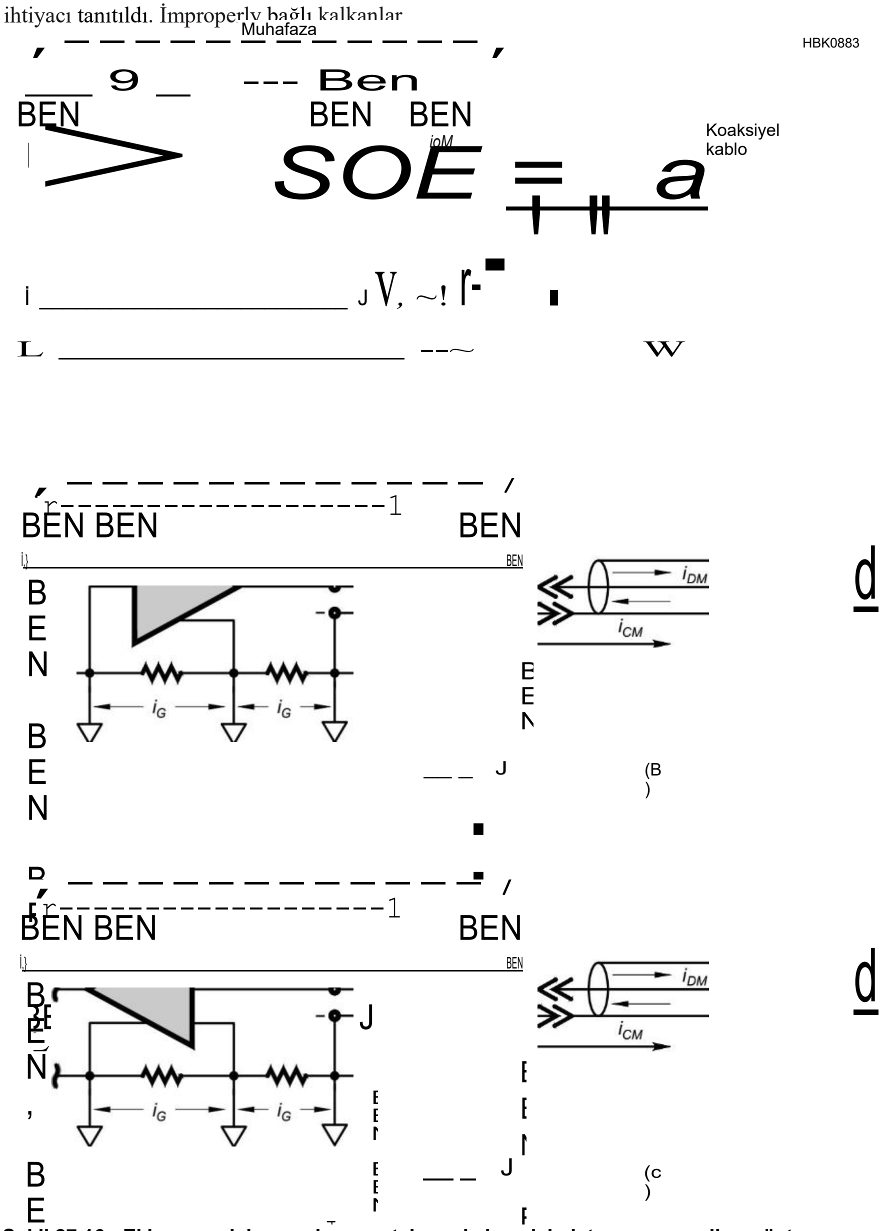
Bu direnç sembolleri ile gösterilir. Zemin sisteminde akan akım i ¢ olarak gösterilir. Her zamanki uygulama, zemin sistemini bir tel veya donanım aracılığıyla muhafazaya (şasi zemini) bağlamaktır. Bunun da direnç olarak gösterilen bir empedansı vardır.

Kablo bağlantısına uygulanan gerçek voltaj, *İp lot7'ye eşit değildir. Zemin* sistemi empedansları boyunca akan zemin akımları küçük voltajlar oluşturur. Devre zemin sistemi ve muhafaza arasındaki bağlantıdan akan toprak akımı da öyle. Bu voltajların tümü *V oluşturmak için birleşir,* daha sonra V *DM oluşturmak için amplifieroutput voltajı Vaur ile birleşir.*

Muhafazanın dışında, bir PL-259, BNC, Tip N veya hatta korumalı bir metal fonoplug gibi bir RF konektöründe bir koaksiyel kablo sonlandırılır. Kablo içindeki diferansiyel modlu sinyal akımları (ipM olarak gösterilir) kablonun merkez iletkeninde ve kablo kalkanının içinde akar. Kablo tarafından bir sinyal alınırsa, ortaya çıkan ortak mod akımı (buzlu olarak gösterilir) kablo kalkanının dışına akar. Cilt etkisi nedeniyle, kablo kalkanının içi ve dışı RF akımları için bağımsız iletkenlerdir.

Çiftleşme konektörünün iç kısmında (SO-239 gibi) bir kablo veya tel çifti 'pM akımlarını devreye bağlar. Şekil 27.16A, kablodaki merkez iletken bir çeşit amplifikatör çıkışına (*Lou7) ve* konektörün muhafazaya bağlı kısmı devrenin ortak veya zemin terminaline bağlanır. Konektör ve kalkan düzgün bir şekilde takılırsa, devrenin diferansiyel modlu ortak terminali ile kablo kalkanının dış, ortak modlu yüzeyi arasında bir yol yoktur. Benzer şekilde, kablonun içindeki mevcut İpm ne olursa olsun, kablonun dışına akamaz, burada ortak mod akımı olur ve istenmeyen bir sinyal yayar - yayılan bir emisyon.

Şekil 27.16B, kalkan bağlantısı muhafazadan geçtiğinde ve doğrudan iç devre zemin sistemine bağlandığında ne olduğunu göstermektedir. Ortak mod akım yolu artık devre zemin sisteminden bağlantıda akan i'ye açıktır.



Şekil 27.16 - **Ekipmanın içine ve dışına ortak mod akımı için istenmeyen yolları gösteren düzgün (A) ve yanlış (B, C) bağlı kalkanlar. Çok iyi bağlanmış kalkanlar RF ortak mod akımı için bir giriş ve çıkış yolu oluşturur. Tartışmak için metne bakın .**

Uyarı: Konuşmacı adaylarını atlamak

Eski amatör literatür, hoparlör - kablolarındaki ortak mod sinyallerinden RFI'yi iyileştirmek için bir amplifikatörün hoparlör çıkış terminalleri boyunca bir 0.01-µF kondansatörünün bağlanmasını önerebilir. Bunu yapmayın! Bunu yapmak, bazı modern katı hal amplifikatörlerinin, - yüksek kapasitif bir yüke bağlıysa, yıkıcı, tam güçlü, bazen ultrasonik salınıma girmesine neden olabilir. Bunun yerine ortak modlu boğucular ve bükülmüş çift hoparlör kabloları kullanın.



Şekil 27.17 - Bir toroid çekirdek üzerindeki ortak modlu bir RF boğulma yarası sol üstte gösterilmiştir. Ortak modlu boğucular için çeşitli ferrit çekirdek stilleri de gösterilmiştir.

Muhafaza. Bu, devreden gelen gürültü ve sinyallerin, yayılan bir emisyon olarak muhafazadan kaçmasına izin verir. Yol ayrıca, *cM'nin* muhafaza bağlantısında akması ve *VG'yi oluşturan voltaja eklenmesi için de açıktır.·* Zemin sistemi empedansına bağlı olarak, bazı *ici'ler* de iG'ye ekleyebilir. Bu, harici gürültü ve sinyallerin devrenin - zemin sistemine girmesine ve çalışmasını bozmasına izin verir.

Şekil 27. 16C, diferansiyel mod sinyalinin devreye bir giriş olduğu durumu gösterir. Devre zemin sistemindeki gürültü ve sinyaller hala muhafazadan kaçabilir. Ek olarak, ortak modlu akım icMcombines ile **i**, *F ~ ve* İ'yi değiştirir. Devre bir alıcı ön uç orother duyarlı fonksiyon ise, bu kolayca birçok soruna neden olabilir .

Şekil 27.3D, bir kalkanın içindeki iki telle benzer bir durum gösterdi. Bu, birkaç veri hattının ve genel kalkandan ayrı özel bir sinyal dönüşü veya sinyal zemin devresinin olabileceği veri veya kontrol bağlantıları için yaygındır. Sinyal geri dönüş devresini bağımsız bir devre olarak ele alın ve muhafazaya bağlamayın. Çoğu korumalı veri kablosunun ayrı sinyal zemini ve kalkan bağlantıları vardır. Sadece kalkan muhafazaya bağlanmalıdır.

Kalkanın hiç bağlanmaması, kalkanın - içindeki istenen diferansiyel mod akımının yolunu keser. Bu, genellikle toprak sistemleri veya güç kablolaması yoluyla başka bir dönüş yolu bulmaya zorlar. Kalkandaki boşluk, sadece diferansiyel mod sinyalini yaymakla kalmayıp, istenmeyen ortak mod - akımının diferansiyel mod sinyalleriyle birleşmesine izin veren manyetik bir döngüye benzer bir anten oluşturur. Tüm sistem korumasız gibi davranıyor.

Kabloların kalkanlarını bir koruyucu muhafazaya bağlama ihtiyacı, koaksiyel kablolar, korumalı bükümlü çift veya çok iletken veri kabloları olup olmadığı açıktır. Kalkan bağlantısı muhafazaya nüfuz ederse ve doğrudan devrenin zemin sistemine bağlanırsa, hem yayılan emisyonlar hem de gelen RFI olası sonuçtur. **Ek olarak,** istenmeyen akım yolu konunun empedansını etkileyebilir.

Kalkanın dış kısmı ile seri olarak malzeme ancesinde tartışıldığı gibi kabloya nection.

Ortak modda daha sonra bu bölümde ve **İletim Hatları bölümünde boğulur.** Alıcı-verici mikrofon kabloları gibi alternatif bağlantılar tasarlamak mümkündür, ancak RF filtreleme veya boğmalar ve dikkatli devre zemin sistemi tasarımı ve yapımı gereklidir.

27.7.3 Ortak Mod Tıkanmaları

Ferrit çekirdeklerindeki ortak modlu boğucular, ortak modlu bir sinyalden RFI'ye en etkili cevaptır. Diferansiyel modlu filtreler ortak mod sinyallerine karşı etkili değildir. (AC hattı filtreleri genellikle yalnızca önceki bölümde açıklandığı gibi diferansiyel mod filtreleme gerçekleştirir.) Ortak modlu boğucular farklı çalışır, ancak koaksiyel kablo ve eşleştirilmiş iletkenlerle eşit derecede iyi çalışır. (Ortak modlu boğmalarda ek malzeme Ott'un 3.5 ve 3.6 bölümlerinde bulunur.)

Yaygın modlu boğmanın en yaygın şekli, **Şekil 27.17'de gösterildiği gibi bir ferrit toroid çekirdeğinde birden fazla kablo sargısıdır.** Aşağıdaki açıklama, toroidlerin yanı sıra çubuklara sarılmış boğucular için de geçerlidir, ancak HF'deki yakın devrelerle çiftleşebilecekleri için çubuk çekirdeklerinden kaçının. HF'de toroid çekirdekleri önerilir - boncuklar ve kelepçeli ferrit çekirdekleri genellikle yeterlidir .

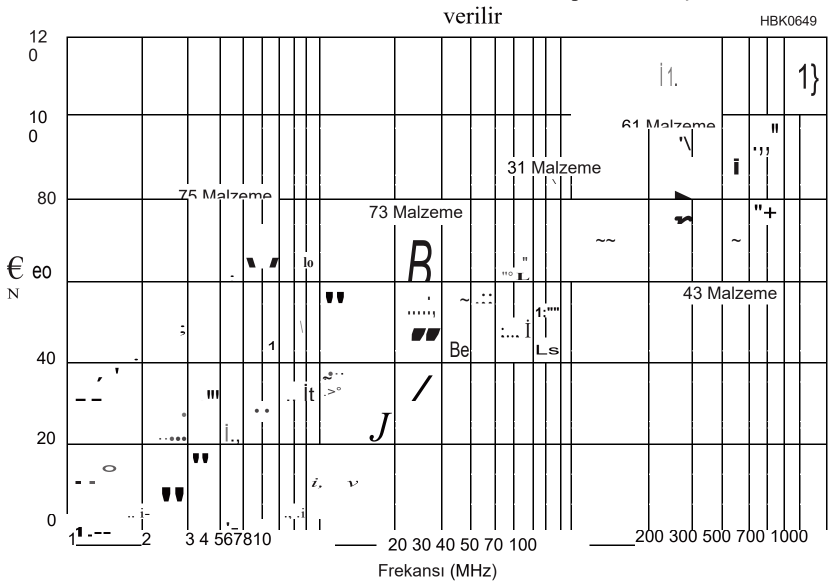
Çoğu zaman, bir koaksiyel kablo veya korumalı, çok telli bir kablo üzerindeki ortak mod sinyali, kablonun kalkanının dışına akan bir akımdır. Kabloyu manyetik bir çekirdeğin etrafına sararak, akım çekirdekte bir akı oluşturur ve yüksek bir engel oluşturur.

(Etkili bir boğma için birkaç yüz ila birkaç bin ohm empedans gereklidir.) Empedans daha sonra ortak mod akımını bloke eder veya azaltır. Eşit ve zıt alanlar, diferansiyel mod akımlarının her birinden çekirdeğe bağlandığından, ortak mod boğulmasının kablo içindeki diferansiyel mod sinyalleri üzerinde hiçbir etkisi yoktur.

Kablo, zip kablosu veya bükülmüş çift gibi iki telli, korumasız iletkenlerden oluştuğunda, eşit ve zıt diferansiyel akımların her biri çekirdekte manyetik bir akı oluşturur. Eşit ve zıt akılar birbirini iptal eder ve diferansiyel mod sinyali sıfır net etki yaşar. Bununla birlikte, ortak mod sinyallerine, boğucu sinyalle seri olarak yüksek bir empedans olarak görünür: empedans ne kadar yüksek olursa, ortak mod akımı o kadar düşük olur.

Bir iletim hattındaki ortak mod akımlarının, besleme hattından gelen bir sinyalin radyasyonuna neden olacağına dikkat etmek önemlidir. (Dengeli ve dengesiz iletim hatlarının açıklaması için kenar çubuğuna bakın.) Yayılan sinyal daha sonra yakındaki devrelerde RFİ'ye neden olabilir. Bu, koaksiyel kabloyu, kenar çubuğundaki dipol gibi dengeli bir yüke besleme hattı olarak kullanılırken en yaygın olanıdır. Anten besleme noktasında ve besleme hattının konuta girdiği yerde ortak mod boğucu ile ortak mod akımının azaltılması, besleme hattının kalkanından yayılan sinyallerin neden olduğu RFİ'nin azaltılmasına yardımcı olabilir.

Ortak mod gürültüsü de besleme hatları tarafından toplanır. İf içine akmasına izin verilir



Şekil 27.18 - "101" boyutlu ferrit boncuklar için İmpedance vs. frekans grafikleri, farklı frekans aralıkları boyunca çeşitli ferrit malzemelerinin etkisini göstermektedir. Malzeme karşılaştırması için yukarıdaki eğri için 3.50 mm x 1.30 mm x 6.00 mm boncuk (Fair-Rite 301 boyutu) kullanılmıştır, ancak tüm malzemeler tüm şekil ve boyutlarda mevcut değildir. Tip 73 malzeme sadece daha küçük çekirdeklerde mevcuttur, tip 31 sadece daha büyük çekirdeklerde mevcuttur ve tip 75 şu anda sadece bir toroid çekirdek olarak mevcuttur. [Grafik Fair-Rite Corporation'ın izniyle]

İstasyon, aynı zamanda farklı dönüştürülebilirKonektörlerde mod sinyalleri ve istasyondaki diğer kablolara ve kablolara bağlanarak. Boğucular bu akımı engelleyebilir ve bu alınan gürültü kaynağını ve gürültü seviyesine önemli ölçüde katkıda bulunabilecek istenmeyen sinyalleri ortadan kaldırabilir.

Ferrit çekirdekleri kullanan ortak modlu boğucular, **RF Teknikleri ve İletim Hatları** bölümlerinde uzun uzadıya tartışılmaktadır. Ortak mod devresi ile seri olarak büyük bir rezistif empedans değeri ekleyerek ortak mod RF akımını bloke ederler. Boğucu aslında bu frekansta çekirdek malzemenin direnci ile birlikte sargı indüktansı ve başıboş kapasitansı içeren paralel-kendi kendine rezonans devresi gibi davranır. (RF'deki ferritin elektriksel özellikleri **RF Teknikleri** bölümünde tartışılmıştır.)

Bastırma için kullanılan çoğu ferrit çekirdeğinden (bir tur olarak kabul edilir) geçen bir iletkenin kendi kendine rezonansı 150 MHz aralığındadır ve bu, bir kablonun etrafına sıkıştırılmış bir çekirdeğin etkili olacağı yerdir. 1-50 MHz aralığında iyi bastırma elde etmek için, rezonans frekansını düşürmek için ferrit çekirdeğinden birden fazla dönüş yapmalıyız. Ortak modlu boğumlar tipik olarak 1 inç veya daha büyük bir iç çapa veya bir splitcore kelepçeli çekirdeğe sahip toroid çekirdeklere sarılır.

Şekil 27.18, farklı karışımların bir ferrit boncuğu boyunca tek dönüşlerin empedansının birleşik bir grafiğidir. İt, mevcut ferritlerin aralığı hakkında bir fikir verir. Doğru malzemeyi ve çekirdekten doğru sayıda dönüş kullanarak, boğma empedansı direnç ve istenen frekans aralığı için optimize edilebilir. Direnç empedansı, -iletkenin kullanım frekansındaki reaktansı ile etkileşimden kaçınmak için istenir. Kullanılacak doğru malzeme, gerekli frekans aralığı üzerinde "bastırma" için belirtilmiştir. (Fair-Rite karışımları # 31, # 43, # 44 ve # 61 amatörler için en çok kullanılanlardır.) Bu, çekirdeğin empedansının öncelikle bu aralıkta dirençli olduğu anlamına gelir. Bu çekirdeklere sarılmış boğmalar çok düşük bir Q'ya sahiptir (çünkü depolamak yerine enerjiyi dağıtırlar), bu nedenle boğmanın bant genişliği bir oktav kadar olabilir. Chokes, farklı frekans aralıklarında çalışacak şekilde tasarlanabilir - birleştirilmiş frekans aralığı boyunca seri çalışmalarda farklı aralıklar için optimize edilmiş chokes yerleştirir .

Tip 31 malzeme, özellikle düşük HF frekanslarında, HF ve düşük VHF uygulamaları için iyi bir çok amaçlı malzemedir. Tip 43, HF için VHF ve UHF ile yaygın olarak kullanılır. Bileşen **Verileri ve Referanslar bölümü,** ferrit malzemelerin ve özelliklerin bir tablosunu içerir. Bu tartışma sadece ferrit çekirdekli ortak mod tıkanıklıklarının temel özelliklerine değişmektedir, çünkü bunlar RFI ile başa çıkmak için geçerlidir.

Uyarı: Fazla Ferrit Çekirdekleri

Ne tür bir malzemeden yapıldığını bilmiyorsanız, ortak modda boğulma yapmak için bir çekirdek kullanmayın. Bu tür çekirdekler, çalıştığınız frekans aralığında etkili olmayabilir. Bu, ortak modlu bir boğmanın, doğru malzemeye sahip bir çekirdek işi yaptığında işe yaramadığı hatalı sonucuna yol açabilir.

Besleme Hattı Radyasyonu - Dengeli ve Dengesiz İletim Hatları Arasındaki Fark

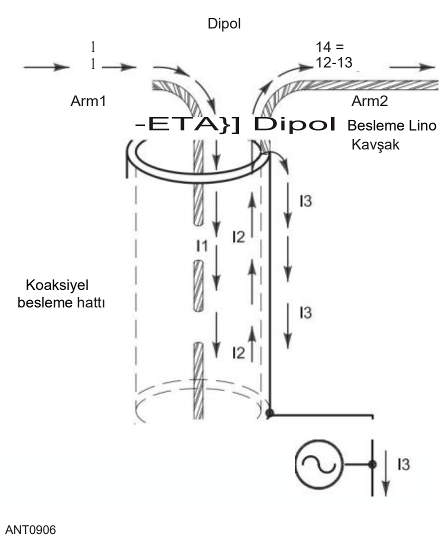
Dengeli ve dengesiz besleme hatları arasındaki fiziksel farklılıklar açıktır. Dengeli hatlar, merdiven hattı veya ikiz kurşun gibi paralel tip iletim hatlarıdır. Dengeli bir çizgi oluşturan iki iletken, yalıtım malzemesi (plastik, hava, her neyse) ile ayrılan yan yana çalışır. Dengesiz çizgiler ise koaksiyel tip besleme hatlarıdır. İletkenlerden biri (kalkan) diğerini (merkezi) tamamen çevreler.

İdeal bir dünyada, her iki iletim hattı da, yol boyunca herhangi bir enerji yaymadan yüke (tipik olarak anteninize) RF gücü verecektir. Bununla birlikte, her iki iletim hattı tipinin de bu özelliği gerçekleştirmek için dengeli bir koşul gerektirdiğini anlamak önemlidir. Yani, her bir iletkendeki akımlar büyüklük bakımından eşit, ancak polarite bakımından zıt olmalıdır.

Dengeli bir iletim hattının klasik tanımı, her iki iletkenin de ortak bir referans noktasına, genellikle toprağa göre simetrik (aynı uzunluk ve ayırma mesafesi) olması gerektiğini söyler. Bu tip besleyiciden akan eşit ve zıt akımları hayal etmek oldukça kolaydır. Böyle bir durum meydana geldiğinde, akımlar tarafından üretilen alanlar birbirini iptal eder - dolayısıyla radyasyon olmaz. Bir dengesizlik, iletkenlerden biri diğerinden daha fazla akım taşıdığında ortaya çıkar. Bu ek "dengesizlik akımı" besleme hattının yayılmasına neden olur.

İşler biraz farklı Koaksiyel kabloyu düşündüğümüzde. Onun simetrik bir çizgi olmanın İnstead, iletkenlerinden biri (genellikle kalkan), topraklanır. Ek olarak, koaksta akan akımlar merkez iletkenin dış kısmı ve kalkanın iç kısmı ile sınırlıdır.

Rezonant dipol anten gibi dengeli bir yük dengesiz koaksiye bağlandığında, kalkanın dışı elektriksel bir üçüncü iletken olarak hareket edebilir (bkz Şekil **27 .A).** Bu hayali üçüncü iletken, dengesizlik akımının akması için alternatif bir yol sağlayabilir. Olup olmadığı Meydana gelen az miktarda başıboş radyasyon önemlidir veya değildir tartışmaya açıktır . Gerçekten mi, Bir balun amaçlarından biri (dengeden dengesize doğru bir daralma) kalkanın dışına akan dengesizlik akımını azaltmak veya ortadan kaldırmaktır. Balunlar hakkında daha fazla bilgi için bu kitabın İletim Hatları bölümüne bakın.



Şekil 27.A - Dengesiz koaksiyel kablo ile beslenen dengeli bir dipolün besleme noktasında çeşitli akım yolları mevcuttur. Koaksın çapı, akımları açıkça göstermek için abartılmıştır.

27 .8 Sorun Giderme RFİ

Sorun gidermeRFI sorunu amultisep - işlemidir ve tüm adımlar eşit derecede - önemlidir. Öncelikle, ilgili gürültü kaynaklarının türlerini belirlemelisiniz. Ardından, gürültü kaynağını ve gürültüyü yaratan araçları bularak sorunu teşhis edin. Son adım, gürültünün veya sinyallerin kurban cihazına ulaştığı yolu belirlemektir. Ancak o zaman kaynaktan kurbana giden yolu kırarak sorunu çözebilirsiniz .

Bir RFI sorununun giderilmesindeki her adım birkaç soru sormayı ve yanıtlamayı içerir: Harmoniklerin neden olduğu sorun, - temel aşırı yük, yürütülen emisyonlar, yayılan emisyonlar veya tüm bu faktörlerin bir kombinasyonu mu? Düşük geçişli filtre, yüksek geçişli filtre, common mode chokes veya ac-line filtre ile sabitlenmelidir? Peki ya koruma, izolasyon transformatörleri, farklı bir zemin veya anten konfigürasyonu? Bu sorularla bitirdiğinizde, olasılıklar - milyonlarca olabilir. Muhtemelen bu kitapta veya başka bir kitapta listelenen kesin sorununuzu ve tedavinizi görmeyeceksiniz. Sadece sorunu teşhis etmemeli, aynı zamanda bir tedavi bulmalısınız!

Artık bazı RFI temellerini öğrendiğinize göre, belirli teknik çözümler üzerinde çalışabilirsiniz. Sistematik bir yaklaşım sorunu tanımlayacak ve bir tedavi önerecektir. Çoğu RFI problemi standart tekniklerin uygulanmasıyla bu şekilde çözülebilir. Aşağıdaki bölümler, farklı yaygın girişim problemleri için özel yaklaşımlar önermektedir. Bu tavsiye, - ARRL RFI Masası'nın deneyimine dayanmaktadır, ancak özel sorununuza bir çözüm sunması garanti edilmemektedir. RFI bilginiz, bir filtre ve araç seti, yerel TC'niz ve sorunu çözme kararlılığınızla donanmış olarak, başlama zamanı. Ayrıca *ARRL RFI Kitabının bir kopyasını almalısınız.* İt kapsamlı ve bu bölümün bıraktığı yerden devam ediyor

27.8.1 Genel RFİ Sorun Giderme Yönergeleri

Soruna dalmadan önce bir adım geri çekilin ve bu "ön yükleme - adımlarından" bazılarını göz önünde bulundurun.

İs İt Gerçekten EM/? - Şüpheli bir EMİ vakasını çözmeye çalışmadan önce, semptomların aslında dış nedenlerden kaynaklandığını doğrulayın. Çeşitli ekipman arızaları veya dış gürültü parazit gibi görünebilir.

/ sit Your Station? - "Your" EMİ sorunu başka bir jambon veya yerel CB veya polis vericisi gibi başka bir radyo servisinin radyo vericisinden kaynaklanabilir. İstasyonunuzun dahil olduğu anlaşılırsa, istasyonunuzu kullandığınız her bant, mod ve güç seviyesinde çalıştırın. Üreten tüm koşulları not edin parazit. Hiçbir iletim sorunu üretmezse, istasyonunuz neden olmayabilir. (Testte bazı katkıda bulunan faktörler eksik olabilir.) Komşunuzun parazitin ne zaman ve nasıl göründüğüne dair not almasını sağlayın: Günün hangi saatinde, hangi istasyonda, hangi diğer cihazların kullanımda olduğunu, hava durumunun ne olduğunu? Her ameliyatta aynı şeyi yapmalısınız. Sorunu istasyonunuzla kolayca yeniden oluşturabiliyorsanız, sorunu gidermeye başlayabilirsiniz.

Take One Away - Kaynağı veya kurbanı tamamen kaldırabilir misiniz? Bir RFI problemi için en iyi tedavi genellikle gürültünün kaynağını ortadan kaldırmaktır. Kaynak bozuk bir şeyse, örneğin, normal çözüm onu onarmaktır. Güç hattı gürültüsü ve ark elektrikli çit

Kukla dedektifler

RFİ'nin nerede olduğunu belirlemek için özellikle kullanışlı bir sorun giderme aracı
Bir kurban cihazı giriyor denir
bir "kukla" - kısa bir test kablosu
Bir sinyal yoluna eklenebilir. Kukla kablo kalkanı kablonun her ucuna bağlanır, ancak merkez iletken bağlı değildir. Kukla, ortak mod akımının Kalkan üzerinde akış, ancak bir diferansiyel mod sinyali geçmeyecek. Bu teknik Jensen Transformers'dan Bill Whitlocak tarafından geliştirildi.

Mankenler, RFI'nin nerede tanıtıldığını belirlemede oldukça yararlıdır.
Bir sinyal yolu. Kukla yerleştirildiğinde parazit ortadan kalkarsa,
RFİ yukarı yönde tanıtılıyor
kuklanın. Eğer parazit ortak modda ise, kukla onu tespit eden kurban ekipmanının yukarısına yerleştirildiğinde hala mevcut olacaktır, çünkü kukla kalkanı kurbana ortak mod gürültüsünü geçirir.

Bir F konektörü kukla, kısa bir koaks uzunluğuna monte edilmiş iki F fişi ile kolayca yapılır. Bir çift prizli F "namlu" adaptörü, bir uzatma kablosu oluşturmak için fişlerden birine takılabilir. Fişlerin birinde veya her ikisinde, orta iletken, çiftleşme konektörüyle temas etmeyecek şekilde kalkanla aynı hizada kesilir.

RCA ve 1/8 inç konektörlerle (mono ve stereo) yapılan mankenler
Aynı amaçla ev eğlence sistemlerinde ve diğer tüketici elektroniklerinde de kullanışlıdır. Switchcraft ve Neutrik tarafından üretilenler gibi yüksek kaliteli konektörler kullanın ve RG-17 4 subminiature koaks gibi konektöre uyan iyi korumalı kablo kullanın.
Koaksiyel kablonun orta iletkenini, konektör pimleri ile temas etmeyecek şekilde kesin.

Genellikle bu kategoriye girer. Eğer bir anahtar mod güç kaynağı gürültü yayıyorsa, onu doğrusal bir kaynakla değiştirin. Kurban cihazları bazen daha sağlam bir ekipmanla da değiştirilebilir.

Look A round - Beynin yanı sıra, gözler bir sorun gidericinin en iyi aracıdır. - İnstallasyon kusurları birçok RFI problemine katkıda bulunur. Kablo TV kurulumunda gevşek bağlantılar, kalkan kesmeleri veya telefon kurulumunda aşınmış kontaklar arayın. Önce bunları düzelttirin. Bir veya daha fazla amatör bantta rezonansa girecek kadar uzun olabilecek kurban ekipmanına bağlı kabloları arayın. Eğer öyleyse, ortak modlu bir boğulma kolay bir tedavi olabilir. Genel olarak boğucuyu kurban cihazına pratik olduğu kadar yakın yerleştirmek isteyeceksiniz. Eğer bu yerleştirme çok zor veya ek bastırma gerekli olduğunu kanıtlarsa, kabloların ortasına yerleştirilen boğucular rezonansların kırılmasına yardımcı olabilir. Bunlar bir ev kurulumundaki olası eksikliklerden sadece birkaçı.

İstasyonunuzda - Kendi istasyonunuzun ve tüketici ekipmanınızın temiz olduğundan emin olun. Bu, istasyonunuzdaki olası bir parazit sorununun boyutunu yarıya indirir! Bu yapıldıktan sonra, istasyonunuzu daha sonra teşhis etmeniz veya sorun gidermeniz gerekmez. Ayrıca, evinizde başarılı olan herhangi bir tedavi komşunuzda da işe yarayabilir. Kendi evinizde sorunlarınız varsa, sorun giderme adımlarına ve belirli tedavilere devam edin ve önce kendi sorununuzla ilgilenin.

Sorunu Basitleştirin - Aynı anda 14 odaya çalışan iki hattın bulunduğu bir telefon sistemi gibi karmaşık bir sistemle uğraşmayın. Hayatınızın geri kalanını daireler çizerek geçirebilir ve sorunun gerçek nedenini asla bulamazsınız.

Daha iyi bir yol var. Varsayımsal telefon sistemimizde, önce telefon servis girişine en yakın telefon jakını bulun. Hatları daha uzak jaklara ayırın ve kalan jack'te bir RPİ dirençli telefon bağlayın. (Eski tip döner çevirmeli telefonlar genellikle RF'ye karşı oldukça bağışıktır.) Girişim devam ederse, sorun çözülene kadar tedavileri deneyin, daha sonra her seferinde bir tane daha çizgi ve ekipman eklemeye başlayın, ilerledikçe sorunları çözün. Eğer şanslıysanız, tüm sorunları bir seferde çözeceksiniz. değil, en azından sorunun kaynağı olarak bir ekipman parçasını işaret edebilirsiniz.

Çoklu Nedenler - Birçok RFI probleminin birden fazla nedeni vardır. Bunlar genellikle yeni RFI sorun gidericilerine en çok sorun çıkaranlardır. Örneğin, verici antendeki bir ark, aşırı yüklü bir TV preamplifikatörü, temel aşırı yük jeneratörü nedeniyle vericiden gelen harmoniklerin kombinasyonundan kaynaklanan bir TVI problemini düşü

TV alıcısındaki harmonikler, ac-güç bağlantılarında RF'yi indükledi ve gerçekleştirdi ve TV'nin koaksiyel besleme hattının kalkanında ortak modlu bir sinyal aldı. Aynı anda sadece bir tedaviyi deneyerek bu çok nedenli sorun için bir tedavi bulamazsınız.

Bu durumda, çözüm tüm tedavilerin aynı anda bulunmasını gerektirir. Sorun giderirken, bir tedavi denerseniz, placeevenifitdoesn 'tsolvetheproblem'de bırakın. Sonunda sorunu tamamen çözen bir tedavi eklediğinizde, "geçici" girişimleri birer birer kaldırmaya başlayın. Eğer parazit geri dönerse, birden fazla nedeni olduğunu biliyorsun.

Not Alın - Bir RFI sorununu giderme sürecinde, hangi çözümlerin uygulandığını, hangi ekipmana ve hangi sırayla uygulandığını takip etmek kolaydır. Deney yaparken ekipman konfigürasyonları hızla değişebilir. Daireler çizme veya kafanızın karışma olasılığını en aza indirmek için, ilerledikçe çok sayıda not alın. Eskizler ve çizimler çok yararlı olabilir. Bir sorunun nedenini ve bunun için bir tedavi bulduğunuzda, bunların hepsini yazdığınızdan emin olun, böylece gelecekte ona başvurabilirsiniz.

RFI Survival Kit - **Tablo 27.1,** çoğu RFI sorununu gidermek ve çözmek için gereken malzemenin bir listesidir. Tüm bu malzemelerin küçük bir takım veya el sanatları kutusu gibi tek bir kapta bulunması, sorun giderme işleminin çok daha sorunsuz olmasını sağlar.

27.8.2 Vericiler

Vericilerle başlıyoruz, çünkü çoğu parazit vericilerden geliyor, ancak istasyon vericiniz doğrudan kontrolünüz altında. Bu bölümün diğer bölümlerindeki sorun giderme adımlarının çoğu, vericinizin "temiz" olduğunu varsayar (istenmeyen RF çıkışı içermez).

Girişimdeki kalıpları arayarak başlayın. Sadece temel bir sinyalin harmoniklerinde meydana gelen problemler genellikle vericinin parazitin kaynağı olduğunu gösterir. Harmonikler, bir antene bağlı bırakılan güçsüz bir VHF alıcısı, bir rotatör kontrol kutusundaki doğrultucular veya bir kule adam telinde korozyona uğramış bir bağlantı gibi yakındaki yarı iletkenlerde de üretilebilir. Harmonikler, parazit yaşayan TV veya radyonun ön uç bileşenlerinde de oluşturulabilir.

VHF'deki İfHF verici mahmuzları parazite neden oluyor, verici çıkışında düşük geçişli bir filtre genellikle sorunu çözecektir. Bir amplifikatör kullanılırsa, düzgün ayarlandığından ve yanlış ayarlanmadığından emin olun. Vericideki bir filtre yetersizse, amplifikatör veya vericinin onarılması gerekebilir veya başka bir şey harmonikleri yaratıyor olabilir. İletim filtreleri genellikle 50 © giriş ve çıkış empedansları için tasarlanmıştır, bu nedenle bir anten tunerinin giriş tarafına herhangi bir filtre takın. Herhangi bir in- ilk adım olarak bir düşük geçiş filtresi İnstall

VHF veya daha yüksek frekanslarda başka bir radyo servisini içeren tererans problemi.

Harmonik olmayan sahte emisyonların İnterference ticari radyolarda son derece nadirdir. Böyle bir sorun, onarılması gereken bir arızayı gösterir.

27.8.3 Televizyon İnterferansı (TVI)

Dijital TV biraz daha iyi immu-

Eski analog sistemden farklı olarak, ancak her iki format için de, net algılama, TV anten giriş konektöründe güçlü bir sinyal gerektirir, böylece alıcı, *güçlü sinyal alanı olarak bilinen yerde olmalıdır*.

TV alıcısına (veya video monitörüne) TVI normalde aşağıdaki nedenlerden birine sahiptir:

• Vericinizden veya istasyonunuzdan gelen TV kanalı içindeki sahte sinyaller.

• TV seti, vericinizin temel sinyali tarafından aşırı yüklenebilir.

Tablo 27.1
RFI Survival Kit
Miktar İtem
(2) 75-02 yüksek geçişli filtre
(2) Ticari olarak temin edilebilen kelepçeli ferrit çekirdekleri: # 31 ve # 43 malzeme, 0.3 "İD (12) Çeşitli ferrit çekirdekleri: # 31 ve # 43 malzeme, FT-140 ve FT-240 boyutu
(3) Telefon RFI filtreleri
(2) Kaba kuvvet ac hattı filtreleri
(6) 0.01-µF seramik kapasitörler (6) 0.001-µF seramik kapasitörler

Çeşitli:
- El aletleri, çeşitli tornavidalar, tel kesiciler, pense
- Hookup tel
- Elektrik bandı
- Havya ve lehim (dikkatli kullanın!)
- Konektörlü çeşitli uzunluklar 75-9 koaksiyel kablo
- Yedek F konektörleri, erkek ve sıkma aracı
- F-konektörü dişi-dişi "namlu"
- Klip uçları
- Defter ve kalem
- Taşınabilir multimetre

"Basit tutmak"

Filtreler ve boğmalar, cihazın kaynak veya kurban olup olmadığı birçok RFI problemi için tercih edilen bir numaralı silahtır. Nispeten ucuzdur, kurulumu kolaydır ve cihazın kalıcı olarak değiştirilmesini gerektirmez.

Ortak mod boğulma - Ortak mod boğulma yapmak basittir. Seç Parazitin frekans aralığı için çekirdek ve ferrit malzeme tipi. (Tip 31 iyi bir HF/düşük VHF malzemesidir, 5 MHz'den VHF'ye kadar # 43 yazın) Toroidin etrafına kablo veya tel çiftlerinin birkaç dönüşünü sarın. Altı ila 8 tur, 10-30 MHz'de ve 10 ila 15 dönüşte 1.8 ila 7 MHz arasında iyi bir başlangıçtır. (On ila 15 tur muhtemelen çoğu kablo için pratik sınırdır.) Ferrit kelepçeli bölünmüş çekirdekler ve kablo veya tel üzerinde kayan boncuklar, HF'de toroid çekirdekli boğmalar kadar etkili değildir, ancak VHF ve daha yüksek frekanslarda doğru çözümdür. Kelepçeli bir çekirdek için, kablonun ucundan ayrılması bile gerekmez. VHF'de tip 31 veya tip 43 malzeme, UHF'de tip 61 kullanın. 50 MHz'de, tip 31 veya 43 çekirdekten iki dönüş kullanın .

"Brute-Force" ac-line filtreler - RF sinyalleri genellikle bir ac güç bağlantısı üzerinden bir cihaza girer ve çıkar. "Kaba kuvvet" ac-line filtreleri basit ve kurulumu kolaydır. Çoğu ac filtresi yalnızca metinde açıklandığı gibi diferansiyel mod bastırma sağlar. İt, cihazın gerekli akımını işlemek için derecelendirilmiş bir filtre kullanmak için gereklidir.

Boğma ve filtreleri kullanmak için genel kurulum yönergeleri

1. Eğer kaba kuvvet ac-line filtreniz varsa, cihazı veya güç kablosunu takın. İf RFI devam eder, cihazdaki güç kablosuna ortak modlu bir boğucu ekleyin.

2. Artık RFI'yi algılamayana kadar kabloları birer birer çıkararak sorunu basitleştirin. En yüksek endişe frekansında 1/10 dalga boyundan daha uzun kablolarla başlayın. Ekipman belirli bir kablo olmadan çalışamazsa, etkilenen veya kaynak cihaza ortak mod boğucular ekleyin.

3. Çıkarılan son kabloya bir ortak mod boğucu ekleyin ve bunun RFI üzerindeki etkisini doğrulayın. Bazı kablolar zor durumlarda birkaç boğma gerektirebilir.

4. Kabloları teker teker yeniden bağlamaya başlayın. İf RFI yeniden görünür, bu kabloya bir ortak mod boğucu ekleyin. Her kablo için tekrarlayın .

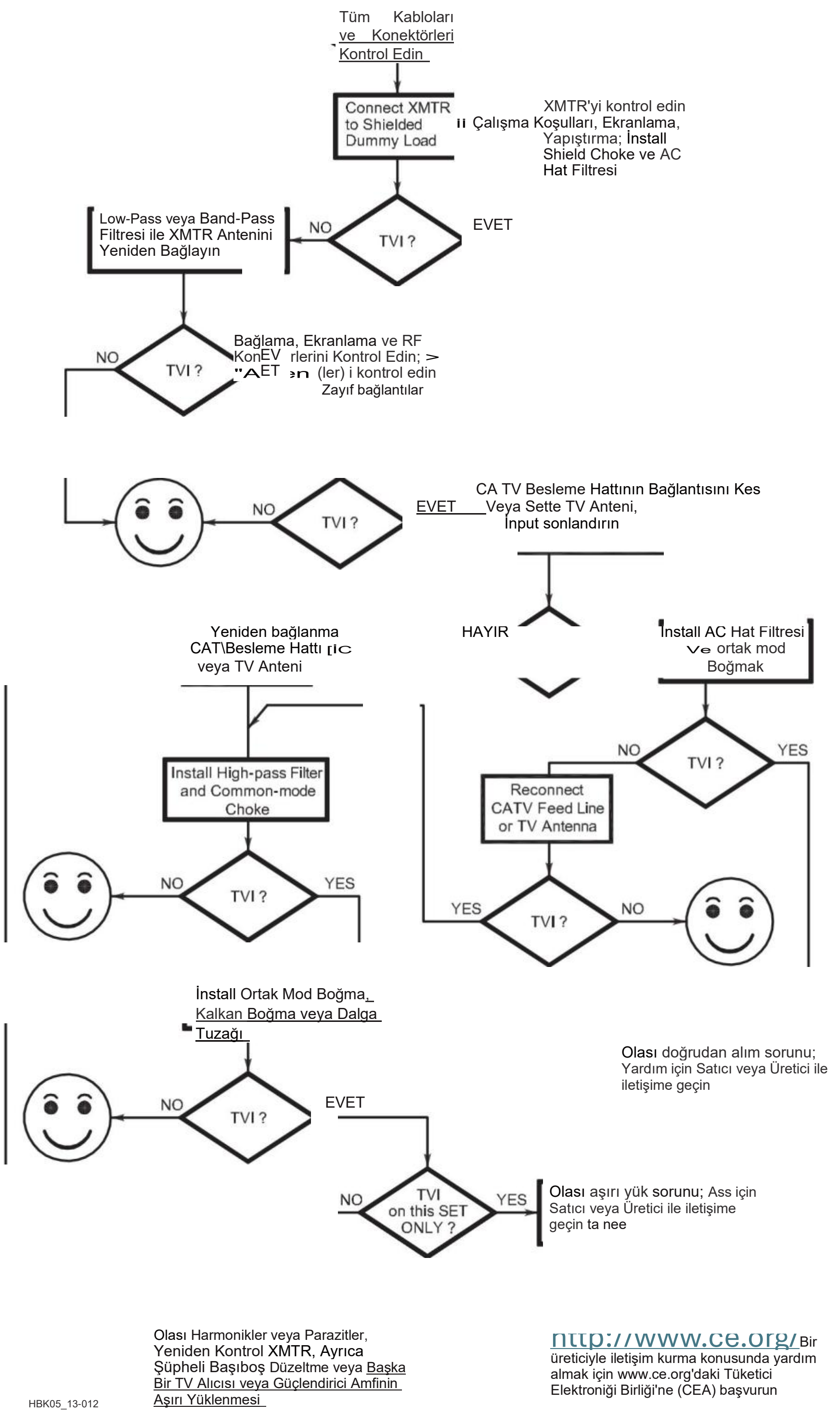
5. RFI gittiğinde, her seferinde bir tane eklediğiniz ortak mod boğucularını kaldırın. Eğer RFI geri dönmezse, boğucuyu yeniden yüklemeniz gerekmez. Eğer RFI bir tıkanıklığı çıkardıktan sonra geri dönerse, yeniden yükleyin. Sadece sorunu çözmek için gerekli olan boğucuları saklayın.

• TV kanalı içindeki sinyaller, elektrik gürültüsü, aşırı yüklenmiş bir direk monte TV ön yükselticisi veya başka bir servisteki bir verici gibi istasyonunuz dışındaki bir kaynaktan.

• TV seti arızalı veya yanlış ayarlanmış olabilir, bu da bir parazit sorunu varmış gibi görünmesini sağlar.

• Bir veya daha fazla bağlantı kablosu gevşek veya kusurlu. Kabloların iyi kalitede olduğundan ve konektörlerin, özellikle eski sıkma tipi F konektörlerinin düzgün şekilde monte edildiğinden emin olun.

Bu sorunların tümü potansiyel olarak daha şiddetli hale getirilir, çünkü TV alıcı ekipmanı *iki anten* sistemine bağlanır: (1) gelen anten veya kablo besleme hattı ve (2) ac güç hattı ve ara bağlantı kabloları. Bu iki anten sistemi sig-



Şekil 27.19 -TVİ akış şemasını giderme.

TV setine veya video ekranına önemsiz seviyelerde temel veya harmonik enerji! **Şekil 27.19'daki TVI Sorun Giderme Akış Şeması iyi bir** başlangıç noktasıdır.

Sorun, iletilen sinyalin korumasız bir TV veya TV'ye bağlı bir cihaz tarafından doğrudan alınmasından da kaynaklanabilir.

Bazı televizyon alıcıları ve video monitörlerinin amatör sinyallere geniş bant RF parazitine neden olduğu bildirilmiştir - büyük ekran plazma ekran modellerinin bir zamanlar en sık suçlu olduğu bildirilmiştir - ve bunun düzeltilmesi zor olabilir. ekran teknolojisinin doğası gereği. Neyse ki, daha az pahalı, daha fazla güç tasarruflu ve RFsessiz LCD teknolojisi, mevcut modeller için plazma teknolojisini değiştirdi.

ÜreticiTV veya video ekipmanı bazen bir parazit sorununa yardımcı olabilir. Consumer Electronics Association (CEA) ayrıca ekipman üreticilerine ulaşmanıza yardımcı olabilir. **www.ce.org. yardım bulma konusunda yardım için doğrudan onlarla iletişime geçin**

TKİ 'NİN ORTAK KAYNAKLARI

HF vericileri *- Yakındaki bir* HF vericisinin temel aşırı yüklenmeye neden olması muhtemeldir. Bu genellikle tüm kanallara veya en azından tüm VHF kanallarına müdahale ile gösterilir. Bir HF vericisinden antene bağlı bir TV'ye temel aşırı yüklenmeyi iyileştirmek için, doğrudan TV setinin anten girişine yüksek geçişli bir filtre takın. (Kablo-TV girişinde yüksek geçirgen filtre kullanmayın, çünkü HF aralığı veri ve diğer sistem sinyalleri için kullanılır .)

Güçlü bir HF sinyali, TV'nin besleme hattında güçlü bir ortak mod sinyaline de neden olabilir. Ortak modlu bir boğucu, besleme hattı kalkanının dışındaki sinyalleri bloke eder ve besleme hattı içindeki istenen sinyalleri etkilenmez**. Şekil 27.20, bir** koaksiyel besleme hattı için ortak modlu bir boğmanın nasıl oluşturulduğunu göstermektedir. Aynı boğulma uygulanabilir



Şekil 27.20 - Bir koaksiyel kablonun dışındaki HF ve VHF sinyallerini ortadan kaldırmak için, 1 ila 2 inç OD toroid çekirdeği kullanın ve çekirdekteki kablonun pratik olarak çok sayıda dönüşünü yapın.

Ses, kontrol ve güç kablolarının yanı sıra, RF olmayan bu yollardan ortak mod girişinden kaynaklanan RFİ'yi önlemek için.

Bu filtreler ve boğmalar muhtemelen TVI vakalarının çoğunu tedavi edebilir! **Şekil 27.21, hem** aşırı hem de kablo TV alıcıları için "kurşun geçirmez'bir kurulum göstermektedir. Bu yöntemlerden biri sorunu çözmezse, sorun - muhtemelen TV setinin devresi tarafından herhangi bir iletken yol gerekmeden bir sinyalin alındığı doğrudan alımdır. Bu durumda, kendiniz düzeltmeye çalışmayın - TV üreticisi için bir sorundur.

Yüksek geçişli filtreler, kablo modemleri, set üstü kutular ve daha yeni iki yönlü CableCARD donanımlı TV'ler gibi iki yönlü kablo cihazlarına sahip bir kablo TV besleme hattında (Şekil 27.21A) kullanılmamalıdır. Yüksek geçiren filtre, cihazın kablo ağının yukarı yönlü sinyal yolu üzerinden iletişim kurmasını engelleyebilir.

VHF Vericileri - Çoğu TV alıcısı çok seçici değildir ve yakındaki FM ve UHF'ler de dahil olmak üzere güçlü bir VHF veya UHF sinyali TV vericileri, özellikle VHF veya UHF yayınlarını bir kablo veya uydu sistemi üzerinden değil, havadan alırken tuneri kolayca aşırı yükleyebilir. Bu durumda, TV'deki bir çentik veya stopband filtresi, TV alıcısını aşırı yükleyen temel sinyali azaltarak yardımcı olabilir. Kanal **Artı (www.solidsignal. com)**, **PAR Electronics (www.parelectronics.com)** ve **Scannermaster - (www.scannermaster.com) çentik** filtreleri satmaktadır. TV, TV'nin besleme hattında bulunan ortak mod temel sinyaline yanıt veriyorsa, ortak mod tıkanması da gerekli olabilir. Çoğu TV yayınının, tanımlarında hangi kanal numarasını kullandıklarına bakılmaksızın artık UHF spektrumunda olduğunu unutmayın. Bir **TV istasyonu tarafından kullanılan gerçek kanalı transition.fcc.gov/dtv/markets adresinde bulabilirsiniz** ve **www.fcc.gov/media/engineering/dtvmaps** Posta koduna dayalı kapsama haritaları sağlar.

VHF vericisi, RFI'ye neden olan bir harmonik veya başka bir sahte emisyon üretiyorsa, bir iletim hattı saplama filtresi iyi olabilir çözüm. Saplama, vericideki bir sinyali kaldırmak için tasarlanabilir. Vericinin temel sinyali alıcıyı aşırı yüklüyorsa, alıcıya bir çentik filtre saplaması da uygulanabilir. Bu filtreler hakkında daha fazla bilgi için İletim Hatları bölümüne bakın.

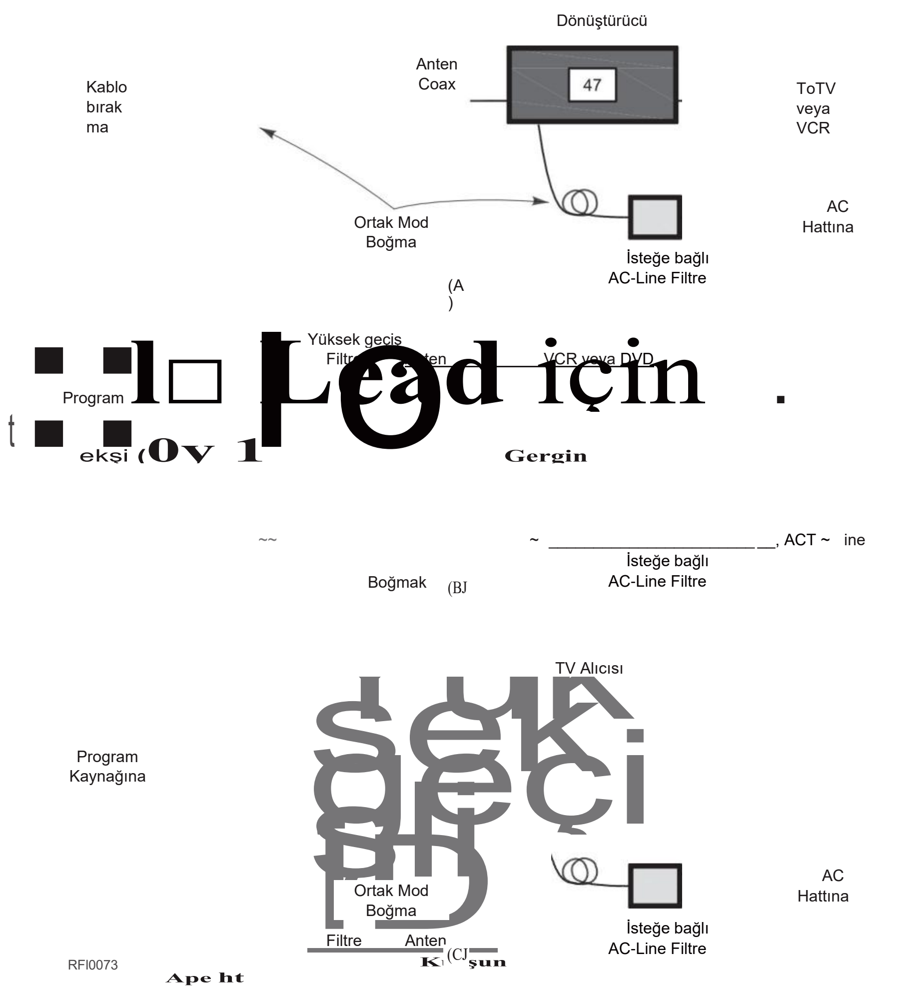
TV Preamplifikatörleri - Preamplifikatörler sadece zayıf sinyal alanlarında gereklidir ve özellikle güçlü sinyal alanlarında gereksiz yere kullanıldığında sıklıkla soruna neden olurlar. TV'lerle aynı aşırı yük sorunlarına maruz kalırlar ve anten direğine yerleştirildiklerinde uygun kürleri kurmak zor olabilir. Tam bir kürü etkilemek için preamplifikatörün girişine yüksek geçişli veya çentikli bir filtrenin yanı sıra giriş, çıkış ve güç kaynağı kablolarında (ayrıysa) ortak modlu bir boğucu takmanız gerekebilir. Tüm filtreler, bağlantılar ve boğucular hava koşullarına dayanıklı olmalıdır. Ortak modlu bir boğucu, besleme hattının kalkanındaki RF akımını azaltacaktır .

Ortak modlu bir besleme hattı boğması için, VHF sinyalleri UHF için parazite ve tip 61 malzemeye neden oluyorsa, iki adet 1 inç uzunluğunda tip 4 3 kelepçeli ferrit çekirdeği kullanın. HF choke tasarımı CommonMode - Chokes bölümünde tartışılmıştır.

Sahte Emisyonlar - İstasyonunuz tarafından üretilen sahte emisyonlardan siz sorumlusunuz. Eğer istasyonunuz herhangi bir müdahale edici sahte sinyal üretiyorsa, sorun orada çözülmelidir. Hangi TV kanallarının etkilendiğini analiz ederek başlayın. Amatör - tahsislerin ve harmoniklerinin havadan ve kablo kanallarıyla ilişkisini gösteren bir TV Kanal Şeması, bu kitabın indirilebilir ek materyalinde sağlanmıştır. Her kanal 6 MHz genişliğindedir. Parazit sadece iletim frekansınızın katları olan kanallarda ise, muhtemelen iletilen sinyalinizin harmoniklerinden kaynaklanan parazitiniz vardır. Bununla birlikte, ticari alıcı-vericilerden gelen harmonikler oldukça nadirdir. Daha önce de belirtildiği gibi, bu tür ekipmanlardan gelen önemli harmonikler muhtemelen onarılması gereken bir arızayı gösterir.

Bununla birlikte, bu harmoniklerin istasyonunuzdan geldiğinden emin değildir. - Harmonikler aşırı yüklenmiş ön amplifikatörler veya tuner giriş devreleri tarafından oluşturulabilir. Harmonikler, istasyon vericinizin yakınındaki doğrusal olmayan kavşaklarla veya TV alıcı anteninin çok yakınında IMD ürünleri gibi de üretilebilir. (İntermodülasyon Bozulma bölümüne bakın.) Vericiniz ve istasyonunuz "temiz'ise - kendi evinizdeki bir TV setinde parazit olup olmadığını kontrol edin - o zaman harmoniklerin kaynağı için başka bir yere bakmalısınız.

Ucuz bir SDR alıcısı, herhangi bir türden sahte emisyonların - sadece harmoniklerin değil - mevcut olup olmadığını görmek için iyi bir yoldur. Birçok QST satıcısı komple SDR paketleri satar ve SDR projeleri de mevcuttur. Taşınabilir modeller de dahil olmak üzere SDR alıcılarının çevrimiçi bir araştırması mevcuttur.



Şekil 27.21 - **Ortak modlu tıkanıklıkları ve yüksek geçişli filtreleri durdurmak, HF kaynaklarından gelen en temel aşırı yük girişimini tedavi edecektir. Ac-line filtreler eklemeden önce ac güç kablosuna ortak mod boğucuları uygulayın. Bu teknik doğrudan toplama veya sahte emisyon sorunlarını ele almaz .**

-
lineatwww.rtl-sdr.com/roundup-softwaredefined-radios.

Elektriksel Gürültü **-** Dijital TV sinyalleri elektriksel gürültüye karşı oldukça dirençlidir, ancak aşırı durumlarda resmin donmasına veya Dijital TV Alıcılarında aşağıdaki bölümde tartışıldığı gibi görüntülenememesine neden olabilir.

Bir AM alıcısında (SSB veya CW alıcıları dahil), elektriksel gürültü genellikle bir vızıltı gibi ses çıkarır, bazen ark veya kıvılcım biraz püskürdükçe yoğunluğu değişir. Elektriksel gürültü ile ilgili bir sorununuz varsa, Elektriksel Gürültü bölümüne bakın.

DIGITAL TV (DTV) RECEIVERS

ABD'deki neredeyse tüm televizyon yayıncıları, düşük güçlü TV istasyonları ve çevirmenler hariç, DTV (dijital TV) formatını kullanıyor. Dijital TV sinyalleri çok daha düşük sinyal-gürültü oranlarıyla çalışabilir, ancak yine de parazite karşı hassastır.

Amatör sinyallerden gelen dijital TV sinyallerine (örneğin, bir CW taşıyıcısı gibi dar bant paraziti) 6 MHz genişliğinde bir dijital TV sinyaline genellikle iki etkisi vardır. Eğer müdahale sinyali yeterince güçlüyse, dijital video sinyalinde bozulmuş modülasyon hata oranına (MER) ve bozulmuş bit hata oranına (BER) neden olur. Parazitin genliği yeterli ise, dijital alıcının *ileri hata düzeltme* (FEC) devresi kırık bitleri düzeltemeyecek ve dijital video sinyali "çökecektir". (Dijital protokollerde kodlama ve hata düzeltme hakkında daha fazla bilgi için Dijital Modlar bölümüne bakın.)

Dijital video sinyalinde yer alabilecek çoklu video akışlarından herhangi birini izleyen TV izleyicileri, sözde "çökme noktasına" ulaşılana kadar resimde herhangi bir sorun görmez (veya seste yanlış bir şey duymaz). Bu noktada, resim aralıklı "döşeme" (küçük karelere ayrılan resim) veya görüntüde engelleme (donma) göstermeye başlayacaktır. Araya giren sinyalin genliği belki de 0,5 dB'den 1 dB'ye yükseldikçe, çökme noktasına veya "dijital uçuruma" ulaşılır ve resim ve ses gider! Gördüğünüz gibi, mükemmel bir resim almak ile resim almamak arasında küçük bir pencere var. Aynı etki sinyal solmasıyla üretilir ve RFI'den ayırt edilmesi zor olabilir.

Dijital sinyale verilen İnterferans, varlığını - resimdeki çizgiler, çizgiler veya yırtılma veya bozuk ses gibi görsel veya sesli eserler aracılığıyla bildirmez. Bu, parazit yaşayan bir izleyicinin kaynağını tanımlayamayacağı anlamına gelir, ancak parazit giderme de daha zor hale gelebilir. Bununla birlikte, daha sağlam dijital modülasyon genellikle dar bant amatör sinyallerden gelen parazitlere karşı daha az hassastır. Parazitin kaynağına dair bir ipucu, amatör bir sinyalin neden olduğu parazitin, amatörün transmisi ile senkronize olarak gerçekleşeceğidir.

Diğer girişim türleri korelasyona sahip olmazken, iyonlar hiçbir korelasyona sahip olmayacaktır.

Amatör ve dijital TV sinyalleri arasındaki paraziti iyileştirme teknikleri, analog TV için olduğu gibi büyük ölçüde aynıdır. Temel aşırı yük genellikle anten veya RF girişlerindeki filtrelere iyi yanıt verir. Amatör istasyondan gelen sahte emisyonların neden olduğu kirlilik, amatör vericide filtrelenerek ortadan kaldırılabilir. RF sinyallerinin televizyon - alıcısının devresine harici ses, video ve güç kabloları ile iletildiği ortak kod problemleri, analog TV setlerinden daha fazla veya daha az olası değildir ve bu bölümde başka bir yerde açıklandığı gibi ele alınabilir.

ANALOG TV RECEIVERS

Havadan TV yayını büyük ölçüde 2009'da dijital bir formata geçse de, birçok analog TV alıcısı hala kablo TV, uydu TV, dijital yayın sinyalleri için dönüştürücü kutuları ve DVD'lerden ve diğer video kaynaklarından video görüntülemek için kullanılmaktadır. Eski VCR ve DVD oynatıcılar, analog TV sinyallerini almak için bir analog TV alıcısı da içerebilir.

Bir anten veya RF modülatöründen RF sinyalleri almayan video ekranlarının ve monitörlerin İnterferansı, ortak mod paraziti veya doğrudan toplama olarak kabul edilmelidir. Aynı şey, video sinyallerini gösteren bir TV setine parazit için de geçerlidir (anten girişi yoluyla değil). Sadece ses üzerinde bulunan İnterference muhtemelen ortak mod - RFI bir durumdur. (Bu bölümün Stereo ve Ev Eğlence Sistemleri bölümüne bakın.)

27.8.4 Kablo TV

Kablo TV genellikle TVI açısından Amatör Radyo yararlanmıştır. Kablo sistemi, TV alıcısına güçlü, tutarlı bir sinyal verir ve amatör sinyallerden kaynaklanan parazitlere karşı duyarlılığı azaltır. Aynı zamanda korumalı bir sistemdir, bu nedenle harici bir sinyal girişime neden olmamalıdır. Çoğu kablo şirketi, sinyal sızıntısını *(çıkış) ve girişini (sızıntının* tersi) - kontrol altında tutmaktan sorumludur, ancak sorunlar meydana gelir. Kablo şirketleri doğrudan toplama veya ortak mod parazit sorunlarından sorumlu değildir, ancak ekipmanlarından gelen ortak modlu akımların yaydığı sızıntı, giriş ve herhangi bir gürültüden sorumludur.

Kablo şirketleri, frekans yeniden kullanımı olarak bilinen bir şeyden yararlanabilir. Yani, 5 MHz'den daha yüksek tüm radyo frekansları TV sinyallerini iletmek için kullanılır. İkincisi mümkündür, çünkü ödeme yapan abonelere ve abonelerden gelen sinyalleri taşımak için kullanılan kablolar ve bileşenler kapalı bir ağ olarak bilinenleri içerir. Başka bir deyişle, bir kablo şirketi, kablosuz ortamda tamamen farklı amaçlar için kullanılabilecek kablolarının içindeki frekansları kullanabilir. Kablo ağının koruma bütünlüğü korunduğu sürece, kablo şirketinin sinyalleri hava servislerine müdahale etmez ve bunun tersi de geçerlidir.

Gerçek şu ki, bir kablo ağının ekranlama bütünlüğünün bazen gevşek veya hasarlı bir konektör, kırık bir kablo kalkanı, kemirgen hasarı, zayıf korumalı müşteri tesis ekipmanı - (CPE) nedeniyle tehlikeye girmesidir.

Yaygın Hata - Kablo Sistemi

Kablo şirketi genellikle parazite neden olduğu için yanlış bir şekilde suçlanır th_at aslında tüketici cihazları tarafından üretilir. Evinizdeki tüm bireysel devre alanlarının servis giriş panelinde bağlandığını unutmayın. Ulusal Elektrik Kanunu ayrıca kablo TV zemininin aynı zemine bağlanmasını gerektirir.
sistem. . .

Şimdi, özellikle HF'deki çoğu RFI probleminin yürütülen emisyonları içerdiğini düşündüğünüzde, neler olabileceğini görmek kolaydır. Bir tüketici cihazından iletilen emisyonlar, yer iletkenleri boyunca yayılabilir ve kablo TV koaksiyelinin kalkanına sarılabilir. Kablo (ve muhtemelen kablo TV'nin diğer bileşenleri)
Sistem) daha sonra gürültüyü yayabilir. . . .

Ron Hranac, N ~ IVN, endüstri açısından da şunları ekliyor :

"Bu konuyla ilgili vurgulanması gereken önemli bir nokta, birçok durumda, birleştirilen ve yayılan tüketici cihazlarından gelen geniş bant gürültüsüdür.
Kablo TV ağından atlanan genellikle kablo modem dijital sinyallerini sızdırdığı varsayılır. Kablo şirketi dijital sinyallerini kanalize eder (alt kanal bant genişlikleri 6 MHz'dir ve üst kanal bant genişlikleri tipik olarak 3.2 MHz veya 6.4 MHz'dir). Kablo şirketi genellikle kablo modem veri iletimi için yaklaşık 15 MHz'in altındaki yukarı akım frekanslarını kullanmaz, ancak kabaca 8 MHz ila 12 MHz aralığındaki set üstü kutulardan dar bantlı bir veri taşıyıcısı olabilir. Kablo modem yukarı akım sinyalleri genellikle 20 MHz ila 42 MHz aralığında, bazen 15 MHz kadar düşük bulunur. Kablo şirketi, yaklaşık 42 MHz ila 50 MHz arasındaki diplex filtre kesme bölgesinde sinyal iletmez ve daha önce bahsedilen 8 MHz veya daha fazlası hakkında aşağıdaki sinyalleri iletmez .

Sonuç: Kablo TV sisteminin, sadece gürültüyü yaydığı için bir RFI probleminin nedeni olduğunu otomatik olarak varsaymayın. Mike *Gruber, W1MG (ARRL EMC Mühendislik, rfi@arrl.org)*

DVD ve Blu-Ray oynatıcılar ve birisi kablo hizmetini çalmaya çalıştığında oluşabilecek sorunlar! § 76.605 (a) (12) FCC Kuralları, - belirtilen ölçüm mesafelerinde izin verilen maksimum sinyal sızıntısı (çıkış) alan gücünü tanımlar ve § 76.613 zararlı paraziti kapsar. FCC Kuralları ayrıca kablo operatörlerinin... " Her üç ayda bir tesisi büyük ölçüde kaplayarak sinyal sızıntısı için düzenli bir izleme programı sağlayacaktır've 10 ft'de metre başına 20 mikrovolttan (μV/m) daha büyük sızıntılar makul bir sürede tamir edilen ölçüm mesafesi. Ayrıca, sızıntı performansının yıllık bir "anlık görüntüsü", kablo sisteminin bir üst geçit ölçümü veya ağın %75'inin zemin tabanlı bir ölçümü ile karakterize edilmelidir .

KABLO TV FREKANS KULLANIMI

Tipik bir modem Kuzey Amerika kablo ağı, 5 ila 1002 MHz spektrumundaki frekansları kullanmak için tasarlanmıştır. Kablo şirketinden aboneye giden sinyaller, - 50 MHz'den 1002 MHz'e kadar olan frekansları işgal eder (bu aşağı akış veya ileri spektrumudur) ve aboneden kablo şirketine giden sinyaller, yukarı akış veya geri dönüş spektrumu olarak bilinen 5 ila 42 MHz aralığında taşınır. Aşağı akış, dijital video, yüksek hızlı veri ve telefon hizmetleri için kullanılan 64 veya 256-QAM dijital olarak modüle edilmiş sinyal taşıyan 6 MHz genişliğinde kanal yuvasına bölünmüştür. (Analog kablo servisi aşamalı olarak kaldırılmıştır.) Kablo modemlerinden ve iki yönlü set üstü kutulardan gelen yukarı akım sinyalleri genellikle kablo şirketi tarafından seçilen belirli frekanslarda taşınır. **Tablo 27.2,** Amatör Radyo bantlarıyla çakışan kablo alt kanal tahsislerini özetlemektedir. Tüm Kuzey Amerika kanal planı EIA standart 542-B tarafından kontrol edilmektedir. Kuzey Amerika için kanal yapısının bir özeti **en.wikipedia adresinde tutulur. o rg/wiki/N orth _ American _ television _ frequencies # cite _ note-14 .**

KAÇAK VE İNGRESS İÇİN ORTAK MEKANİKLER

Daha önce de belirtildiği gibi, kablo ağının koruma bütünlüğü tehlikeye girdiğinde kablo TV sızıntısı ve girişi meydana gelir. Büyük bir metropol alanına hizmet veren büyük bir kablo sistemi, kelimenin tam anlamıyla milyonlarca konektöre, on binlerce mil koaksiyel kabloya, binlerce amplifikatöre, yüz binlerce pasife (bölücüler, yönlü kuplörler ve benzeri cihazlar) ve kablo ağına bağlı sayısız müşteri tesis ekipmanına sahiptir! Bunlardan herhangi biri sızıntı ve giriş kaynağı olabilir.

DİGITAL SIGNAL KAÇAK

Dijital olarak modüle edilmiş sinyaller bir Kablo TV ağı 64-QAM veya 256-QAM kullanır, ikincisi daha yaygındır. (Dijital TV modülasyonu hakkında daha fazla bilgi için Modülasyon bölümüne bakın.) Bir QAM sinyalinin bir kablo TV ağından sızması durumunda, bir hava üstü servisine parazitin gerçekleşmesi mümkündür, ancak dijital bir TV sinyalinden tanımlanması pek olası değildir. Bunun nedeni, bir QAM sinyalinin gürültü benzeri olması ve tipik bir amatör alıcıda normal arka plan gürültüsü veya tıslama gibi ses çıkarmasıdır. QAM sinyalinin dijital kanal gücü - tüm işgal edilen bant genişliği üzerindeki ortalama gücü - tipik olarak bir analog TV sinyalinin görsel taşıyıcı tepe zarf gücünün (PEP) aynı kanalda olacağından 6 ila 10 dB daha düşüktür. Ayrıca, bir QAM sinyali 6 MHz kanal yuvasının çoğunu kaplar ve bu kanal bant genişliği içinde kendiliğinden taşıyıcı yoktur. Havadan 8-VSB dijital TV yayın sinyallerinin dijital "samanlık'ın alt ucuna yakın bir pilot taşıyıcı gönderdiğini, ancak kablo operatörleri tarafından kullanılan QAM formatının karşılaştırılabilir bir pilot taşıyıcısı olmadığını unutmayın.

Parazitin meydana gelme (veya oluşmama) olasılığını oluşturan şey, büyük ölçüde geniş bant gürültüsünün varlığında bir alıcının davranışıyla ilgilidir. Her aşağı akım kablo TV QAM sinyali 6 MHz'e yakın RF bant genişliği kaplarken, İF Tipik bir amatör FM alıcısının bant genişliği yaklaşık 20 kHz olabilir. Böylece, alıcıdaki gürültü gücü 10 log azalacaktır; o (6.000.000/20.000) = 24.77 dB, alıcının QAM sinyalinin işgal ettiği bant genişliğine kıyasla çok daha dar İF bant genişliği nedeniyle. Ek olarak, dijital sinyalin ortalama sinyal PEP'inin 6 ila 10 dB azalması vardır .

2009 yılında yapılan saha testleri bu davranışı doğruladı ve sızıntı yapan bir QAM sinyalinin, bir Yaesu FT- 736R düşük ila orta dereceli alan gücü sızıntılarında, alıcının anteni - rezonant bir yarım dalga dipolü - kalibre edilmiş bir sızıntıdan sadece 10 metre uzakta olsa bile, S metresini değiştirmeyeceğini buldu. Aksine, 20 μV/m sızıntı üreten bir CW taşıyıcısı, bir S metre okuma ile sonuçlandı ofS9 + 15 dB, kesinlikle zararlı girişim! CW taşıyıcısı, dijital kanal gücü CW taşıyıcısının PEP'sine eşit olan ve aynı kaçak alan gücünü (ikincisi tam 6 MHz kanal bant genişliği üzerine entegre edilmiş) üreten bir QAM sinyali ile değiştirildiğinde, S-metre < S 1. Kaçak alan gücü 100 μV/m'ye yükseltildiğinde, CW taşıyıcı S metreyi S9 + 60 dB'de sabitlerken, QAM sinyali FM modunda S3 ve USB modunda Sl ve S2 arasındaydı. Sızan QAM sinyalinin alan gücü ulaşana kadar değildi.

Tablo 27.2
Kablo TV Aşağı Akım Kanallarına Göre Amatör Radyo Bantları

Amatör bando	*Over-the-Air hakkında Frekans aralığı*	*Kablo kanalı*	*Kablo frekans aralığı*
6 metre	50-54 MHz	Aşağıda Ch. 2	50-54 MHz, bazen dar bantlı telemetri taşıyıcıları için kullanılır
2 metre 1.25	144-148 MHz	Ch. 18	144-150 MHz
metre 70 cm	222-225 MHz	Ch. 24	222-228 MHz
	420-450 MHz	Ch. 57	420-426 MHz
		Ch. 58	426-432 MHz
		Ch. 59	432-438 MHz
		Ch. 60	438-444 MHz
		Ch. 61	444-450 MHz
33 cm	902-928 MHz	Ch. 142	900-906 MHz
		Ch. 143	906-912 MHz
		Ch. 144	912-918 MHz
		Ch. 145	918-924 MHz
		Ch. 146	924-930 MHz

Tablo 27.3
VHF Orta Bant Kablo Kanalları

Kanal Numara	*Standart Video Taşıyıcı (STD)* ***(MHz)***	*Harmonik olarak İlgili video Taşıyıcı (HRC)* ***(MHz)***	*İncrementally İlgili video Taşıyıcı (/RC)* ***(MHz)***	*Ses Taşıyıc* ***(MHz)***
98	109.25	108.0054	109.25	113. 75
99	115.25	114.0057	115.25	119. 75
14	121.25	120.006	121.25	125.75
15	127.25	126.0063	127.25	131.75
16	133.25	132.0066	133.25	137.75
17	139.25	138.0069	139.25	143.75
18	145.25	144.0072	145.25	149.75
19	151.25	150.0075	151.25	155.75
20	157.25	156.0078	157.25	161.75
21	163.25	162.0081	163.25	167.75
22	169.25	168.0084	169.25	173.75

Birkaç yüz µV/m "gürültü" (ve tam anlamıyla tipik beyaz gürültü gibi geliyordu) zararlı girişim olarak yorumlanabilir.

Olası sızıntının en yaygın belirtilerinden biri, özellikle standart (STD) kablo kanalı 18'in 145.25 MHz'deki görsel taşıyıcısının yakınında, 2 metre amatör bandına parazittir. Kablo sızıntısından şüpheleniyorsanız, 144-150 MHz aralığındaki dijital video sinyalinden gelen geniş bant gürültüsünü dinleyin ve Tablo **27.3'te listelenen yakındaki kanallardaki diğer STD, aşamalı olarak ilişkili taşıyıcıyı (IRC) ve harmonik olarak ilgili taşıyıcıyı (HRC) kontrol edin**. (Kablo kanalı 18 üzerindeki bir analog TV sinyalinin sızması, 145.25 MHz üzerindeki veya yakınındaki tablodaki taşıyıcı frekanslarda uğultu gibi ses çıkarır. Ayrıca görsel taşıyıcıların 4.5 MHz üzerindeki FM sesli taşıyıcılarda TV kanalı sesini dinleyin.)

LOCATNG KAÇAK KAYNAKLARI Bir kablo şirketi teknisyeni sinyal sızıntısını giderdiğinde, işlem Amatör Radyo tilki avına benzer. Teknisyen, el dipolü veya Yagi antenleri, araçlardaki Doppler anten dizileri, yakın alan probları ve ticari olarak üretilen sinyal kaçağı dedektörleri gibi ekipmanları içerebilecek radyo yön bulma tekniklerini kullanır. Birçok kaçak dedektörü, sızıntı yapan bir kablo sinyalini, aynı frekansta veya yakınında bulunabilecek bir hava sinyalinden veya elektrik gürültüsünden ayırt etmek için "etiketleme" teknolojisi olarak bilinen şeyi içerir. Çoğu kaçak tespiti, 108-138 MHz frekans aralığında özel bir kablo kanalında yapılır.

ELİMİNATİNG KAÇAK

Sızıntı ve giriş problemlerinin büyük bir yüzdesi, tek bir koruma kusurunun sonucu değildir, ancak bu gerçekleşir. Örneğin, bir sincap ahardline besleyici kablosunu çiğneyebilir veya çevresel veya mekanik hasarın bir sonucu olarak kalkanda radyal bir çatlak gelişebilir. Çoğu zaman, sızıntı ve giriş, bir alandaki birkaç küçük koruma kusurundan kaynaklanır: gevşek veya korozyona uğramış sert hat konektörleri ve ekleri, eski bakır örgülü abone bırakma kabloları, yanlış monte edilmiş F konektörleri, abone tarafından yüklenen standart altı "kendin yap" bileşenleri ve daha önce bahsedilen zayıf korumalı kabloya hazır TV'ler ve diğer *müşteri tesis ekipmanları (CPE)*.

Diğer sızıntı ve giriş sorunları, kablo TV set üstü kutusundaki uygun olmayan kalkan bağlantılarından kaynaklanabilir. Düşük HF bölgesindeki (3.7-5.5 MHz) dönüş veri sinyali de bu şekilde yayılabilir. Zayıf kalkan bağlantısı olan ekipmandaki ortak mod tıkanmaları RF akımını engelleyebilir.

Kablo teknisyeni sızıntının kaynağını (kaynaklarını) bulduktan sonra, Suçlu bileşenleri veya kabloları onarın veya değiştirin. Zayıf korumalı TV'ler veya DVD oynatıcılar söz konusu olduğunda, kablo teknisyeni bu cihazları onaramaz, yalnızca kalifiye bir servis mağazası tarafından sabitlenmelerini önerir. Genellikle bir set üstü kutunun montajı, kabloya hazır bir CPE sorununu çözecektir, çünkü abone bırakma kablosu artık doğrudan rahatsız edici cihaza bağlı değildir.

Hava üzerinden alınan sızıntıdan kaynaklanan girişimin alıcıda ortadan kaldırılamayacağına dikkat etmek önemlidir. İt, istenen sinyal gibi bir "bant içi" sinyaldir ve filtrelenemez veya boğmalarla bastırılamaz. Sızıntı kaynağında ortadan kaldırılmalıdır.

Benzer şekilde, kablo girişinden gelen RFI - temiz, iletilen bir sinyalin kablo sistemi sinyallerine sızmaya neden olanlara benzer kusurlar yoluyla girdiği yerlerde - iletilen - sinyalin kablo sistemine girdiği noktada da ortadan kaldırılmalıdır.

Her iki durumda da, biraz RFI dedektifliği gerekli olabilir. Bu bölümün çeşitli RFI sorun giderme bölümlerine bakın ve radyo yön bulma teknikleri de kullanışlı olabilir. Sızıntı kaynağı veya giriş noktası belirlendikten sonra, güç hattı gürültüsü gibi, tamir etmek kablo şirketinin işi haline gelir.

VERIFYNG KAÇAK OLACAK BİR RFI KAYNAĞİ

Sahte sinyaller, kuşlar, harmonikler, - intermodülasyon, elektriksel gürültü ve hatta Bölüm 15 cihazlarından gelen parazit bazen kablo sinyali sızıntısı ile karıştırılır. En yaygın olanlardan biri, bir şekilde kablo TV koaksiyel kalkanına bağlanan Bölüm 15 cihazlarından kaynaklanan emisyonlardır. Kaçak olmayan gürültü veya sahte sinyaller kablo TV hatlarından veya bir amplifikatör konumundan yayılabilir, ancak yalnızca kablo kalkanının dış yüzeyi birleştirilmiş paraziti ortak mod akımı olarak taşıdığı için.

Bir kablo ağından yayılabilecek yaygın bir sızıntı olmayan parazit, geniş bant elektrik paraziti veya MF'deki diğer gürültü ve HF spektrumunun alt ucudur. Yaygın bir yanlış anlama, kablo şirketlerinin 30 MHz'in altındaki hava üstü spektrumunun bölümleriyle örtüşen frekanslarda dijital sinyaller taşıdığından, kablo tesisinden yayılan herhangi bir "gürültünün" dijital sinyalleri sızdırması gerektiğidir. Bu tür parazit neredeyse her zaman güç hattı elektrik paraziti veya kablo ağının kalkanına ortak mod sinyali olarak bağlanan diğer gürültülerdir.

Aşağı akış dijital sinyallerinin sızıntısı, yukarıda açıklandığı gibi, Tablo 27.3 kanallarında verilen bir frekans aralığında geniş bant gürültüsü gibi ses çıkarır. 1.6, 3.2 veya 6.4 MHz kanal bant genişliğine sahip kablo modemlerinden gelen yukarı yönlü dijital sinyaller Tipik olarak kabaca 20 ila 40 MHz aralığında iletilir ve aşağı akış dijital sinyalleri gibi sürekli olmaktan ziyade doğada patlar. Set üstü kutu upstream telemetri taşıyıcıları, - genellikle yaklaşık 8 ila 11 MHz aralığında dar bant frekans kaydırma anahtarlama (FSK) veya kuadrature faz kaydırma anahtarlama (QPSK) taşıyıcılarıdır.

Normal sızıntı giderme teknikleri parazitin kaynağını açıkça tanımlamazsa, bazen kablo şirketi etkilenen mahalledeki ağını geçici olarak kapatabilir. Kablo ağı kapatıldıktan sonra parazit kalırsa, sızıntı olmaz ve kablo şirketi bu tür bir parazitten sorumlu değildir. Kablo ağı kapatıldığında parazit kaybolursa, büyük olasılıkla sızıntı veya kablo ağıyla ilgili bir şey olur. Kablo ağının küçük bir bölümünü bile kapatmak son çare ve abonelere hizmet kesintisi nedeniyle pratik olmayabilir. Kablo şirketinin şüpheli bir kablo kanalını geçici olarak kapatması daha kolay olabilir. Burada da, kanal kapatıldıktan sonra parazit kalırsa, parazit sızıntı değildir.

KAÇAK NASIL RAPORLANIR

Kablo sinyal sızıntısının amatör istasyonunuza parazite neden olduğundan şüpheleniyorsanız, kablo *ağının herhangi bir yerinde, hatta kendi evinizdeki kablolarda bile kendi onarımlarınızı asla denemeyin!* Gözlemlediklerinizi belgeleyin. Örneğin, - ilgili frekans veya frekansları, müdahalenin doğasını, günün saatiyle ilgili herhangi bir değişiklik, ne kadar süredir meydana geldiğini vb. Tilki avlama becerileriniz ve ekipmanınız varsa, parazitin olası kaynaklarını veya en azından kaynaklandığı görünen yönü not edebilirsiniz .

Ardından, kablo şirketi ile iletişime geçin. Büyük olasılıkla kablo şirketinin müşteri hizmetleri departmanına ulaşacaksınız, ancak yerel kablo sisteminin Tesis Müdürü (Baş Mühendis, Mühendislik Müdürü, Baş Teknoloji Müdürü, Mühendislik Başkan Yardımcısı veya benzeri olarak da adlandırılabilir) ile konuşmayı isteyin ve ona ne yaşadığınızı açıklayın. Bu kişiye ulaşamazsanız, bir servis bileti oluşturulmasını ve sızıntı ve giriş konularına aşina bir teknisyenin gönderilmesini isteyin. Müdahale hakkında topladığınız bilgileri paylaşın. Ve tüm RFI konularında olduğu gibi, diplomasiyi unutmayın!

Amatör Telsize kablo kaçağı paraziti meydana geldiğinde vakaların büyük çoğunluğunda, yerel kablo sistemi personeli ile çalışarak halledilebilir. Her ne sebeple olursa olsun, etkilenen jambon, paraziti yerel olarak çözemez. Bu durumlarda yardım için ARRL'ye başvurun.

27.8.5 DVD ve Video Oynatıcılar

Bir DVD veya benzeri video oynatıcı genellikle bir televizyon tuneri içerir. 0 İder modellerinde analog TV kanalı çıkışı olabilir. (Daha yeni modeller tipik olarak RFI'ye daha az duyarlı bir HDMI dijital video arayüzüne sahiptir.) İt ayrıca bir anten veya kablo sistemine ve ac hattına bağlanır, bu nedenle bir TV alıcısının tüm parazit sorunlarına maruz kalır. Video oynatıcının duyarlı cihaz olduğunu kanıtlayarak başlayın. Cihazı televizyon veya video monitöründen geçici olarak ayırın. TV'ye müdahale yoksa, video oynatıcı en olası suçludur. (Video oynatıcısı ve monitör arasındaki kablolar da RF'nin monitöre girdiği araç olabilir, bu nedenle bir kablo kukla (kenar çubuğuna bakın) durumun böyle olup olmadığını ve hangi kablo veya kabloların sorun olduğunu belirlemek için yararlı bir yol olabilir.)

Ardından, müdahale sinyalinin video oynatıcıya nasıl girdiğini öğrenin. Anten veya kablo besleme hattını video oynatıcıdan geçici olarak ayırın. Girişim ortadan kalkarsa, anten hattı devreye girer. Bu durumda, muhtemelen ortak modlu bir boğma veya yüksek geçişli filtre ile sorunu çözebilirsiniz.

Şekil 27.21 kurşun geçirmez video oynatıcı kurulumunu göstermektedir. Eğer hepsini denediyseniz Gösterilen ve hala bir sorunu olan kürler, oyuncu muhtemelen doğrudan almaya tabidir. Bu durumda, değiştirebilirsiniz veya CEA aracılığıyla üreticiye başvurabilirsiniz.

Eski analog tip VCR'ler, HF sinyallerinden gelen RFI'ye karşı oldukça hassastır. Video ana bant sinyali 30 Hz'den 3.5 MHz'e kadar uzanır, renk bilgisi 3.5 MHz ve FM ses alt taşıyıcısı 4.5 MHz civarındadır. Tüm video temel bandı, 10 MHz'e kadar frekanslarda bant üzerine modüle edilmiş frekanstır. VCR'ler tarafından güçlü sinyallerin doğrudan alınması yaygın bir sorundur ve kolayca çözülemeyebilir, VCR'yi daha iyi ekranlı bir modelle veya modem DVD oynatıcıyla yeniden yerleştirmek kısa sürebilir.

27.8.6 Radyo dışı cihazlar

Radyo olmayan cihazlara verilen interferans, vericinin hatası değildir. (FCC *İnterference Handbook,* 1990 Edition'ın bir kısmı **Şekil 27.22'de gösterilmiştir.** FCC artık bu *El Kitabını sunmasa da,* bu kitabın indirilebilir ek bilgilerinde, **www.arrl.org/fcc-rfi-information adresindeki ARRL'den elektronik bir versiyon mevcuttur veya ARRL** web sitesinde "cib interference handbook" için arama yapın.) Özünde, FCC, yakındaki radyo sinyallerini yanlış işleyen olarak alan radyo olmayan cihazları görür; temas Üretici ve ekipmanı iade edin. FCC, radyo olmayan cihazların RFI koruması içermesini gerektirmez ve bu cihazların parazite duyarlı kullanıcılarına yasal koruma sağlamaz.

BÖLÜM İİ

DİĞER EŞİTLİKLERE İNTERFERENCE

BÖLÜM 6

TELEFONLAR, ELEKTRONİK ORGANLAR, AM/FM RADİOS , STEREO VE Hİ-Fİ EQUIPMENT

Telefonlar, stereolar, bilgisayarlar, elektronik organlar ve ev interkom cihazları yakındaki radyo vericilerinden parazit alabilir. Bu olduğunda, cihaz bir radyo alıcısı olarak yanlış çalışır. Uygun koruma veya filtreleme bu tür parazitleri ortadan kaldırabilir. Parazit alan cihaz, parazitten etkilenirken evinizde değiştirilmelidir. Bu, servis teknisyeninin müdahale sinyalinin cihazınıza nerede girdiğini belirlemesini sağlayacaktır.

Cihazın yanıtı girişim kaynağına göre değişecektir. Örneğin, ekipmanınız yakındaki iki yönlü bir radyo vericisinin sinyalini alıyorsa, muhtemelen radyo operatörünün sesini duyarsınız. Elektriksel girişim cızırtı, haşhaş veya uğultu seslerine neden olabilir.

Şekil 27.22 - **FCC *İnterference El Kitabı'nın* (1990 baskısı) 18. sayfasının bir kısmı gerçekleri açıklamakta ve radyo dışı ekipmanlara müdahale sorumluluğunu yüklemektedir.**

TELEFONLAR

Sabit hat veya "kablolu" telefonlar, Amatör Radyo'ya çok yaygın bir TVI olmayan parazit sorunu sunar. Daha fazla insan sabit hat yerine mobil telefon hizmetine geçtikçe, bu sorun giderek azalmaktadır. Yine de sabit hatta bağlı olan sabit telefon ve kablosuz telefonlar uzun yıllar bizimle olmaya devam edecek. Bu telefonlara telefon paraziti vakalarının çoğu, herhangi bir kurulum kusurunu düzelterek ve gerektiğinde telefon RFI filtrelerini takarak iyileştirilebilir. Bu bölümün geri kalanında telefonun sabit hat servisine bağlı olduğu varsayılmaktadır.

Telefonlar yanlış radyo alıcıları olarak işlev görebilir. Birçok telefonun içindeki yarı iletken cihazlar diyot gibi davranır. Böyle bir telefon telefon kablolarına (büyük bir anten) bağlandığında, bir AM radyo alıcısı oluşturulabilir. Yakındaki bir verici havaya çıktığında, bu telefonlar etkilenebilir.

Sorun giderme teknikleri daha önce bölümde tartışıldı. Sorunu basitleştirme önerisi özellikle telefon paraziti için geçerlidir. Biri hariç tüm telefonları, mümkünse servis girişinde ayırın ve sorunu orada gidermeye başlayın.

Telefon sistemindeki herhangi bir cihaz veya kötü bağlantı RF'yi algılarsa ve algılanan sinyali ses olarak telefon hattına geri koyarsa, bu ses filtrelerle çıkarılamaz. RF algılandıktan ve sese dönüştürüldükten sonra, filtrelenemez, çünkü parazit istenen ses sinyaliyle aynı frekansta olur. Bir tedavi uygulamak için, tespit noktasını bulmalı ve sorunu orada düzeltmelisiniz.

Arızalı telefon şirketi yıldırım tutucular, yakındaki herhangi bir RF enerjisini düzelten diyotlar gibi davranabilir. Telefon hattı amplifikatörleri veya diğer elektronik cihazlar da hatalı olabilir. Servis kutunuzun "telco" tarafındaki veya telefon şirketi tarafından kurulan herhangi bir telefon şirketi kablolamasını veya cihazını teşhis etmeye veya onarmaya çalışmayın. Telefon şirketinizden bir servis çağrısı isteyin .

Telefon sistemi kurulumunu netleştirin. Nemli bodrumlarda, duvarlarda veya tarama alanlarında yıllarca maruz kalmak bozulmaya neden olabilir. Aşınmış veya renksiz herhangi bir şeyden şüphelenin. Birçok durumda, ev sahipleri genellikle standart altı kablolama kullanarak kendi telefon kablolarını kurmuşlardır. Standart olmayan kablodan yapılmış telefon kablolarının bölümlerini bulursanız, standart bükümlü çift telefon *veya CATS kablosu ile değiştirin.* İf sen

Telefon kablosu kullanın, RF sinyallerinin diferansiyel mod alımını en aza indirmek için yüksek kaliteli bükümlü çift olduğundan emin olun.

Ardından, telefon aletlerinin her birini değerlendirin. Duyarlı bir telefon bulursanız, K-Y Filtreleri tarafından satılanlar gibi bir telefon RFI filteron thattelephone takın. **(www. ky-filters.com) veya DSL** veri sinyallerini telefonlardan uzak tutan DSL filtreleri kullanın. Ev bir DSL geniş bant veri hizmeti kullanıyorsa, filtrelerin telefon cihazına bir filtre takılı olan ve olmayan çevrimiçi veri hızlarını test ederek filtrelerin DSL performansını etkilemediğinden emin olun.

Sadece belirli bir jambon bandında çalıştığınızda parazitiniz olduğunu belirlerseniz, telefon kablolama sistemi ya bu bantta uyarıldığında bu noktada bir "RF sıcak nokta'ya sahiptir ya da sistemdeki bir kablo rezonans olabilir ve bu nedenle özellikle bu bantta duyarlı olabilir. İnstall ortak modu, "anten'ile seri olarak yüksek bir empedans eklemek için kablolama üzerinde tıkanır. Bir telefon RFI filtresi de gerekebilir. (Filtreleme önerileri için DSL Ekipmanı bölümüne bakın.)

Telefon Aksesuarları - Telesekreterler ve faks makineleri (yavaş yavaş kaybolan telefonla ilgili iki araç daha) de girişim sorunlarına yatkındır. Telefonlara uygulanan tüm sorun giderme teknikleri ve kürleri bu telefon cihazları için de geçerlidir. Ek olarak, bu cihazların çoğu AC şebekesine bağlanır. Güç kablosunda ortak modlu bir boğma ve/veya ac-line filtre deneyin (bir ac kablosu seti, küçük bir transformatör olabilir).

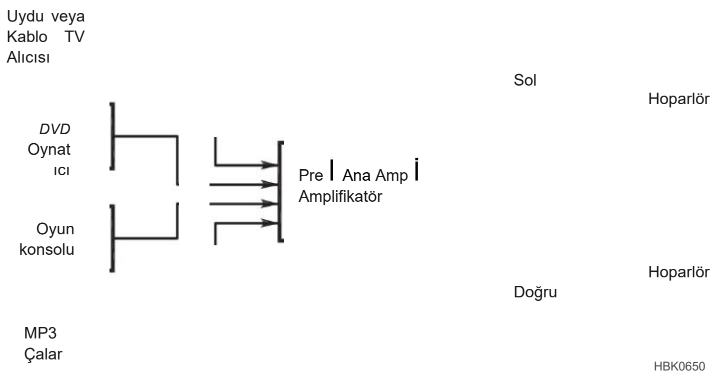
Kablosuz Telefonlar - Kablosuz telefon, FCC yönetmeliklerinin 15. Bölümü kapsamında üretilen ve kullanılan lisanssız bir radyo cihazıdır. FCC, Bölüm 15 cihazlarının girişimden korunmasını amaçlamaz. Bu cihazlar genellikle çok geniş ön uç filtrelerine sahip alıcılara sahiptir ve bu da onları girişime karşı çok hassas hale getirir.

Kablosuz telefonlara parazit için muhtemel bir yol, temel ünitenin bağlantı kablolarında ortak mod tıkanıklıklarına yanıt verecek ortak mod akımıdır. Ek olarak, temel ünitede bir telefon filtresi ve bir ac hattı filtresi yardımcı olabilir. En iyi yardım kaynağı üreticidir, ancak Part 15 cihazının girişimden korunmadığını belirtebilirler.

900 MHz ve daha yüksek frekanslarda çalışan daha yeni kablosuz telefon sistemleri, eski modellerin girişime daha az duyarlı olduğundan, girişime daha az duyarlıdır.

AUDIO EQUIPMENT

Stereolar, ev eğlence sistemleri, interkomlar ve genel adres sistemleri gibi tüketici ve ticari ses ekipmanları da yakındaki güçlü vericileri alıp algılayabilir. FCC bu radio olmayan -cihazları dikkate alır ve onları radyasyondan korumaz.



Şekil 27.23 - Tipik bir modern ev eğlence sistemi.

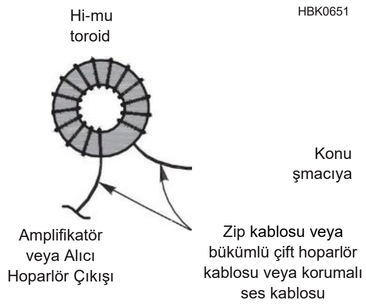
Çalışmalarına müdahale edebilecek lisanslı radyo vericileri. RFI birkaç şeyden birinden kaynaklanabilir: hoparlör uçlarında veya ara bağlantı kablolarında toplama, AC şebeke kablolarından alma veya doğrudan toplama. Parazit, etkilenen cihaza bağlı kablolamayı içeriyorsa, ortak mod boğucular en olası çözümdür.

Sorunları izole etmek için bu bölümde daha önce tartışılan standart sorun giderme tekniklerini kullanın. Örneğin, çok bileşenli bir ev eğlence sisteminde (Şekil 27.23'te olduğu gibi), hangi bileşenlerin kombinasyonunun sorunla ilgili olduğunu belirlemelisiniz. İlk olarak, ana alıcı/amplifikatör ile ilgili bir sorun olup olmadığını belirlemek için tüm yardımcı bileşenleri ayırın. Uzun hoparlör veya ara bağlantı kabloları başlıca şüphelilerdir .

Stereolar ve Ev Eğlence Sistemleri - Sorun izole edilmiş ana amplifikatörde kalırsa, parazit seviyesinin ses kontrolünden etkilenip etkilenmediğini belirleyin. Eğer öyleyse, girişim ses kontrolünden önce devreye giriyor, genellikle aksesuar kablolama yoluyla. Ses seviyesi kontrolünün müdahale eden sesin seviyesi üzerinde hiçbir etkisi yoksa, parazit genellikle hoparlör telleri aracılığıyla kontrolden sonra içeri girer.

Hoparlör telleri genellikle HF'de ve bazen VHF ve üstünde etkili antenlerdir. Hoparlör terminalleri genellikle doğrudan çıkış amplifikatör transistörlerine bağlanır. Modern amplifikatör tasarımları, sadakati artırmak için negatif bir geri besleme döngüsü kullanır. Bu döngü, algılanan RF sinyalini amplifikatörün yüksek kazanç aşamalarına geri götürebilir. - Tüm bu faktörlerin kombinasyonu genellikle hoparlör kablolarını RFI için baskın alıcı anten yapar.

Müdahale sinyalinin hoparlör uçları tarafından amplifikatöre bağlanıp bağlanmadığını belirlemeye yardımcı olacak basit bir test var. Hoparlör uçlarını amplifikatörden geçici olarak ayırın ve kısa uçlu bir kulaklık test setini takın. Eğer kulaklıklarla parazit yoksa, hoparlörü filtreleyin



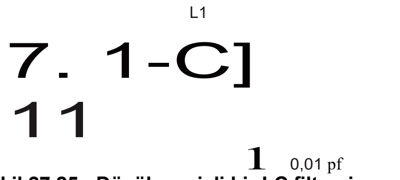
Şekil 27.24 - Hoparlör-kurşun ortak-mod boğulma yapma. RF girişim frekansı için uygun ferrit malzeme kullanın.

Leads muhtemelen sorunu çözecektir.

Ortak mod boğucuları uygulayarak başlayın. **Şekil 27.24, hoparlör** kablolarının, hoparlör-kurşun RFI'yi iyileştirmek için büyük (2 inç O.D. veya daha büyük) bir ferrit çekirdeğinin etrafına nasıl sarılacağını göstermektedir. HF'de Tip 31 malzeme tercih edilir. (Bu bölümde Common-Mode Chokes bölümüne bakın.)

Bazı durumlarda, hoparlör telleri RF'yi diferansiyel mod sinyali olarak alıyor olabilir. Diferansiyel modlu pikabı azaltmak için, zip kablosu hoparlör telini bükülmüş çift tel ile değiştirin. (# 16 AWG, # 12 AWG gerektiren daha yüksek güçlü sistemlere sahip çoğu sistem için çalışacaktır .)

Güçlendirilmiş Hoparlörler - *Güçlendirilmiş bir* hoparlör, kendi dahili güç amplifikatörüne sahip olanıdır. Güçlü subwoofer'lar ev eğlence sistemlerinde yaygındır ve küçük güçlü hoparlörler genellikle bilgisayar ve oyun sistemlerinde kullanılır. Bir hoparlör pillerle ve/veya harici bir güç kaynağıyla çalışıyorsa veya şebeke gücüne bağlıysa, güçlü bir hoparlördür. Güçlendirilmiş hoparlörler, dahili olarak yanlış bağlanmış kablo kalkanlarından ve zayıf ekranlamadan gelen ortak mod parazitine karşı duyarlıdır. Güç kabloları da dahil olmak üzere tüm kablolara uygun ortak mo ayın. RFI devam ederse, bir RF filtresi deneyin



Şekil 27.25 - Düşük geçişli bir LC filtresi .

Şekil **27.25'teki LC alçak geçiş filtresi gibi hoparlörün girişinde.** Bunula birlikte, korumasız hoparlörler tedavi edilemez.

İntercom'lar ve Güvenlik Sistemleri - Bu sistemlere RFI, neredeyse her zaman ara bağlantı kablolarındaki ortak mod akımından kaynaklanır. Ortak modlu boğucular en olası tedavidir, ancak ek, özel bilgilere sahip olup olmadıklarını görmek için üreticiye başvurmanız gerekebilir. Bükümlü çift kablolama (CATS ağ kablosu bu tür dört çift içerir), ses çıkışı kablolaması da dahil olmak üzere kullanılmalıdır. Kablolama genellikle karmaşık olabilir, bu nedenle bu sistemlerdeki herhangi bir çalışma nitelikli bir ses yüklenicisi tarafından yapılmalıdır .

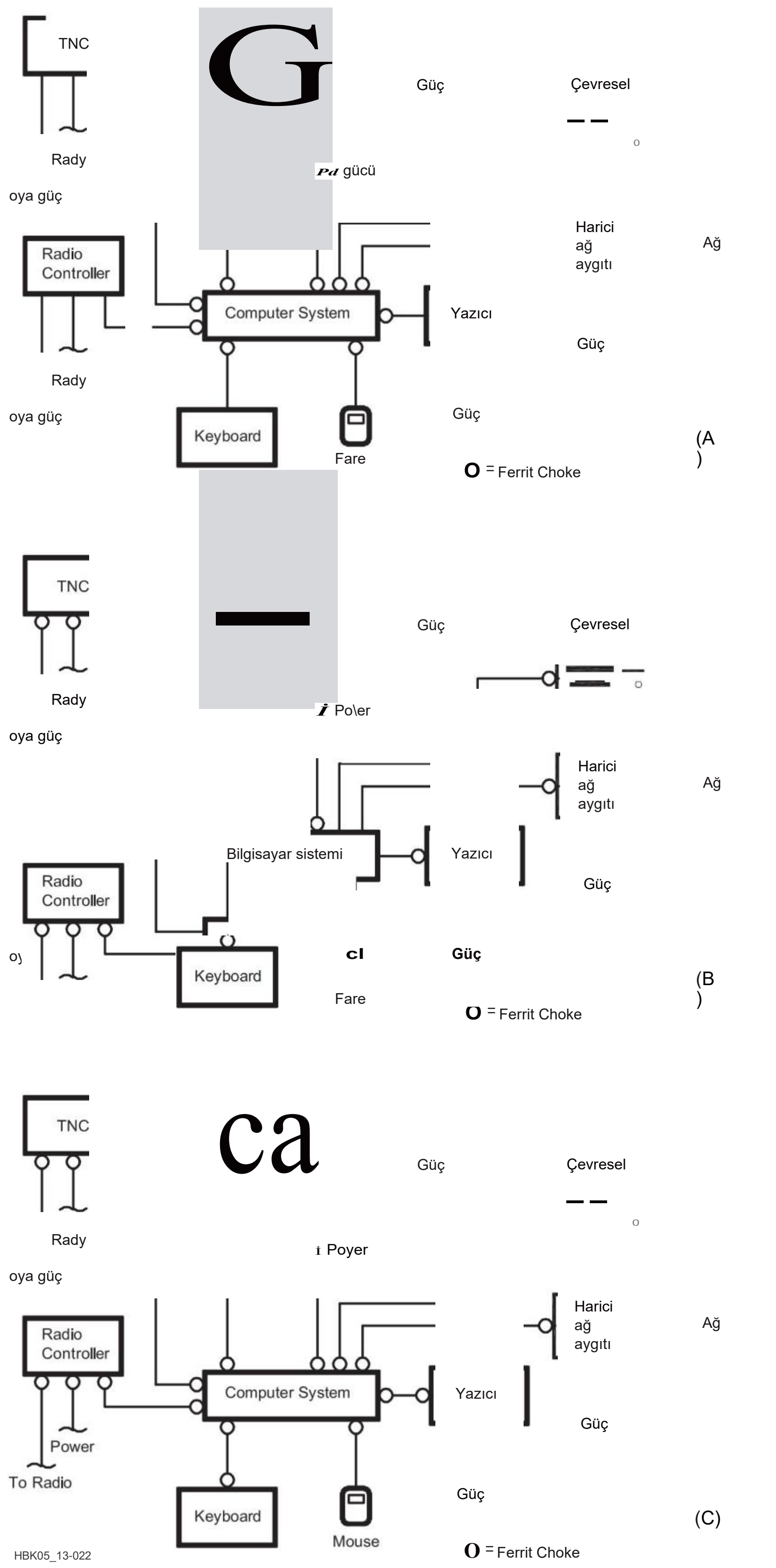
Genel Adres Sistemleri - Commonmode akımı da burada suçludur. Güçlendirilmiş hoparlörler giderek daha fazla kullanılmaktadır ve yukarıda açıklandığı gibi ele alınabilir. Parazitin giderilmesine yönelik çalışmalar kurulum yüklenicisi tarafından yapılmalı ve - paraziti karakterize etmek ve iş yapılırken test yardımı sağlamak için amatör ve yüklenici arasında koordinasyon gerektirebilir.

BİLGİSAYARLAR VE DİĞER LİSANSSIZ RF KAYNAKLARI

Bilgisayarlar ve video oyunları veya ses çalarlar gibi mikroişlemci tabanlı cihazlar parazit kaynağı veya kurbanı olabilir. Bu cihazlar RF enerjisini yayabilen ve yayabilen osilatörler içerir. Ek olarak, bir bilgisayarın dahili işlevleri, çeşitli veri sinyallerine dayanarak farklı frekanslar üretir. Bu sinyallerin tümü dijitaldir - harmonikler açısından zengin olan hızlı yükseliş ve düşüş süreleri.

Bilgi işlem cihazları, kasıtsız yayıcılar olarak FCC düzenlemelerinin 15. Bölümü kapsamındadır. Diğer kasıtsız yayıcılara gelince, FCC bu cihazlar için mutlak radyasyon limitleri belirlemiştir. Bu bölümde daha önce tartışıldığı gibi, FCC düzenlemeleri, Bölüm 15 cihazlarının operatörünün veya sahibinin, lisanslı bir radyo hizmetine neden oldukları herhangi bir paraziti azaltmak veya ortadan kaldırmak için gerekli adımları atması gerektiğini belirtmektedir. Bu, komşunuzun video oyunu radyonuza müdahale ederse, sorunun düzeltilmesinden komşunun sorumlu olduğu anlamına gelir. (Elbette, komşunuz bir çözüm bulma konusundaki yardımınızı takdir edebilir!)

FCC, bilgi işlem cihazları için iki seviye limit belirlemiştir. Sınıf A, ticari bir ortamda kullanılan bilgisayarlar içindir. FCC Sınıf B dır - konut ortamında kullanılan bilgisayarlar için



Şekil 27.26 - Bir bilgisayar sisteminde ferrit boğucuları nerede bulunur. A'da bilgisayar gürültülü ama çevre birimleri sessiz. B'de bilgisayar sessiz, ancak harici cihazlar gürültülü. C'de hem bilgisayar hem de harici cihazlar gürültülüdür.

ments. Bir bilgisayar veya çevre birimi satın alırsanız, B Sınıfı sertifikalı olduğundan veya muhtemelen amatör istasyonunuza veya ev elektroniği ekipmanınıza parazit oluşturacağından emin olun.

Bilgisayar sisteminizin radyonuza müdahale ettiğini fark ederseniz (bu dijital radyo çağında nadir değildir), sorunu basitleştirerek başlayın. Gücü mümkün olduğunca çok çevre aygıtından geçici olarak çıkarın ve kablolarını bilgisayarın arkasından çıkarın. (İt, güç kablosunu cihazdan fiziksel olarak çıkarmak için gereklidir, çünkü birçok cihaz ön panelden veya bir yazılım komutundan kapatıldığında düşük güç durumunda kalır.) Mümkünse, sadece bilgisayarı, klavyeyi ve monitörü kullanın. Bu test, parazitin kaynağı olarak belirli çevre birimlerini tanımlayabilir.

Çevresel bağlantı kablolarının korumalı olup olmadığını belirlemek zor olabilir. Mümkünse, tüm çevre birimleri için korumalı kablolar kullanın. Korumalı olmayan kabloları korumalı olanlarla değiştirin; Bu genellikle bilgisayar sistemlerinden gelen RF gürültüsünü önemli ölçüde azaltır. İkinci savunma hattı, ortak mod boğucudur. Boğma, bilgisayara ve/veya çevre aygıtına pratik olduğu kadar yakın kurulmalıdır. **Şekil 27.26, hem bilgisayarın** hem de çevre birimlerinin gürültülü olduğu eksiksiz bir bilgisayar sisteminde ortak mod boğucularının yerini göstermektedir. USB güç cihazları ayrıca dahili güç kaynaklarından gürültü yaratabilir ve K9YC'nin *Ulusal Yarışma Dergisi makalesinde,* "Öldürme Alma Gürültüsü - Bölüm 1 ve 2, bu bölüm için indirilebilir ek bilgilere dahil edilmiştir.

HF bantları için çok tum ortak modlu bir boğma yarası genellikle VHF'de etkisizdir. VHF antenleri bu cihazlara yakın yerleştirildiğinde (veya daha uzak bir ışın onlara işaret edilirse), 6 metredeki gürültüyü bastırmak için bir veya iki adet 2 dönüşlü boğucu ve 2 metrelik gürültü için birden fazla, tek tum, kelepçeli çekirdek eklemek gerekebilir. Daha yüksek frekansların çekirdekleri her zaman gürültü kaynağına en yakın şekilde yerleştirilmelidir ve iki parça dijital ekipman bağlandığında, her biri - potansiyel bir kaynak olarak düşünülmelidir, bu nedenle her iki uçta da VHF çekirdeklerine ihtiyaç duyulabilir.

Bilgisayarlardaki switchmode güç kaynakları genellikle müdahale kaynaklarıdır. Sıradan bir boğulma ve/veya ac-line filtre bu sorunu tedavi edebilir. Aşırı bilgisayar paraziti durumlarında, bilgisayarın ekranını iyileştirmeniz gerekebilir. (Bkz. *TheARRL* Bu konuda daha fazla bilgi için RFI Kitabı.) Bazı çevre birimlerinin (modemler gibi) telefon hattına bağlı olduğunu unutmayın, bu nedenle onlara telefon gibi davranmanız gerekebilir.

YER-FAY VE ARK-FAY CIRCUIT İNTERRUPTORS (GFCI VE AFCI)

GFC'ler bazen bir amatörün HF iletimi gibi güçlü bir RF sinyali mevcut olduğunda "trip" (devreyi aç) olarak bildirilir. GFCI devre kesiciler, bir ac devresinin sıcak ve nötr iletkenlerindeki dengesiz akımları algılayarak çalışır. RF parazitinin yokluğunda, böyle bir dengesizlik, devrenin bir yerinde bir arızanın varlığını gösterir ve bir şok tehlikesi yaratır. Kırıcı daha sonra şok tehlikesini gidermek için takılır (açılır).

Bir Arc Fault Circuit İnterrupter (AFCI) devre kesici, bir arıza durumunu izlemek için akımı izlemesi bakımından benzerdir. Mevcut dengesizliklerin bir parçası olarak AFCI, ev yangınlarının önde gelen nedenlerinden biri olan bir arkı gösteren akım modellerini tespit eder. AFCI, bir anahtar açıldığında veya bir fiş çıkarıldığında ortaya çıkan "normal" yaylar nedeniyle takılmamalıdır.

Mevcut kodlar altında, tüm bodrum çıkışları, dış mekan çıkışları ve mutfak ve banyolardaki çıkışlar için GFCI koruması gereklidir. AFCI koruması artık yatak odalarını ve bir evin diğer alanlarını da besleyen tüm devreler için gereklidir. Kod gereksinimleri değişebilir, bu nedenle belirli bir durumda geçerli olanlar için yerel bina denetçinize danışın.

GFCI kesicilere RF paraziti, dengesizlik algılama devresinin normal çalışmasını bozan RF akımı veya voltajdan kaynaklanır ve bu da bir arızanın yanlış algılanmasına neden olur. Benzer şekilde, RF akımı veya voltajı, bir AFCI kesicinin ark algılama devresini bozabilir. Bazı erken GFCI kırıcıları RFİ'ye duyarlıydı, ancak teknoloji geliştikçe, daha az ve daha az sayıda rapor - alındı. Kırıcı kablolamasına filtreleme veya RF bastırma eklemek mümkün olsa da, daha basit ve daha ucuz bir çözüm, GFCI kesiciyi RF'ye daha az duyarlı yeni bir ünite ile değiştirmektir.

ARRL Lab, aşağıdaki GFCI ürünleri hakkında olumlu raporlar almıştır:

- 120 V ac devreler için hem 15 hem de 20 A versiyonlarında mevcut olan Leviton (www.leviton.com) GFCI çıkışlarının yanı sıra kablo setleri ve kullanıcı tarafından takılabilir fişler ve prizler.
- 150 kHz ila www.bryant-electric.com arasında 0.5 V bağışıklık yayınlayan Bryant (230MHz) toprak arıza kapları.
- Pakette "UL 943 uyumlu" etiketli Cooper (www.cooperindustries.com) GFCI ürünleri.

ARRL web sitesindeki bir web sayfası - GFCI/AFCI teknolojisinde tutulur **(www. arrl.org/gfci-and-afci-devices).** AFCI ürünleri hakkında 2013 yılı başından itibaren raporlar alınmamıştır. AFCI ürünlerinde bildirilen çok sayıda bağışıklık sorunu olmasına rağmen, şimdi büyük ölçüde azalmıştır. Üreticiler bu sorunları büyük ölçüde çözmüş gibi görünüyor. http://www.arrl.org/afci-devices Daha fazla bilgi için www.arrl.org/afci-devices bakın.

DUVAR TRAFOSU SWITCHİNG SUPPLIES

"Duvar siğilleri'olarak bilinen küçük, düşük akımlı doğrusal güç kaynakları uzun yıllardır yaygın olarak kullanılırken, bu cihazların switchmode veya" switcher "kaynakları içermesi artık yaygınlaşmaktadır. Çok ucuz bir şekilde üretilmeleri gerektiğinden, bu sarf malzemeleri genellikle ac girişinde veya de çıkışında çok az RF filtrelemeye sahiptir veya hiç yoktur, sıklıkla yakındaki amatörlere önemli miktarda RFİ oluşturur.

En ucuz hareket şekli, anahtar modunu basitçe doğrusal bir modelle değiştirmek olabilir. Tedarikin kullanıldığı sistem hala garanti altında ise, distribütör veya üretici onu değiştirebilir. Aksi takdirde, üçüncü taraf bir lineer değiştirme, aynı voltaj derecesine ve orijinal kaynağa eşit veya daha yüksek akım çıkışına sahip olabilir. Gerektiğinde çıkış konektörü stillerini dönüştürmek veya yeni konektörler takmak için adaptörler kullanılabilir. Daha eski doğrusal stil sarf malzemeleri, anahtar modeli modelini değiştirmek için bunları birleştirmeye istekliyseniz yeniden kullanılabilir.

Kaynağı doğrusal bir modelle değiştirmek bir seçenek değilse, kaynağa RF filtreleri uygulamanız gerekecektir. Bu sarf malzemeleri nadiren servis edilebilir, bu nedenle filtreler çok harici olarak kurulabilir. Gürültü genellikle çıkış kablosundan yayılır, böylece kabloyu bir ferrit çekirdeğe sarmak, bu bölümün RFI Kontrol Elemanları bölümünde açıklandığı gibi ortak modlu bir RF boğucu oluşturur. Duvara siğil tarzı besleme doğrudan duvara monte bir prize takıldığı için, kısa ac uzatma kablosu veya güç şeridi kablosu da ortak modlu bir boğma haline getirilebilir.

27.9 Otomotiv RFI

Otomobiller, sınırlı sayıda ilkel elektrikli bileşenden, yüksek teknolojiye, çok bilgisayarlı sistemlere dönüşmüştür. Kullanılan her yeni teknoloji potansiyel olarak amatör ekipmanlara müdahale edebilir.

Başarılı mobil çalışma, doğru aracı seçmek, kurulum yönergelerine uymak, sorun giderme ve gerektiğinde uygun RFI düzeltmelerini uygulamak gibi çok sayıda faktöre bağlıdır.

Bu bölümde bu faktörlerin bir kısmı ele alınacaktır. Ayrıca, amatör ekipman kurulumları ve işletimi için benzersiz zorluklar yaratan yeni ortaya çıkan elektrikli ve hibrit elektrikli araçlar tartışılacaktır.

27.9.1 Araç Satın Almadan Önce

Mobil amatör kurulum için tasarlanmış yeni bir araç için alışveriş yaparken, araştırma ile başlayın. Bilgi zenginliği İnternet'te ve özellikle **www.arrl adresinde mevcuttur.** ARRL'nin - otomotiv üreticilerinden ve diğer jambonlardan yıllarca veri topladığı org/otomotiv. E-posta reflektörleri ve web siteleri, mobil iletişim ile ilgili deneyimlerini kendi araçlarında paylaşmak isteyen jambonlardan, düşündüğünüz marka ve model olabilecek bilgiler sağlayabilir.

Araştırma ile donanmış, bir sonraki durağınız satıcınız. Her aracın üreticisi, o aracın nasıl performans göstereceği konusunda uzmandır. Satıcı, üretici ile iyi iletişim kurmalı ve sorularınızı cevaplayabilmelidir. Servis bültenlerini ve kurulum yönergelerini sorun. Bayinize araçlarının filo modellerini de sorabilirsiniz. Bazı üreticiler, araçlarında radyo (genellikle VHF ve UHF'de çalışan) kuracak olan polis, taksi ve diğer kullanıcılara satış amaçlı araçlar için özel modifikasyonlar sunar.

Bir araç için alışveriş yaparken, bazı taşınabilir (tercihen pille çalışan) alıcıları veya tarayıcıları yanınıza almanız ve aracı sürerken hedeflediğiniz çalışma frekansları boyunca bir arkadaşınızın ayarlanması yararlıdır. Bu, bu model araçla ilişkili yayılan gürültü sorunlarının belirlenmesine yardımcı olacaktır; bu, yönetilen gürültüden daha zor çözülebilir. Kalıcı bir alıcı-verici kurulumu yapmayı düşünüyorsanız, alıcı-vericiyi nasıl monte edeceğinize ve güç ve/veya anten kablolarını nasıl yönlendireceğinize biraz dikkat edin. Kablolamayı yönlendirmenin yollarını ararken, bazı yeni otomobillerin akünün bagajda veya arka koltuğun altında bulunduğunu ve bunun güç teli yönlendirmesini kolaylaştırabileceğini unutmayın.

Satın almadan önce arabayı test edin. Bir satıcı Arabayı test sürüşüne çıkarmanızı bekler; Bir kooperatif satıcısı, radyo işlemi için de test etmenize izin verebilir. Makul miktarda kontrol, arabaya çok derin kazmadan kolayca yapılabilir. VHF üzerinde taşınabilir bir alıcı ile araç fornoise kontrol edin, nerede el alıcı-verici güzel iş yapacak. HF'de, genellikle taşınabilir bir kısa dalga alıcısı ile gürültüyü bulabilir veya HF alıcı vericinizi taşınabilir bir anten ve çakmak fişi ile çalıştırabilirsiniz. Motor çalışırken, ilgi bantları arasında ayar. Biraz gürültü veya birkaç kuş sesi duyabilirsiniz, ancak kuşlar en sevdiğiniz frekansa düşmezse, bu cesaret verici bir işarettir! Aracın tamamen kapalı olduğunu, anahtarın kontakta olduğunu ve aracın çalıştığını kontrol edin - elektronik alt sistemler aracın çalışıp çalışmadığını farklı şekillerde çalışır.

Aracı iletilen sinyalinize duyarlılık açısından test etmek için, iletmelisiniz. Tam ve eksiksiz bir kurulum olmadan, tam güç şanzımanlarının bir araç üzerindeki etkilerini tam olarak değerlendiremeyeceğinizi belirtmek önemlidir. Geçici ekipman kurulumlarıyla yapılan herhangi bir test mutlak bir garanti olarak kabul edilemez, çünkü doğrudan aracın güç kaynağına bağlı kurulu bir verici aracın farklı hareket etmesine neden olabilir.

İletim testleri yapmak için, telsizinizi ve ayrı bir aküyü (satıcı tarafından izin verilirse) getirin, böylece araç aküsüne kablo çalıştırmak zorunda kalmadan hareket halindeyken tam güçte iletebilirsiniz. Geçici testler için mıknatıs montajlı bir anten kullanın (birkaç QST reklamvereni HF'ye uygun montajlar satar). (Mıknatıs montajını dikkatli kullanın; Mıknatısların altına herhangi bir kir parçacığı girerse boya çizmek mümkündür.) RF'nin araç üzerinde herhangi bir etkisi olup olmadığını görmek için kullanacağınız her bantta yayın yapın. Şanzımanlarınıza yanıt vermemek iyi bir işarettir, ancak kalıcı bir kurulum aracın içinde ve çevresinde farklı (muhtemelen daha güçlü) alan güçlü ve dağılımlarına ve kalıcı bir antene neden olacağından aracın RF'ye karşı bağışıklık kazandığı anlamına gelmez.

Hem iletme hem de alma işleminde, antenin yerleşimini denemek isteyebilirsiniz. Anten yerleşimi operasyonda önemli bir rol oynar ve kalıcı bir kurulumla iyi performansı tahmin eden anten için en uygun konumu bulabilirsiniz.

27.9.2 Alıcı-Verici İnstallation Kılavuzları

Çoğu amatör bir alıcı-verici yükleme işlemine aşina olsa da, en aza indirmeye yardımcı olacak tercih edilen uygulamalar vardır. potansiyel sorunlar. Bunlar, otomotiv satıcısının desteğini, tipik'en iyi uygulamalar "kurulumlarını ve özel durumların dikkate alınmasını içerir.

İlk adım, kurulumunuzun hem araç üreticisinin hem de radyo alıcı-verici üreticisinin kurulum kurallarına uygun olmasını sağlamaktır. Yerli otomotiv üreticisi kurulum yönergelerine bağlantılar **www.arrl.org/automotive. adresinde bulunmaktadır** Burada satılık araçları ithal eden otomotiv üreticileri, araçları genellikle ABD'deki polis, itfaiye ve taksi uygulamalarında kullanılmadığı için kurulum yönergelerini yayınlamamaktadır.

Farklı üreticilerin kurulum yönergeleri, bir radyo alıcı-vericisinin güç uçlarının nasıl kurulacağı konusunda farklılık gösterir. Çoğu üretici, radyodan gelen pozitif ve negatif uçların doğrudan bataryaya çalıştırılmasını önerir. Bu, radyonun negatif kurşun akımları ve araç elektroniği arasındaki etkileşim potansiyelini en aza indirir. Üretici, her iki telin de aküye bağlanmasını önerirse, her iki telin de kaynaştırılmasını gerektirecektir. Bu gereklidir, çünkü akü ile motor bloğu arasındaki bağlantının başarısız olması durumunda, araç marş motoru devreye girdiğinde radyonun negatif kablosuna aşırı akım çekilebilir.

Bazı araçlar, negatif bir kablonun bağlanması için akünün yakınında bir "toprak bloğu" sağlar. Bu araçlarda, kaynaşmamış negatif güç kablosunu'yer bloğuna "çalıştırın. Bu teknik üretici tarafından önerildiğinde, güç dönüş akımları ile araç elektroniği arasındaki etkileşim üretici tarafından değerlendirilmiştir. Her durumda, hatırlanması gereken en önemli kural şudur: Üreticinin kurulumunuzu desteklemesini istiyorsanız, bunu tam olarak kurulum yönergelerinin size söylediği şekilde yapın!

Aracınız için kurulum yönergeleri mevcut değilse, aşağıda belirtilen uygulamalar **invehicle** alıcı-vericiler ve araç elektroniği arasındaki uyumluluğu artıracaktır:

1) Alıcı-vericiler

• Alıcı-vericiler, araç operatörü kontrollerine ve görünürlüğüne müdahale etmeyen, alıcı-verici havalandırması sağlayan bir yere monte edilmeli ve güvenli bir şekilde monte edilmelidir.

• Tüm ekipman ve aksesuarların hava yastığı ve emniyet kemeri sistemlerinin dağıtım yolundan çıkarıldığından emin olun.

2) Güç uçları

• Güç uçları, teçhizatın arkasından aküye kadar birlikte bükülmelidir. Bu, güç uçlarının oluşturduğu alanı en aza indirir, geçicilere ve RFI'ye duyarlılığı azaltır.

• Araç şasisini güç dönüşü olarak kullanmayın.

• Güç kabloları, gövde yapısı boyunca, araç kablo demetlerinden ve elektronik cihazlardan uzağa yönlendirilmelidir.

• Aküye bağlı teller, gerekli akıma uygun sigortalar kullanılarak aküde kaynaştırılmalıdır.

• Yolcu ve motor bölmeleri arasındaki kabloları yönlendirirken geçiş grommetlerini kullanın.

• Tüm davlumbaz kablolarını mekanik tehlikelerden uzağa yönlendirin ve sabitleyin.

3) Koaksiyel besleme hatları

• Koaksiyel besleme hattı en az %95 örgü kapsamına sahip olmalıdır. Kablo kalkanı, tüm çevre için her koaksiyel konektöre bağlanmalıdır ("pigtail" yoktur).

• Anten besleme hatlarını pratik olduğu kadar kısa tutun ve kabloları araç kablolarına paralel olarak yönlendirmekten kaçının.

4) Antenler

• Anten (ler) motordan ve araç elektroniğinden pratik olarak monte edilmelidir. Tipik konumlar arka güverte kapağı veya tavan olacaktır. Metal bant, metal olmayan gövde panelleri üzerinde bir anten zemin düzlemi sağlamak için kullanılabilir .

• Manyetik tabanlı antenlerin montajında dikkatli olunmalıdır, çünkü mıknatıslar - donatılmışsa araçlardaki pusulanın doğruluğunu veya çalışmasını etkileyebilir.

• Küçük mıknatıs yüzeyi HF'de araca düşük bağlantı sağladığından, besleme hattı kalkanının önemli RF akımları taşıması muhtemeldir. Antende büyük (2 inç OD veya daha büyük toroid) bir ortak mod boğucu bu akımı azaltmaya yardımcı olur, ancak bu akım tarafından üretilen herhangi bir radyasyonu da azaltır.

• Anteni düşük bir SWR için ayarlayın.

27.9.3 Otomotiv RFI Teşhisi

Çoğu VHF/UHF radyo kurulumu, araç sistemlerinde veya alıcı-vericide herhangi bir soruna yol açmazken, HF kurulumlarının sorun yaşama olasılığı daha yüksektir. Sorunların meydana geldiği durumlarda, büyük çoğunluk, alıcı tarafından kullanılan frekans bantları içinde emisyon yaratan araç üzerindeki enerji kaynaklarından alıcıya müdahale eder. Yerleşik elektronik sistemlerden birine İnterference önemsiz olabilir veya bir motor kontrol sistemi ile büyük sorunlara neden olabilir.

Bir sorun ortaya çıktığında satıcı ilk temas noktası olmalıdır, çünkü satıcı sorununuzu çözebilecek bilgi ve fabrika yardımına erişebilmelidir. Üretici, sorununuz için zaten bir çözüm bulmuş olabilir ve tamircinize çok zaman kazandırabilir (bu süreçte size para kazandırır). Süreç düzgün çalışıyorsa, bayi/müşteri hizmetleri ağı yardımcı olabilir. Satıcının sorununuzu çözemediği durumda, bir sonraki bölüm Bağımsız olarak gerçekleştirebileceğiniz genel sorun giderme teknikleri.

GENEL SORUNLAR TEKNİKERLER

Önemli bir husus, bu bölümde daha önce sunulan kaynak algısı-kurban modelini kullanmaktır. Kaynaktan alıcıya giden yol radyasyon veya iletim yoluyla olabilir. Eğer yol radyasyon ise, alınan elektrik alan kuvveti (V/m cinsinden), kaynaktan alıcıya olan mesafenin bir fonksiyonu olarak azaltılır. Çoğu durumda, duyarlı araç elektroniği, elektrik ve manyetik alanların karmaşık şekillerde davranabileceği yayılan kaynağın yakın alan bölgesindedir. Bununla birlikte, genel olarak, yayılan sinyallerin gücü mesafeyle birlikte düşer.

Tüm bunların en iyi yanı, genel kapsamlı bir - alıcı veya spektrum analizörü, bir sigorta çektirici ve bir mağaza el kitabı ile, dikkat edilmesi gereken araç bileşeninin birkaç temel teknik kullanılarak tanımlanabilmesidir. Gereken tek ekipman şu kadar basit olabilir:

• Bir mobil teçhizat, tarayıcı veya el tipi alıcı-verici veya

• İyi stabiliteye ve doğru bir okumaya sahip başka bir alıcı ve

• Girişim dalga formlarını görüntülemek için bir osiloskop

BROADBAND NOISE Otomotiv geniş bant gürültü kaynakları şunları içerir :

• Fanlar, pencereler, sunroof, AM/FM anten dağıtımı, yakıt pompaları vb.

• İgnition kıvılcımı

Elektrik motoru gürültüsünün sorunun nedeni olduğundan şüpheleniyorsanız, bu durumu kontrol etmek için taşınabilir bir AM veya SSB alıcısı edinin. Alıcıyı açın ve ardından elektrik motorlarını birer birer etkinleştirin. Gürültülü bir motor açıldığında, arka plan gürültüsü artar. Taşınabilir AM radyoları yönlü bir ferrit çubuk anteni kullandığından, radyoyu döndürmek için gerekli olabilir.

Yakıt pompalarının, soğutma fanlarının ve diğer araç kontrollü motorların noise kaynağı olup olmadığını kontrol etmek için, uygun sigortayı çekin ve gürültünün kaybolup kaybolmadığını görün .

Yakıt pompaları ile ilgili bir not: 1980'lerden beri yapılan hemen hemen her araç, uzun tellerle çalışan bir elektrikli yakıt pompasına sahiptir. Bu, yakıt deposunun içinde bulunabilir. Bu motoru bir müdahale kaynağı olarak göz ardı etmeyin, çünkü görünmeyebilir. Elektrikli yakıt pompası gürültüsü genellikle karakteristik bir zaman paterni sergiler. Araç kontak anahtarı ilk açıldığında, marş devreye girmeden, yakıt pompası birkaç saniye çalışacak ve yakıt sistemi basınçlandırıldığında kapanacaktır. Boşta, gürültü genellikle durmadan önce birkaç saniye mevcut olma modelini izleyecektir, ancak Bazı araçlar motor çalışıyorsa yakıt pompası neredeyse sürekli çalışacaktır.

DAR BANT NOISE Otomotiv dar bant gürültü kaynakları şunlardır:

• Mikroişlemci tabanlı motor kontrolü sistemler

• İnstrument paneli

• RADAR engel tespiti

• Uzaktan anahtarsız giriş

• Anahtarlık tanıma sistemleri

• Lastik basıncı izleme sistemleri

• Global konumlandırma sistemleri

• Motor hız kontrollerini modüle eden darbe genişliği

• Yakıt enjektörleri

• Yeni hibrit/elektrikli araçlarda bulunan özel elektrikli çekiş sistemleri

Anteni farklı yerlere taşıyarak başlayın. Anten yerleşimi genellikle dar bant RFI problemlerini çözmenin anahtarıdır. Ancak, anten konumu çözüm değilse, sigortaları çekmeyi düşünün. Ayarlayın ve gürültüyü dengeleyin, ardından araç sigorta panellerini bulun ve gürültü kaybolana kadar bir seferde bir sigorta çekin. Birden fazla modül bir sigorta tarafından beslenirse, her bir modülü bulun ve ayrı ayrı fişini çekin. Bazı modüller, sigortayı çekerek devre dışı bırakılmayan "canlı tutma" belleğine sahip olabilir. Bu modüllerin gürültü kaynağı olup olmadıklarını belirlemek için fişten çekilmesi gerekebilir. Sigorta yeri, modül konumu ve gücü kesmek için özel prosedürlerle ilgili herhangi bir bilgi için mağaza kılavuzuna bakın.

Bir dinleme testi alternatornoise doğrulayabilir, ancak bir osiloskop mevcutsa, etkilenen radyoyu besleyen güç hattını izleyin. Alternatör whine, güç sisteminin de güç voltajı üzerine bindirilmiş tam dalga düzeltilmiş ac dalgalanma ve doğrultucu anahtarlama geçişleri olarak görünür (bkz **Şekil 27.27).**

Alternatörler, filtreleme için pilin düşük empedansına güvenir. Alternatör gürültüsü sorun olduğunda, aşınmış kontaklar ve gevşek konektörler için alternatör çıkışından aküye giden kabloları kontrol edin.

Alıcılar, yürütülen kablo demeti gürültüsünün RF, İF veya ses bölümlerine (genellikle güç kabloları aracılığıyla) girmesine ve istenen sinyallere müdahale etmesine izin verebilir. Olup olmadığını kontrol edin

AF Dalgalanma

Doğrultucu sivri

RFI0177

Zaman

Şekil 27.27 - Alternator whine, aracın de güç voltajı üzerine bindirilen doğrultucu anahtarlamadan gelen darbelerle birlikte tam dalga düzeltilmiş ac'den oluşur.

Araç yerine bir aküden veya güç kaynağından güç alan alıcı ile parazit hala mevcuttur. Alıcı bir bataryadan veya harici bir kaynaktan çalışırken parazit artık mevcut değilse, parazit radyo güç kablosu aracılığıyla gerçekleştirilir. Radyoda kurulu güç hattı filtreleri bu sorunu çözebilir.

27.9.4 Otomotiv RFI'sinin ortadan kaldırılması

Bir sonraki bölüm, daha yaygın olan RFI problemlerini çözmek için çeşitli teknikler içerir. Bir uyarı olarak, kendi RFI çalışmanızı garanti dahilinde veya garanti dışında gerçekleştirirken, başka herhangi bir otomotiv onarımı gerçekleştirdiğinizde yaptığınız gibi aynı riskleri üstlenirsiniz. Çoğu eyalet yasası (ve sağduyu), arabalar üzerinde çalışanların bunu yapmak için nitelikli olması gerektiğini söylüyor. Çoğu durumda, bu, işin lisanslı bir bayi veya otomotiv onarım tesisi tarafından yapılması gerektiği anlamına gelir.

YAPILAN İNTERFERANS

Ortak mod akımını azaltmak için, empedans, ortak mod boğucular şeklinde kablolama ile seri olarak yerleştirilebilir. (Bu bölümün Common-Mode Chokes bölümüne bakın.) Tel demetleri de aynı etki için büyük toroidlerin etrafına sarılabilir.

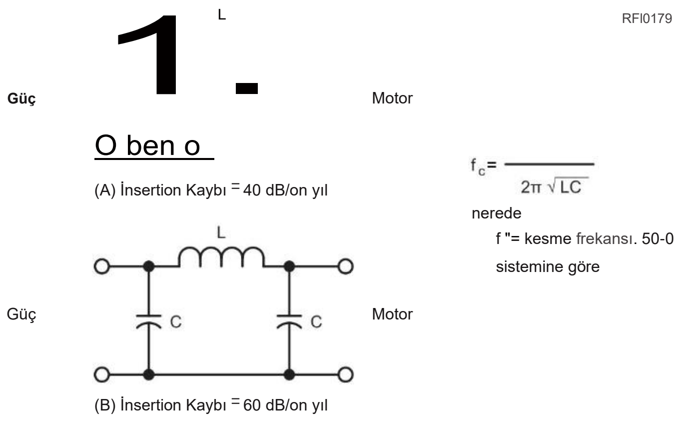
Mobil kurulumlarda mekanik hususlar önemlidir. Bir motorlu araç çok fazla titreşime maruz kalır. Eğer bir tel üzerine bir boğulma monte edilirse, bu titreşim boğulmanın teli bükmesine neden olabilir, bu da sonuçta başarısız olabilir. Kablolamaya yerleştirilen herhangi bir ek koruma ve/veya tıkanıklığın, bu faktörleri dikkate alan kalifiye personel tarafından kurulmuş olması çok önemlidir. Bunlar uygun şekilde sabitlenmelidir ve bazen bu düzeltmeyi uygulamak için kablo uzatıcılar gerekir.

RFI'DEN YERLEŞİK KONTROL SİSTEMLERİNE

Bir aracın yerleşik kontrolüne RFI ve elektronik modüller, modüle bağlantıda ortak modlu boğmalarla işlenmelidir. Bir tel demetini kalkan olarak örtmek ve kalkanı etkilenen -modülün yakınındaki araç şasisine bağlamak için örgü veya metal folyo kullanarak bazı başarılar bildirilmiştir. Araç elektronik üniteleri, üreticinin önerileri doğrultusunda eğitimli servis personeli dışında değişt...

DC MOTORLAR İÇİN FILTERS

Motor geleneksel bir fırça veya komütatör tipi de motor ise, **Şekil 27.28'de gösterilen aşağıdaki kürler** genellikle kullanılanlardır. Her zaman olduğu gibi, tamirci araç üreticisine danışmalıdır. To



Şekil 27.28 - De motorlardan gelen gürültüyü azaltmak için filtreler

Motor gürültüsünü teşhis edin, frekansı veya ilgili bandı kontrol etmek için bir AM veya SSB alıcısı edinin. Alıcıyı açın ve ardından elektrik motorlarını birer birer etkinleştirin. Gürültülü bir motor açıldığında, arka plan gürültüsü de artar.

Bir fırça çalıştırıcı motor tarafından çekilen akım darbeleri, ateşleme gürültüsüne benzer geniş bant RFI üretir. Bununla birlikte, alıcı ses, haşhaş yerine pastırma kızartma gibi daha çok ses çıkarır. Alıcı sesini gösteren bir osiloskop ile gürültü, darbeler arasında rastgele boşluk bulunan bir dizi darbe olarak görünür. Bu tür geniş bant gürültüsü genellikle AM alıcıları üzerinde FM'den daha belirgin bir etkiye sahiptir. Ne yazık ki, darbeler "arka plan gürültü seviyesini" artırarak FM alıcılarını etkileyebilir ve bozulmuş sinyal-gürültü oranı nedeniyle algılanan alıcı hassasiyetini azaltacaktır.

ALTERNATÖR VE JENERATÖR NOISE

Daha önce de belirtildiği gibi, fırça tipi -motorlar, gürültü üretebilen kayar kontaklar kullanır. Ortaya çıkan kıvılcım öncelikle bu cihazlarla ilişkili "hash" gürültüsünden sorumludur. Hash gürültüsü, alıcı ses çıkışına bağlı bir osiloskopta çakışan darbeler olarak görünür. Bir alternatörde de fırçalar vardır, ancak akımı kesmezler. Kayma halkalarına binerler ve mütevazı bir akım sağlarlar, tipik olarak 4 A alan sargısına. Bu nedenle, alternatörler tarafından üretilen hash gürültüsü nispeten azdır.

Jeneratörler, alan akımını ve dolayısıyla çıkış voltajını kontrol etmek için bir röle regülatörü kullanır. Voltaj regülatörünün sürekli kıvılcımı, zamanla örtüşmeyen geniş bant gürültü darbeleri oluşturur. Modem otomobillerde nadiren bulunurlar.

Alternatör veya jeneratör gürültüsü, araç kablolaması üzerinden mobil alıcıların ve vericilerin güç girişine iletilebilir ve daha sonra ses çıkışında duyulabilir. İf

Alternatör veya jeneratör gürültüsünden şüphelenilir ve bir osiloskop mevcut değildir, alternatör kayışını test olarak geçici olarak çıkarın. (Serpantin kemerli araçlarda bu mümkün olmayabilir.)

IGNITION NOISE

İgnition gürültüsü, hava boşlukları (dağıtıcı ve buji) boyunca deşarj olan bobin akımının hızlı yükseliş zamanı darbeleri tarafından oluşturulur. Bu tür darbelerin teorik modelleri (sıfır yükselme zamanı) zaman alanında dürtü fonksiyonları olarak adlandırılır. Frekans alanında bakıldığında, verim neredeyse O Hz'de başlayan ve teorik olarak sonsuzluğa kadar seyrek uzanan sabit bir spektral enerji seviyesidir. Pratik olarak, gerçek ateşleme darbeleri sonlu bir yükselme süresine sahiptir, bu nedenle spektral enerji zarfı bazı frekansların üzerinde azalır.

Ateşleme kıvılcımları ve yakıt enjektörü aktivasyonu tarafından üretilen gürültünün, motor RPM'sine göre değişen alıcı ses çıkışında düzenli, periyodik bir "tıklama'olarak kendini gösterdiği ortaya çıkıyor. Bir osiloskop ses çıkışına bağlanırsa, bir dizi farklı, ayrı darbeler ortaya çıkar. Daha yüksek hızlarda, alternatör sızlanması gibi, ancak daha sert bir nota (daha harmonik içerik) ile biraz müzikal geliyor.

Ateşleme gürültüsünün ayırt edici bir özelliği, hızlanma altında genliğin artmasıdır. Bu, daha yüksek silindir basıncı ile gerekli ateşleme voltajındaki artıştan kaynaklanır. (Daha yüksek frekanslardaki gürültü, ses devreleri tarafından daha iyi çoğaltılabilir.) Ateşleme gürültüsü genellikle yayılan gürültü olduğundan, anten elemanı anten montajından çıkarıldığında kaybolmalıdır. Radyasyon, sistemin ikincil parçalarından olabilir veya bobinin ikinciden ilkine kadar çift olabilir ve birincil kablolama boyunca ateşleme sistemine kadar bir mesafe boyunca gerçekleştirilebilir, daha sonra birincil kablodan yayılır.

Sup- için iki ana yöntem kullanılır

Bu gürültüye basın - biri bir indüktans eklemeyi, diğeri ise hem ikincil (yüksek voltaj) kablolamada hem de bir direnç eklemeyi içerir. Bu **Şekil 27.29'da gösterilmiştir**. Bu elemanların eklenmesi, motor çalışması üzerinde ölçülebilir bir etkiye sahip değildir, - çünkü yanma işleminde yer alan zaman sabitleri, bastırma bileşenleriyle ilişkili olanlardan çok daha uzundur. (Aracınızın - ateşleme sistemini değiştirmenin aracınızın emisyon kontrol sistemine müdahale olarak kabul edilebileceğini ve garanti kapsamınızı etkileyebileceğini unutmayın - bayinizle çalışın veya buji kablolarını değiştirme veya muhtemelen koruma çabalarınızı sınırlayın.)

Direnç yöntemi, yayılan ve/veya yürütülen enerjiyi dağıtarak RFİ'yi bastırır. Yayılan enerji miktarı az olsa da, hassas amatör tesislere müdahale etmek için yeterlidir. Diğer yöntem indüktansı kullanır ve enerji dağılmasa da, indüktör darbe enerjisini kısa bir süre depolayacağı için bastırma meydana gelir. Daha sonra onu düşük empedans yolu olan ateşleme serseri olayına bırakır ve RFI'yi azaltır.

Geleneksel "Kettering" endüktif deşarj - ateşleme sistemleri için, buji devresinde yaklaşık 5 kQ empedans (gerçek ve/veya reaktif) değeri etkili bastırma sağlar ve bu değerle tespit edilebilir bir motor çalışması bozulması yoktur. (Buna karşılık, kapasitör deşarj sistemlerinin, kıvılcım enerjisini azaltmamak için onlarca ohm mertebesinde çok düşük empedansa sahip olmaları gerekir, bu nedenle seri empedansa toleranslı değildirler). Çoğu buji direnci, fiş boşluğu boyunca birkaç kV ile çalışacak şekilde tasarlanmıştır, bu nedenle düşük voltajlı bir ohmetre Uygun direnç ölçüm sonuçları verin.

"Direnç teli" terimi biraz yanıltıcıdır. Yüksek voltajlı ateşleme telleri genellikle hem direnç hem de indüktans içerir. Direnç genellikle baskılayıcı bujilere ve tellere yerleştirilirken, tellerde, rotorlarda ve konektörlerde bir miktar indüktans ve direnç vardır. Elemanlar, markaya bağlı olarak dağıtılabilir veya toplanabilir ve her tekniğin kendi değeri vardır. Bujideki direncin bir yan yararı, elektrot aşınmasını azaltır.

COIL-ON-PLUG IGNITION NOISE

Birçok yeni kıvılcım ateşleme sistemi bir "fiş - üzerinde bobin" (COP) veya "fişe yakın bobin" (CNP) yaklaşımı içerir. Motor çalışması açısından bunun avantajları vardır ve bu yaklaşım aslında geleneksel ateşleme sistemi RFİ kaynaklarının bazılarını azaltabilir. Bunun nedeni, kullanılan çok kısa ikincil tellerdir (veya belki de teller yoktur - bobin doğrudan bujiye bağlanır). Bu, ikincil devreden diğer tellere veya araç/motor iletken yapılarına bağlanma olasılığını azaltır.

En düşük empedans yolu boyunca yürütülecek olan kıvılcım olayından her zaman bir miktar enerji olacaktır. Bu, ikincil devrede olması gereken enerjinin, bobinlere bağlı birincil kablolama demetine geri bağlanacağı anlamına gelebilir. Bu, sorunun yayılan bir fenomenden yönetilen bir fenomene gidebileceği anlamına gelir.

Bazı durumlarda bunun düzeltilmesi aslında düşünülenden daha kolay veya daha zor olabilir. Başarıyla kullanılan iki yaklaşım ferrit çekirdekler ve bypass kapasitörlerdir.

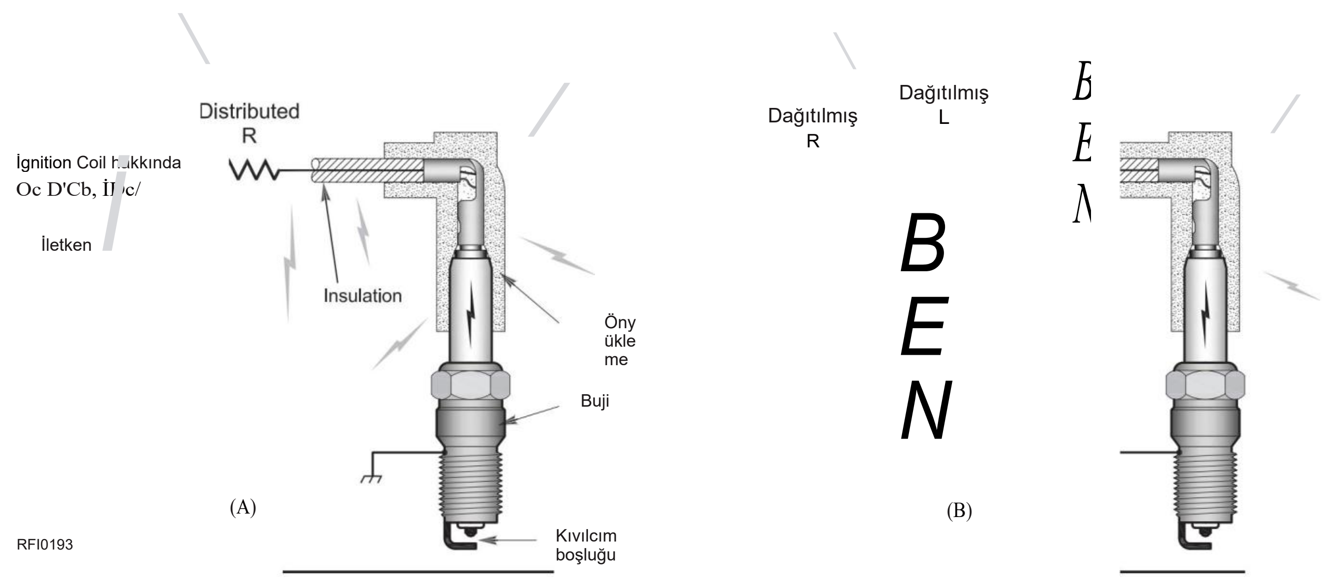
Ferrit çekirdekler ilk seçenek olarak tavsiye edilir, çünkü araçta elektrik modifikasyonu gerektirmezler. Ferrit kelepçe-on bölünmüş Çekirdekler, bobinlere bağlı 12-V birincil koşuma eklenir. Gürültünün sıklığına ve ferrit malzemenin seçimine bağlı olarak, önemli bir gelişme olabilir (10 dB'ye kadar). Bastırma miktarını optimize etmenin anahtarı, gürültünün nerede "zirve yaptığını" belirlemek ve bu frekans aralığı için doğru ferrit malzemesini seçmektir (bu bölümün bölümüne bakın.

İkinci yöntem, 12-V bobininin birincil teli arasına bir bypass kapasitör eklemek ve bobin düzeneklerinin yakınındaki koşumda topraklamaktır (2, 3 veya 4 bobin olabilir). Bu, ateşleme sisteminin işlevselliğini etkileyebileceği ve belki de en önemlisi araç garantisini geçersiz kılabileceği için dikkatli yapılmalıdır. Bu "bypass" kapasitör, başka herhangi bir uygulamadaki bypass kapasitörlerinin gerçekleştirdiği aynı işlevi yerine getirir - gürültüyü amaçlanan sinyal/güçten ayırır.

27.9.5 Elektrikli ve Hibrit Elektrikli Araçlar

Elektrikli araçlar (EV) ve hibrit elektrikli araçlar (HEY) hızla pratik bir ulaşım aracı haline geliyor. EV/HEV'ler, amatör ekipmanlar için benzersiz zorluklar yaratan gelişmiş araçlardır. EV/HEV'ler daha iyi emisyon ve yakıt ekonomisi sağlarken, EV/HEV'ler anahtarlamalı yüksek voltaj ve yüksek akım kontrol tahriki kullanır. Kullanılan anahtarlama teknikleri, frekans bantlarımızın çoğunda RFI üretir - özellikle HF operasyonu için endişe kaynağı.

Bu bölüm, araç sahiplerini zorluklara karşı aydınlatmak ve bir EV/HEV'e mobil amatör ekipmanlar kurarken önerilerde bulunmak için tasarlanmıştır.



Şekil 27.29 - **Ignition gürültü bastırma yöntemleri.**

EV VE HEV ARCHITECTURE

MostEV kum HEV, tahrik tekerleklerine bağlı bir şanzıman içindeki bir elektrik motorunu kontrol eden bir invertöre enerji sağlayan yüksek voltajlı bir bataryadan oluşan benzer elektriksel çekiş sistemi (ETS) mimarilerini tıraş eder. İkisi arasındaki temel fark, bir HEV'nin itişe yardımcı olmak için bir içten yanmalı motor içermesi ve saf bir EV'nin kesinlikle elektrikle çalışmasıdır.

ETS'nin kalbi invertör adı verilen bir cihazdır. Sadece yüksek voltajlı pilden (tipik voltaj aralığı 42 ila 350 V de) elektrik motorunu besleyen bir ac dalga formuna dönüştürür. Bu dc-ac dönüşümü, altı transistör anahtarından oluşan bir matris ile gerçekleştirilir. Anahtarlar, de voltajını, elektrik motoruna uygun ayarlanabilir bir frekans ve RMS voltajı oluşturmak için darbe genişlik modülasyonu (PWM) adı verilen sistematik olarak değişen darbelere ayırır.

Çoğu durumda, **invertörden gelen ac voltajı,** endüstriyel uygulamalara benzer üç fazlı bir dalga şeklidir, çünkü üç fazlı motorlar daha küçük, daha verimli olabilir ve tek fazlı motorlardan daha fazla tork sağlayabilir.

IMPORTANT - Parlak turuncu kablolar pil takımını invertöre ve invertörü sürücü motora bağlar, voltaj ve akımı invertöre ve invertörden aktarır. Sinüzoidal olmayan dalga formları aktarıldığından, bu kablolar her bir uçta korunur ve sonlandırılır. Hiçbir koşulda bu kabloların bağlantısı kesilmemeli veya değiştirilmemelidir, çünkü yüksek voltaj sistemi hassas bir sensör ve güvenlik mekanizması dengesine bağlıdır. Değiştirilirse ETS'de olası arıza ve hasar meydana gelebilir.

EV VE HEV RFI KAYGILARI

İnvertör, pil voltajını bir ac dalga formuna dönüştürmek için PWM kullanır. Fazeto-faz - terminal voltajı, **Şekil 27:30'da** pozitif ve Akü voltajına eşit negatif genlik. Örneğin, bir 300 V de pil paketi, motor terminallerinde 600 V tepe-tepe sağlayacaktır. Şekil 27.30, aynı terminal voltaj sinyali, PWM'nin sinüzoidal bir dalga formunu nasıl oluşturduğunu göstermek için alçak geçiş filtresinden gönderilir. Her darbe aslında bir kare dalgadır. Bu darbelerden gelen harmonikler, amatör HF bantlarımızın çoğuna girerek radyo performansını etkiler. EV/HEV sistemleri hızla geliştiğinden, daha fazla bilgi için ARRL'nin Otomotiv RFI web sayfasını (www.arrl.org/automotive) kontrol edin.

EV VE HEV RFI REMEDIES

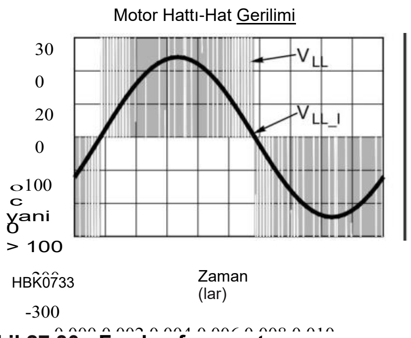
Daha önce açıklanan sorun giderme teknikleri, EV/HEV sistemlerinden RFİ tanısında geçerlidir. ETS içindeki bileşenlerle ilişkili sınırlı RFI çözümleri mevcuttur. ETS'nin RFI kaynağı olduğundan şüphelendiğinizde satıcınızla birlikte çalışın. ETS'nizi değiştirmeye veya onarmaya çalışmayın; Satıcının servis merkezi, EV/HEV elektrikli çekiş sisteminizi denetlemek ve onarmak için en nitelikli olanıdır.

Kurulum sırasında, mobil ekipman güç kabloları ve anten koaksiyel kabloları, parlak turuncu kablolardan mümkün olduğunca yönlendirilmelidir. Ortak modlu boğucular 12-V de güç kablolarındaki gürültüyü azaltabilir. Ek olarak, anten yerleşimi mobil ekipman performansında kritik bir rol oynar. Bir çatının veya gövdenin üstü gibi alanlar bazen ek koruma sağlar.

27.9.6 Otomotiv RFI Özeti

Çoğu radyo kurulumu, araç sistemlerinde veya alıcı-verici ile ilgili herhangi bir sorunla sonuçlanmamalıdır. Bununla birlikte, üretici, marka ve modeller farklılık gösterir, böylece amatör ekipman kurulumları sırasında zorluklar ortaya çıkar.

Aracınızı araştırarak başlayın faiz ve satıcıyı ziyaret etmek. Test sürüşü yaparken en sevdiğiniz frekansları iletme ve alma konusunda İnsist. Üreticinin alıcı-verici kurulum yönergeleriyle ilgili bilgi isteyin. Üretici bilgileri mevcut değilse, daha önce açıklanan yönergeleri izleyin.



Şekil 27.30 - Fazdan faza motor terminal voltajı.

Kurulumdan sonra, RFI sorunları ortaya çıkabilir. Sorununuzu satıcıya bildirin, çünkü bir onarım çözümü tanımlayabilecek üretici servis bültenlerine erişebilirler. Başarılı iletişime yardımcı olmak için daha önce ek sorun giderme ve çözüm yolları da açıklanmıştır.

ETS içindeki bileşenlerle ilişkili sınırlı RFI çözümleri mevcuttur. ETS'nin RFI kaynağı olduğundan şüphelendiğinizde bayinizle birlikte çalışın. ETS'nizi değiştirmeye çalışmayın; Satıcının servis merkezi, EV/HEV elektrikli çekiş sisteminizi denetlemek ve onarmak için en nitelikli olanıdır.

Son olarak, *ARRL RF'nin en son sürümü! Kitap* otomobillerde RFİ hakkında ek bilgi içerir. Gürültü kaynakları, sorun giderme teknikleri, sorun giderme akış şeması, ek - filtreleme teknikleri ve EV/HEV'ler hakkında daha fazla bilgi verilmektedir.

27. 10 RFI Projesi

Not: EkRFI projeleri bu kitaba eşlik eden indirilebilir ek bilgilere dahildir.

27.10.1 *Proje:* RF Sniffer

Her ev, bantlardaki sinyalleri dinlemeye çalışan radyo amatörlerine müdahale etmek için elektromanyetik radyasyon yayabilen elektrikli ekipmanlarla doludur. Bu proje amatöre sorun yaratan radyasyonu tespit eder ve gürültü duyulabilir. Bu cihaz, mücadele etmemiz gereken "gürültüyü" göstermenize izin verecektir.

Tamamını detaylandıran AC9PR bir makale Geliştirilmiş bir RF toplama bobini de dahil olmak üzere inşaat süreci, indirilebilir ek bilgilerde mevcuttur.

CONSTRUCTION

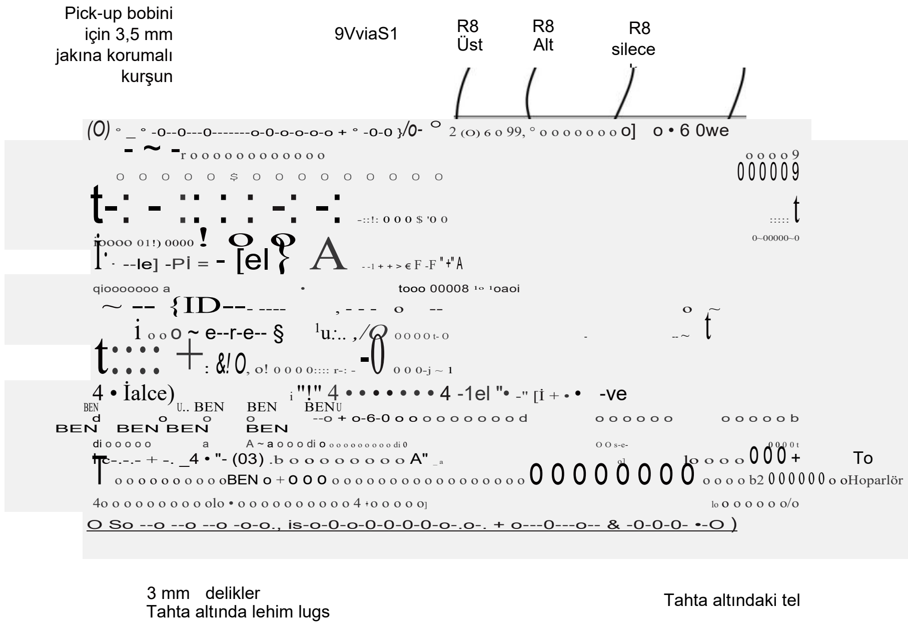
Devre **(Şekil 27 .31)** bir dedektör olarak bir telefon toplama bobini kullanır, bunun çıkışı aLM74 1 İC preamplifikatörüne beslenir, ardından LM386 bir İC güç amplifikatörü gelir. Tüm bileşen listesi için bkz. Tablo 27.4. - Geliştirilmiş bir RF toplama bobini de dahil olmak üzere tüm inşaat sürecini detaylandıran bir AC9PR makalesi, indirilebilir ek bilgilerde mevcuttur.

Proje delikli bir tahta üzerine inşa edilmiştir **(Şekil 27.32)**, bileşen uçları deliklerden itilmiş ve altındaki bağlantı teli ile birleştirilmiştir. Bir dünya otobüsü oluşturmak için tahtanın çevresinde dolaşan bir tel var.

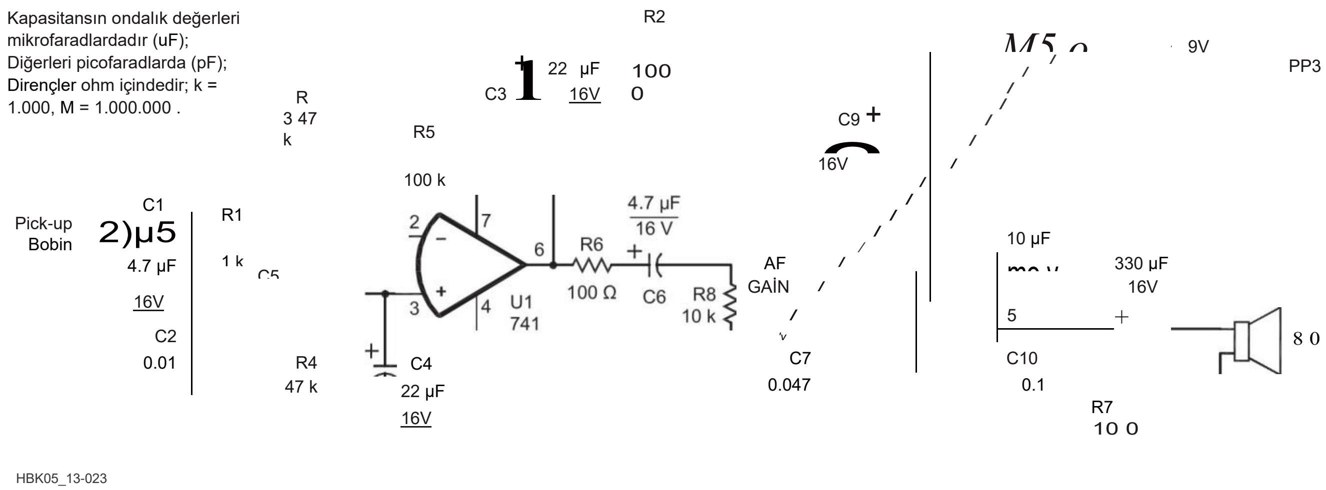
Hoparlörden geriye doğru RS'ye inşa edin, güç uygulayın ve RS'nin sileceğine dokunun. Her şey yolunda giderse hoparlörden yüksek sesle bir vızıltı duymalısınız. Çok fazla kazanç bir geri bildirim ulumasına neden olabilir, bu durumda kazancı azaltmak için RS'yi ayarlamanız gerekir. Kablolamanın geri kalanını tamamlayın ve giriş üzerinde bir parmağınızla test edin, bu da bir tıklama ve vızıltı üretmelidir. Pick-up bobini bir kurşun ve 3 ile birlikte gelir. 5 mm jak, bu yüzden uygun bir sokete ihtiyacınız olacak.

Tablo 27.4
Bileşenler listesi

Dirençler	*Değer*
R1	1ko
	100 Q
R5	47 ko
R7	100 k ©
R8	100
Kapasitörle r C1, C6	*Anahtar Değeri ile 10 kQ*
C2,C5	4. 7 µF, 16 V elektrolitik
C3,C4	0.01 µF
C7	22 µF, 16 V elektrolitik
C8	0.047 µF
C9, C11	10 µF, 16 V elektrolitik
C10 *Yarı*	330 µF, 16 V elektrolitik
İletkenler U1	0.1 µF
U2	
Ek İtems LS1	
Delikli tahta	
9 V pil ve klip	
3,5 mm tek jaklı soket	Küçük 8-9 hoparlör
Kılıfı	
Telefon pick-up bobini	



Şekil 27.32 - Proje, altında noktadan noktaya kablolama bulunan delikli tahta üzerine inşa edilmiştir.



Şekil 27.31 - Dedektör, bir telefon alma bobini üzerinde başıboş radyasyon alarak ve hoparlör seviyesine yükselterek çalışır.

RELATİVE NOISES

Hoparlör boyunca düşük voltaj aralığına ayarlanmış yüksek empedanslı bir sayaç yerleştirin, evdeki farklı ekipman öğeleri arasında karşılaştırmalı bir okuma yapın. Örnek okumalar **Tablo 27.5'te gösterilmiştir.**

Tablo 27.5
Okumalar (ev eşyalarının yakınında toplama bobini)

29-MHz osiloskop	0.56 V
Eski bilgisayar CRT monitörü	0.86 V
Plastik kasalı eski bilgisayar	1.53 V
Yeni bilgisayar CRT monitörü	0.45 V
Metal kasalı yeni kule PC	0.15 V

Eski
TV
NewT
V
Plastik kasalı saç
kurutma makinesi
Elektrikli süpürge
Matkap

27. 11 RFI Sözlüğü

Dengeli devre **-** İki iletkeni ortak bir referans düzlemi veya devre gibi ortak bir referansa eşit empedansa sahip bir devre.

Bağ - (isim) Düşük empedanslı, mekanik olarak sağlam, elektrik bağlantısı.

Ortak mod - Çok iletkenli kablo, voltaj veya akım gibi bir gruptaki tüm iletkenler üzerinde aynı genlik, faz ve polarite ile mevcut olan bir grup iletken, örneğin çok iletkenli kablo. Bir koaksiyel kablo kalkanının dışına akan AC akımı da ortak mod akımı olarak kabul edilir.

Yürütülen RF/- RFI bir iletken yolu ile alınan.

Birleştirilmiş RF/- RFI alındı İletkenler arasında endüktif veya kapasitif bağlantı.

Diferansiyel mod - Bir sinyal Bu vardır ve bir kablonun iki iletkeni arasında bir voltaj olarak iletilir. Herhangi bir anda, sinyal akımı Bir iletken üzerinde, diğer iletken üzerindeki akıma zıt polariteye eşittir. Sistemlerde ekipman arasındaki sıradan bağlantılar diferansiyel mod sinyalleridir.

Rahatsızlık - Parazit sonucu bir cihazın yanlış çalışması.

Elektrik alan - Bu nesneler arasındaki potansiyel farkın (voltaj) bir sonucu olarak iki veya daha fazla iletken nesne arasında bulunan alan.

Elektromanyetik alan - Alanların birbirleriyle doğrudan ilişkili olduğu, birbirlerine dik açılı oldukları ve karşılıklı olarak bir yönde radyo dalgaları olarak uzayda hareket ettikleri manyetik alan ve elektrik alanının kombinasyonu Her iki alana dik. Bir RF akımı taşırken elektromanyetik alanlar üretmek için tasarlanmış bir elektrik iletkenine anten denir.

Ekipman zemini - Elektrikli ekipmanın maruz kalan tüm parçalarının toprağa veya toprak yerine hizmet eden bir gövdeye bağlanması.

Temel aşırı yük - 1. (Alıcı Performansı) Girişindeki bir sinyalin neden olduğu bir alıcıya, genliği bir veya daha fazla alıcı aşamasının maksimum sinyal tutma yeteneklerini aşan bir alıcıya interferans. 2. (RF paraziti) İletilen bir sinyalin temel bileşeninin veya bir vericinin amaçlanan bant içi çıkışının neden olduğu herhangi bir RFI kurbanının işlevinde herhangi bir bozulma .

Zemin - 1. Yeryüzüne veya toprak yerine hizmet eden bir bedene düşük empedanslı elektrik bağlantısı. 2. Bir elektrik devresinde ortak bir sinyal bağlantısı.

İmmunity - Bir cihazın istenmeyen elektromanyetik enerjinin varlığında düzgün çalışabilme yeteneği. (Ott'tan sonra, bölüm 1.3)

İntentional radyatör - Anten hareketi ile bilgi iletmek için radyo dalgalarını kullanan bir cihaz. Bir radyo vericisi, ilişkili anteni ile, kasıtlı bir radyatördür.

İnterferans - 1. Elektromanyetik alan, voltaj veya akım sonucu bir cihazın normal fonksiyonunun bozulması. 2. Bir sinyalin bozulması veya bir alıcının istenen bir sinyali elde etme ve işleme yeteneğinin gürültüsü.

Manyetik alan - Kalıcı bir mıknatıs veya bir iletken boyunca akım akışı tarafından üretilen alan.

Yol - Hangi yol Elektromanyetik enerji bir vericiden bir alıcıya veya bir kaynaktan bir kurbana aktarılır.

Yayılan RF/- RFI radyasyon yoluyla alındı.

Ekranlama - Bir bölgedeki bir alanın diğer bölgeye ulaşmasını önlemek amacıyla iki alan bölgesi arasına giren iletken bir bariyer veya muhafaza.

Kaynak - Elektromanyetik, elektrik veya manyetik alan, voltaj veya akım üreten bir cihaz. İfRFI sonuçtur, kaynak bir *RF'dir! kaynak.*

Sahte emisyon **-** İletim için gerekli bant genişliğinin dışında bir emisyon Kullanılan modun seviyesi, iletilen bilginin kalitesini düşürmeden azaltılabilir. Sahte emisyonlar en yaygın olarak bozulma (harmonikler, intermodülasyon), devre kararsızlığının (RF geri bildirimi dahil salınım) veya aşırı hızlı yükseliş sürelerine sahip dijital iletimin (dahil) ürünleridir. tuş tıklamaları). Bir frekans sentezleyicisi tarafından üretilen faz gürültüsü de sahte bir emisyondur.

Duyarlılık - Bir cihazın istenmeyen elektromanyetik enerjiye cevap verme kabiliyeti. (Ott'tan sonra, bölüm 1.3)

Sistem zemini - Güç sisteminin ve toprağın akım taşıyan bir iletkeni arasındaki bağ.

Kasıtsız radyatör - Bir cihaz Normal çalışmasının bir parçası olarak RF üretir, ancak kasıtlı olarak yaymaz.

Kurban - Bir *kaynaktan müdahale alan bir cihaz.*

27. 12 Referanslar ve Bibliyografya

AES48-2005: Ara bağlantılarda AES standardı - Topraklama ve EMC uygulamaları - Aktif devre içeren ses ekipmanlarındaki konektörlerin kalkanları

"Güç Hattı Gürültüsünün Belirlenmesi", ARRL, **www.youtube.com/watch? V = mD4GHc KMep U & feature = youtu.be**

Radyo Frekansı İnterference web sayfası, **www.arrl.org/radio-frequencyinterference-rfi**

J. Brown, K9YC, "Güç, Topraklama, Bağlama ve Ses", 2014**, k9yc.com/ publish.htm.**

K. Brown, K9YC, "Öldürerek Bina Yarışması Puanları Gürültü, Bölüm 1 ve 2, Ulusal Yarışma Dergisi, Mayıs/ Haziran ve Temmuz/Ağustos **2016, k9yc.com/ KillingReceiveN oise.pdf**

J. Brown, K9YC, "RFI, Ferrites, and Common Mode Chokes For Hams", 2010, **k9yc.com/publish.htm.**

K. Brown, K9YC, "Ses Sistemlerinde RF İnterference", 2008 Ses Mühendisliği Topluluğu Güz Sözleşmesi, **k9yc. com/AES-RFI-SF08.pdf.**

J. Brown, K9YC, "Yeni Anlayışlar Ses Sistemlerine RF İnterferansının Önlenmesi ve Bastırılmasında Ferritlerin Kullanımı ", 119th AES Convention New York, Ekim 2005, **k9yc.com/ AESPaperFerritesASGWeb.pdf**

C. Danışman, WISIS, "Ortak Mode Chokes, **www.yccc.org/ Articles/ WlHIS/CommonModeChokes W1HIS2006Apr06.pdf.**

J. Elliott, "Gelişmiş EMİ Filtreleri Fırça DC Motorlarında Maliyetleri Azaltıyor", *Mikrodalgalar ve RF,* Mart 2020, s. 36-39.

M. Foerster, W0IH, "RF Seslerini Avlamak", *QST, Şubat* 2015, s. 45-46, **www.arrl.org/files/file/RFI/ FOESTER.PDF**

Bay Gruber, Ed, *ARRL RF! Kitap, Üçüncü* Baskı, ARRL, 2010

A. Higbie, K0AV, "Bir Zamanda SDR Bir Kaynak ile RFI İzleme", *Ulusal Yarışma Dergisi, Mar/Nis* 2021, s 3-7.

M. Loftness, *AC Power İnterference,* Üçüncü Baskı, Revize, ARRL tarafından dağıtılan

N. Muncy, "Analog ve Dijital Sinyal İşleme Sistemlerinde Gürültü Duyarlılığı", 97. AES Konvansiyonunda sunuldu San Francisco'daki Ses Mühendisliği Topluluğu, CA, Kasım 1994.

H. Ott, *Elektromanyetik Uyumluluk Mühendisliği, John* Wiley ve Oğulları, 2009

İ. Paul, *Elektromanyetik Uyumluluğa Giriş, Wiley-İnterscience*, 1992

J. Thompson, W0IVJ, "HF'de RF İnterferansını bulma", *QST, Kasım* 2014, s 33. **www.arrl.org/files/file/RFI/ Thompson %20Noise.pdf**

Sigortacı Labs Standart UL943, "Yer-Arıza Devresi-İnterrupters",

W. Vinson, vd., *Radyo Gürültü ve İnterferansın Radyo Alıcı Sitelerdeki Kaynaklardan Azaltılması, Donanma* Lisansüstü Okulu, 2009 .

W. Vinson, et al., Radyo *Alıcı Sitelerdeki Dış Kaynaklardan Radyo Gürültüsünün Azaltılması, 5th* Ed., Wilbur R. Vinson, et al., Naval Postgraduate School, 2007.

İçerik

Bölüm 28 -
İndirilebilir Ek İçerik

Makaleler

- *Yurtdışında Elektrik Akımı* - ABD Ticaret Bakanlığı
- Alan Günü Kule Güvenliği Don Daso, K4ZA ve Ward Silver, N0AX
- Saha Gününde RF Güvenliği Greg Lapin, N9GL
- Reaktif Yüklere İletimler için RF Dalgalanma Baskılayıcı Değerleri, Gene Hinkle, K5PA
- Mağaza Güvenliği Don Daso, K4ZA

Bölüm 28

Güvenli uygulamalar

Daha önce "Güvenlik'olarak adlandırılan bu bölüm, ac elektrik gücü, antenler ve kuleler ve RF maruziyeti ile ilgili yaygın tehlikelerden kaçınmak için güvenli uygulamalara odaklanmaktadır. Orijinal olarak Jim Lux, W6RMK tarafından yazılan ve Ward Silver, N0AX tarafından güncellenen materyalden güncellenen ilk bölüm, elektrik güvenliği, topraklama, yapıştırma ve ilgili konuları detaylandırmaktadır.
İstasyon. Anten ve kule güvenliği ile ilgili aşağıdaki bölüm Jim Idelson, K1 İR tarafından güncellendi. Son olarak, ARRL RF Güvenlik Komitesi, iyi amatör uygulamaları, standartlar ve FCC düzenlemelerini, istasyon değerlendirme gereksinimlerindeki son güncellemeler de dahil olmak üzere RF maruziyetine uygulandıkları için açıklar.

Önce güvenlik - her zaman

Neyin yanlış gidebileceği hakkında mümkün olduğunca çok şey öğrenmeliyiz, böylece kazalara neden olabilecek faktörlerden kaçınabiliriz. Amatör Radyo faaliyetleri doğal olarak tehlikeli değildir, ancak modern yaşamdaki birçok şey gibi, bilgilendirilmek gerekir. Başka bir deyişle, yaratıcı ve yenilikçi olmayı özlerken, hala sorumlu davranmaya ihtiyaç vardır. Güvenlik bizim tutumumuzla başlar. İşi dikkatlice planlamayı alışkanlık haline getirin. "Başıma gelebileceğini sanmıyordum'diyen siz olmayın.

Bununla birlikte, güvenlik konusunda iyi bir tutuma sahip olmak yeterli değildir. Ortak güvenlik kuralları hakkında bilgi sahibi olmalı ve bunları sadakatle takip etmeliyiz. Güvenlik kuralları muhtemelen tüm durumları kapsayamaz, ancak her göreve bir sağduyu ölçüsüyle yaklaşırsak, güvenli bir şekilde çalışabilmeliyiz.

Ailenizi Amatör Radyo'ya bağlayın. Diğer insanların yakınınızda olması, acil yardıma ihtiyacınız olması durumunda her zaman faydalıdır. Aile üyelerine, ekipmanınızın elektrik enerjisini güvenli bir şekilde nasıl kapatacağınızı gösteren değerli adımı atın. Ek olarak, kardiyopulmoner resüsitasyon (CPR) eğitimi elektrik çarpması durumunda hayat kurtarabilir. Sınıflar çoğu toplulukta sunulmaktadır. Aile üyelerinizle, elektrik çarpması, ekipman yangını veya elektrik kesintisi gibi acil durumlarda hangi önlemlerin alınması gerektiğini planlamak için zaman ayırın. Planını uygula!

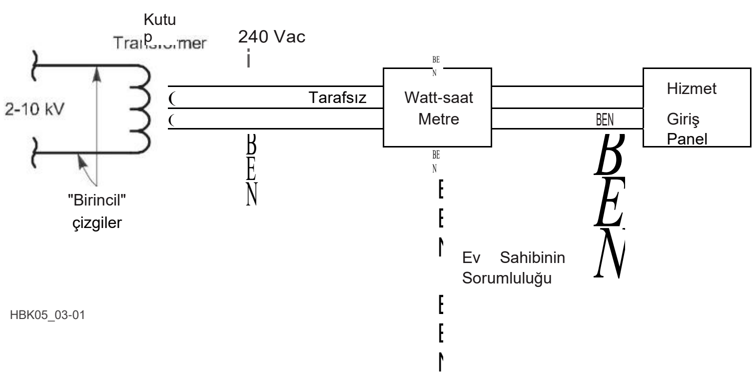
28.1 Elektrik güvenliği

Konut hizmet için Amerika Birleşik Devletleri'nde ticari şebeke mevcut standart güç 120/240-V ac. bizim mahallelerde transformatörleri besleyen "birincil" gerilimler daha fazla 1300 arasında değişebilir 10.000 V. Genel olarak, güç dağıtım sistemini korumak için sorumluluk bir kamu hizmeti veren şirket, elektrik kooperatifi veya şehre aittir. İletkenlerin "mülkiyeti" genellikle elektrik hizmet sağlayıcısından, gücün sayaca veya hava durumuna bağlı olduğu ev sahibine aktarılır. Eğer bölünmenin nerede olduğundan emin değilsenizSorumluluk topluluğunuzda, elektrik tesisatınıza yapılan bir çağrı cevabı sağlayacaktır. **Şekil 28.1,** kamu hizmeti şirketi ile ev sahibi arasındaki tipik duyarlılık bölünmesini göstermektedir. Bu bölüm, kulübedeki ekipmanın aksine, kulübedeki kablolama uygulamalarıyla daha fazla ilgilidir.

Elektrik enerjisinde başarının iki yönü vardır: güvenlik ve performans.
Profesyonel olmadığımız için, önce güvenliği takip etmeli ve performans kabul edilemezse alternatif çözümler için profesyonellere danışmalıyız. ARRL'nin Gönüllü Danışmanlık Mühendisleri programı, zor problemler hakkında tavsiye veya yönlendirme sağlayabilecek profesyonel mühendisleri içerir.

28.1.1 İstasyon endişeleri

Kulübende yeterli elektrik prizi yok. Küçük ölçekli güç dağıtımı için iyi bir çözüm, birden fazla çıkışa sahip anahtarlı bir güç şerididir. Şerit, Underwriters Lab, UL gibi ulusal olarak tanınan bir test laboratuvarı (NRTL) tarafından listelenmeli ve bir devre kesici içermelidir. Düşük kaliteli ürünlerle ilgili uyarılar için "UL Listeleme Ne Anlama Geliyor?'ve" Çıkış Şeritleri Ne Kadar Güvenli? "Kenar çubuklarına bakın. İt birkaç güç şeridini "papatya zinciri" için kötü bir uygulamadır ve aslında bir kod ihlali olabilir. Bir şerit üzerinde mevcut olandan daha fazla çıkışa ihtiyacınız varsa, ek duvar çıkışlarına sahip olun.



Şekil 28.1 - Elektrik iletkenlerinin ve ekipmanlarının bakımı için tipik sorumluluk bölümü. Sayaç, hizmet şirketi tarafından tedarik edilir.

sorumluluk

UL listesi ne anlama geliyor?

UL, ulusal olarak tanınan birkaç test laboratuvarından (NRTL) biridir ve muhtemelen en iyi bilinenidir. Listeleme, çoğu tüketicinin ne anlama gelmesini beklediği anlamına gelmez! Çoğu zaman liste, listelenen ürünün performansıyla ilgili değildir. Liste, cihazın bir örneğinin belirli üreticilerin inşaat kriterlerini karşıladığını gösterir. Aynı veya farklı üreticilerin benzer cihazları, hepsi aynı UL ürün kategorisine göre araştırılmış ve listelenmiş olsa da, genel yapı ve performans açısından önemli ölçüde farklılık gösterebilir. Listelenen bir cihaz ile listelenen bir bileşen arasında da bir fark vardır.

Birçok yerel yasa ve yönetmeliğin yanı sıra Ulusal Elektrik Kanunu, elektrik tesisatlarında kullanılan ekipman ve bileşenlerin bir NRTL tarafından listelenmesini gerektirir. Bazı yargı bölgeleri (Los Angeles County), tüketicilere satılan herhangi bir elektrikli ekipmanın listelenmesini gerektirir.

Tüketici ayrıca, "listelenen" veya "tasarlanmış'olarak ilan edilen bir cihaz veya bileşen arasındaki reklamdaki ince ayrımların farkında olmalıdır. "veya" karşılamak "için. Son ikisi aslında test edilmemiş olabilir veya test edilmişse, bağımsız bir kuruluş tarafından değil, üretici tarafından test edilmiş olabilir .

Bazı durumlarda UL'nin (ve diğer standart kuruluşların) yalnızca standart bir test prosedürü yayınladığını, ancak - cihazları mutlaka listelemediğini veya test etmediğini bilmek de önemlidir. Birçok standart aynı zamanda farklı uyumluluk seviyelerini de tanımlar, bu nedenle cihazınızın standardın bir kısmını karşıladığını bilmek, *belirli* ihtiyaçlarınızı karşılayıp karşılamadığını bilmek için yeterli olmayabilir.

İster yeni prizler ekleyin ister güç şeritleri kullanın, devreyi aşırı yüklemediğinizden emin olun. Ulusal ve yerel kodlar, izin verilen şube kapasitelerini oldukça karmaşık bir sürece göre belirler. İşte güvenli bir kural: toplam yük devre kesici veya sigorta derecesinin %80'inden fazlaysa yeni bir devre eklemeyi düşünün. (Bu, sigortanın veya kesicinin doğru olduğunu varsayar. Herhangi bir şüpheniz varsa, bir elektrikçiye kontrol ettirin .)

28.1.2. Do-It-Yourself Kablolama

Amatörler bazen hobilerine uyum sağlamak için evlerinin bölümlerini "yeniden döşerler". Çoğu yerel kod, elektrik kodları karşılandığı sürece kablolamanın (bina sahipleri tarafından) değiştirilmesine izin verir. Kablolamanızda değişiklik yapmadan önce, ne olduğunu belirlemek akıllıca olacaktır.

Radyo Amatörleri için Topraklama ve Bağlama

Ac güvenliği, yıldırımdan korunma ve -istasyondaki RF ile ilgili çok fazla bilgi var, hepsini anlamak zor olabilir. Bu bölüm yararlı bir özet olsa da, yine de sadece bir özet. Jambon ayarına yardımcı olmak için İlk kez bir istasyona veya mevcut bir istasyonu geliştirmeye çalışan ARRL, *Radyo Amatörleri için Topraklama ve Yapıştırma yayınladı.* **Web sitesi (www.arrl.org/groundingand-bonding-for-the-radio-amateur) ile birlikte** kitap, bu önemli uygulamalar hakkında tek bir referans halinde bilgi toplar.

Kurallar geçerlidir ve hangi kurumun bunları uygulama yetkisi vardır. Buna *yargı yetkisine sahip otorite* (AHJ) denir ve yerden yere değişir. Ayrıca Ulusal Elektrik Kodu ile ilgili aşağıdaki bölüme bakın.

Genel olarak, bina sahibi, kalıcı kablolamada değişiklik veya eklemelere başlamadan önce bir elektrik izni almalıdır. Bazı işler planlanan işin çizimlerini gerektirebilir. Genellikle izin ücreti, bir denetçinin işi gözden geçirmesini sağlar. Hata veya yangın riski göz önüne alındığındaKritik hatalar düzeltilmemiş bırakılırsa, izin ve inceleme çabaya değer. *Şansa bırakmayın -* uygun kablolama teknikleri hakkında herhangi bir sorunuz veya şüpheniz varsa, bina yetkililerinden veya deneyimli bir elektrikçiden yardım isteyin.

Sıradan 120-V devreleri, ölümcül elektrik kazalarının en yaygın kaynağıdır. Hat voltaj kablolaması onaylanmış bir kablo kullanmalı, kanal ve bağlantı kutularına, kapaklı veya kapaklı bir şasi içine veya elektrik kodunda açıklanan diğer araçlara uygun şekilde monte edilmelidir. Araba aküleri ve yüksek akım güç kaynakları gibi yüksek akımlı, düşük voltajlı güç kaynaklarının, eriyen metal, kıvılcım ve kısa devrelerden yüksek voltaj kaynakları kadar tehlikeli olabileceğini unutmayın.

Asla enerjili iletkenler ile elektrik tesisatı üzerinde çalışmayın! Devre kesiciyi kapatın veya sigortayı çıkarın ve çalışırken başkalarının devre kesici kilitleme gibi gücü geri yüklememesini sağlamak için olumlu adımlar atın**. (Şekil 28.2, açık** olmasını isteyene kadar gücün kapalı olmasını sağlamanın bir yolunu göstermektedir.) *İşe her başladığınızda "ölü" olduğundan emin olmak için devreyi bir ac voltmetre ile kontrol edin.*

Gücü geri yüklemeden önce, kabloları bir ohmmetre ile kontrol edin: Kurulu prizden, nötr iletken (beyaz tel, "gümüş" vida) ve topraklama iletkeni (yeşil) arasında iyi bir süreklilik olmalıdır.

Priz şeritleri ne kadar güvenli?

Çıkış şeritlerindeki anahtar genellikle tekrarlayan *yük kesme* görevi için derecelendirilmemiştir. Erken arıza ve yangın tehlikesi, ağır yükleri açmak ve kapatmak için bu cihazların kullanılmasından kaynaklanabilir. Yanlış uygulamalar yaygındır (kişisel bilgisayarların kullanımından gelişen başka bir kötü teknik) ve üreticiler marjinal ürünlerle pazara uyum sağlamaya çok isteklidir. Kilitlenebilir bir bağlantı kesme anahtarı veya devre kesici, daha iyi ve daha güvenli bir istasyon ana anahtarıdır.

Mevcut standartlara uymayan eski güç şeritleri de güvenlik tehlikesi oluşturabilir. Tekrarlanan geçişlere maruz kalan bu eski şeritlerdeki MOV'lar başarısız olabilir ve özellikle çıkış şeritlerinde yangın tehlikesine neden olabilir.
Plastik muhafazalı. UL standartlarına uygun 2009'dan sonra üretilen güç şeritlerinin kullanımı güvenlidir.



Şekil 28.2 - **Kulübenize güç veren anahtar kutusu bir kilitleme deliği ile donatılmışsa, kullanın. Kutunun üzerindeki delikten bir kilitle, güç Yanlışlıkla tekrar açılır. [Fotoğraf: American ED-CO]**

veya çıplak tel, yeşil vida). Bir ohmmetre, iletkenler arasında kapalı bir devre göstermelidir. (Güç hattı, yüksek gerilim dünyası, hat işçileri işe başlamadan önce kısa devre jumper uygularlar, böylece güç yeniden uygulanırsa, güvenlik jumper isabet alır.)

Devreden çıkarılan diğer tüm yüklerle - (bunları kapatarak veya çıkararak), bir ohmmetre, sıcak tel ile diğer iki iletkenden biri arasında açık bir devre göstermelidir. Sıcak iletken (siyah tel, "pirinç" vida) ile topraklama iletkeni veya nötr iletken arasında süreklilik olmamalıdır.

Ticari olarak temin edilebilen plug-in test cihazları, normal üç telli kapları test etmek için uygun bir yoldur, ancak nötr ve zeminin tersine çevrildiğini ayırt edemez.

Kablolama uygulamaları için güncel bir referans kılavuzuna sahip olmak akıllıca olacaktır. Bu kılavuzlar ev geliştirme mağazalarından ve elektrik tedarik evlerinden temin edilebilir. 2017'nin başından itibaren, yaygın olarak bulunan bir kitap, *Black & Decker Complete Guide to Wiring, 6 'baskısıdır.* Kitap ucuzdur ve temel ve ara kablolama projeleri için adım adım talimatlar içerir.

28.1.3 Ulusal Elektrik Kanunu (NEC)

Neyse ki, elektrik enerjisinin güvenli bir şekilde nasıl kullanılacağı hakkında çok şey öğrenilmiştir. Bu kolektif deneyim, basitçe "kod'olarak bilinen Ulusal Elektrik Kodu veya NEC'ye kodlanmıştır. Kod, birçok elektrik tesisatı için güvenlik gereksinimlerini detaylandırır. NEC'e uygunluk, *esasen* tehlikesiz, ancak iyi hizmet için mutlaka verimli, uygun veya yeterli olmayan bir kurulum sağlar (NEC Madde 90-la ve b'den alınmıştır). NEC doğada ulusal ve geniş uygulama görürken, evrensel değildir.

Yerel bina yetkilileri, kendi yetki alanları için kodları belirler. Yerel sorunları göz önünde bulundururken genellikle NEC'yi bir şekilde dahil ederler. Örneğin, Washington Eyaleti özellikle telefon, telgraf, radyo ve televizyon tellerini ve ekipmanlarını elektrik kodlarına, kurallarına ve düzenlemelerine uygunluktan muaf tutar. Bununla birlikte, bazı yerel yargı bölgeleri (şehir, ilçe vb.), devlet tarafından muaf tutulan bazı gereklilikler de dahil olmak üzere daha yüksek düzeyde kurulum kriterleri uygulamaktadır.

Kod yorumlama karmaşık bir konudur ve eğitimsiz kişiler NEC'in kendisinden uzak durmalıdır. NEC, do-it-yourselfers tarafından anlaşılması için yazılmamıştır ve genellikle *tüm* gereksinimleri bulmak için birkaç yere bakmak zorundadır. (Örneğin, 810, 250 *ve 100'üncü maddelerin* tümü, tipik Amatör Radyo kurulumları için geçerli şeyler içerir*.) NEC El Kitabı,* kodun ek çizimler ve tartışmalar içeren bir versiyonudur. İt, kodun gerekliliklerini ve bu gerekliliklerin nasıl karşılanacağını açıklar. Elektrikçiler için yazılmış, hattaNECHandbookmay tamamen elektrikçi olmayan anlamak için zor olabilir. Yerel yapı yetkilileri veya müfettişleri, elektrik mühendisleri ve pratik elektrikçiler gibi yasalara uygunluk ve kabul edilebilir uygulamalar hakkında yerel bilgi kaynaklarına başvurmak isteyebilirsiniz. NEC ve *NEC El Kitabı* yerel kütüphanelerden temin edilebilir.

İnternet, elektrik güvenliği, elektrik kodu ve wir-

Ulusal Elektrik Kodu Hakkında

Ulusal Elektrik Kodu tam olarak nasıl bir gereklilik haline gelir? Nasıl uygulanır?

Devletler, şehirler ve siyasi alt bölümler (yargı bölgeleri) halkın güvenliği ve refahı için hareket etme sorumluluğuna sahiptir. Güvenlik ve refahı ele almak için Herkes, belirli kodlar bu yargı bölgeleri tarafından kabul edilebilir. Genel inşaat, mekanik ve elektrik kodlarının geliştirilmesi için teknoloji çoğu yargı alanının dışında olduğundan, mevcut kodlar kabul edilir. Bu kodlar referans olarak kabul edilebilir ya da değiştirilebilir ve yerel yasalara ve yönetmeliklere dahil edilebilir. Birçok yargı alanı, yerel yasalar ve yönetmelikler dahilinde bir tür izin ve beraberindeki denetim sürecini içerir. Bu kodlar, - İnternational Yapı Kodu (IBC), İnternational Konut Kodunu içerebilir, ancak bunlarla sınırlı değildir. (IRC) ve Ulusal Elektrik Kanunu (NEC). Elektrik sorunları için, Ulusal Elektrik Kanunu, Amerika Birleşik Devletleri'ndeki her eyalet ve çoğu yerel yargı alanı tarafından kabul edilmiştir. Bu yargı alanlarındaki yetkililer "yargı yetkisine sahip otorite" (AHJ) olarak görev yapacak ve bu Kuralların hükümlerini belirli davalara uygulandığı şekilde yorumlayacaktır.

Bina kodları planlama veya imar düzenlemelerinden farklıdır: Bina kodları yalnızca güvenlik, yangın ve sağlık konularına yöneliktir. İmar düzenlemeleri genellikle mülkiyet değerlerinin ve estetiğin korunmasını amaçlamaktadır.

NEC, kar amacı gütmeyen bir kuruluş olan Ulusal Yangından Korunma Derneği tarafından yayınlanan bir dizi referans kodunun bir parçasıdır. Yayınlanan kodlar düzenli olarak güncel tutulur ve makyajı geniş bir fikir birliğini temsil eden bir dizi teknik komite tarafından geliştirilir. NEC her üç yılda bir güncellenir. Yerel yargı alanınızın hangi kod sürümünü kullandığını bilmek önemlidir, çünkü Şehrin kodun daha eski bir sürümüne uyması gerektiği alışılmadık bir durum değildir. Neyse ki, NEC genellikle geriye dönük olarak uyumludur: Yani, 2008 koduna uyuyorsanız, muhtemelen 1999 koduna da uyuyorsunuzdur.

Kod gereksinimleri güncellendiğinde veya değiştirildiğinde elektrik tesisatımı güncellemem gerekir mi?

Genel olarak, hayır. Kodlar genellikle - yeni inşaat ve mevcut yapıların yenilenmesi için uygulanır. Oda eklemeleri, Örneğin, panel yetersiz olduğu belirlenmedikçe mevcut servis panelindeki yükseltmeleri doğrudan tetiklemeyebilir. Ancak, kablolama Mevcut kodları karşılamak için yeni eklemeler bekleniyor. Bununla birlikte, ihtiyatlı ev sahipleri, kendi değerleri için güvenlik özellikleri eklemek isteyebilirler. Örneğin, birçok ev sahibi, banyoya ve dış mekanlara GFCI koruması ekledi.

İng uygulamaları, ancak kullandığınız bilgilerin güncel ve güncel olmadığından emin olmak için dikkatli olmanız gerekir. ARRL Gönüllü Danışmanlık Mühendisi (VCE) programı, - amatör radyo dünyasını ve düzenleyici ortamı anlayan bir profesyonel bulmanıza yardımcı olabilir. Yararlı bilgiler içeren **(www.mikeholt.com gibi) çeşitli web siteleri de vardır, ancak** tavsiyenin belirli bir kurulum veya yargı alanına özgü olabileceğini ve sizin için geçerli olmayabileceğini bilmeniz gerekir. Bu anlayışla, radyo kurulumları için birkaç NEC şartına bakalım.

HOMEBREW VE "KOD"

Birçok durumda, elektrikli ekipmanın Underwriter Laboratories gibi bir NRTL tarafından listelendiği yasal gereklilikler vardır. Bu, jambon ve homebrew dişli için bir sorun ortaya çıkarmaktadır, çünkü en son projenizi bir test laboratuvarına götürmeniz ve güvenlik için değerlendirmek üzere ödeme yapmanız olası değildir.

Kalıcı olarak kurulmamış ekipman için, kod devam ettiği sürece homebrew ile ilgili bir sorun yoktur, çünkü kod ekipmanın içinde ne olduğuyla ilgilenmez. Çok sayıda düşük voltajlı ekipman için, ekipman uygun tipte listelenen bir güç kaynağı tarafından sağlandığı sürece, kod kurallarının karşılanması oldukça kolaydır.

Sorun, kodun ve yerel düzenlemelerin kapsamının giderek arttığı kalıcı kurulumlarla ortaya çıkmaktadır. Güneş paneli kurulumları, bekleme jeneratörleri, kişisel bilgisayarlar ve ev LAN'ları gibi şeylerin hepsi yerel kodlarda daha fazla dikkat çekti.

28.1.4 İstasyon gücü

Amatör Radyo istasyonları genellikle bir 120-V ac güç kaynağı gerektirir, daha sonra - istasyon ekipmanı için gerekli olan uygun ac veya de seviyelerine dönüştürülür. 110 V ila 125 V arasındaki İn konut sistemleri voltajları, 220 V ila 250 V arasında olanlar gibi eşdeğer olarak muamele görür. Hafif endüstriyel veya ofis ortamında bir istasyon kuran amatörler, 208 V hat voltajıyla karşılaşabilir. Çoğu güç kaynağı bu aralıklarda çalışır, ancak istasyonunuzdaki voltaj aralığını ölçmek iyi bir fikirdir. (Ölçülen voltaj genellikle saat, gün, mevsim ve yere göre değişir.) Güç kaynağı uygulaması ve kullanımı **Güç Kaynakları** bölümünde ele alınmıştır.

Modem katı hal kuleleri genellikle uygun bir de güç kaynağı tarafından sağlanan, belki de pil yedekleri de dahil olmak üzere, de power'dan çalışır. Bazen, de güç kaynağı teçhizatın bir parçasıdır (katı hal lineer için 50-V bir güç kaynağında olduğu gibi). Diğer zamanlarda, kulübeniz birçok cihaz sağlayan bir 12-V (13.8 V) veri yoluna sahip olabilir. Düşük voltaj olması, sistemin güvenlik kaygılarını artıran yönleri olmadığı anlamına gelmez. 15-A, 12-V bir güç

Uluslararası güç standartları

Amerika Birleşik Devletleri ve Kanada'nın elektrik şebekesi bir frekans kullanır
60 Hz ve ac güç çıkışlarındaki voltaj 120 V'dir. Bu, diğer Kuzey Amerika ülkelerinde de geçerlidir. Seyahat ederseniz, 220 V ve 50 Hz ile oldukça çeşitli fişler, soketler ve renk kodları ile karşılaşacaksınız. İf sen
Amatör radyo ekipmanlarını bir tatile veya DXpedition'a götürmeyi planlıyorsanız, ekipmanınızı çalıştırmak için uygun adaptörler ve/veya transformatörler ile hazırlanmanız gerekir.

İndirilebilir ek içerikle birlikte uluslararası voltaj ve frekansların bir tablosu ve en yaygın fiş ve soket konfigürasyonlarını gösteren bir şekil verilir.

Besleme, 15-A, 120-V bir şube devresi kadar kolay bir şekilde yangın başlatabilir.

28.1.5 Bağlantı ve Bağlantı Kesme Gücü

Bazen göz ardı edilen bir şey, tüm gücü kulübedeki her şeye güvenli bir şekilde ayırmanın bir yoluna sahip olmanız gerektiğidir. Bu sadece AC gücünü değil, aynı zamanda pil bankalarını, güneş panellerini ve kesintisiz güç kaynaklarını (UPS) da içerir. Çoğu jambon, özel bir güç beslemesi ve duvardaki "büyük kırmızı anahtar'ile özel bir odanın lüksüne sahip olmayacaktır, bu nedenle bağlantısının kesilmesi gereken birkaç anahtar ve kabloya sahip olacaksınız.

Günümüz kulübelerinin gerçekleri, - bilgisayarlar, çoklu duvar transformatörleri ("wallwarts"), ağ arayüzleri ve radyo ekipmanının kendisi bunu zorlaştırıyor. Uygun bir araç, sınırlı sayıda cihazınız varsa, bilgisayar ekipmanı için kullanılan anahtarlı bir çıkış şerididir. Daha fazlasına ihtiyacınız varsa Anahtarlı çıkışlar, ortak bir kaynaktan birden fazla düşük voltaj kontrollü anahtarlı çıkışı kontrol edebilirsiniz. Veya şantiyelerde veya sahne setlerinde kullanılanlara benzer taşınabilir bir güç dağıtım kutusu oluşturabilir veya satın alabilirsiniz; Temel olarak, her bir hazne için ayrı devre kesiciler (veya daha sonra tartışılan GFCis) içeren ve uygun bir kablo veya uzatma kablosu ile beslenen portatif bir subpaneldir. Bununla birlikte, hangi şemayı kullanırsanız kullanın, bir başkasının gücü kapatmak için ne yapacağını bilmesi için etiketlenmesi önemlidir.

AC IINE GÜÇ

Eğer istasyonunuz elektrik prizleri olan bir odada bulunuyorsa, şanslısınız. İstasyonunuz bodrum katında, tavan arasında veya uygun bir 120-V kaynağı olmayan başka bir alanda bulunuyorsa, çalışma konumunuza yeni bir hat açmanız gerekebilir.

Poweramplifikatörlere sahip istasyonlar, 240-V kaynağına ek olarak 120-V bir ac güç kaynağına sahip olmalıdır. Bazı amplifikatörler 120 V'dan güç alabilir, ancak standart ev kablolarının sınırlarını aşabilecek akım seviyelerine ihtiyaç duyarlar. Devrenin aşırı yüklenmesini önlemek ve amplifikatör kullanılırken ev ışığının kısılmasını veya yanıp sönmesini azaltmak ve ekipmanda mümkün olan en iyi voltaj regülasyonu için, uygun bir akım derecesine sahip ayrı bir 240 veya 120-V hattı takmanız önerilir.

Ev prizlerini besleyen normal devreler 15 veya 20 A'da derecelendirilmiştir, Bu, istasyonunuza güç sağlamak için yeterli akım olabilir veya olmayabilir. İstasyonunuzun ne kadar akım gerektirdiğini belirlemek için, her bir dişli parçası için VA (volt-amp) derecelerini kontrol edin. (VA tartışması için Elektrik Temelleri bölümüne bakın.) Genellikle, üretici gerekli akımı 120 V'de belirtecektir; Güç tüketimi watt cinsinden derecelendirilmişse, amper elde etmek için bu derecelendirmeyi 120 V'a bölün. Modem anahtarlama güç kaynakları, hat voltajı düştükçe daha fazla akım çeker, bu nedenle hat voltajınız 120 V'dan belirgin şekilde düşükse, Bunu hesaba katın.

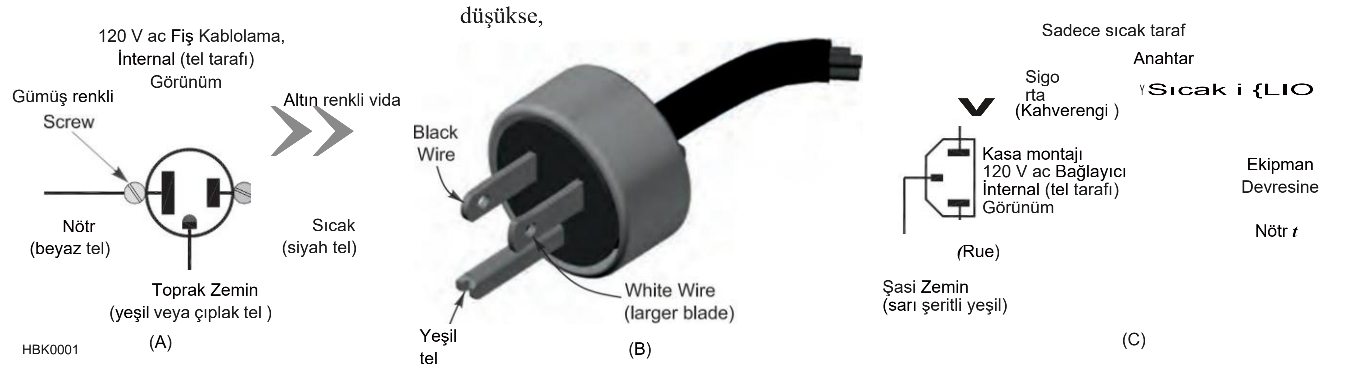
Kodun, gerçek akımı ölçmüş olsanız bile "isim plakası" akımını kullanmanızı gerektirdiğini ve daha az olduğunu unutmayın. Gerekli toplam akım devrenin değerinin %80'ine yakınsa (15-A devrede 12 A veya 20-A devrede 16 A), başka bir devre kurmanız gerekir. Diğer odaların elektrik - sisteminin aynı dalından güç alabileceğini unutmayın, bu nedenle daldaki diğer prizlere bağlı herhangi bir ekipmanın güç tüketimi dikkate alınmalıdır. Ekipmanınızın ne kadar güç tükettiğini ölçmek istiyorsanız, P3 - İnternational **(www.p3international.com) tarafından ucuz Kill-A-Watt sayaçları** volt, amper, VA ve güç faktörünü ölçer.

Ayrı bir 120-V hattı veya 240-V hattı kurmaya karar verirseniz, daha önce tartışıldığı gibi yerel gereksinimlere bakın. Bazı bölgelerde, lisanslı bir elektrikçi bu işi yapmalıdır. Diğerleri özel bir inşaat izni gerektirebilir. İşi kendiniz yapmanıza izin verilse bile, lisanslı bir elektrikçi tarafından muayene edilmesi gerekebilir. Sistemden geçin ve gerekli izinleri ve denetimleri alın! Hatalı kablolama eşyalarınızı yok edebilir ve sevdiklerinizi götürebilir. Birçok yangın sigortası poliçesi geçersizdir, eğer yapıda onaylanmamış kablolama varsa.

İşi kendiniz yapmaya karar verirseniz, yerel bina yetkilileriyle yakın çalışın. Çoğu ev geliştirme merkezi, kendin yap kablolama projelerine rehberlik etmek için kitap satmaktadır. İşi kendiniz yapma konusunda herhangi bir şüpheniz varsa, kurulumu yapmak için lisanslı bir elektrikçi edinin.

THREE-WIRE 120-V GÜÇ KABLOLARI

Çoğu metal kasalı elektrikli alet ve cihaz, üç iletkenli güç kabloları ile donatılmıştır. İletkenlerden ikisi cihaza güç taşırken, üçüncü iletken kasaya, muhafazaya veya çerçeveye bağlanır. **Şekil 28.3** iki yaygın gösterir



Şekil 28.3 - Tel tarafından (A) ve bıçak tarafından (B) görüldüğü gibi 120 V ac fiş kablolama. İEC tipi bir kasa konektörünün kabloları C'de gösterilir.

Kullanılan konektörler. (AC fişleri ve prizlerin daha kapsamlı bir çizimi için Bileşen Verileri ve Referanslar bölümüne bakın.)

Hem fiş hem de priz uygun şekilde kablolandığında, üç temaslı polarize fiş ekipmanı sistem zeminine bağlar. Eğer hattan duruma dahili bir kısa devre meydana gelirse, "toprak" pimi arıza akımını taşır ve umarım dal devre kesicisini açmak veya cihazdaki sigortayı patlatmak için yeterince düşük bir empedansa sahiptir. Davanın topraklanmasının ikinci bir nedeni, aynı anda toprağa ve cihaza bağlı bir kullanıcı için şok olasılığını azaltmaktır. Bununla birlikte, İn modem uygulaması, şok önleme genellikle aşağıda açıklandığı gibi GFCI devre kesiciler ile yapılır. Bu cihazlar çok daha düşük bir seviyede takılır ve daha güvenilirdir. Ticari olarak üretilen çoğu test ekipmanı ve ac ile çalışan amatör ekipman, üç telli kablolarla birlikte verilir.

Özellikle zemin bağlantısının önceki sahibi tarafından kırılmış veya değiştirilmiş olabileceği kullanılmış ekipmanlarda, davadan zemin pimine sürekliliği kontrol etmek iyi bir fikirdir. İfthere süreklilik yok, kullanmadan önce ekipmanı tamir ettirin.

Bu tür ekipmanı yalnızca uygun şekilde monte edilmiş üç telli çıkışlarla kullanın. Evinizin bu tür çıkışları yoksa, güvenli alternatifler hakkında bilgi edinmek için yerel bir elektrikçiye danışın veya çevrimiçi veya diğer kaynaklardan edinebileceğiniz profesyonel bir inceleme bilgisine sahip olun.

Plastik kasalı ekipman "çift yalıtımlı'olarak kabul edilir ve iki telli bir kablo ile beslenir. Bu tür ekipman güvenlidir, çünkü her iki iletken de kullanıcıdan iki kat yalıtılmıştır. Bununla birlikte, hala takılı olan bir vericinin yanlış topraklanmış bir kasasını delmek için çift yalıtımlı bir matkap kullanılmışsa hala bir tehlike vardır. Unutmayın, tüm yalıtım, ilk korumasını aşındırabilecek yaş, hasar ve aşınmaya karşı avdır.

TRANSFER SWİTCHES VE JENERATÖRLER

Daha fazla jambon, bekleme jeneratörleri ekliyor ve Field Day'deki gibi bağımsız sistemler olarak değil, ev elektrik sistemleriyle bağlantılı olarak güneş panelleri veya rüzgar türbinleri gibi alternatif güç kaynakları kullanıyor. Bunlar, yerel jeneratörün bir - elektrik kesintisi sırasında tesisin sistemini "geri beslemesini" önlemek ve üzerine düşen ışık olduğunda bir güneş panelinin güç vermesi gibi bazı potansiyel güvenlik sorunları ortaya koymaktadır.

Jeneratörler için önerilen yaklaşım, kullanım gücü yerine, evin devrelerinin bir seçimini jeneratöre bağlayan çok kutuplu bir anahtar olan bir transfer anahtarı kullanmaktır. Transfer anahtarı seçimi ve bağlantısı için NEC ve yerel düzenlemelere danışılmalıdır. Kalıcı olarak monte edilmiş (sabit) jeneratörler için gerekli kablolama uygulamaları, taşınabilir jeneratörlerden farklıdır. Yapılması gereken bazı konular

Tablo 28.1
Devre Sınıfları Arasındaki Geleneksel Bölünmeler

Sınıf	*Güç*	*Notlar*
Sınıf 1		
Güç sınırlı	< 30V, < 1000VA	Transformatör Madde 450'ye göre korunmaktadır.
Uzaktan Kumanda ve Sinyalizasyon	< 600V	Trafo değil, diğer aşırı akım ve arıza koruma gereksinimleri geçerlidir VA'da sınır yok Transformatörler Madde 450'de tanımlandığı şekilde korunmaktadır
Sınıf 2	Güç kaynağı < 100VA Voltaj < 30V	
Sınıf 3	Güç kaynağı < 100VA Voltaj < 100V	

Nötrün değiştirilmesi gerekip gerekmediği (birçok transfer anahtarı nötr olanı değiştirmez, sadece sıcak tel) ve jeneratör kasasının binanın topraklama/bağlama sistemine nasıl bağlandığı dikkate alınmalıdır. En uygun aktarım anahtarlarıON-OFF-ON yapılandırması, tek bir işlemde bir kaynaktan diğerine doğrudan geçişi önleyen mekanik bir kilitleme ile.

Bir jeneratörle yapılacak en tehlikeli şey, her iki ucunda bir erkek fişi bulunan bir "intihar kablosu" kullanmaktır: bir ucu jeneratörün çıkış prizine, diğeri ise evde uygun bir prize takılır. Bu genellikle yasadışıdır ve her halükarda maruz kalma, canlı temaslar ve beslenen devrenin aşırı yüklenmesinin kolaylığı nedeniyle doğal tehlikeden kaçınılmalıdır.

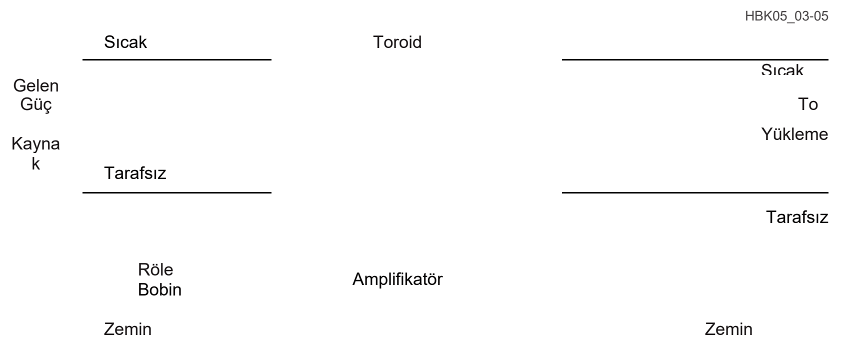
Evinizin güç panelini geri besleme, ana kesiciler KAPALI konumda olmadıkça veya tercihen çıkarılmadıkça asla yapılmamalıdır. Evinizin devre kesici panelinde harici güç hattını kesebilecek ana kesiciler yoksa, bunu kullanmayın

Jeneratörünüzü evin kablolarına bağlama tekniği. Güç geri yüklendiğinde jeneratörünüzün zarar görmesi muhtemeldir ve geri besleme, elektrik hizmeti çalışanlarını da tehlikeye sokar. Cihazları doğrudan uzatma kabloları ile jeneratöre bağlayın.

28.1.6 Yer-Arıza ve ArcFault Devresi İnterrupters

GFC'ler, akım akışının yolu şube devresinden ayrıldığında (örneğin, bir kişinin vücudundan başka bir dala veya toprağa) elektrik çarpması olasılığını azaltmak için ortak 120 V ev devreleriyle kullanılabilen cihazlardır. Bir AFCI, bir arıza durumunu izlemek için akımı izlemesi bakımından benzerdir. Mevcut dengesizliklerin bir parçası olarak AFCI, ev yangınlarının önde gelen nedenlerinden biri olan bir arkı gösteren akım modellerini tespit eder. AFCI, bir anahtar açıldığında veya bir fiş çıkarıldığında ortaya çıkan * 'normal' yaylar nedeniyle takılmamalıdır .

NEC tüm ıslak veya GFCI çıkışları gerektirir



Şekil 28.4 - 120-V ac toprak fay devresi kesicisinin (GFCI) basitleştirilmiş diyagramı. Bir başıboş akım yük (veya çıkış) tarafından toprağa aktığında, toroidden geçen akım dengesiz hale gelir ve algılama, amplifikasyon ve röle aktivasyonuna izin verir. Yüke giden gücü hemen kesmek için (ve başıboş yola!) GFCI üniteleri, açma işleminden sonra manuel sıfırlama gerektirir. Islak yerlerde GFCI'lar gereklidir (garajlarda mutfak lavabolarının yakınında, dış mekan devrelerinde ve inşaat işlerinde.) Portatif üniteler olarak veya giriş panellerine kurulum için aşırı akım devre kesicilerle birleştirilirler.

Banyolar, mutfaklar ve zemin seviyesinde erişimi olan herhangi bir dış mekan çıkışı, garajlar ve bitmemiş bodrumlar gibi potansiyel olarak ıslak yerler. Yatak odası sağlayan tüm devreler için AFCI koruması gereklidir. Çıplak beton zeminler veya beton duvar duvarları olan herhangi bir alan GFCI donanımlı olmalıdır. GFCis taşınabilir üniteler, çift yönlü çıkışlar ve bireysel devre kesiciler olarak mevcuttur. Bazı erken birimler RF radyasyonuna duyarlı olabilir, ancak bu sorun çözülmüş gibi görünmektedir. Potansiyel olarak ıslak alanlarda (bodrumlar, binalar) bulunan ham radyo kulübeleri GFCI donanımlı olmalıdır. **Şekil 28.4,** GFCI'nın basitleştirilmiş bir diyagramıdır.

Bir EMİ filtresi (veya bypass kondansatörleri ile modifiye edilmiş) olarak hat girişleri ve şasi arasında bağlanan 0.01 µF ila O. İ µF aralığında kondansatörlü eski ekipman, kondansatörden sızıntı akımı nedeniyle genellikle bir GFCI'nın kaymasına neden olur. Zorunlu seyahat akımı 5 mA'dır, ancak birçok GFCis daha düşük seviyelerde seyahat eder. 60 Hz'de, 0.01 µF kapasitörün empedansı yaklaşık 265 k © 2'dir, bu nedenle 120 V hattından yaklaşık 0.5 mA'lık bir sızıntı akımı olabilir. Eğer bu tür kapasitörlere sahip birkaç ekipman parçanız varsa, sızıntı akımı GFCI'yı harekete geçirecektir.

Bazı erken GFCI kırıcıları RFİ'ye duyarlıydı, ancak teknoloji geliştikçe, daha az ve daha az sayıda rapor alındı. Kırıcı kablolamasına filtreleme veya RF bastırma eklemek mümkün olsa da, daha basit ve daha ucuz bir çözüm, GFCI kesiciyi RF'ye daha az duyarlı yeni bir ünite ile değiştirmektir. AFCI ürünleri hakkında henüz rapor alınmamıştır. RFI ve GFCI/AFCI aygıtları hakkında daha fazla bilgi için ARRL web sayfası www. **arrl.org/gfci-devices.**

28.1.7 Düşük voltajlı kablolama

Birçok jambon kulübesi, rotatörler veya anten röleleri için düşük voltajlı kontrol kabloları kullanır. Elektrik kodu, düşük voltaj olarak adlandırdığı şeyde tutarlı değildir, ancak bir kılavuz "kodun 50 V'dan daha az olması, 725'in düşük voltaj/düşük güç aktarma kontrolü ve sinyal verme kurallarının çoğunu içerdiğidir. Bu devreler üç sınıfa ayrılır, **Tablo 28.1'de gösterildiği gibi Sınıf 1 daha alt bölümlere ayrılır.** Sınıfları güç ve voltaj açısından tanımlayan kod kuralları vardı, ancak bu günlerde kod, devrenin sınıfının, sınıfla listelenmesi ve etiketlenmesi gereken güç kaynağı tarafından tanımlanması için yazılmıştır. Yani, Sınıf 2 olarak listelenen ve etiketlenen bir duvar transformatörü tarafından desteklenen bir şeyiniz varsa, devre Sınıf 2'dir.

Evinizde bulabileceğiniz Class 1 Power Limited devresinin tipik bir örneği, 12 V düşük voltajlı bahçe aydınlatması veya halojen yıldırım sistemleridir. Birçok amatör Ev yapımı demleme ekipmanı muhtemelen bu sınıftadır, ancak "listelenen" bileşenlerle yapılmadığı için teknik olarak uygun değildir. Diğer Sınıf 1, bir çeşit izolasyon transformatörü kullanan bir devre için geçerli olacaktır.

Sınıf 2 çok yaygındır: kapı zilleri, ağ kabloları, termostatlar ve benzeri hemen hemen tüm Sınıf 2'dir. Sınıf 2 olmak için, devre 100 VA'dan daha az kapasiteye sahip Sınıf 2 olarak işaretlenmiş listelenen bir güç kaynağından beslenmelidir. Jambonların karşılaştığı birçok uygulama için, bu tanıdık "duvar siğili" güç kaynağı olacaktır. Güç kaynağından çalışan bir grup ekipmanınız varsa ve bunları bir depolama pilinden veya büyük bir güç kaynağından tedarik etmek için düzenleyicilerle bir güç dağıtım paneli oluşturursanız, büyük olasılıkla artık Sınıf 2 değil, mantıksal olarak Sınıf 1. Homebrew panelinizin listelenmesi muhtemel olmadığından, gerçekten Sınıf **1 bile değilsiniz,** ancak kod tarafından kapsanmayan bir şey.

30 V'dan büyük bir Sınıf 3 devresinin yaygın bir örneği, çağrı sistemlerinde ve benzerlerinde kullanılan 70 V ses dağıtım sistemleridir. Sınıf 3 kablolama uygun şekilde derecelendirilmiş kablo ile yapılmalıdır.

WIRNG PRACTICES

Düşük voltajlı kablolar güç devrelerinden ayrılmalıdır. Sınıf 2 ve 3, Sınıf **1 düşük** voltajlı kablolarla çalıştırılamaz. Bir kablo tepsisini veya aynı kanalı paylaşamazlar. Daha ince bir nokta, 2005 kodunun, ses kablolarının (hoparlörler, mikrofon, vb.) diğer Sınıf 725,56 ve Sınıf 2 devreleri (ağ kablolama gibi) ile aynı kanalda çalıştırılamayacağına dair bir kısıtlama eklediğidir [Madde 3 (F)].

Düşük voltaj ve uzaktan kumanda kabloları, geçici bastırma sisteminizden ihmal edilmemelidir. Bu, kablolamanın bir binaya girdiği ve çıktığı uygun koruyucu cihazların yerleştirilmesini ve alanı geçici maddelerden (veya anteninizden RF) alabilen yolların dikkate alınmasını içerir.

28.1.8 Topraklama ve Yapıştırma

Jambon olarak, "toprak'olarak adlandırılan en az dört tür bağlantıyla ilgileniyoruz, gerçekten Dünya ile bağlantı anlamında olmasalar bile. Bunlar kolayca con- Kaynaşmış çünkü her birine'yer "diyoruz. 1) Elektrik güvenlik zemini (ekipman zemini veya toprak bağlantısı)

2) Yıldırım ve geçici dağılma zemini

3) RF voltajı ve akım yönetimi ("RF toprak")

4) Ortak referans potansiyeli (kasa zemini veya devresi ortak)

Bölümün bu bölümü öncelikle elektrik veya güvenlik topraklama ve yıldırım ve geçici dağılımı için bağlantıları ile ilgilidir. Kalan tipler devre ve anten yapımı ve istasyon inşaatı ile ilgili bölümlerde başka yerlerde kapsanmaktadır.

Çeşitli ticari ve askeri standartlar topraklama ve yapıştırma için rehber kitap olarak kullanılabilir:

Ulusal Elektrik Kodu (NEC) - Bu, - Amerika Birleşik Devletleri'nde konut ve ticari elektrik işleri için birincil standarttır. NEC Madde 250, topraklama ve yapıştırma ile ilgilidir. NEC Madde 810 anten kurulumu ile ilgilidir. (NEC'deki önceki bölüme bakın.)

MIL-HDBK-419A - Elektronik Ekipman ve Tesisler için Topraklama, Yapıştırma ve Ekranlama (Cilt İ ve 2) - Bu askeri standart, herhangi bir frekansta iletişim tesisleri ve ekipman kurulumları için geçerlidir. İt, zemin bağlantılarını ve ekipmanın birbirine nasıl bağlanması gerektiğini kapsayan birçok faydalı çizim ve kılavuz sunar. İt kamu malı bir belgedir ve **www.uscg adresinden ücretsiz olarak indirilebilir. mil/petaluma/TPF/ET _ SMS/Mil-STDs/ MILHDBK419.pdf.**

R5 6 İletişim Siteleri için Standartlar ve Yönergeler - Motorola, çoğunlukla VHF/UHF/mikrodalga uygulamaları için büyük bir iletişim sistemleri satıcısıdır. Bu standart öncelikle bu frekanslarda kullanılan ekipman ve tesisler için geçerlidir. Kamu malı bir belge değildir, ancak çok sayıda kaynaktan ücretsiz olarak indirilebilir.

IEEE Std 1100-2005 ("Zümrüt Kitabı'olarak da bilinir, Referans listesine bakınız, bölüm 28.1.13), yıldırımdan korunma ve RF EMİ/EMC endişeleri de dahil olmak üzere elektrikli ekipmanın topraklanması ve çalıştırılması için teorik ve pratik açıdan ayrıntılı bilgi sağlar. İt satın almak pahalı, ancak kütüphaneler aracılığıyla kullanılabilir.

Topraklama mı, Bağlama mı ?

"Yapıştırma" teriminin birçok durumda "topraklama" yerine geçtiğini fark edebilirsiniz. Birincil güvenlik kaygısı, arıza akımlarını taşıyan her şeyin mekanik olarak sağlam ve makul derecede iletken olmasıdır. Hata taşıyan iletkenin bir zemin çubuğuna bağlı olması da önemlidir, ancak bu farklı bir düşüncedir. Bağlama, ekipman parçaları arasındaki veya iletkenler arasındaki temas birincil endişe olduğunda kullanılacak terimdir. Topraklama, elektrik güvenliği veya yıldırımdan korunma için toprak bağlantısına atıfta bulunurken kullanılan terimdir.

BONDING

Bağın tanımı "aralarındaki potansiyel (voltaj) farkını en aza indirmek için ekipmanı elektriksel olarak birbirine bağlamak'dır. İyi bir bağlanma bağlantısı, çok düşük empedansa ve ilgili frekansta her yerde yaklaşık olarak eşit voltaja sahip olmalıdır. Amatörlerin bildiği gibi, elektriksel uzunluk ve her türlü iletkenin empedansı - tel, kayış, örgü veya kılıflar frekanslı. Ek olarak, iletken boyunca akan akım miktarı, iletken boyunca önemli voltaj farklılıkları yaratabilir. Bu endişeler nedeniyle, bir bağ bağlantısı kurarken bağlamanın amaçlarını dikkate almak önemlidir.

Genel olarak, bir istasyon inşa eden amatörler için, geçici bile olsa, bağlama - iletkenlerini tüm bağlama gereksinimlerini karşılamak için gerektiği kadar pratik ve ağır hale getirmek iyi bir uygulamadır. Bunu yaparak, bağlanma bağlantısı, istasyonunuzdaki birincil bağlanma ihtiyaçlarının üçü için de amacına hizmet edecektir: AC güvenliği, yıldırımdan korunma ve RF yönetimi.

ELECTRICAL SAFETY GROUND

Elektrik hattı zemini, elektrik sistemlerini çevreleyen can ve mal güvenliğini sağlamak için bina kodları tarafından gereklidir. NEC, tüm gerekçelerin birbirine bağlanmasını gerektirir; Bu, NEC gerekliliğinin yanı sıra çok önemli bir güvenlik özelliğidir.

"Üçüncü uç" veya'yeşil telli zemin "için görülen olağan terim *seçimdir.* *Trikal güvenlik zemini veya ekipman zemini.* Üçüncü, yüksüz akım taşıma telinin amacı, bir ekipman parçasında bir hat-to-case kısa devre olması durumunda aşırı akım korumasının kaymasını sağlayacak bir yol sağlamaktır. Bu, ana paneldeki sigorta veya devre kesici olabilir veya ekipmanın içindeki sigorta olabilir.

İkincil bir amaç vardır - şok azaltma: Elektriksel güvenlik zemini, AC sisteminin tüm parçaları için ortak bir referans potansiyeli sağlar. İletken ekipman kutusunun, servis girişindeki toprak zemine de bağlı olan bağlı topraklama sistemine bağlanması gerekir, bu nedenle "toprağa" bağlı olan biri (örneğin, iletken bir yerde çıplak ayakla durmak) Zemin) davaya dokunan şok olmaz.

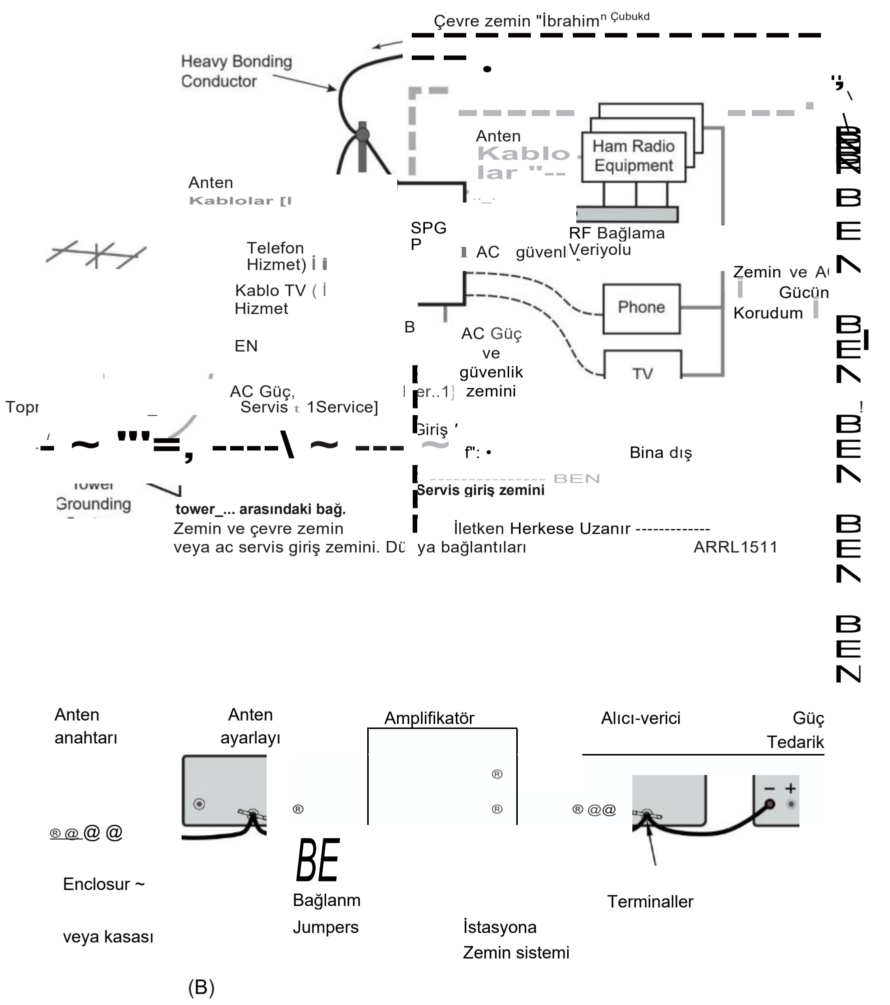
Her amatör istasyon için etkili bir emniyet zemin sistemi gereklidir. Kulenin tabanında ekipmanınız varsa, genellikle, kuledeki şasi ve kasaları kulübedeki bağlama sistemine bağlamak için ayrı bir bağlama iletkeni sağlamanız gerekir. **Şekil 28.5A,** amaçlarından bağımsız olarak tüm zemin bağlantılarını birbirine bağlamak için reg uirement'i vurgulayan genel bir topraklama sistemini göstermektedir.

Ekipmandan ekipmana yapıştırma doğrudan tel (# 6 ila # 14 AWG), kayış (20 gauge) veya bir yapıştırma veriyolu veya tek noktalı zemin paneli (SPGP) ile yapılabilir. Bir konutun şube devresindeki ekipman zemini veya "üçüncü tel" bağlantısı yapılmalıdır

Kayış, Tel veya Örgü Ne Zaman Kullanılır

İletişim endüstrisinde topraklama standardı katı kayış veya ağır teldir. Her ikisi de içeride kullanılabilir ya da dışarıda. Düz örgü, kalaylı topraklama örgüsü, ekipman titreşime maruz kalırsa veya hareket ettirilmesi gerekiyorsa kullanılabilir. Neme veya aşındırıcı kimyasallara maruz kalacaksa herhangi bir örgü kullanmayın. Örgüyü oluşturmak için kullanılan küçük tellerin yüzeyindeki korozyon, etkinliğini azaltır RF akımlarının aktığı yüzey direncini yükselterek. Tek tek teller arasındaki zayıf temas da gürültü ve karıştırma ürünlerine neden olabilir. Mekanik olarak gerekli olmadıkça, katı kayış veya tel kullanın.

Koaksiyel kablodan çıkarılan örgünün tekrar kullanılması tavsiye edilmez. Koruyucu ceketinden çıkarıldıktan sonra, örgü telleri derhal gevşemeye ve oksitlenmeye veya paslanmaya başlar. Bu, örgünün **RF'deki etkinliğini biraz azaltır,** bu da uzun süreli topraklama iletkenleri için kötü bir seçimdir.



Şekil 28.5 - AC güvenliği, yıldırımdan korunma ve RF yönetimini içeren bir topraklama sistemi. Tüm zemin elektrotları birbirine bağlanmalı ve konutun Ac servis giriş yer çubuğu. Korumalı bir ac dal devresi dahil edilirse, koruyucu SPGP'ye (tek noktalı zemin paneli) monte edilmelidir. Doğrudan ekipman-ekipman bağlama (B) ağır tel veya kayış ile veya bir RF bağı ile yapılabilir Bus. bu bağlantıları yapma hakkında daha fazla bilgi için Bir İstasyon Kurma bölümüne bakın.

Sıcak ve nötr iletkenlerle aynı boyutta tel. Bir toprak çubuğu gibi doğrudan bir toprak elektrotuna bağlantılar, ağır tel (# 6 AWG minimum) veya 20 ayar kayışı ile yapılır. Kelepçeler ve terminaller, özellikle hava koşullarına maruz kalan veya gömülü toprak bağlantıları için topraklama kullanımı için derecelendirilmeli veya listelenmelidir .

50 veya 60 Hz'lik ac güç frekanslarında, dalga boyu mil uzunluğundadır, bu nedenle - bağlantının elektriksel uzunluğu önemsizdir. Yapıştırma iletkeni tarafından oluşturulan reaktans (düz bir tel için ayak başına yaklaşık 1 nH) aynı şekilde ihmal edilebilir. Bağlama bağlantısının en önemli özellikleri direnç ve mekanik dayanımdır. Ne yazık ki, 60 Hz'de etkili bir bağlama iletkeni, indüktans nedeniyle RF'de çok yüksek empedans gösterebilir veya daha da kötüsü, anteniniz tarafından yayılan sinyalleri alan mükemmel bir anten olabilir.

RF YÖNETİMİ VE CHASSIS GROUND

"RF toprağı", çoğu işlemin düşük frekanslarda olduğu ve kulübedeki şasi veya anten tunerinden bir zemin çubuğuna giden bir telin düşük RF empedansına sahip olduğu günlerden kalma eski bir terimdir. Şasi ve "Toprak zemin" arasındaki RF voltaj farkı küçüktü. Ve küçük potansiyel farklılıklar olsa bile, o günlerin çevre ekipmanı onlara nispeten duyarsızdı.

Bugün, ses kartlarına gelen ve gelen ses sinyalleri gibi milivolt seviyelerindeki sinyallere müdahale etmeye duyarlı birçok devremiz var. Sonuç olarak, RF voltaj farklılıklarını artık göz ardı edemeyiz ve ekipman muhafazalarını veya koruyucu iletkenleri RF devresinin bir parçası olarak kullanmamalıyız.

İnstead, istasyonlarımızı kablolarda, bağlantı tellerinde ve muhafazalarda toplanan RF'yi yönetecek şekilde tasarlıyoruz, böylece sorunlara neden olmuyor. İlk adım, *zemin düzlemi* veya referans düzlemi olarak adlandırılan ortak bir *referans potansiyeli oluşturmaktır*. Zemin düzlemine bağlı ekipman ortak bir potansiyelde tutulur. Bu, ekipman parçaları arasında akacak RF akımını en aza indirir. (Daha fazla bilgi için RF İnterference ve Assembling a Station bölümlerine bakınız.) Zemin düzlemi, tüm ekipmanın bağlanabileceği gerçek bir metal levha veya düşük endüktanslı bir iletken olabilir, genellikle RF *bağlama bölmesi olarak adlandırılır*.

Bu bazen RF gerekçesiyle ac güvenlik ve yıldırım koruma zemin sisteminden izole edilmesi gerektiğini önerilmektedir - bu doğru değil! Güvenlik, RF, yıldırımdan korunma ve ticari iletişim dahil olmak üzere tüm gerekçeler, can ve mal korumak için birbirine bağlanmalıdır. Seçim...

Trikal kod, anten alanlarının topraklama sisteminin geri kalanına bağlanmasını gerektirir, ancak bu bağlantı bir RF boğmasına sahip olabilir. Elektrik kodu bağlama gereksiniminin odak noktasının, bir güç dağıtım hattına veya başka bir geçişe kısa olması durumunda güvenlik olduğunu unutmayın.

Onlarca yıldır amatörlere, tüm ekipman dolaplarını istasyonun yakınında bulunan bir RF alanına bağlamaları önerildi. Günümüzün çalışma frekansları ve ekipman hassasiyeti göz önüne alındığında, bu uygulama yetersizdir. Birkaç metre tel bile yüzlerce ohm'luk bir empedansa sahip olabilir (İ µH/metre = 88 Q/metre 14 MHz'de). Bu nedenle daha iyi bir yaklaşım, şasi-şasi bağlantılarının Şekil 28.5B'de olduğu gibi RF voltaj farklılıklarını en aza indirmesini sağlamak için şasiyi iyi organize edilmiş bir şekilde birbirine bağlamaktır. Bir RF bağlantı yolu da kullanılabilir. (Daha fazla bilgi için RF İnterference ve Assembling a Station bölümlerine bakınız.)

LIGHTNİNG DISSIPATİON GROUND

Yıldırım dağılım zemini, çevreleyen dünyaya akımlar iletmekle ilgilidir. Yıldırım dağılımı yer sistemleri ile dikey anten için iyi bir zemin sistemi arasında belirgin benzerlikler vardır. Yıldırım darbeleri birkaç kHz'den 10 MHz'den daha fazla elektrik enerjisi üretir, bu nedenle bağlantının uzunluğu ve direnci önemlidir. Fark, bir anten zemin düzleminin belki de birkaç on amper işleyebilmesidir, yıldırım zeminin ise onlarca kiloamperin tepe akımını idare etmesi gerekir.

Tipik bir yıldırım çarpması, birkaç mikrosaniyelik bir yükselme süresine, 20 ila 30 kA'lık bir tepe akımına ve 50 µs'lik bir düşme süresine sahip bir darbedir. Ortalama akım o kadar yüksek değildir (birkaç yüz amper), bu nedenle akımı erimeden taşımak için gereken iletken boyutu şaşırtıcı derecede küçüktür.

Bununla birlikte, büyük iletkenler (genellikle bina kodları tarafından # 6 AWG minimum olarak belirtilir) diğer nedenlerle yıldırım gerekçesiyle kullanılır: indüktansı azaltmak, manyetik alanlardan gelen mekanik kuvvetleri ele almak ve yanlışlıkla kırılmayı önlemek için sağlamlık için. Büyük çaplı bir tel veya daha iyisi, geniş bir düz kayış, daha düşük endüktansa sahiptir. Bir tel $V = \frac{Le}{At}$ voltaj, akımdaki değişim ve ile orantılıdır :

nerede

Ai/At = akımdaki değişim oranı, yıldırım için yaklaşık 20kA/2µs veya 10 A/s ve L = telin indüktansı.

Kuledeki bir kontrol kablosunu kulübeden sonlandıran, uygun şekilde korunan bir devre içeren bir bağlantı kutusu düşünün

Dahili olarak aşırı gerilim koruması ile. Eğer kutudan toprağa bağlantı yüksek indüktans ise, yıldırım geçici kutu potansiyelini (kulübeden gelen kablolamaya göre), muhtemelen kutudaki geçici bastırmanın üstesinden gelebileceği noktanın ötesinde yükseltecektir. Bağlantının endüktansını toprağa düşürmek potansiyeli azaltır.

Yıldırım gerekçesiyle büyük iletkenlerin diğer nedeni yüksek akımlardan çok yüksek mekanik kuvvetlere dayanmaktır. Bu aynı zamanda, yıldırım iletkenlerinin, ihtiyaç duyulan virajlar için minimum virajlar ve büyük yarıçaplarla ve kesinlikle döngüler olmadan doğrudan çalıştırılması önerisinin arkasındaki nedendir. 20.000 A'yı taşıyan bir tel, onu çevreleyen güçlü bir manyetik alana sahiptir ve eğer akım birbirine yakın birden fazla telde akıyorsa, telleri bir araya getiren veya ayıran kuvvetler aslında iletkenleri kırabilir veya kalıcı olarak deforme edebilir.

Birbirinden bir santimetre aralıklı 20.000 A taşıyan iki iletken arasındaki kuvvet, 8000 Newton/metre uzunluğundadır (500 pound/ayak üzerinde). Bu kuvvetler kablo tellerini kolayca kırabilir veya braketleri ve vidaları sökebilir. Bu problem ağırlaştırılırsa, telde döngüler vardır, çünkü akımın ve manyetik alanının etkileşimi, telin gerilme gerilmelerinden gerçekten başarısız olacağı noktaya kadar döngüyü büyütme eğilimindedir.

TOPRAK ZEMIN

Toprak genellikle NEC ve NFPA 780'de tanımlanan çeşitli formlardan birini alır. Hem NEC'de gerekli olduğu gibi hem de sahada yıllarca test edilerek doğrulanan tercih edilen toprak, toprak çubuklarının etkisiz olduğu kuru alanlarda askeri tesisler için topraklama sağlamanın bir yolu olarak icat eden Herb Ufer'den sonra Ufer zemini olarak da bilinen beton kaplı topraklama elektrotudur (CEGR). CEGR birçok şekilde olabilir, ancak temel husus, en az 20 metre uzunluğunda uygun bir iletkenin toprağa gömülü betonla kaplanmasıdır. İletken, bir bakır tel (# 8 AWG en az 20 feet uzunluğunda) veya betondaki takviye çubukları (inşaat demiri), genellikle binanın temeli olabilir. İnşaat demirine bağlantı, betonun üst yüzeyinden çıkıntı yapan inşaat demirinin bir saplaması veya betondan uzanan bakır tel ile yapılır. NEC'de ve elektrik literatüründe açıklanan CEGR'nin başka varyasyonları da vardır, ancak hepsi işlevsel olarak aynıdır: Büyük bir beton parçasına gömülü uzun bir iletken .

Elektrot çalışır, çünkü beton çevreleyen - toprakla büyük bir temas alanına sahiptir, çok düşük empedans sağlar ve aynı zamanda önemli olan düşük bir akım yoğunluğu sağlar, böylece lokalize ısıtma gerçekleşmez. Con-

Girit suyu emmeye eğilimlidir, bu nedenle geleneksel bir zemin çubuğunun etrafında kuruyan toprakla ilgili sorunlara karşı daha az hassastır.

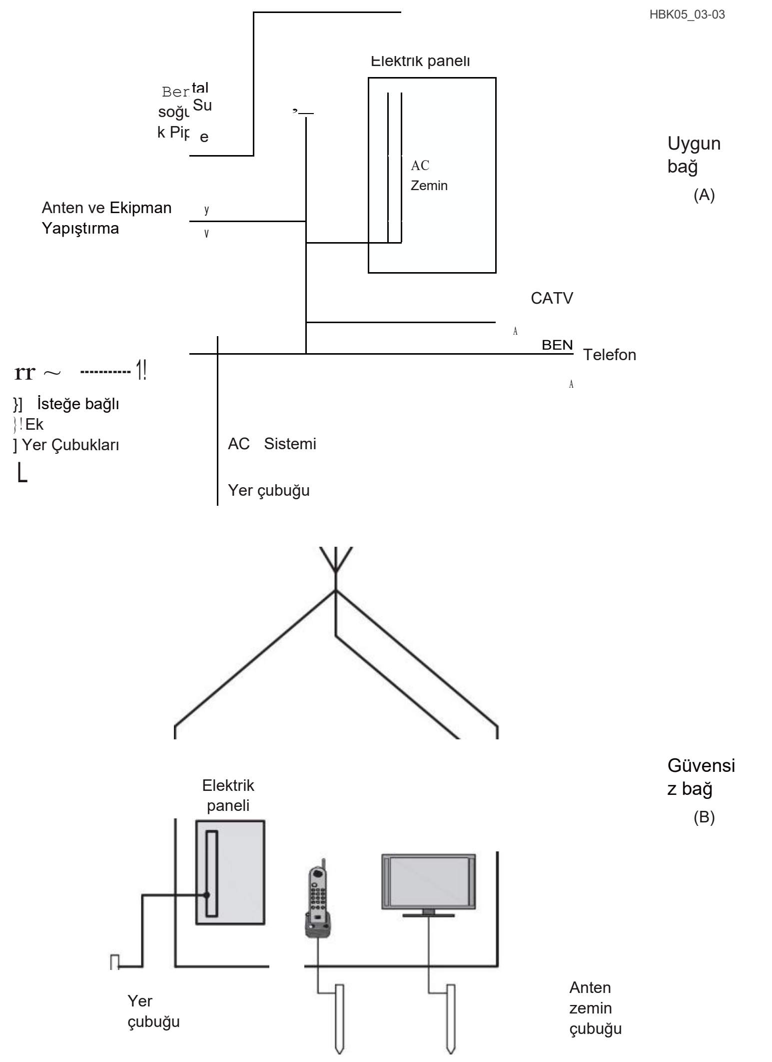
Re bar kaynak ve CEGR gerekli bağlantı yapmak için gerekli teknikler biraz uzmanlaşmıştır. Bu becerilere aşina değilseniz, işi doğru yapmak için bir profesyonel işe alın. Benzer şekilde, gerekli yeniden çubuk bağlantısının veya gömülü telin somut bir taban veya levhada mevcut olduğuna dair kanıtınız yoksa, bunu bir CEGR olarak kullanmaya çalışmayın.

Zemin çubukları, uygun bir zemin bağlantısı yapmak için geleneksel bir yaklaşımdır ve bir kulenin tabanında veya genel bir topraklama sisteminin bir parçası olarak ek zemin olarak uygundur. Kullanılacak en iyi toprak çubukları, bir elektrik tedarik evinden temin edilenlerdir. Kod, çubuğun en az 8 feet'inin toprakla temas halinde olmasını gerektirir, bu nedenle çubuk zeminden yapışırsa, 8 feet'ten daha uzun olmalıdır (10 feet standarttır). Çubuğun dikey olması gerekmez ve bir kaya veya sert bir tabaka varsa, bir açıyla sürülebilir veya hatta uygun bir açmada yanlara döşenerek gömülebilir, ancak bu bir uzlaşma kurulumudur. Uygun çubuklar genellikle 10 metre uzunluğundadır ve ağır bir bakır kaplama ile çelikten yapılmıştır. (Paslanmaz çelik ve galvanizli çubuklar da mevcuttur ve bölgenizdeki toprak koşulları tarafından gerekli olabilir. Yerel bir elektrikçi veya elektrik müfettişi ile görüşün.) Bazı ev elektroniği tedarikçileri tarafından satılan daha kısa, ince kaplamalı çubuklara güvenmeyin, çünkü hızlı bir şekilde paslanabilir ve kısa sürede değersiz hale gelebilirler .

Birden fazla toprak çubuğu takılırsa, birçok referans çubuğun uzunluğunun minimum aralığını belirtir. Eğer çubuklar çubuğun uzunluğunun en az yarısı kadar aralıklı değilse, etkinlik tehlikeye girer. IEEE Std 142 ve IEEE Std 1100 (seethe Referans listesi) ve diğer referanslar, çoklu çubukların çeşitli konfigürasyonları için etkili zemin dirençleri vermek için tablolara sahiptir.

Zemin çubukları monte edildikten sonra, ekzotermik bir kaynak (CadWeld gibi) veya listelenen bir basınç kelepçesi ile bağlanmalıdır. Ekzotermik kaynak tercih edilir, çünkü bir kelepçe gibi yıllık muayene gerektirmez. Bazı montajcılar, kabloları zemin çubuklarına bağlamak için lehim kullanır. Buna birincil zemin için izin verilmese de, ikincil veya gereksiz gerekçeler için kabul edilebilir. Yumuşak lehim (sıhhi tesisat veya elektrik işlerinde kullanılan kalay-kurşun) asla topraklama iletkenleri için kullanılmamalıdır, çünkü sıcaklık döngüsü ile kırılganlaşır ve bir akım dalgalanması (yıldırım çarpması gibi) iletkeni ısıtırsa eriyebilir. Yumuşak lehim özellikle kodda yasaktır.

Bina soğuk su tedarik sistemleri geçmiş yıllarda istasyon alanı olarak kullanıldı, ancak bu artık önerilmiyor ve hatta izin verilmiyor.



Şekil 28.6 - A'da, **tüm zeminlerin elektrik servis paneline uygun şekilde bağlanması. B'de gösterilen kurulum güvensizdir - ayrı gerekçeler bağlı değildir. Bu ciddi bir kazaya veya elektrik yangınına neden olabilir.**

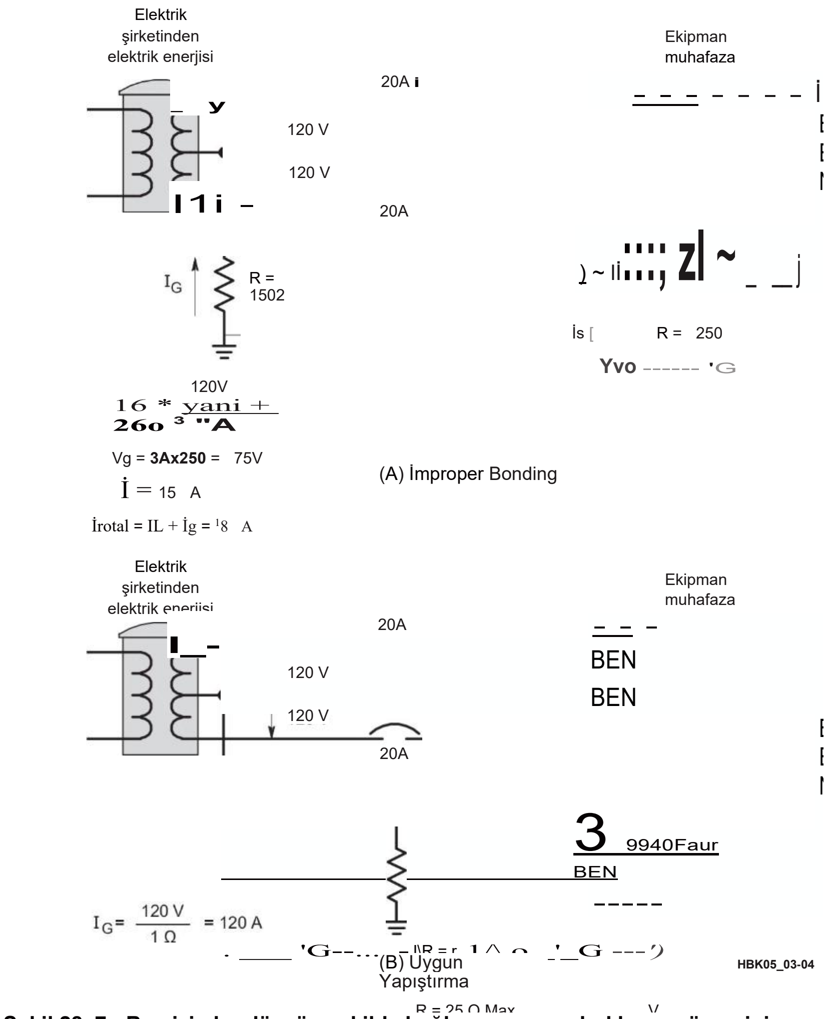
Bazı yargı bölgelerinde, hem evlerin içinde hem de dışında plastik tesisatın kullanımının artması ve boru korozyonuna neden olan başıboş akımlarla ilgili endişeler nedeniyle.. Soğuk su hattını kullanırsanız, belki de mevcut bir topraklama elektrodu olduğundan, tipik olarak servis giriş panelinde elektrik sistemi zeminine bağlanmalıdır.

28.1.9 Yer iletkenleri

Bina kodları ve kablolama standartları, sistemin çeşitli parçalarını birbirine bağlamak için kullanılabilecek iletken türleri konusunda oldukça spesifiktir. Topraklama iletkenleri bakır, alüminyum, bakır kaplı çelik, bronz veya benzeri korozyona dayanıklı malzemelerden yapılabilir. Boyutların

Gerekli iletkenlerden büyük ölçüde elektriksel direnç yerine mekanik mukavemet değerlerine (telin yanlışlıkla kırılmamasını sağlamak için) dayanmaktadır. İnsulation gerekli değildir.

"Birleşik'bir topraklama elektrotu gereksinimi vardır - *tüm gerekçeleri* elektrik servis giriş zeminine bağlamak gerekir. Kullanılan tüm yardımcı programlar, antenler ve ayrı topraklama çubukları birbirine bağlanmalıdır. **Şekil 28.6,** toprak çubuklarını bağlamanın doğru (A) ve yanlış (B) yollarını göstermektedir. **Şekil 28.7,** yer çubuklarının doğru şekilde bağlanmasının önemini göstermektedir. (Not: NEC gereklilikleri etkili RF bağını ele almamaktadır. RF uygulamaları hakkında bilgi için bu kitabın RF İnterference ve Assembling a Station bölümlerine bakın. Unutmayın ki RFI



Şekil 28. 7 - Bu çizimler düzgün şekilde bağlanmış yer çubuklarının önemini göstermektedir. A'da gösterilen sistemde, 20-A kesici takılmayacaktır. B'deki sistemde, 20-A devre kesici anında devreye girer. Toprağa kısa bir iç ekipman var - zemin çubuğu güç sistemi zeminine düzgün bir şekilde bağlanır. Tabii ki, ana koruma, ekipman güç kablosunun kendisinde bir devre toprak telinde olmalıdır!

Topraklama İletkeni Olarak Coax Shields

Bir topraklama iletkeninde önemli akım taşıma kapasitesinin önemi, yerel koşullarınız tarafından belirlenir. Eğer yıldırım rüzgar veya buz nedeniyle güç taşıyan iletkenler ile bir sorun veya temas bir olasılık ise, koaksiyel kalkanın çok fazla akım taşıma yeteneği önemlidir ve ayrı bir topraklama iletkeni iyi bir fikirdir. Tehlikelerin azaltıldığı alanlarda, daha küçük bir iletken yeterli olabilir. Bölgeniz için neyin ihtiyatlı olduğundan emin değilseniz lisanslı bir elektrikçiye başvurun.

NEC'i ihlal etmek için kabul edilebilir bir neden değil.) İyi topraklama uygulamaları hakkında ek bilgi için, *NEC El Kitabı ve* IEEE "Emerald Book" (IEEE STD 1100-2005) iyi referanslardır. Her ikisi de kütüphanelerde mevcuttur. Ev kablolama kılavuzları ev - geliştirme mağazalarında da mevcuttur.

Ek olarak, NEC istasyon içindeki güvenliği de kapsar. İçindeki tüm topraklama iletkenleri

Bina, iletken veya yalıtkan ile diğer iletkenlerden ayrıldıkları durumlar dışında, herhangi bir aydınlatma veya sinyal devresinin iletkenlerinden en az 4 inç uzakta olmalıdır. Diğer kod gereksinimleri, vericileri topraklama sistemine bağlı metal dolaplara yerleştirmeyi içerir. Tabii ki, iletken kulplar ve topuzlar da topraklanmalıdır.

28.1.10 Antenler

NEC Madde 810, anten sisteminizi tasarlarken aklınızda bulundurmanız gereken tel antenler ve besleme hatları için çeşitli gereksinimler içerir. "Koruyucu topraklama iletkeni" (topraklama çubuğuna giden ana iletken) anten kablosu kadar büyük olmalı, ancak # 10 AWG'den küçük olmamalıdır. Topraklama iletkeni (ekipman şasisini birbirine bağlamak için kullanılır) en az # 14 AWG olmalıdır .

Güvenlik için göz önünde bulundurulması gereken en önemli şey, anten sistemi ile güç hatları arasındaki temas potansiyelini ele almaktır. Kodun dediği gibi, "Elektrik çarpması ve elektrik çarpmasının önde gelen nedenlerinden biri, istatistiksel raporlara göre, radyo, televizyon ve amatör radyo iletiminin ve antenlerin ve ekipmanların ışık veya güç iletkenleriyle kazara temas etmesidir". (Bkz. Madde 810.13, İnce Baskı Notu.) Kablo boyutları, bağlama gereksinimleri ve kurulum uygulamaları için koddaki gereksinimler çoğunlukla, ilk etapta temastan kaçınarak ve meydana gelirse bir temasın etkilerini azaltarak trajediyi önlemeyi amaçlamaktadır.

NEC Madde 820, hemen hemen her zaman koaksiyel kablo kullanan ve Madde 810'dan farklı kablolama uygulamaları gerektiren Kablo TV kurulumları için geçerlidir (örneğin, koaksiyel kalkan topraklama iletkeni olarak hizmet edebilir). Müfettişiniz, güvenli bir - koaksiyel kurulum konusunda rehberlik için Madde 820'ye bakabilir, çünkü Amatör Radyo'dan çok daha fazla uydu TV ve kablo TV kurulumu vardır. Sonuçta, kurulumunuzun güvenli olup olmadığı konusunda denetçinin çağrısıdır.

Madde 830, Ağ Destekli İletişim Sistemleri için geçerlidir ve amatörler kulelerinin tepesine 802.11 kablosuz LAN ekipmanı kurmak gibi şeyler yaptıkça, bu Makaledeki gereksinimlere dikkat etmeleri gerekecektir. Bu bölümlerde tartışılan NEC gereksinimleri yıldırımdan korunma ve yüksek gerilim geçici olaylar için yeterli değildir. Daha fazla bilgi için bu bölümde daha sonra "Yıldırım/Geçici Koruma" bölüm **ANTEN İLETKENLER**

Verici antenler harddrawn bakır tel kullanmalıdır: 150 feet'ten daha az desteklenmeyen açıklıklar için # 14 AWG ve daha uzun açıklıklar için # 10 A WG. Bakır kaplı çelik, bronz veya diğer yüksek mukavemetli iletkenler, 150 metreden daha kısa mesafeler için # 14 AWG ve daha uzun mesafeler için # 12 A WG olmalıdır. Açık telli iletim hattı iletkenleri, antenler için belirtilenler kadar büyük olmalıdır. Işık ölçerli telle yapılan gizli antenler kod uyumlu değildir .

KURŞUN-NS

Anten kurşun iletkenleri için birkaç NEC gereksinimi vardır (iletim

hatlar kurşun iletkenlerdir). İletim istasyonları için, boyutlarının anteninkine eşit veya daha büyük olması gerekir. Binalara takılan kurşunlar, emici olmayan izolatörlere bina yüzeyinden en az 3 inç uzakta sıkıca monte edilmelidir. Kurşun iletkenler, en az iki inçlik bir boşluk sağlayan amaç için sağlanan bir açıklıktan sert, yanmaz, emici olmayan yalıtım tüpleri veya burçlardan girmelidir; Ya da delinmiş bir pencere camından. İletici ekipmana giden tüm kurşun iletkenler, kazara temas zor olacak şekilde düzenlenmelidir. RG-58 daha küçük besleme hatlarına sahip gizli antenler kurulumlarında olduğu gibi, yerel denetçinizin kodu nasıl yorumladığına bağlı olarak kod uyumlu değildir.

ANTEN DISCHARGE UNITS (LIGHTNNG ARRESTORS)

Tüm anten sistemleri, anten sisteminden statik yükleri boşaltmanın bir yoluna sahip olmalıdır. Antenin kendisi şant beslemeli dikey gibi kalıcı ve etkili bir şekilde topraklanmadığı sürece, kalıcı ve etkili bir şekilde topraklanmış bir metalik kalkan tarafından korunmayan her bir kurşun iletkenine bir anten deşarj ünitesi (yıldırım tutucu) kurulmalıdır. Her zamanki geçici koruyucuların anten deşarj üniteleri listelenmediğini unutmayın. (Korumalı kurşun girişleri için kod istisnası koaksiyel için değil, ince duvar kanalı gibi kalkanlar için geçerlidir. Koaksiyel örgü, yıldırımdan korunma amacıyla "yeterli" veya "etkili bir şekilde topraklanmış" değildir.) Yıldırım tutucu kurulumuna kabul edilebilir bir alternatif, verici kullanılmadığında kurşunu toprağa bağlayan bir anahtardır (birçok kilovolta dayanabilir). Ev aletleri için bahçe tipi bıçak anahtarı bu iş için yeterince derecelendirilmemiştir.

ANTEN BAĞİ (TOPRAKLI) İLETKENLER

Genel olarak kod, anten sistemini toprağa bağlamak için kullanılan iletkenlerin en az anten iletkenleri kadar büyük, aynı zamanda en az # 10 AWG boyutunda olmasını gerektirir. Anten topraklama iletkeni kurallarının, normal elektrik güvenliği bağı veya yıldırım dağılım alanları veya hatta CATV veya telefon sistemi alanları için olanlardan farklı olduğunu unutmayın .

MOTORIZE KRANK-UP ANTEN KULELERİ

Motorlu bir krank kulesi kullanıyorsanız, özellikle uzaktan kumanda varsa, kodun bazı gereksinimleri vardır. Genel olarak, motorlu cihazın görüş alanındaki motora giden gücü pozitif olarak kesmenin bir yolu olmalı, böylece üzerinde çalışan biri beklenmedik bir şekilde hareket etmeye başlamayacağından emin olabilir. Güvenlik açısından,

Yıldırım Koruma Ekipmanları Üreticileri

Geçerli satıcı iletişim bilgileri için, favori internet arama aracınızı kullanın.

• Alpha Delta Communications: Coax yıldırım tutucular, dalgalanma koruyucuları ile coax anahtarları.

• Wireman: # 4 AWG'ye kadar bakır tel, 2 inç düz bakır kayış, 8 ft bakır kaplı toprak çubukları ve 1 x % -inch buss bar.

• ERİCO İnternational Corporation: CadWeld yapıştırma sistemi ve yıldırımdan korunma ekipmanları .

• Harger Lightning & Grounding: - yıldırımdan korunma bileşenleri.

• İndustrial İletişim Mühendisleri, Ltd (İCE): Coax yıldırım tutucular.

• KF? P Metalwerks: Giriş panelleri yıldırım tutucular, aşırı gerilim koruyucular, 'topraklama ve yapıştırma donanımı vb .

• PolyPhaser Corporation: Besleme hatları, kuleler, ekipman ve benzeri için birçok yıldırımdan korunma ürünleri.

• Sıfır Dalgalanma İnc: Güç hattı dalgalanma koruyucusu.

Uzaktan kumanda noktasından anteni görebilir veya izleyebilirsiniz.

28.1.11 Yıldırım/Geçici Koruma

Neredeyse herkes kendini yıldırımdan koruma ihtiyacını tanır. Kilometrelerce uzaktan, yıldırımın görüntüsü ve sesi onun yıkıcı potansiyelini cesurca gösteriyor. Birçok kişi, yıldırımdan ve diğer olaylardan kaynaklanan yıkıcı geçişlerin, dış antenler güç telefonu ve kablo TV kurulumları gibi birçok kaynaktan elektronik ekipmana ulaşabileceğini fark etmez. Birçok jambon bunu anlamıyorBirkaç on yıllık standart koruma şeması, bir zemin çubuğu ve basit bir "paratoner" yeterli *değildir*.

Yıldırım ve geçici yüksek voltaj koruması, tanıdık bir iletişim senaryosunu izler: istenmeyen sinyali tanımlar, izole eder ve dağıtır. Buradaki fark, istenmeyen sinyalin muhtemelen 200.000 A'da birçok megavolt olmasıdır. Ne yapabiliriz?

Etkili yıldırım koruma sistemi tasarımı - karmaşık bir konudur. Yapılması gereken ve gerekli koruma türünü ve miktarını belirleyen çeşitli sistem takasları vardır. Bir evdeki amatör bir istasyon, haftanın 7 günü, günde 24 saat mevcut olması gereken bir hava trafik kontrol kulesinden çok farklı bir tekliftir. Jambon kolayca bazı genel yönergeleri takip edebilir

Yakındaki yıldırımlar tarafından indüklenen veya yardımcı hatlar aracılığıyla gelen yüksek voltaj olaylarına karşı koruma sağlar. Önce profesyonelleri nerede bulacağınızı konuşalım ve ardından inşaat kurallarını göz önünde bulunduralım.

MESLEK YARDIMI

Yerel yönetiminizden başlayın. Bölgenizde hangi bina kodlarının geçerli olduğunu öğrenin ve birisinin anten kurulumu ve güvenliği ile ilgili düzenlemeleri açıklamasını sağlayın. Daha fazla yardım için, profesyonel mühendisler, yıldırımdan korunma tedarikçileri ve yükleniciler için telefonunuzun sarı sayfalarına bakın.

Yıldırımdan korunma ürünleri satan şirketler, ürünlerini belirli kurulumlara uygulamak için önemli ölçüde yardım sunabilir. Bu şirketlerden biri de Poly Phaser Corporation. Poly Phaser'ın yayınlarının ...nra

CONSTRUCTİON GUIDELİNES

Bağlama İletkenleri

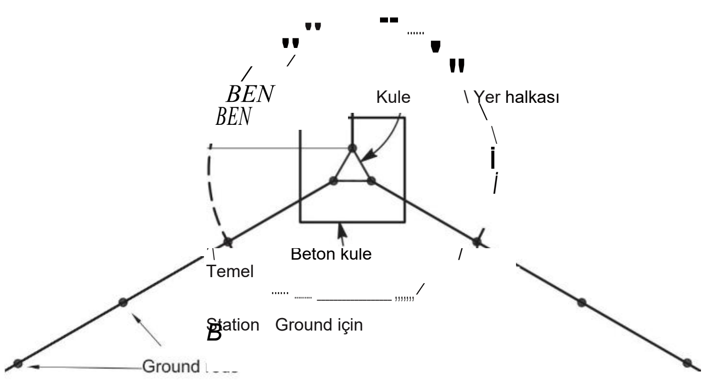
Bakır şerit (veya yanıp sönen*) çeşitli* - boyutlarda gelir. Yıldırımdan korunma için önerilen minimum topraklama iletkeni 1.5 inç genişliğinde ve 0.051 inç kalınlığında veya # 6 AWG telli teldir. Örgülü kayışı dışarıda veya ıslak alanlarda kullanmayın, çünkü bireysel iplikler zamanla oksitlenir ve örgünün bir ac iletkeni olarak etkinliğini büyük ölçüde azaltır. Bakır kayışın aynı uzunlukta bir tel ile aynı endüktansa sahip olduğunu unutmayın. Kayışın montajı daha kolay olabilir ve daha düşük bir RF kaybı sağlarken (örneğin dikey bir anten topraklama sisteminin bir parçasıysa), güç hattı frekansları (NEC'nin endişesi) veya yıldırım için yuvarlak tel üzerinde önemli bir gelişme sağlamaz (indüktansın etkilere hakim olduğu yerlerde).

Gömülü toprak telleri için çıplak bakır kullanın. (Bazı istisnalar vardır; Toprağınız aşındırıcı ise bir uzman tavsiyesi alın.) Fiziksel hasara maruz kalan yer üstü açık koşular, kod gereksinimlerini karşılamak için ek koruma (bir kanal) gerektirebilir. Tel boyutu uygulamaya bağlıdır, ancak toprak elektrotlarını bağlamak için asla # 6 AW G'den daha küçük bir şey kullanmayın. NEC, tel göstergesi kullanan iletkenleri belirtir ve yanıp sönme kullanımını tanımlamaz. Yerel lightningprotection uzmanları veya yapı denetçileri her uygulama için boyut önerebilir .

Kule ve Antenler

Bir kule genellikle mülkteki en yüksek metal nesne olduğundan, en olası grev hedefidir. Uygun kule topraklama yıldırım koruması için gereklidir. Amaç, Dünya'ya kısa çoklu yollar oluşturmaktır, böylece vuruş enerjisi bölünür ve dağılır.

Her kule ayağını ve metal eleman tellerinin her fanını ayrı bir zemin çubuğuna bağlayın.



Şekil 28.8 - Düzgün topraklanmış bir kulenin şeması. Bir bağlama iletkeni, her bir kule ayağını bir zemin çubuğuna ve gömülü (1 ayak derinliğinde) çıplak, kalaylı bir bakır halkaya (kesikli hat) bağlar ve bu da istasyon zeminine ve daha sonra ac güvenlik zeminine bağlanır. Halka çapını, kule ayakları ile hizalanmış yer çubuklarının yaklaşık 6 feet uzaklıkta olacağı kadar büyük yapın. Halkanın ötesine uzanan gömülü radyal teller yaygın bir ticari uygulamadır ve ekstra koruma sağlar, ancak isteğe bağlıdır. Tüm konektörler, korozyonu önlemek için kule ve iletken malzemelerle uyumlu olmalıdır. İletken boyutları ve yıldırım ve voltaj geçici korumasının ayrıntıları için metne bakın.

Çubukları en az 6 metre aralıklarla boşalt. Bacak zemin çubuklarını # 6 AWG veya daha büyük bakır bağlama iletkeni ile birlikte bağlayın (kule tabanının etrafında bir halka oluşturun, bkz. **Şekil 28,8).** Kule halkası zemini ile giriş paneli arasında sürekli bir bağlama iletkeni bağlayın. Topraklama uygulamaları için onaylanmış bağlantı parçaları ile tüm bağlantıları yapın. *Bu bağlantılar için lehim kullanmayın.* Yıldırım çarptığında lehim yok olacak.

Galvanizli çelik (çinko kaplamalı) nemle birleştirildiğinde bakır ile reaksiyona girdiğinden, galvanizli metal ve bakır topraklama malzemeleri arasında paslanmaz çelik donanım kullanın. Rohn ve diğer üreticiler artık galvanizli kule ayaklarını bakır zemin iletkenlerine bağlamak için tasarım yapan zemin kelepçeleri sunuyor.

Grev enerjisinin besleme hattından bir kulübeye girmesini önlemek için, besleme hattını evin dışında topraklayın. Koaksiyel kalkanı antendeki kuleye ve kuleyi ve hattı aynı potansiyelde tutmak için tabana topraklayın. Birçok şirket bu işi kolaylaştıran topraklama blokları sunmaktadır.

Evdeki tüm topraklama ortamları birbirine bağlanmalıdır. Buna ışık geçirmezlik - iletkenleri, elektrik servisi, telefon, anten sistemi alanları ve yeraltı metal boruları dahildir. Kullanılan herhangi bir yer çubuğu Yıldırımdan korunma veya giriş paneli topraklaması için birbirinden ve elektrik servisinden veya diğer kullanım alanlarından en az 6 metre aralıklı olmalı ve daha sonra NEC'nin gerektirdiği şekilde ac sistemi zeminine bağlanmalıdır.

Tek Noktalı Zemin Paneli (SPGP)

Geçici korumaya sahip temel konsept, tüm radyo ve diğer ekipmanların birbirine bağlandığından ve geçici bir voltajın varlığında "birlikte hareket ettiğinden" emin olmaktır. Kulübenin'yer "potansiyelinde olması o kadar önemli değil, aksine, her şeyin *aynı* potansiyelde olması. Yıldırım çarpmasını oluşturan bireysel vuruşlar gibi hızlı yükseliş süresi geçişleri için, kısa bir tel bile tel boyunca voltaj düşüşünün önemli olması için yeterli indüktansa sahiptir, bu nedenle ister zemin katta ister bir binanın 10. katında olun, kulübeniz Dünya potansiyelinden "uzak'dır.

Her şeyin aynı potansiyelde olmasını sağlamanın en kolay yolu, tüm sinyal zemin bağlantılarını ortak bir referansa bağlamaktır. Büyük tesislerde, bu referans, -zeminin altındaki bir ızgara çapı kabloları veya geniş bakır çubuklar veya hatta sağlam bir metal zemin ile sağlanacaktır. Jambon kulübesi gibi daha küçük tesisler için daha pratik bir yaklaşım

Hızlı Geçişli Tellerde Voltaj Artışı

Genel bir kural, tek bir telin metre uzunluğu başına yaklaşık 1 μH'lik bir indüktansa sahip olmasıdır. Bir indüktör V = L Ai/At arasındaki voltaj. (Ai/At, birim zaman başına akımdaki değişimdir.) Bir yıldırım çarpması yaklaşık 1-2 μs'lik bir yükselme süresine sahiptir, bu nedenle akım sıfırdan
Bir veya iki mikrosaniyede 10 kA, 1 kA/us (109 A/s) üzerinde bir Ai/At. 1 μH kadar düşük bir indüktans, bu geçici akımdan 1000 voltluk bir voltaj yaratacaktır.

Tek noktalı zemin paneline (SPGP) sahip olmak. SPGP ayrı bir metal panel olabilir veya bir elektrik kutusuna kapatılabilir. - SPGP'nin tam bir tartışması için Referanslar bölümündeki Block'un makalelerine bakın. Makaleler, ARRL'nin Radyo **Teknolojisi Konuları web sitesinde (www.arrl.org/radio-technology-topics)** Güvenlik altında ve Radyo *Amatörleri için Topraklama ve Yapıştırma adlı ARRL kitabında çevrimiçi olarak mevcuttur.*

SPGP binanın dışına monte edilmelidir. Bunu yapmanın en kolay yolu, büyük bir metal muhafaza veya metal bir paneli bölme ve topraklama bloğu olarak monte etmektir. Panel, kısa bir geniş iletken (minimum empedans için) ile yıldırım dağılım zeminine bağlanmalı ve tüm gerekçeler gibi elektrik sisteminin zeminine bağlanmalıdır. Tüm koruyucu cihazları, anahtarları ve röle bağlantılarını dış duvara monte edin. Muhafaza veya panel, yıldırım akımları bir bileşenin arızalanmasına neden olursa, erimiş metal ve yanan enkaz bir yangın başlatmayacak şekilde kurulmalıdır.

Anten sistemi kontrol hatları, telefon ve CATV kabloları da dahil olmak üzere yapıya giren her iletken, bir giriş panelinde kendi dalgalanma bastırıcısına sahip olmalıdır. Bastırıcılar, İndustrial Communication - Engineers (İCE) ve Poly Phaser gibi üreticilerin yanı sıra Square-D gibi normal elektrikli ekipman tedarikçilerinden temin edilebilir.

Bir grevde enerjinin akışını kontrol etmek ve dalgalanmaların binaya girmesi için olası yolları ortadan kaldırmak istiyoruz. Rota besleme hatları, rotatör kontrol kabloları ve benzeri yakındaki diğer topraklanmış metal nesnelerden en az altı metre uzakta. Gelen, korumasız kabloları, herhangi bir yıldırım önleyicinin korumalı tarafındaki kablolardan da uzak tutun .

Yıldırım tutucular

Besleme hattı yıldırım koruyucuları hem koaksiyel kablo hem de dengeli hat için mevcuttur. Dengeli çizgi tutucuların çoğu basit bir kıvılcım aralığı düzenlemesi kullanır, ancak dengeli bir çizgi

Darbe baskılayıcı İCE'den temin edilebilir.

Koaksiyel kablo için DC engelleme tutucuları sabit bir frekans aralığına sahiptir. RF'ye düşük bir empedans sunarken yıldırıma yüksek empedans (1 MHz'den az) sunarlar.

DC süreklilik tutucuları (gaz tüpleri ve kıvılcım boşlukları), de bloklarından daha geniş bir frekans aralığında kullanılabilir. Koaksiyelin uzak cihazlara (örneğin, direğe monte edilmiş bir preamp veya uzaktan koaksiyel anahtar gibi) besleme voltajları taşıdığı durumlarda, sürekli olmayan

28.1.12 İstasyondaki Diğer Tehlikeler

UPS VE ALTERNATİF ENERJİ KAYNAKLARI

Birçok jambon, ekipmanları için alternatif enerji kaynaklarına veya kesintisiz bir güç kaynağına (UPS) sahiptir, böylece bir elektrik kesintisi sırasında çalışmaya devam edebilirler. Bu, bazı ek güvenlik endişeleri getirir, çünkü gücün kesildiğinden emin olmak için "kırıcıyı kapatma" yaklaşımının işe yaramayabileceği anlamına gelir.

Ticari tesisatlar, yangın yönetmelikleri - veya elektrik kodları genellikle acil durum kapatma (EPO) sisteminin (kapının yanındaki büyük kırmızı düğme) UPS sisteminin pillerini de çıkarmasını veya en azından ac çıkışını devre dışı bırakmasını gerektirir. Bu, iletken aletlerle delik kesen veya iletken su püskürten itfaiyecilerin elektrik çarpması riskiyle karşı karşıya kalmamaları içindir. (NEC'ye göre, Madde 645-10 ve 645-11, bilgi teknolojisi odalarında kurulu 750 VA'nın üzerindeki UPS'lere, tüm UPS besleme ve çıkış devrelerine güç bağlantısını kesmek için bir araç sağlanmalıdır. Bu bağlantı kesme anlamı

Amatör İstasyondaki Yangın Söndürücüler

Her amatör istasyon eldeki yangın söndürücü. Amatör istasyonlar için üç tip yangın söndürücü uygundur:

- Sınıf A: Ahşap veya kağıt gibi yanıcı katı malzemeler
- Sınıf B: Yanıcı sıvı veya gazlar
- C Sınıfı: Enerjili elektrik yangını

Sabit veya taşınabilir bir istasyonda "ABC" sınıfı söndürücüler bulunmalıdır.
Mobil istasyonların B ve C sınıfı yangınlarla karşılaşma olasılığı daha yüksektir. Sıvı su söndürücüler veya hortumlar asla bir elektrik yangınında kullanılmamalıdır, çünkü çoğu su bir elektrik iletkenidir ve elektrik çarpması tehlikesi yaratır. Yangın söndürücüler hakkında daha fazla bilgi için "Bir İstasyon Kurmak" bölümüne bakın.

Bataryayı da yükünden ayıracaktır. Kod ayrıca, bu bağlantı kesme araçlarının kontrolünün gruplandırılmasını ve tanımlanmasını ve ana çıkış kapılarında kolayca erişilebilir olmasını gerektirir.)

Güneş paneli kurulumlarında da benzer bir sorun var. Kesicinin kapalı olması, güneş panelinde tehlikeli voltajların bulunmadığı anlamına gelmez. Üzerlerine ışık düştüğü sürece, voltaj mevcuttur. Yük olmadan, panellerin bir kısmına düşen nispeten loş bir ışık bile bir şok veya ekipman hasar tehlikesi oluşturabilir. Pilsiz modem ızgara bağlı güneş sistemleri genellikle panelleri seri olarak kablolanır, bu nedenle

Birkaç yüz volt olağandışı değildir.

NEC'in son revizyonları, fotovoltaik - (PV) kurulumların, bağlantı kopmaları, yapıştırma ve topraklama ile ilgili sorunları ortaya çıkaran birçok yönünü ele almıştır. - Yerel makamlarınıza danışmak her zaman akıllıcadır ve yararlı bilgiler hazırlayan New Mexico State Üniversitesi'ndeki Southwest Technology Development İnstitute gibi birkaç kuruluş vardır (bu bölümün sonundaki referanslara bakın). Genel olarak, 12 veya 24 V'daki PV sistemleri NEC kapsamında değildir.

ENERJİK CIRCUITS

Enerjili devrelerle çalışmak çok tehlikeli olabilir, çünkü ölçüm cihazları olmadan hangi devrelerin canlı olduğunu söyleyemeyiz. Sorun giderme, hizalama veya diğer "canlı" prosedürlerle karşı karşıya kaldığımızda kendimize sormamız gereken ilk şey, "Elektrik çarpması tehlikesini azaltmanın bir yolu var mı?" İşte sadece bunu yapmanın bazı yolları.

1) Mümkün olan her durumda, bir ohmmetre ile sorun giderin. Güvenilir bir şematik diyagram ve çeşitli devre koşullarının direnç okumalarını nasıl yansıtabileceğine dikkat ederek, canlı test yapmak genellikle gereksiz olacaktır.

2) Enerjili devrelerden adil bir mesafe tutun. Mesafe açısından'iyi uygulama'nedir? NEC, voltaj seviyesine bağlı olarak elektrikli ekipmanın etrafındaki minimum çalışma alanını belirtir. Buradaki ilke, canlı iş yapan bir kişinin yeterli alana ihtiyaç duymasıdır, böylece enerji verilen ekipmana tehlikeli bir şekilde yakın olmaya zorlanmazlar.

3) Bir devrenin voltajını ölçmeniz, voltmetreyi güvenli bir şekilde kapatarak, yedekleyerek ve ancak daha sonra enerji vererek takmanız gerekiyorsa

Elektrik Çarpması Tehlikeleri ve Etkileri

Birisi elektrik şoku aldığında ne olur?

Elektrokūsyonlar (ölümcül elektrik şokları) genellikle kalbin normal ritminde atmayı bırakmasından kaynaklanır. Ventriküler fibrilasyon adı verilen bu durum, kalp kaslarının titremesine ve koordineli bir şekilde çalışmayı durdurmasına ve kalbin kan pompalamasını engellemesine neden olur.

Ventriküler fibrilasyon ile sonuçlanan akım akışı bireyler arasında değişir, ancak 100 mA ila 500 mA arasında olabilir. Daha yüksek akım seviyelerinde kalp fibrilasyona daha az eğilimli olabilir, ancak ciddi hasar beklenir. Çalışmalar göstermiştir 60-Hz alternatif akım
Akıntılardan daha tehlikeli olmak.
Kardiyopulmoner resüsitasyon (CPR) uygulamasına vurgu yapılır, çünkü bu teknik mekanik akış sağlayabilir
Sağlık görevlileri "yeniden"...
Kalbin normal atım paternini başlat. Defibrilatörler aslında kalbi normal bir kalp atışına "şok etmek" için dikkatlice kontrol edilen bir dalga formu uygularlar. Bu her zaman işe yaramaz, ancak mevcut en iyi prosedürdür.

Şiddetli şoklarla ilişkili en önemli faktörler nelerdir?

Vücutta akan akımın en önemli faktör olduğunu duymuş olabilirsiniz ve bu genellikle
doğru. Akımın vücuttan geçtiği yol, sonucu büyük ölçüde etkiler. Ohm Yasasının basit uygulaması bize sabit bir dirençle uygulanan voltaj ne kadar yüksek olursa, akacak akımın o kadar büyük olduğunu söyler. Çoğu elektrik çarpması cilt temasını içerir. Deri, ölü hücre tabakası ve genellikle yağ dokuları ile adil bir yalıtkandır. Ancak voltaj olarak
Cildin parçalanacağı bir noktaya ulaşacağını arttırır. Daha sonra daha derin dokuların indirgenmiş direnci daha büyük bir akımın akmasına izin verir. Bu nedenle elektrik kodları "yüksek voltaj" terimini 600 V'un üzerindeki bir voltaj olarak ifade eder.

Ne kadar az voltaj öldürücü olabilir?

Bu tamamen devredeki iki temas noktasının direncine, vücudun iç direncine ve akımın vücutta geçtiği yola bağlıdır. Tarihsel olarak, ölümcül şok raporları, 24 V kadar az bir miktarın son derece olumsuz koşullar altında ölümcül olabileceğini göstermektedir. Biraz perspektif eklemek için, hastane ameliyathanelerinde ciddi elektrik çarpmasını önlemek için kullanılan bir standart, elektronik aletlerden sızıntı akışını yalnızca 50 µA ile sınırlar.
Hastanın vücudunda elektrikli cihazların ve ilgili iletkenlerin kullanılması.

devre. Sayacı çıkarmadan önce gücü çıkarın.

4) Eğer birisini enerjili bir devreye maruz bırakabilecek menteşeli veya kolayca çıkarılabilir kapaklara sahip bir ekipman inşa ediyorsanız, muhafazanın hala güç açıkken açılması durumunda gücü güvenli bir şekilde kaldıran kilitleme anahtarlarını takın. Muhafazayı açmak için araçlar gerekiyorsa, İnterlock anahtarları genellikle kullanılmaz.

5) Güç kesilse ve güç kablosu kesilse bile bir devrenin sıfır potansiyelde olduğunu asla varsaymayın. Kapasitörler önemli bir süre için bir şarj tutabilir ve hatta boşaldıktan sonra kısmen şarj olabilir. Bleeder dirençleri takılmalıdır, ancak voltajı boşalttıklarını varsaymayın. İnstead, güç çıkarıldıktan ve kesildikten sonra, voltajın mevcut olmadığından emin olmak için tüm maruz kalan iletkenleri ve terminalleri topraklamak için bir "kısa devre çubuğu" kullanın. Birkaç joule'dan fazla enerji depolayan yüklü kapasitörlerle çalışacaksanız, bir Yüksek voltajlı "boşaltma çubuğu", deşarj akımını yaklaşık 5-10 A ile sınırlayan toprağa seri olarak düşük değerli direnç. Büyük yüklü bir kapasitör boyunca kısa bir ölü, dahili termal ve manyetik stres nedeniyle kondansatöre zarar verebilir. Tornavida kullanmaktan kaçının, çünkü bu tutucuyu devreye çok yaklaştırır ve tornavidanın bıçağını mahvedebilir. Yanlışlıkla enerji veren ekipmana karşı maksimum koruma için, ekipman üzerinde çalışırken yüksek voltajlı devreler ve toprak arasında kısa devre yapan bir kurşun takın.

6) Bir seri kondansatör dizisini kısaltmak, kondansatörlerin boşalmasını sağlamaz. Serideki iki 400 µF kapasitörü düşünün, biri + 300 V'a, diğeri ise -300 V'a, orta nokta ile yere yüklenir. Seri dize boyunca net voltaj sıfırdır, ancak her biri içinde depolanan önemli (ve ölümcül) enerjiye sahiptir. Uygun uygulama, her bir kapasitörü tum içinde boşaltmak, deşarjdan sonra kısa devre yapan bir jumper koymak ve daha sonra bir sonrakine geçmektir.

7) Eğer bir mea almak için bir sonda tutmalısınız - Emin olun her zaman bir eliniz cebinizde olsun. Yüksek voltajlı tehlikelerde kenar çubuğunda belirtildiği gibi, akımın vücudunuzdan geçebileceği en kötü yol, akış göğüs boşluğundan geçeceği için elden ele doğrudur.

8) Birinin odada sizinle birlikte olduğundan ve gücün güvenli bir şekilde nasıl çıkarılacağını bildiklerinden emin olun. Eğer sizi güç hala açıkken yakalarlarsa onlar da şok olacaktır.

9) Test ekipmanı probları ve uçları çok iyi durumda olmalı ve karşılaşacakları koşullar için derecelendirilmiş olmalıdır.

10) "Yüzen" (topraklanmamış) test ekipmanlarının tehlikelerine karşı dikkatli olun. Bu tehlikeyi önlemek için çeşitli seçenekler mevcuttur.

11) Toprak arızalı devre kesiciler, 120-V devrelerde zeminden akan başıboş akımlar için ek koruma sağlayabilir. Sınırlarını bilin. Örneğin, doğrusal amplifikatörlerde plaka besleme voltajları için koruma sağlayamazlar.

12) Ac/de güç kaynakları içeren eski radyo ekipmanlarının kendi tehlikeleri vardır. Bunlar üzerinde çalışıyorsanız, şasi doğrudan sıcak veya nötr güç iletkenine bağlanabileceğinden, bir izolasyon transformatörü kullanın.

13) Amaçlanan uygulamaları dışında kullanıldığında başarısız olabilecek elektrolitik kapasitörlerin farkında olun.

14) Sigortaları yalnızca uygun derecelendirmelere sahip olanlarla değiştirin. Derecelendirme değilAkım, aynı zamanda hesaba katılır.Açıldığı hız ve de mi yoksa ac için mi derecelendirilir.DC sigortaları tipik olarak ac için olanlardan daha düşük voltajlarda derecelendirilir, çünkü ac devrelerindeki akım her yarım devirde bir kez sıfırdan geçer ve söndürme için bir ark süresi verir. 120 V ac görev için derecelendirilmiş anahtarlar ve sigortalar genellikle yüksek akım de uygulamaları (ana pil veya güneş paneli bağlantısı kesilmesi gibi) için uygun değildir.

28.1.13 Elektrik Güvenliği Referansları

ARRL Technical İnformation Service Elektrik güvenliği ile ilgili web sayfası ARRL web sitesinin teknoloji alanı.

Black & Decker Komple Kablolama Kılavuzu, 6th Edition, Cold Spring Press, 2014.

Blok, R.W., "Amatör Radyo İstasyonu için Yıldırım Koruması", Bölüm 1-3 (Haziran, Temmuz ve Ağustos 2002 *QSI).*

Blok yapın. R.W., "The" Grounds "for Lightning and EMP Portection", Polyphaser Corporation, 1993.

Federal Bilgi İşlem Standartları (FIPS) yayın *94: ADP İnstallations için Elektrik Enerjisi Kılavuzu. FIPS,* Ulusal Teknik Bilgi Servisi'nden temin edilebilir.

IEEI: *Soares'in Topraklama Kitabı,* İnternational Association of Electrical İnspectors (IEEI)'dan edinilebilir.

"IEEE Std 1100 - 2005 IEEE Elektronik Ekipmanı Güçlendirmek ve Topraklamak için Önerilen Uygulama", *IEEE Std 1100-2005 (IEEE Std 1100-1999'un Revizyonu),* pp 0_1-589, 2006. "Bu belge önerilen tasarım, kurulum,
ve elektrik enerjisi ve topraklama (hem güvenlik hem de gürültü kontrolü dahil) ve endüstriyel kontrolörler, bilgisayarlar ve ticari ve endüstriyel uygulamalarda kullanılan diğer bilgi teknolojisi ekipmanları (İTE) gibi elektronik yüklerin korunması için bakım uygulamaları. "

Ulusal Elektrik Kodu El Kitabı 2017, NFPA 70, Ulusal Yangından Korunma Derneği, Quincy**, MA (www.nfpa.org), kütüphaneler** aracılığıyla da mevcuttur.

Silver, W., *Grounding and Bonding For the Radio Amateur, 2. baskı, ARRL*, 2021.

Güneş enerjisi web siteleri **- www.nmsu. edu/-tdi/PV = NEC _ HTML/pv-nec/pv-nec.html ve www.solarabcs.org**

Yıldırım Koruma Sistemleri, NFPA 780, Ulusal Yangın Koruma Derneği, Quincy, MA (www.nfpa.org**).**

Koruma Grubu'nun Bilgi Bankası'nda bulunan beyaz kağıtların listesine bakın **www.protectiongroup.com.**

28.2 Anten ve Kule Güvenliği

Anten ve kule güvenliği konusu hiçbir şekilde akademik bir uğraş değildir. Sadece 2019 ve 2020 yıllarında, amatör radyo kulesi çalışmasıyla ilgili altı kayıtlı ölüm ve diğer durumlarda ciddi yaralanmalar vardı. Bu trajik olayların nedenleri önceden belirlenebilir ve önlenebilir. Dikkatli bir dikkat ve özenle, hiçbir jambonun hayatını kaybetmesi veya bir anten sistemi üzerinde çalışırken ciddi yaralanmalara maruz kalması gerekmez.

Seçilen anten desteğinin bir ağaç kadar basit veya uzun boylu kadar sofistike olup olmadığı, Amaca yönelik kule, her anten projesi yaşam ve uzuv için risk oluşturabilir. Karşılaşılabilecek tehlikelerden bazıları şunlardır:

- Elektriksel tehlikeler
- Yapısal arızalar
- Kaldırma ile ilgili tehlikeler ve düşürücü ekipman
- Önemli yükseklikten düşer
- Zorlu hava
- Düşen nesneler
- Ekipman arızası

İlk bölümde, anten çalışmasının güvenli bir gününü yaratması muhtemel bazı önemli düşünme ve çalışma yollarını tanıtıyoruz. Bu materyal, antenler ve destekleyici yapılarla ilgili güvenlik konularına ve uygulamalarına iyi bir genel bakış sunar. Bölümlerin geri kalanı öncelikle kule yapımı ve bakımı sırasında karşılaşılan güvenlik sorunlarına odaklanır, ancak teknikler diğer anten destekleri için de geçerli olabilir.

28.2.1 Güvenlik Planlaması

Güvenlik *sadece ayarlayıp unutabileceğiniz bir şey değildir.* Sadece *alış-veriş değil.* Bu bir düşünce biçimi; Yaygın; Yaptığınız her şeyde kökleşmiş olmalıdır. Doğru yapıldığında, güvenlik uygulamaları uzun vadeli faydalar sağlar.

Her anten projesinin birkaç önemli aşamadan oluşan bir ömrü vardır. Bu aşamalar *Planlama, İnşaat, Bakım ve Kaldırma içerir.* Bu aşamaların her birine ve her birine dahil edilebilecek güvenlik uygulamalarına bir göz atalım.

PLANNILGIN EVRESİ

Her anten projesi bir tür *Planlama ile başlar.* Basit bir tel anten veya bir kule ve dönebilen antenler içeren çok daha büyük bir kurulum olsun, inşa etmeye başlamadan önce bir dizi önemli karar vermeniz gerekir.

Tasarım belki de planlama aşamasının en kritik parçasıdır. İn anten sistemi tasarımı, anten sisteminin konumu ile ilgili soruları dikkate alacaksınız; Kullanılacak parçaların ve parçaların büyüklüğü, ağırlığı ve gücü; ve tüm destekleyici bileşenlerin gücü. İklim ve hava durumu, istenen ömür, bakım gereksinimleri, bütçeler ve yerel düzenlemeler gibi faktörlerin tümü tasarımınızı etkileyecektir. Tasarımı doğru yapmak özellikle önemlidir, çünkü sistemin tüm ömrü boyunca ne olacağına dair bir zemin hazırlar. İyi bir tasarım, tüm ömrü boyunca etkili, güvenilir ve güvenli olacak bir sistemle sonuçlanabilir.

Muhafazakârlık güvenli bir projenin parolasıdır. Maksimum güvenlik, muhafazakar bir perspektiften ileriye doğru yol oluşturarak en iyi şekilde sağlanabilir. Muhafazakar hedefler ve spesifikasyonlar sadece proje için güvenlik marjlarını arttırmakla kalmayacak; Onlar inşaat, bakım ve kaldırma sonraki aşamaları ile ilgili çaba ve maliyeti azaltmak.

YAPİ AŞAMASI

İnşaat, anten veya anten destek yapısının - kurulduğu süreyi, genellikle bir jambon ekibi tarafından bir veya daha fazla gün konsantre çabayı açıklar. İnşaat, bir anten veya kulenin ömründe yaralanma riskinin en yüksek olduğu iki aşamadan biridir. Katılanların bazıları deneyime sahip olabilirken, diğerleri anten ve kule yapımı sürecinde yenidir. Projenin test edilmeye hazır olacağı anın heyecanı ve beklentisiyle beslenen ekip, işi hızlı bir şekilde yapmak için genellikle motive olur. Herhangi bir işi mümkün olan en kısa sürede tamamlama baskısıyla, gelenleri veya dikkat dağıtıcıları güvenli prosedürlerden kesme eğilimi ortaya çıkar. En iyi planlama, ekip üyeleri adımları atlamaya, yetersiz beceri veya araçlarla çalışmaya veya kritik adımları atlamaya karar verdiğinde kolayca tehlikeye girer. Prosedürler. Bu, herkesin güvenli uygulamaları ön ve orta tutmak konusunda uyanık olması gereken bir dönemdir.

MAİFENANS EVRESİ

Yeni anten veya kule tamamen kurulduktan ve test edildikten sonra, hizmet ömrü başlar. Bir anten sisteminin her sahibi/operatörü, uzun ömürlü sorunsuz bir - çalışma umuyor. Ancak aşınma ve yıpranma, tüm mekanik ve elektrikli cihazlar için bir yaşam gerçeğidir. Bazı bozulma biçimleri, somun ve cıvataların gevşetilmesi, korozyon ve sürtünmeye maruz kalan halatlar veya kablolarda aşınma gibi öngörülebilir. Bunlar *önleyici bakım (PM)* adımlarıyla ele alınabilir ve alınmalıdır. Yıllık donanım kontrolleri bir zorunluluktur. Anten destek halatlarını başarısız olmadan önce, belki de iki yılda bir değiştirin. PM, çok daha büyük sorunları önleyecek ve çok daha büyük ve riskli onarım projelerine olan ihtiyacı önleyecektir.

KALDIRIM AŞAMASI

Bir anten projesinin ömründe kalan riskli aşama - özellikle bir kule ile ilgili olarak - çıkarmadır. Mevcut bir kulenin alınması sırasında çeşitli riskler ortaya çıkmaktadır. Bir kulenin kaldırılmasıyla ilgili en yaygın güvenlik risklerinden ikisini ele alalım.

Bilinmeyen İnşaat Malzemeleri ve Yöntemleri

Jambon, bir jambon hareket ederken veya başka bir şekilde artık kullanamadığı zaman bir kulenin veya başka bir anten yapısının çıkarılmasına yardımcı olmak için nadir değildir. İlk birkaç soruyu sorduktan sonra, orijinal inşaat detaylarının belgelenmediğini bulmak çok yaygındır. Tabanında beton ve sahte bir kulenin çapaları var mı? Ne kadar? Çatı kulesi çatıya nasıl bağlanır? Direk için hangi malzeme kullanıldı? Sadece görsel inceleme ile tanımlanabilir mi? Bu soruların cevapları bilinmediğinde, çalışanlar önemli risklerle karşı karşıyadır. Güvenlik tespiti yapmak için yeterli bilgi yoksa, yalnızca bir doğru eylem planı vardır - profesyonelleri arayın.

Eski İnstallations

Bir kurulum uzun yıllar boyunca yapıldığında, riskler artar. Korozyonun donanımı istila ettiği neredeyse kesin. Sık sık, korozyon görünmez; Eğitimli bir profesyonel bile bunu tespit etmekte zorlanabilir. Bir kule ve antenlerin kurtarma değeri karşılığında bir kaldırma projesi alma fırsatı, kaçınılması gereken bir cazibedir. Kule ve anten kurulumlarıyla çalışma konusunda yüksek eğitimli ve deneyimli değilseniz, doğru hareket şekli profesyonelleri çağırmaktır.

28.2.2 Anten Destekleri ve Yapıları

AĞAÇLAR

Orijinal anten destekleri ağaçlardı: eğer varsa, kullanın. Onlar özgür ve düzensiz, bu yüzden daha kolay olamazdı. Köknar ve çam gibi tek paletli çeşitlerin kullanımı, çok paletli çeşitlere göre daha kolaydır. Çok telli ağaçların kullanımı imkansız değildir, ancak daha fazla çalışma gerektirir. Dipoller veya diğer tel anten türleri için, ağacın telin bir ucunu desteklemesini planlayın; Merkez destekli ters V veya benzeri bir - konfigürasyon kurmaya çalışmak, araya giren tüm dallar nedeniyle neredeyse imkansızdır.

Ağaçlarla çalışırken bile, güvenlik tehlikelerinin potansiyelinin farkında olmak önemlidir. Ağaçların anten desteği olarak kullanılmasıyla ilgili iki temel güvenlik riski vardır:

Güç Hatlarına Yakınlık

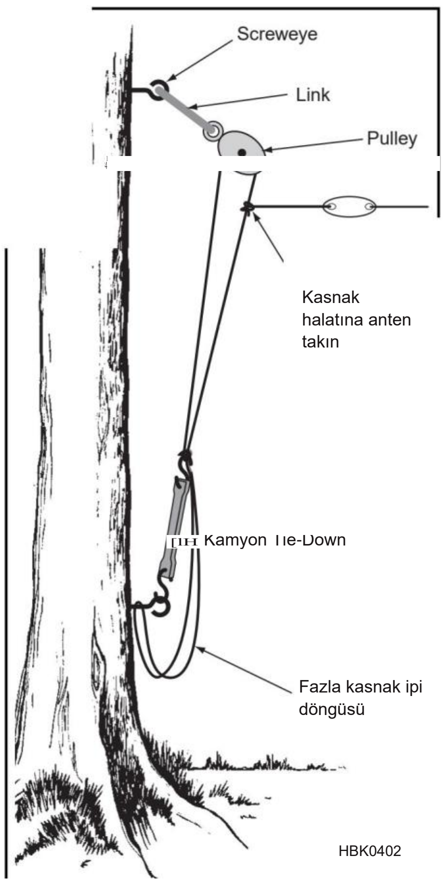
Antenler metaliktir ve güç hatlarından önemli bir mesafede tutulmalıdır. Bir elektrik hattına kazara temas eden herhangi bir tel veya boru ölümcül bir tehlikedir. İletken olmayan manşonlarla korunan antenler bile güç hatlarıyla temas ettirilmemelidir. Anteninizin desteklediği ağaçları seçtiğinizde, ağacı dikkatlice inceleyin. İt ağaç ornear görmek zor olabilir herhangi bir güç hatları yakın olan ağaçları kullanmaktan kaçınmak önemlidir. Uzman bilgisi olmadan, elektrik direklerindeki herhangi bir telin ve bir servis giriş noktasında evinize giren herhangi bir telin tehlikeli olduğunu ve kaçınılması gerektiğini varsaymalısınız.

Tırmanma

Genel olarak, bir anteni kurmak için bir ağaca güvenle tırmanmak, hem ağacı hem de tırmanıcıyı koruyan özel ekipman ve eğitim gerektirir. Profesyonel ağaç uzmanları ve ağaç hizmetleri gerekli tüm deneyim ve ekipmana sahiptir. Profesyonel ağaç tırmanıcıları genellikle küçük bir ücret karşılığında yardım etmeye isteklidir.

Anteninizi tırmanmadan bir ağaçta yüksek bir şekilde desteklemek için epeyce seçenek vardır. Halat testereleri, direk düzelticiler, halatlar, kasnaklar ve diğer aletler anteniniz için güçlü ve güvenli bir destek noktası oluşturabilir.

İstediğiniz yükseklikte ağaca güvenli bir şekilde erişebilmeniz için, etkili bir yöntem, gövdeye veya güçlü bir dala bir kasnak ile bir vida gözü takmak, daha sonra dallardan anten için bir "pencere" oluşturmak için yeterli uzuvları kesmektir. Son olarak, anten izolatörüne bir halat yarda takın. İşte faydalı bir ipucu: *Yarda'yı* **Şekil 28.9'da gösterildiği gibi sürekli bir döngü haline getirin.** Neredeyse her zaman kopan anten teli olduğundan, sürekli bir yarda, teli ve yalıtkanı yeniden takmayı kolaylaş **Güvenli** bir **28.15** ile, eğer **uygulamalar**



Şekil 28.9 - Döngü ve yarda yöntemi Ağaçlarda tel antenleri desteklemek. Anten kırılırsa, sürekli halat döngüsü ağaca tırmanmadan anten onarımına veya değiştirilmesine izin verir.

Anten kırılır, ağaca kasnağa ulaşmak için tırmanılması gerekir, ardından hattı yeniden takın ve takın.

Tellerinizi ağaçlarda yüksek tutmanın bir başka popüler seçeneği de bir çeşit başlatıcı kullanmaktır. Bir yay ve ok kullanmak, daha büyük bir çizgi çekmek için bir ağacın üzerinden bir olta çekmek için geleneksel bir yöntemdir. Bazıları, başlangıç çizgisini yüksek bir dal üzerinden almak için iyi seçilmiş bir ağırlığa sahip bir sapan veya olta kullanır. Ticari kompresedair rampaları veya "spud tabancaları" 200 feet'ten daha fazla yüksekliğe ulaşabilir! Tüm bu tekniklerde başarının sırlarından biri, hattı ağacın içinden yere geri çekecek kadar büyük bir ağırlığa sahip hafif bir olta ile başlamaktır. Ardından, dalın üzerinden orta ağırlıkta bir çizgi çekmek için hafif hattı kullanın ve son olarak ağır hizmet halatını yerine çekin. İlk ağırlık parlak renkli olmalıdır, böylece zeminde veya ağaçta bulabilirsiniz.

DIREKLER VE DIREKLER Yere monte direkler ve direkler çok çeşitli boyutlarda ve güçlerde gelir. Tele-Kapsam fiberglas kutupları, özellikle taşınabilir ve geçici kullanım için tel antenler için popüler desteklerdir. Hafif görev TV anten şınav direkleri küçük ışın antenlerini destekleyebilir. AB-155 askeri fazla direkler, adamlar ve tripodlar tarafından desteklenen istiflenebilir fiberglas ve alüminyum boru bölümlerini kullanır. Bir başka askeri tarz direk olan AB-577, genellikle orta ölçekli bir HF ışınını destekleyebilen "roketatar'olarak adlandırılan tamamen alüminyum bir krank-up maskesidir.

Her türlü direkler zorluklar sunar; Onları aşırı yüklemeyin. Burada listelenen seçeneklerin hiçbiri tırmanamaz, bu nedenle anten veya montaj dişlisi, direk kaldırılmadan önce zemin seviyesinde bağlanmalıdır. Antenli direkler, yatay bir - konumdan dikey olarak "yukarı doğru yürünürken" bükülebilir veya kırılabilir. İstiflenebilir bölümler, alttan daha fazla bölüm eklemek için direk kaldırılırken direği dikey tutmak için sağlam destekler gerektirir. Direk üreticisi yol tarifleri ve güvenli yükleme bilgileri sağlayacaktır. Direğe zarar vermemek veya yaralanmalara neden olmamak için bu talimatlara uyulmalıdır. Ayrıca, bir süpervizör veya gözlemcinin ilerlemeyi izlemesi ve direk kurulurken güvenli olmayan durumlara dikkat etmesi akıllıca olacaktır.

Bir direğin esnekliği, yan adamları özellikle önemli kılar, çünkü yük altında yana doğru bükülmesini önlerler. Direkler, düz tutulduklarından emin olmak için kurulum sırasında ekstra özen gerektirir. Bir eğri geliştiğinde, çok hızlı bir şekilde çökme meydana gelebilir. Direk kaldırılırken adamları yönetmek için bir ekip gerekiyorsa, herkesin prosedürü bilmesi ve koordinasyon talimatlarının takip edilmesi için bir uygulama oturumu düzenlenmelidir.

Çelik şınav direkleri, özellikle - genişletilmiş direğin tüm ağırlığını taşıyan son bölümleri kaldırırken ağırdır. Kayma bölümü parmakları ve elleri ciddi şekilde yaralayabilir. Şınav direkleri yukarı doğru yürünebilir, ancak yalnızca hafif antenler takılıyken (dikey olmadığında yüklenirse üst bölümün bükülmesi muhtemeldir).

Yeni veya kullanılmış ahşap direkler çok sağlamdır, ancak ucuz değildir, kutup ayarlı bir kamyonla özel kurulum gerektirir ve bunlar için ticari anten montaj donanımı yoktur. Bu onları çoğu kurulum için kötü bir seçim yapar. Mevcut yardımcı direkleri, - herhangi bir tipteki yardımcı hatları destekliyorsa anten desteği olarak kullanmayın.

KULELER

Kuleler, güvenli ve etkili bir sistem tasarlamak ve kurmak için önemli bir çaba gerektirir, ancak büyük, döndürülebilir antenler ve diziler için tek uygun seçimdir. Daha büyük antenlerin ve aksesuar ekipmanlarının ağırlığını ve torkunu destekleyebilmenin yanı sıra, ticari kule üreticileri tarafından sunulan seçenekler, her bir kule kurulumunun ihtiyaçlara uyacak şekilde tasarlanmasına izin verir. İstasyon sahibi. Doğru kule tipinin seçimi ve uygun inşaat ile çok çeşitli görevler karşılanabilir. Dikkatli planlama ve hazırlık gerektiren birçok güvenlik sorunu vardır. Bunlar sonraki bölümlerde tartışılacaktır.

Portatif ve geçici istasyonlar için kulelerin kullanılması kendi güvenlik zorluklarına sahiptir. Örneğin, Tarla Günü'nde, küçük bir HF ışınını desteklemek için 20 ila 40 feet kuleleri dikmek yaygındır. Haziran 2013 QSTarticle Daso ve Silver tarafından "Field Day Towers - Do İt Right" geçici kule kurulumu hakkında bilgi ve yönergeler sunar.

28.2.3 Kitaba Göre İnşa Et

Her kalkınan anten sistemi üreticisi/sahibi, inşaat ve kurulumu kısıtlayan veya yönlendiren iki tür bilgiyi anlamalı ve takip etmelidir:

Yönetmelikler

Çoğu anten destek yapısı, yerel bina yönetmeliklerine ve mahalle kısıtlamalarına tabidir. Birçok konut geliştirme, bir kule veya benzeri bir yapının inşa edilip edilemeyeceği ve izin verilirse güvenlik ve diğer kaygılar için nasıl inşa edilmesi gerektiği konusunda doğrudan bir etkiye sahip olabilecek Ev Sahibi Dernekleri (HO As) ve Sözleşmeler, Koşullar ve Kısıtlamalar'a (CC & Rs) sahiptir. Bu, birçok yönü olan geniş bir konudur. Bu konularda ayrıntılı arka plan Fred Hopengarten, Kl VR, kuleleri ve imar geniş deneyime sahip bir avukat tarafından Radyo Amatör için Anten İmar sağlanmaktadır. Ayrıca ARRL Saha Organizasyonunun Gönüllü - Danışmanlarından biriyle iletişime geçmek isteyebilirsiniz .

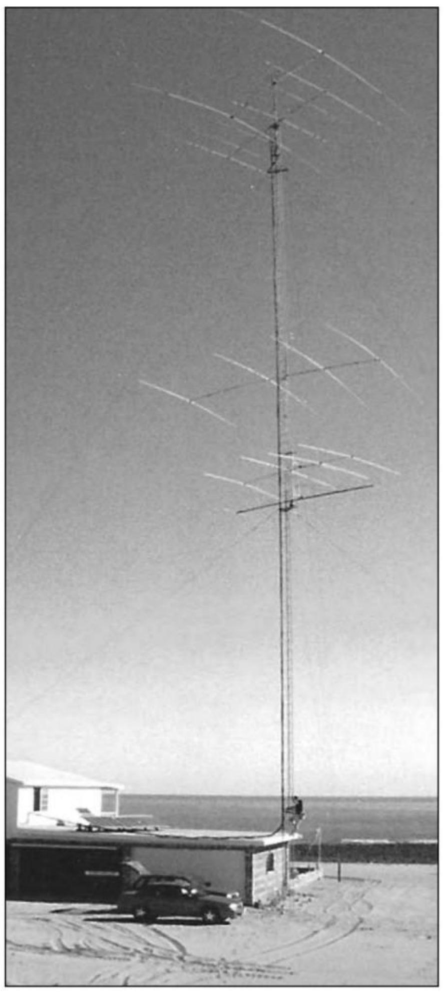
Mahalle kısıtlamaları olmasa bile, bir inşaat izninin gerekli olması muhtemeldir. Hücresel ve diğer ticari kablosuz cihazların ve bunlara bağlı RF alanlarının çoğalmasıyla birlikte, birçok yerel yönetim artık tüm anten destek yapılarının yerel bina kodlarını karşılamasını gerektirmektedir. Yine, **KIVR'nin** kitabı tüm bunları çözmede son derece yararlıdır. İnşaat izni başvuruları ayrıca Profesyonel Mühendis (PE) hesaplamaları ve damga (sertifikasyon) gerektirebilir. ARRL Saha Organizasyonu Gönüllü Danışmanlık Mühendisi programı, projenizin mühendislik tarafında yararlı olabilir.

Bina düzenlemelerinin onlarca yıllık deneyimin kümülatif sonuçları olduğunu ve bunlara uyumun sizin ve komşularınız için hem daha güçlü hem de daha güvenli bir yapı ile sonuçlanacağını anlamak önemlidir. Yerel bina departmanı ile yakın çalışmak genellikle daha iyi bir kurulum için yararlı bir bilgi ve ipucu kaynağıdır. Ayrıca, gelecekteki bir olay durumunda bir güvenilirlik koruması sağlayabilecek izinler ve işaretler verir.

Üreticilerin Kılavuzları

Ticari anten destekleri dünyasındaki çeşitli seçenekleri keşfederken, her üreticinin, ürünlerinin nasıl kurulması gerektiği ve üreticinin talimatlarına göre kurulduğunda beklenen minimum performansın özellikleri hakkında net talimatlar sağladığını göreceksiniz. Bu bilgiler tasarım mühendisleri tarafından geliştirilir ve genellikle tasarımın Uluslararası Yapı Kodu (IBC) gibi standart bina kodlarıyla uyumlu olduğunu onaylamak için kayıtlı bir Profesyonel Mühendis tarafından imzalanır. IBC, Amerika Birleşik Devletleri'ndeki çoğu yargı alanı tarafından kullanılan temel yapı kodudur. (Bina kodları hakkında daha fazla bilgi için bu bölümde daha önce Elektrik Güvenliği bölümünde NEC üzerindeki kenar çubuğuna bakın.)

Eski kule tırmanıcısı Steve Morris, K7LXC amatör radyo dünyasında K7LXC Prime Direktifi olarak sevgiyle bilinen şeyde iyi olduğunu söylüyor - "Üreticinin söylediğini yap". Sonucu da takip edin - "Üreticinin yapmak istemediğini yapmayın". Profesyonel mühendisler, kule yapıları ve çevreleri için uygun özellikleri ve koşulları analiz etmiş ve hesaplamıştır. Kısayollar almak veya farklı kararlar almak daha az güvenilir bir kurulumla sonuçlanacaktır. Burada her kurulumun benzersiz olduğunu belirtmek de önemlidir. Analiziniz, üreticinin - tavsiyelerinin bile özel durumunuz ve ihtiyaçlarınız için yeterince muhafazakar olmadığını ortaya çıkarabilir.





Şekil 28.10 - XE2DV-W7ZR'da iyi boyutlu anten yüküne sahip bir kule
Baja California'da, solda gösterilmiştir. Sağda, Trylon Titan kendi kendini destekleyen kule Bandon, Oregon'da ofW7WVF ve N7YYG. [Steve Morris, K7LXC , fotoğraflar]

DESIGN CONSIDERATIONS

Güvenlik tasarımla başlar. Bir kule kurulumunu planlarken dikkate alınması gereken kritik öneme sahip iki tasarım parametresi, maksimum yerel *rüzgar hızı ve* önerilen anten *rüzgar yükü'dür.* Kule kapasiteleri genellikle anten yükünün metrekare cinsinden belirtilir. Bölgeniz için maksimum rüzgar hızının ne olduğunu öğrenmek için yerel bina departmanınıza danışın. Başka bir kaynak, TIA-222, *Anten Destek Yapıları ve Antenler için Yapısal Standart'tan ABD'deki tüm ilçeler için maksimum rüzgar hızlarının bir listesidir. (TIA-222-H,* 2021'in başından itibaren en son revizyondur.) TIA-222-G göre ilçeye göre rüzgar hızlarının bir listesi **wirelessestimator.com/content/ standartlarda çevrimiçi olarak mevcuttur.**

Anten rüzgar yükü özellikleri anten üreticisi tarafından sağlanır. Birkaç antenli bir direk kurarken, kuledeki toplam etkili rüzgar yükünün, çeşitli antenlerin rüzgar yüklerinin basit bir toplamı olmadığını belirtmek önemlidir. Her antenin gerçek yükü, kulenin üstündeki yüksekliği ile artacaktır. Kulenin tepesindeki kuvvetler A tarafından 10 metrekare ft. anten uzun bir kulenin üzerinde 10 feet monte Direk, kulenin üst plakasına monte edilen aynı antenden çok daha büyük kuvvetlere maruz kalacaktır. Rüzgar yükünün uygun bir şekilde hesaplanması eğitimli bir yapı mühendisi tarafından yapılmalıdır. (Yük ve direk gücünü hesaplamak için bir prosedür *ARRL Anten Kitabında verilmiştir.)*

Kuleler, **Şekil 28.10'da gösterilen gösterişli ve kendi kendini destekleyen çeşitlerde gelir.** Her birinin kendi güvenlik sorunları var. Guyed kuleleri daha büyük bir ayak izi gerektirir, çünkü çocuklar kuleden uzağa sabitlenmelidir - genellikle kule yüksekliğinin %80'i. Kendi kendine yeten - kuleler, devrilme anına karşı koymak için daha büyük üslere ihtiyaç duyar ve daha fazla çelik olduğu için gülünç bir kuleden daha pahalıdır (bir kulenin maliyeti büyük ölçüde çeliğin maliyeti ile belirlenir).

En popüler kuleler Rohn 25G ve 45G. 25G hafif bir kuledir ve the45Gis oldukça büyük yükleri taşıyabilir. Çevrimiçi Rohn kataloğu (Referanslara bakın - en son sürüm 3, 2015'te piyasaya sürüldü), bir kurulum planlamak için ihtiyaç duyduğunuz bilgilerin çoğuna sahiptir ve kule inşaatı için bir "İncil" bilgisi olarak kabul edilir.

Sahte kulelerle ilişkili birincil riskler, erkeklerin kendileriyle ilgilidir. Eleman malzemesi, inşaat, sonlandırma, ankraj ve uzun süreli bakım, riskleri düşük tutmak için doğru yapılmalıdır. Gösterişli kule kategorisinin alt ucunda ev köşeli kule bulunmaktadır. Bu durumda, süslü kule bölümleri bir binaya hemen bitişik bir tabana yerleştirilir ve kuleyi desteklemek için özel olarak tasarlanmış braketler kullanılır. Ev braketlerinin binaya yapısal olarak sağlam bir şekilde sabitlenmesi gerekmektedir. Üreticiler spesifikasyonları tedarik edebilir. Yerel bir yapı mühendisi, ilgili benzersiz yapı için özel olarak tasarlanmış özel planlar da sağlayabilir.

Sabit, kendinden destekli kuleler birkaç üretici tarafından yapılır ve küçük bir ayak izi ile 100 feet veya daha yüksek bir kule inşa etmeye izin verir. Rohn, Trylon ve AN Wireless popüler satıcılardır. Genel olarak, sabit kendinden destekli kuleler, anten yükü kulenin özellikleri dahilinde iyi tutulduğu ve kule korozyon için düzenli olarak denetlendiği sürece güvenilir ve uzun ömürlüdür. Kendi kendini destekleyen bir kule, önemli bir beton taban veya taban gerektirir .

Kendi kendini destekleyen bir başka kule türü, **Şekil 28.11'de gösterilen krank-up'tır.** Krank-up kulelerinin büyük bir üreticisi ABD Kuleleri'dir. Bir kablo, kasnak ve vinç sistemi kullanarak, krank-up kuleleri 20 metreden 100 feet yüksekliğe kadar uzanabilir. Bunlar orta derecede karmaşık cihazlardır ve bu nedenle belirli riskler sunar. Çeşitli hareketli parçalardan oluştukları için, krank-up kuleleri, gülünç veya diğer kendi kendini destekleyen tasarımlardan daha fazla bakım gerektirir. Sabit, kendinden destekli kulede olduğu gibi, bir krank-up kulesi büyük bir beton taban gerektirir .

Krank-up kulelerinin sahipleri ve tırmanıcıları, kulenin mekanik durumunun tırmanma içeren herhangi bir işlem sırasında risk oluşturmamasını sağlamak için ek güvenlik prosedürlerini izlemelidir. Kule bölümleri, çalışma sırasında herhangi bir bölümün beklenmedik bir şekilde kule içinde kayması için hiçbir yol olmadığından tamamen iç içe geçmeli ve engellenmelidir.

Antenler ayrıca **Şekil 28.12'de görülen çatılı bir kuleye de monte edilebilir.** Bunlar dört ila 20 metreden daha yüksek dört ayaklı alüminyum yapılardır. Doğrudan çatı makaslarına gecikmeli vidalanacak şekilde tasarlanırken, genellikle bunları bir destek plakasına etki eden, üç ila dört çatı makasına bağlanan ve tutturulan uzun bir 2x4 veya 2x6'ya cıvatalamak tercih edilir. Her durumda, kulenin yapıya en iyi nasıl monte edileceği açık değilse, bir çatı uzmanına veya mühendisine tavsiyede bulunun. Çatılı bir - kule üzerinde çalışmak, aynı zamanda bir kule üzerinde çalışırken bir çatıya tırmanmak nedeniyle ekstra dikkat gerektirir. Bu hafif, alüminyum kulelerin çoğuna tırmanılamaz, bu nedenle antene erişmek için bir merdiven kullanmanız gerekir. Yine, çok dikkatli

28.2.4 Kule İnşaatı ve Montajı

TABAN

Gerekli tüm malzemeler ve gerekli onaylar toplandıktan sonra kule kurulumu başlayabilir. Sizin ve arkadaşlarınızın bunu kuracağınızı varsayalım. İlk iş tabanı oluşturmaktır. Bir üs içinBir sahte kule, adam demirlediği gibi elle kazılabilir. Kendi kendini destekleyen bir kule için, bir tür ekskavatör kiralamak, birkaç metreküp kirin taşınmasını çok daha kolay hale getirecektir.

Deliğin dibinde, içi boş kule ayaklarından suyun boşalmasını sağlayacak birkaç inç çakıl veya ezilmiş taş eklediğinizden emin olun. Eğer taban bölümü çakıl üzerine oturmayacaksa, bacaklar için bir drenaj yolu sağladığınızdan emin olun. Kule ayaklarında yoğuşma veya sızıntıdan oluşan su, ciddi bir güvenlik tehlikesi yaratana kadar görünmediği yerden çeliği paslandırır. Benzer şekilde, bacaklarda duran su da Güvenlik üzerinde aynı etkiye sahip boruyu dondurun ve bölün.

Daha sonra, beton için bir çeşit inşaat demiri kafesi gerekecektir. Guyed kuleleri sadece ilkel inşaat demiri gerektirirken, kendi kendini destekleyen bir kule daha büyük, daha ağır ve daha ayrıntılı bir kafese ihtiyaç duyacaktır. Kesin malzemeler ve boyutlar için üreticinin özelliklerine bakın. Daha önce de belirtildiği gibi, üssün nasıl inşa edildiğinin belgelenmesi, kule inşa edildiğinde gelecekteki referans için önemlidir.



Şekil 28.11 - N6TV'nin krank-up kulesinin alt kısmı solda gösterilmiştir. Motor tahrik mekanizması soldadır ve sağdaki bir balık ağı, kule alçaltılırken besleme hatlarını ve kontrol kablolarını yakalar ve sarar. Sağda, K6KR'nin tam yüklü krank-up'ı maksimum 90 feet yüksekliğine kadar uzandı. [Steve Morris, K7LXC, fotoğraflar]

muhafaza edilir veya kaldırılır. Bir inşaat ruhsatı ve teftişin yanı sıra ev ve sorumluluk sigortası için de gerekli olabilir.

Tipik kule beton özellikleri 3000 psi (minimum) basınç dayanımlı beton ve tam bir tedavi için 28 gün gerektirir. (Üreticinin özelliklerine bakın.) Yerel bir premiks beton şirketi bunu sağlayabilir. Beton kamyonu deliğe geri dönebilirse betonu dökmek en kolay olanıdır. Bu mümkün değilse, kamyon veya römorka monte edilmiş bir hat pompası



Şekil 28.12 - AA2OW anten sistemini tutan çatıya monte kule. [AA2OW fotoğraf]

Güvenli Çalışma Prensipleri

Aşağıdaki güvenlik ilkeleri üç temel ilke üzerine kurulmuştur: Güvenli bir şekilde yapın veya hiç yapmayın; Her zaman doğru yapmak için zaman vardır; Ve eğer yapmaya değerse, daha iyisini yap.

1. Yapıları veya ekipmanları asla tasarım sınırları dışında yüklemeyin veya çalıştırmayın. Aşırı yüklenme nedeniyle arızalanırlarsa yaralanmaya veya hasara neden olabilecek aletler, halatlar, kasnaklar ve diğer ekipmanlara dikkat edin. Doğru şeyleri kullanın!

2. Her zaman güvenli, kontrollü bir duruma geçin ve bir durum anlaşılmadığında yardım isteyin. Bu özellikle kuleler ve antenler üzerinde çalışırken önemlidir. Bir şey doğru görünmüyorsa veya plana göre gitmiyorsa, güvenli bir duruma dönün ve ne yapacağınızı düşünün.

3. Her zaman devreye giren güvenlik mekanizmalarıyla çalışın. Bir güvenlik mekanizması bir şey yapmanızı engelliyorsa, görev güvensizdir veya doğru ekipmanı kullanmıyor olabilirsiniz.

4. Her zaman güvenli çalışma uygulamalarını ve prosedürlerini takip edin. Başlamadan önce bir plan yapın ve güvensiz olduğunu bildiğiniz bir şeyi yapmayın.

5. Güvenli olmayan uygulamaları durdurmak için harekete geçin. Takımın güvenliği her takım üyesine bağlıdır.
Güvenli olmadığını görürseniz işi durdurmaktan çekinmeyin. Konuşmaktan veya yardım istemekten korkmayın! Toplanın ve doğru yapın.

6. Devam etmeden önce prosedürleri netleştirmek ve anlamak. Bu özellikle bir ekiple çalışırken önemlidir. Herkesin prosedürü ve nasıl iletişim kurulacağını anladığından emin olun.

7. Kararlarda ve planlamada uzmanlığa ve ilk elden bilgiye sahip İnvolve çalışanları. Bilmediğiniz bir görevi planlarken deneyimli jambonlardan tavsiye ve rehberlik isteyin.

Bir el arabası kullanmak mümkün veya pratik değilse, minimum masrafla 400 metreye kadar pompalayın. El ile karıştırılan donanım deposundan paketlenmiş beton da kullanılabilir, ancak gerekli olan beton hacmi tipik olarak bunu çok önemli bir iş haline getirecektir. Quikrete Mix # 1101, yedi gün sonra 2500 psi ve 28 gün sonra 4000 psi olarak derecelendirilmiştir .

ARAÇLAR

Taban ve ankrajlar bittiğinde ve beton sertleştiğinde, kule inşa edilebilir. İşi daha kolay ve güvenli hale getirecek birkaç araç var. Çoğu jambon düzenli olarak kule inşa etmediğinden veya tırmanmadığından, bir - kule projesine başlamadan önce tüm araçları ve aksesuarları kullanarak pratik yapın. Temel düğümleri nasıl bağlayacağınızı ve çözeceğinizi bilin. Yüksekte denemeden önce zemin seviyesinde kaldırma ve indirme işlemlerini uygulayın.

Kule gülünç bir kule ise, bir vinç (kurulumda aşağıdaki bölümde tartışılmıştır) veya bir *cin direği ile dikilebilir.* **Şekil 28.13'te gösterilen cin direği,** kulenin ayağına takılan ve çekme halatı için üstte bir kasnak bulunan bir borudur. Bir seferde bir bölümü yukarı çekmek için cin kutbunu kullanın (aşağıya bakın).

Anotheruseful aracı forrigging ve kaldırma *karabina olduğunu.* **Şekil 28.14'te** (A ve B) gösterilen karabinalar, kaya ve dağ tırmanıcıları tarafından popüler hale getirilen oval çelik veya alüminyum ek bağlantılardır. Yay yüklü kapıları vardır ve birçok kule görevi için kullanılabilirler. Örneğin, rotatörlere, parçalara ve alet kovalarına kolay ve hızlı bir şekilde bağlanmak için taşıma halatının sonunda bir tane olmalıdır - neredeyse yükseltilmesi veya indirilmesi gereken her şey .

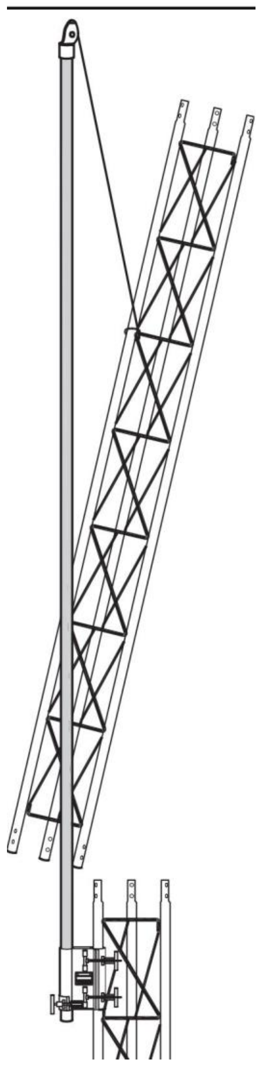
Hatta kule üzerinde bir "üçüncü el'olarak hareket edebilir. ("Tırmanma için Değil" işaretli hafif görev karabinaları kullanmayın.)

Halatlarla yük kaldırma ve manevra için kasnaklar ("bloklar") gereklidir. En azından, kulenin tepesindeki çekme halatı için bir kasnak gereklidir ve genellikle iki veya daha fazla yüksek kaliteli kasnağa sahip olmak gerekir. Deniz arması ve kaya tırmanışı gibi ağır yükler için derecelendirilmiş kasnakları kullanın. Bir *yakalama bloğu* da yararlıdır; Bu, bir tarafı dönen bir kasnaktır, böylece ipi dönen kasnak üzerindeki kasnak gövdesinden geçirmek zorunda kalmadan ipi herhangi bir noktada "koparmaya" (tutturmaya) açabilir. **Şekil 28.15,** kule çalışması için kullanılan iki kapma bloğu kasnağını göstermektedir.

Vinçler ve birlikte gelen cihazlar, belirli işlemler sırasında hayatı çok daha kolaylaştırabilir. Kaldırma ve diğer görevler için gerekli olan insan kuvvetini azaltmak için mekanik avantaj sağlarlar. Vinçler manuel olarak çalıştırılabilir veya elektrikli olabilir. Elektrikli vinçler fiziksel çabayı önemli ölçüde azaltabilir ve büyük bir kule işinden saatlerce kesebilir, ancak güçlendirilmiş vinçler artan risklerle birlikte gelir. İt genellikle güçlü bir vinç tarafından uygulanan gerginliği değerlendirmek çok zordur. Bu elektrikli aletleri kullanırken

HALATLAR VE SLINGS

Bir kule projesinde kullanılan doğru halat sayısı ve türleri, bir kule işinin zamanı, çabası ve riskleri üzerinde dramatik bir etkiye sahip olabilir. Deneyimli kule ekipleri, işi yapmak için birkaç halat kullanacaktır. Çoğu projede iki halat kullanmak oldukça yaygındır. Birincisi;



Şekil 28.13 - Bir cin-kutup bir bacak kelepçe fikstür, alüminyum direk bir bölümü ve bir kasnak oluşur. İt, kule bölümünü güvenli bir şekilde yerine indirilecek ve tutturulacak kadar yüksek kaldırmak için kullanılır. (Rohn EF2545.)

Bir yardımcı ip. Bu halat, işin yapıldığı yerde bulunan bir kasnak aracılığıyla kuleye doğru yukarı ve aşağı doğru gider. İt, aletleri ve diğer küçük eşyaları kaldırmak ve indirmek için kullanılır.

İkinci ip ise çekme halatı. Bu halat tipik olarak bir buçuk inç çapında veya daha büyük olacak ve ağır eşyaları çekmek ve kaldırmak için iyi bir tutuş sağlayacaktır. **Tablo 28.2,** yaygın ip türleri için güvenli çalışma yükü derecelerini göstermektedir.

Halat malzemesinin birkaç seçeneği vardır.
En iyi seçim naylon veya Dacron gibi sentetik bir malzemedir. Tipik bir bükülmüş ip çoğu uygulama için iyidir. Bükülmüş çekirdek üzerinde örgülü sentetik bir ip, *örgülü örgü* veya *kernantle olarak bilinir.* Bükülmüş iplerden daha pahalı olsa da, dış



(A)

8008

(B)



(C)



Şekil 28.14 - (A) Oval dağ tırmanışı tipi karabinalar kule iş yükleri ve ekleri için idealdir. Kapılar yay yüklüdür - açık kapı örnek olarak gösterilir. (B) Açık bir alüminyum oval karabina; kapalı oval bir karabina; Bir alüminyum kilitleme karabinası; Çelik bir snaplink. (C) Büyük işler için solda ağır hizmet tipi naylon askı ve diğer her şey için sağda daha hafif bir döngü askısı. [Steve Morris, K7LXC, fotoğraflar]





Şekil 28.15 - Koparma blokları doğrudan bir ip yerleştirmek için açılabilir Kasayı yuvadan geçirmek zorunda kalmadan. Solda hafif bir plastik blok ve sağda iki metal gövde bloğu gösterilmiştir.

Tablo 28.2
Halat Boyutları ve Pound'da Güvenli Çalışma Yükü Dereceleri

3-Strand bükülmüş çizgi

Çap	*Manila*	*Naylon*	*Dacron*	*Polipropilen*
¼	120	180	180	210
%	215	405	405	455
½	420	700	700	710
%	700	1140	1100	1050

Çift örgülü çizgi

Çap	*Naylon*	*Dacron*
¼	420	350
%	960	750
½	1630	1400
%	2800	2400

Örgü daha iyi aşınma direnci sağlar.

En ucuz ip türü polipropilendir. Oldukça dayanıklı ve ucuz olsa da, diğer türlerin yanı sıra düğüm atmayan sert bir iptir. Polipropilen ayrıca güneş ışığında doğal ultraviyole maruz kalma nedeniyle zamanla bozulmaya maruz kalır. Bu faktörler gerçek güvenlik riskleri oluşturabilir; Daha kaliteli bir ip kullanmak en iyisidir.

Bir ip seçerken ortaya çıkabilecek iki faktör, ipin esnekliği ve esnekliğidir. Yük altındayken daha elastik bir ip gerilir. Bu, şok emici bir his istendiğinde yararlı bir özellik olabilir. İpin konumunu korumak önemli olduğunda bu yardımcı olmaz. Esneklik, halatın daha kolay manevra yapmasına ve bağlanmasına izin veren genel olarak iyi bir özelliktir.

Kule işi yaparken düğüm atabilmek gereklidir. Tüm düğümler arasında, *bowline* kule işi için bilinendir. Çoğu amatör düğüm meydan okuyor, bu yüzden en azından bowline ve çeşitli aksaklıkları bilmek büyük bir avantaj. Birçok yararlı düğümü nasıl bağlayacağınızı öğrenebilirsiniz **www.animatedknots.com.**

Şekil 28.14C'deki halka askı, antenler, direkler veya rotatörler gibi büyük veya düzensiz şekilli nesnelerin etrafına sarılabilir ve karabinalarla iplere bağlanabilir. Karmaşık bir iş için, bir profesyonel genellikle sekiz ila on sapanla tırmanır ve her birini kullanır!

Web sapanları tipik olarak naylon dokumadan yapılır ve çeşitli lensler ve yük derecelerinde gelir. En küçüğü birkaç inç uzunluğunda, 1/2 inç genişliğinde dokuma ve birkaç yüz pound için derecelendirilmiştir. Büyük sapanlar birkaç metre uzunluğunda ve birkaç bin pound olarak derecelendirilmiştir. Tipik olarak bir direk gibi yükün etrafına veya bir kule bölümü gibi bir delik veya yükün bir bölümünden sarılırlar. Dokuma etrafındaki bir karabina, askı için bir kaldırma noktası oluşturmak için kullanılır. Farklı yük şekilleri ve yönelimleri için kullanılan çeşitli "aksamalar" vardır.

İNSTALLING TOWER SECTIONS Bir kule kurmanın en kolay yolu, tabela koymak için kullanılan bir vinç veya bom kamyonu kullanmaktır. İt hızlı ve güvenli ama elle bölümler halinde yapmaktan daha pahalı. Örneğin, bir tabela şirketinden bir vinç veya bom-kamyon, bir kulenin yere inşa edilmesine ve tek parça halinde veya bölümler halinde yerine kaldırılmasına izin verir. Vinç, yükleri süresiz olarak tutabilirken, dağcılar ağır bölümlerle uğraşmak için gerektiği kadar zaman alır. Bir vinç ayrıca bir anteni adamlardan ve diğer antenlerden uzak tutabilir, dağcılar ve yer ekibi tarafından çok fazla ip çalışmasından kaçınabilir.

Vinç operatörü, kule tabanının yakınında sabit bir zemine erişmeye ve kuleyi hareket ettirmek için açıklığa ihtiyaç duyacaktır. Kule, kulenin ağırlık merkezinin üzerine tutturulmuş ağır bir web askısı kullanılarak alınır veya "alınır", böylece sabit bir konfigürasyonda dikey olarak asılır. Kuleye adamları önceden monte edin ve kurun, böylece vinç askısı serbest bırakılmadan önce sabitlenebilirler. Bir ekip, kulenin tabanını, ağırlığı tutan vinç ile tabana yönlendirir, ardından tabanı korur ve ardından adam setlerini bağlar.

Bir kuleyi bölümlere göre dikmek için bir cin direği gereklidir (bkz Şekil 28.13). İt iki parçadan oluşur - bir kelepçe veya kule ayağına tutturmak için bazı cihazlar ve üstte bir kasnak bulunan bir direk. Kutup tipik olarak, iş parçasının kaldırılmasından daha uzundur ve takılı veya manipüle edilirken kule tepesinin üzerinde tutulmasına izin verir.

Kuleye monte edilen cin direği ile, taşıma halatı yerden, cin direğinin üstündeki cin direği direği ve kasnaktan geçerek ve yüke geri döner. Taşıma ipi, yukarı veya aşağı çekilecek şeyleri bağlamak için ucunda bir düğüm (tercihen bir bowline) vardır. Düğümün kenarına bağlanmış bir karabina, nesnelere hızlı bir şekilde bağlanabilir, böylece her kullanımda bowline'ı çözmeniz ve yeniden bağlamanız gerekmez.

Çekme halatını kulenin dibindeki bir kapkaç bloğundan geçirmek, halatın yönünü dikeyden yataya değiştirmek iyi bir fikirdir. Bu, yer ekibinin yatay olarak çekmesini sağlar. İt ayrıca onlara kuleye daha kolay bir görünüm sağlar ve dağcıların yanlışlıkla bir şey düşürmesi durumunda onları kule tabanından uzak tutar.

ADAMLAR

Gösterişli kuleler için, kuleyi çalışma yükü ve havanın stresi altında olması gereken yerde tutma işini yapan adamlar. Önemli inşaat parametreleri *adam tel malzeme ve adam gerginlik vardır.* Kule adamları olarak adam kablosu olarak kullanılmak üzere derecelendirilmemiş halat veya başka bir malzeme kullanmayın - kule montajı sırasında bile. Amatörler için kuytu kuleler - genellikle ya i "-inch ya da '-inch *EHS* (ekstra yüksek mukavemetli) çelik adam kablosu.

Kuleleri desteklemek için tasarlanmış birkaç ticari olarak üretilmiş metalik olmayan kablo da vardır. Amatör radyo pazarında en popüler ve iyi test edilen, - Kevlar liflerinden yapılmış hafif bir kablo olan Phillystran'dır. Phillystran, EHS kablosuna benzer kırılma mukavemetine sahiptir. Phillystran'ın avantajı, iletken olmaması ve kule üzerindeki antenlerle istenmeyen elektriksel etkileşim yaratmamasıdır. İt, birden fazla Yagi ve tel anteni destekleyen kuleler için mükemmel bir seçimdir ve yalıtkanlarla kısa uzunluklara bölünmesi gerekmez.

EHS teli çok serttir - kesmek için ince kesme bıçaklarına sahip bir el değirmeni veya metal kesme agrega bıçağına sahip dairesel bir testere kullanın. Keserken koruyucu gözlük ve eldiven giyin, çünkü Phillystran'dan atılan çok sayıda yanan çelik kıvılcımı olacaktır, plastik kesmek için bir yardımcı bıçakla veya sıcak bir bıçakla kesilebilir. Phillystran eritilebilir veya kesilebilir, yangın veya vandalizm riski varsa, adamın alt kısmı EHS olmalıdır.

Çocuklar üreticinin özelliklerine göre sıkılaştırılmalıdır. Eğer çocuklar çok gevşek olursa, sonuç rüzgar kaynaklı şok yüklemesi olacaktır. Çok sıkı olan adamlar kule ayakları üzerinde ekstra basınç yükü uygulayarak kulenin genel kapasitesini ve güvenilirliğini azaltır. EHS veya Phillystran adamları için uygun gerilim, malzemenin *nihai kırılma gücünün %10'udur.* / "-inch EHS için nihai kırılma gücü 4900 pound ve ¼ -inch için 6000 pound, bu yüzden ilgili adam gerilimi 490 pound ve 600 pound olmalıdır. Adam gerginliğini ölçmenin en kolay, en doğru ve en ucuz yolu, yelkenli arma **(loosnaples.com/ gerginlik göstergeleri) için geliştirilen bir Loos gergi ölçer kullanmaktır.**

Guy telleri, kablo kelepçeleri olan bir döngüde sonlandırılırdı, ancak bunlar büyük ölçüde **Şekil 28.16'da gösterilen önceden oluşturulmuş Big Grips ile değiştirildi.** Bunlar sadece adam teline bükülür ve çok güvenlidir. Gerilim uygulandığında kabloyu sıkarak adam kablosunu kavrarlar. Kalınlığı ve malzemesi için doğru Big Grips türünü kullandığınızdan emin olun Guy kablo. İt ayrıca Big Grips'i yeniden kullanmak için cazip. Bir tutuş servis dışı bırakılmadan önce üretici tarafından sınırlı sayıda yeniden uygulamaya izin verilir. Kullanıcılar ayrıntılar için üreticinin yönergelerini kontrol etmelidir.

28.2.5 Anten İnstallation

Kule bittiğinde, antenleri kurma zamanı. VHF/UHF kamçıları ve HF tel antenleri oldukça basittir, ancak bir HF Yagi kurmak daha zorlu bir projedir. Kendi kendini destekleyen bir kule ile, mücadele edecek hiçbir adam kablosu yoktur - genel olarak, anten sadece kule yüzüne çekilebilir. Bazen bu kadar kolay!

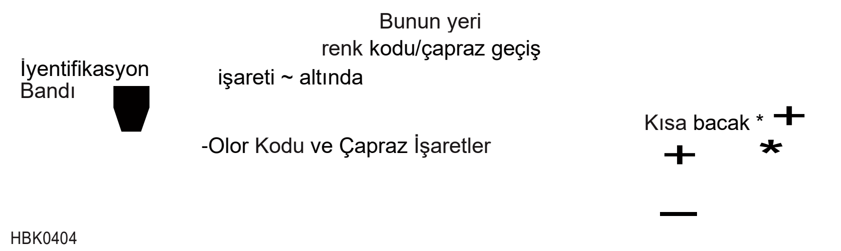
Çoğu durumda, bir vinç kiralamak dışında, bir Yagi'yi bir kulede yukarı ve aşağı indirmenin tercih edilen yolu *tramvay* yöntemini kullanmaktır. En üstteki elemanların üstünde veya arasında tek bir tramvay hattı kuleden yere asılır ve yük tramvay hattının altına asılır. **Şekil 28.17,** antenleri yükseltmek için tramvay yöntemini göstermektedir.

Tramvay hattı tipik olarak kulenin üstündeki direğe bağlanır. Büyük bir yük durumunda, çizgi direği bükmek için yeterli kuvvet uygulayabilir. Şüpheniz varsa, ek destek için direği ters yönde başka bir çizgiyle geri çekin.

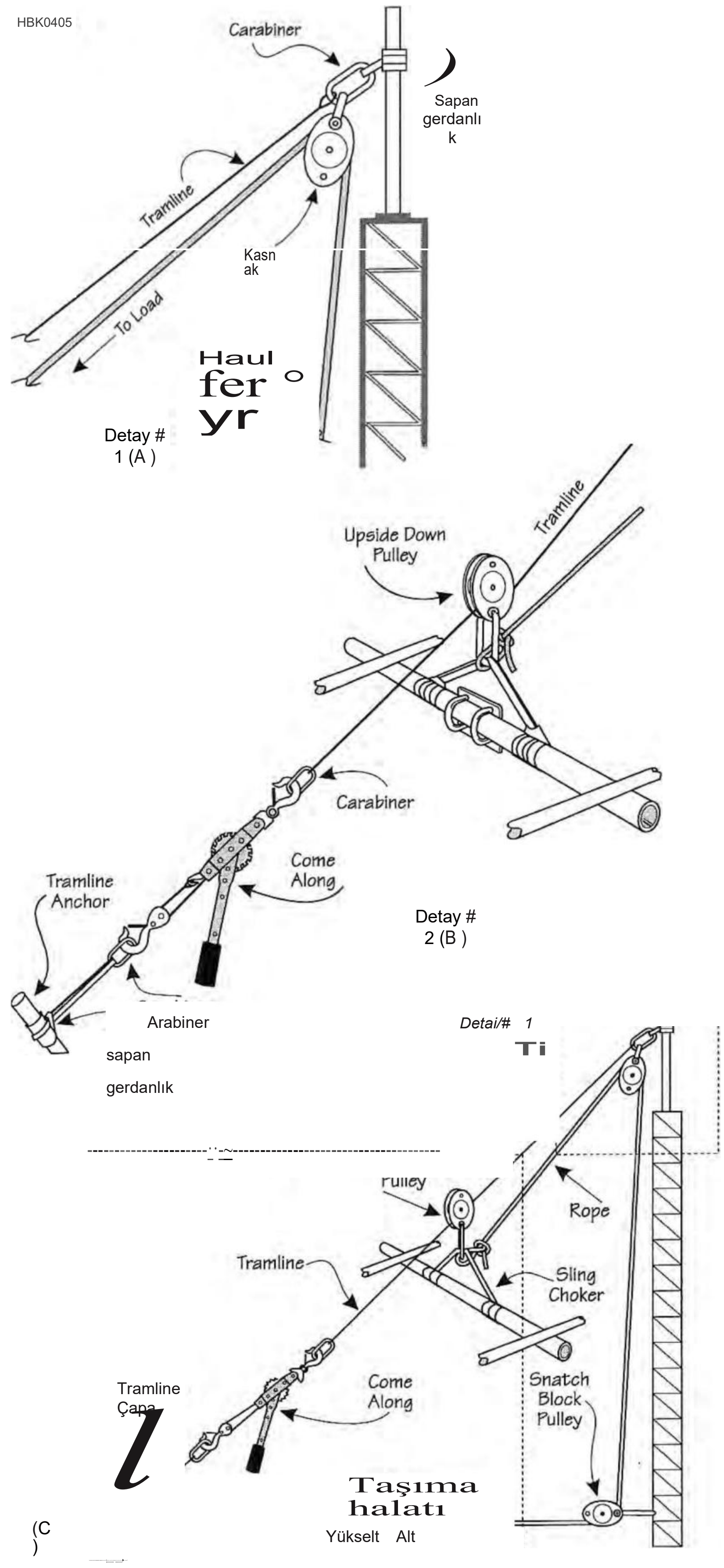
MASTS

Bir direk, kulenin tepesinden yapışan ve rotatörü antene bağlayan bir borudur. Küçük anten yükleri ve ılımlı rüzgar hızları için, herhangi bir boru çalışacaktır. Ancak rüzgar hızı ve rüzgar yükü arttıkça, direğe daha fazla kuvvet uygulanacaktır. İşe uygun bir direk seçmek son derece önemli bir tasarım düşüncesidir. Bükülmüş bir direkten kurtarmaktan daha riskli ve potansiyel olarak daha pahalı bir kule operasyonu yoktur.

Direkler için kullanılan iki malzeme vardır *–Boru* ve *boru. Boru,* yapısal yükleri taşımak için tasarlanmıştır ve kulenin üzerindeki büyük antenler veya çoklu antenler için kullanılmalıdır. Boru, su borusu veya boru (EMT) olabilir. Boru, işi sadece su veya tel taşımak olduğu için fazla mukavemetli olmayan ağır bir malzemedir. Boru direk olarak kabul edilebilir



Şekil 28.16 - Adam teller için bir PreFormed Line Ürünleri Big Grip.



Sadece küçük yükler için malzeme. Diğer bir sorun, 1.5 inç borunun (borunun iç çapı veya İD'si ile ölçülür) sadece 1.9 inç OD olmasıdır. Çoğu anten boomto-mast - donanımı 2 inçlik bir direk için tasarlandığından, mükemmel olmayan uyum kaymaya neden olabilir.

Daha büyük herhangi bir yük için, yüksek mukavemet için derecelendirilmiş karbon alaşımlı çelik boru şiddetle tavsiye edilir. Direkte 80 MPH windmightexert40,000 ila 50,000 pound/inç (psi) arasında ılımlı bir anten kurulumu. Borunun yaklaşık 35.000 psi verim gücü vardır, bu nedenle borunun bu tür kullanım için yeterince derecelendirilmediğini görebilirsiniz. Kromoli (krom-molibden alaşımı için kısa) çelik boru, 40.000 psi'den 115.000 psi'ye kadar verim gücü ile mevcuttur, ancak pahalıdır. **Tablo 28.3,** amatör radyo antenleri için direkler olarak kullanılan çeşitli malzemelerin derecelendirmelerini göstermektedir.

Gerekli direk gücünün hesaplanması, *Mast, Anten ve Rotator Calculator (MARC)* yazılımı gibi bir yazılım programı kullanılarak yapılabilir. (Referanslara bakınız.) Yazılım, yerel rüzgar hızı, anten rüzgar yükü ve direk üzerine yerleştirme gibi girişler gerektirir. Yazılım daha sonra direk

28.2.6 Tırmanma güvenliği

Yüksekte çalışmak potansiyel olarak tehlikeli bir faaliyettir. Bir çatıya, ağaca veya kuleye tırmanmayı düşündüğünüzde, her kararı güvenlik bağlamında çerçevelemek önemlidir. Sürekli olarak "Bu en güvenli yol mu?" Sorusunu sormak ikinci doğa olmalıdır. İşyerinde bu, bir *güvenlik zihniyeti geliştirmek olarak bilinir.* Olgun kuruluşlar ve ekipler, üstlendikleri her projede güvenlik kaygıları oluşturur, insanları ve mülkleri güvende tutmanın getirdiği zaman ve kaynaklardaki maliyetleri tam olarak tanır. Amatör radyo dünyası da farklı değil. Güvenliğe yapılan yatırımların geri ödemesi uzun vadede iade edilir, yaralanma ve ölüm oranlarının azalmasıyla kendini gösterir. Güvenli bir takip olarak itibar geliştirmek, amatör telsizin deneysel yönlerini takip etmemiz için gerekli güveni geliştirmeye de yardımcı olur.

Bu bölümde, kuleye odaklanacağız

Şekil 28.17 - A'da, kulenin tepesini antenleri sıkıştırmak için donatmak. Bir askı ve karabina kullanımına dikkat edin. (B) Tramvay hattının çapasını germek. Tramvay hattını germek için bir gel-al kullanılır. (C) Antenleri yukarı ve aşağı almak için tramvay sistemi. Kurulumdan önce test için anten parçasını tramvay hattına kadar çalıştırın. Sadece alır Tramvay hattı ayarlandıktan sonra bir anteni yukarı veya aşağı çalıştırmak için birkaç dakika.

Tablo 28.3
Mast Malzemelerinin Verim Güçleri

Malzeme	*Şartname*	*Verim gücü (İb/in.?)*
Çizilmiş alüminyum tüp	6063-T5	15,000
	6063-T832	35,000
	6061-T6	35,000
	6063-T835	40,000
	2024-T3	42,000
Alüminyum boru	6063-T6	25,000
	6061-T6	35,000
Ekstrüde edilmiş şap. tüp	7075-T6	70,000
Alüminyum levha ve plaka	3003-H14	17,000
	5052-H32	22,000
	6061-T6	35,000
Yapısal çelik	A36	33,000
Karbon çelik, soğuk çekilmiş	1016	50,000
	1022	58,000
	1027	70,000
	1041	87,000
	1144	90,000
Alaşımlı çelik	2330 soğuk çekilmiş	119,000
	4130 soğuk işe yaradı	75,000
	4340 1550 ° F söndürme 1000 ° F temper	162,000
Paslanmaz çelik	AİSI 405 soğuk çalıştı	70,000
	AİSI 440C ısıl işlem	275,000

(Yagi *Antenlerinin Fiziksel Tasarımından,* David B. Leeson, W6NL)

Tırmanma, ancak kavramların çoğu, kendi güvenlik riskleri olan çatılar ve ağaçlar gibi diğer çalışma biçimlerine aktarılabilir.

STANDARTLARDAN YARARLANIN

Standart kuruluşları, güvenlik ekipmanı ve tekniği alanında çok fazla rehberlik sağlar. Amerika Birleşik Devletleri, OSHA, Federal Mesleki Güvenlik ve Sağlık İdaresi, gerçek dünyadaki güvenlik verilerini toplar ve analiz eder. Ajans daha sonra işyeri güvenliği için üst düzey düzenlemeler oluşturmak ve yayınlamak için endüstri ile birlikte çalışır. Bu kurallar ekipman ve prosedürler için minimum standartları içerir. ANSI (American National Standards İnstitute), kule güvenliği de dahil olmak üzere birçok alanda güvenlik için ayrıntılı gerekliliklerin daha da geliştirilmesini teşvik eden bağımsız bir kar amacı gütmeyen kuruluştur. Telecommunication İndustry Association (TIA), kule güvenliğini kapsayan en yaygın kabul görmüş standartlar paketini üretmektedir - şu anda 2021'in başlarında 222-H ANSI/TIA revizyonunda.

Tazminatsız kendi ticari olmayan projelerinde çalışan amatörler bu kurallara ve önerilere bağlı olmasa da, bunları takip ederek çok daha iyi olacaksınız. Endüstri standartlarını karşılayan ve aşan birçok mükemmel güvenlik ekipmanı tedarikçisi vardır. Uyumlu ekipmanı seçtiğiniz ve güvenli teknikleri öğrendiğiniz sürece, güvenli ve başarılı bir projeye giden yolda olacaksınız.

BEFOREYOU BEGİN: HAZIRLIK

Herhangi bir yeni projeyi düşündüğünüzde,
Tüm işin kapsamını tanımlamak gerekecek.

- Hedefleriniz nedir?
- Başarıyı nasıl tanımlayacaksınız?
- Hedeflere ulaşmak için hangi stratejileri kullanabilirsiniz?

Tanısal bir iş düşünün. Bir koaksiyel kablonun bir kule donanımına takılmasıyla ilgili bir sorun olduğuna inanıyorsunuz. Amaç, anten rotorunu 360 derece rotasyon boyunca katladığınızda koaksiyel gözlemlemektir. Geleneksel yaklaşım, doğrudan, yakın çekim gözlemi için kuleye bir tırmanıcı göndermek olacaktır. Ancak yeni teknoloji daha hızlı, daha kolay ve daha güvenli seçenekler sunabilir. Dürbünle zeminin güvenliğinden veya yakındaki bir binadaki üst kattan gözlemlemeyi düşünün. Ya da doğrudan söz konusu yere bir drone gönderin ve tam dönüşle kaydedilen videoyu yakalayın.

Riskleri büyük ölçüde azaltabilen ve bir işi daha sorunsuz hale getirebilen bir başka kavram, işi iyi tanımlanmış modüllere ayırmaktır. Bir modüle geçmeden önce bir modülün başarıyla tamamlanması gerekir. İşi bu şekilde kırdığınızda, zamanınızı daha hassas bir şekilde yönetme yeteneğini kazanırsınız ve yerleşik bir go/no-go karar noktaları dizisine sahip olursunuz.

Tırmanmanın doğru yaklaşım olduğuna karar verdiğinizde, işin tüm unsurlarını değerlendirin.

- Beceri ve deneyim
- Parçalar ve malzemeler
- Güvenlik ekipmanları
- Araçlar
- İnsanlar
- Zaman
- Koşullar (hava durumu, fiziksel engeller, güvenlik durumu)

Güvenliğin değerlendirmeniz gereken en önemli yönlerinden biri, bir işi güvenli ve verimli bir şekilde yapmak için bilgi ve farkındalığa sahip olup olmadığınızdır. Tüm bağlantıları, teknikleri ve güvenlik faktörlerini sürekli olarak yeniden düşünürken yüksekte tırmanma ve çalışma zihinsel yeteneğine sahip olmalısınız. Kulelerde güvenle tırmanmak ve çalışmak %90 zihinseldir. Zihinsel hazırlık öğrenilmesi gereken bir şeydir. Bu, deneyimin yerini hiçbir şeyin tutamayacağı bir durumdur. Doğru zihinsel tutumu oluşturmak ve sürdürmek çoğu insan için en zor adımdır, ancak güvenlik hak ettiği odağı aldığında, kule işi güvenli bir şekilde yapılabilir ve kazalar nispeten nadirdir.

PRE-CLIMB GÜVENLİK İNSPECTION

Herhangi bir kuleye tırmanmadan önce, tabanı, çapaları ve adamları dikkatlice inceleyin. Bir çift dürbün, kulenin ve göz seviyesinin üstündeki adamların incelenmesini sağlar. Taban bölümünde, özellikle betonla temas ettiği yerlerde görünür pas olmamalıdır. Kule ayaklarında donan sudan ayrılmaları arayın. Bunlardan herhangi biri açıktır, daha fazla kontrol ve onarım yapılana kadar tırmanmayın. Küçük bir delik (tipik olarak % inç), herhangi bir duran suyu boşaltmak için güçten ödün vermeden bir kule bacağının dibinde delinebilir. Erkekler doğru şekilde gerilmeli ve tüm erkek ekleri ve çapaları güvenli ve passız olmalıdır.

Kule bir krank-up modeli ise, kaldırma kablosu gevşeyene kadar tamamen indirin. Kule bölümleri bağlanabilir ve tamamen alçaltılmış gibi görünebilir, ancak tırmanıcının ağırlığından kayarak ciddi yaralanmalara neden olabilir. Tırmanmadan önce, tüm kule bölümlerini 2x4 veya daha ağır bir malzeme ile kuleden engelleyin, böylece aşağı doğru hareket mümkün olmaz. Asla bir krank-up kulesinin tamamen iç içe olduğunu varsaymayın .

Devrilme kuleleri veya kule düşürücü - armatürler için, kuleyi kaldırmadan veya indirmeden önce vinç, kablo ve fikstürün dikkatli bir şekilde incelenmesini sağlayın. Kule yataya yakın olduğunda, kablodaki gerilim binlerce ira olabilir. Yükseltildiği

%100 TIE-OFF: IIVE İÇİN BİR KURAL

1970'lerde kuruluşundan bu yana, OSHA işyeri güvenliğine odaklanmıştır. 1980'lerde OSHA, bir işçinin vücut kemerinin en az iki şerit ile sabitlenmesini gerektiren %100 bağlama standardını tanıttı. Bu koruma - faktörü çalışanlar için vazgeçilmez oldu

Görevleri yüksekte yapan. Neyse ki, vücut kemeri kısa sürede işçileri omurga ve iç organ yaralanmalarından daha fazla koruyan tam bir koşuma dönüştü.

OSHA'nın düşme koruma standartları, konut inşaat projeleri için düşme korumasını bile kapsar. Kişisel düşme durdurma sistemleri, bir işçiyi tam ve kontrollü bir şekilde durdurmalı, işçilerin 6 metreden fazla düşmesini engellemeli ve 6 metreden düşen işçinin çarpma enerjisinin iki katına dayanacak güce sahip olmalıdır.

Bu tür bir sistem neden gereklidir? %100 beraberlik, "beklenmeyeni beklemek" planınızın bir parçasıdır. En iyi fiziksel durumda, en modem araçlarla donatılmış ve en son tekniklerle eğitilmiş olsanız da, beklenmedik durumlar ortaya çıkar. Her şey yolunda gittiğinde, kulenin yanına tünediğinde aniden "gitmesine izin vermeyi" beklemek için hiçbir neden yoktur. Ancak, işçiler ani sağlık acil durumlarını yaşayabilir ve yapabilirler. Dehidrasyon nedeniyle bir kalp krizi veya bayılma olayı bir işçiyi bilinçsiz hale getirebilir. Kaçınılmaz rahatsızlıklar da ortaya çıkabilir. Ya yanlışlıkla bir arı veya yaban arısı yuvasını rahatsız ederseniz ve iş pozisyonundayken aniden sokulursanız? Bu durumlardan herhangi biri bilincinizi kaybetmenize veya ayağınızı korumak için gereken dikkati kaybetmenize neden olabilir. Böyle anlarda %100 beraberliğiniz hayatınızı kurtaracaktır.

Düşme koruması, işverenler ve düzenleyiciler işçileri korumak için yeni yollar aradıkları için bugünün işyerinde gelişmeye devam ediyor. OSHA, tehlikelerin nasıl tanımlanacağı konusunda devam eden araştırmalara sahiptir ve mevcut düzenlemeleri de geliştirmektedir. Bir jambon olarak, %100 bağlama kavramını bilir ve kabul ederseniz, kulenizi olabildiğince güvenli hale getirme yolunda iyi olacaksınız. Doğru yapıldığında, tırmanma Marty, NNl C ve Jim, KlİR tarafından **Şekil 28.18'de gösterildiği gibi eğlenceli, ödüllendirici ve güvenli olabilir .**

KİŞİSEL GÜVENLİK EQUIPMENT

%100 bağlama uygulamak için doğru ekipmana ihtiyacınız var. OSHA, - kullanılması gereken ekipmanı belirtir. - Kişisel Koruyucu Ekipman (KKD) için minimum gereksinimler OSHA Standart 1910 ,140 - Kişisel düşme koruma sistemlerinde **(www. osha.gov/laws-regs/regulations/standardnumber/1910/1910.140) verilmiştir.** Güvenlik ekipmanı satın alma veya kullanma konusunda köşeleri kesmeyin; Her kullanışında üzerine bahse giriyorsun! **Şekil 28.19,** kulelerde çalışırken kullanılan tipik bir tırmanma ve güvenlik ekipmanı setini göstermektedir.

En önemli güvenlik ekipmanı parçaları, - giydiğiniz kişisel düşme durdurma sistemi (PFAS) [illegible] boyunluklardır. **Şekil 28.20A ve B,** önden ve arkadan PF AS giyen bir dağcıyı göstermektedir. PFAS'ın vücut koşum kısmı bacak döngülerine ve askılara sahiptir.



Şekil 28.18 - Marty, NN1C (solda) ve Jim, K1IR kule ve anten çalışmaları için doğru tırmanma dişli ve araçları ile tam donanımlıdır. (Jim Idelson, K1 İR, fotoğraf)



Şekil 28.19 - Tipik tırmanma ekipmanı. Yukarıdan, soldan sağa, "goril kancaları", baret ve güvenlik gözlükleri, vücut koşum takımı, eldivenler, naylon askı, karabinalar ve konumlandırma kordonu ile düşme durdurma kordonları. (Jim Idelson, K1 İR, fotoğraf)



(A) (B)

Şekil 28.20 - Onden (A) ve arkadan (B) kişisel düşme durdurma sistemi (PFAS). Aletlerin ve sapanların, konumlandırma kordonuna müdahale etmeyecekleri arkaya takılı olduğunu unutmayın. (Jim Idelson, K1 İR, fotoğraflar)

Düşme kuvvetlerinin vücudunuzun daha fazlasına yayılmasına yardımcı olur ve normal olarak nefes alabileceğiniz kollarınız ve bacaklarınızla sizi doğal bir konumda tutma yeteneğine sahiptir. (Yan hakem kemerleriyle ilgili aşağıdaki uyarıya bakın.)

İki veya daha fazla kordon kullanılır. Birincisi, omuz bıçaklarınız arasında bir D halkasına bağlanan düşme durdurma kordonudur (Şekil 28.19'daki en üst öğe). Diğer uçlar, iş veya tırmanma pozisyonunun üzerindeki kuleye takılan büyük çıtçıt kancalarına ("goril kancaları") bağlanır. Uygun seçim, düşme durumunda sizi yakalamak ve yavaşlatmak için kuvvet altında ayrılan çubuk kenetli dikişlere sahip çift şok emici bir kordon Basit bir 6 metrelik halat kordonu ucuzdur ancak herhangi bir şok emilimi sunmaz ve %100 bağlantı sağlamaz

İkinci kordon, sizi çalışma pozisyonunda tutan ve belinizdeki D halkalarına bağlanan bir konumlandırma kordonudur (Şekil 28.19'daki alt öğe). Ayarlanabilir olabilir veya Sabit ve naylon halat, çelik zincir veya özel sentetik malzemeler gibi farklı malzemelerden yapılabilir. Şekilde gösterildiği gibi ayarlanabilir bir konumlandırma kordonu hemen hemen her duruma göre ayarlanırken, sabit uzunluktaki bir kordon tipik olarak çok uzun veya çok kısadır. Halat kordon en ucuzudur. **Şekil 28.21A,** kulenin etrafında bir konumlandırma kordonu olan bir tırmanıcıyı ve her ikisi de kuleye bağlı olan düşme durdurma kordonlarını göstermektedir. Bu güvenli bir çalışma pozisyonudur.

Hams, deri tırmanma ekipmanının birkaç yıl önce OSHA tarafından yasaklandığına dikkat etmelidir - bu yüzden kullanmayın. Bu, faydalı astarların yıllarca kullandığı ancak düşme koruma özelliği sunmayan eski moda emniyet kemerini içerir. Bir emniyet kemeri takarken düşerseniz, vücut ağırlığınız belinizden göğüs kafesinize yükselebilir ve diyaframınızı hareketsiz hale getirebilir ve sizi boğabilir. Öte yandan, konumlandırma için bir emniyet kemeri kullanabilirsiniz Uyumlu bir FAH ile birlikte giyilir. Aslında, çoğu modem düşme durdurma koşum takımı, tek, rahat, konforlu bir tırmanıcı güvenlik paketi için konumlandırma kordonu bağlantı halkalarına sahip bir bel kemeri de içerir.

Ancak doğru vitese sahip olmak, iyi çalışır durumda olmasını sağlamaz. OSHA yönetmeliklerinden bir sayfa alın: profesyonel kule çalışanlarının her gün güvenlik ekipmanlarını kontrol etmeleri gerekmektedir. Her zaman kullanmadan önce güvenlik ekipmanınızı kontrol etmeyi alışkanlık haline getirin. Her kullanımdan hemen önce koşum ve boyunluklarınızda herhangi bir çentik veya kesim için İnspect.

BAŞARİ İÇİN KIYAFET

Güvenli ve uyumlu bir tırmanış için kendinizi bazı ek ekipmanlarla donatmak istiyorsunuz:

Botlar çelik veya fiberglas saplı deri olmalıdır. Rohn 25G üzerinde çapraz destek sadece % inç çubuktur - bütün gün bu dar destek üzerinde durmak ayaklarınızı zorlar. Sert sap ağırlığınızı destekleyecek ve ayaklarınızı koruyacaktır; Tenis ayakkabısı olmaz. Deri botlar, keskin X-cross parantezleri olan Rohn BX gibi kulelerde zorunludur. Ayaklarınız her zaman eğimli ve keskin bir sac metal açısına karşı

– Bu ayaklar için zor.

Bir baret ve güvenlik gözlüğü hem gereklidir hem de şiddetle tavsiye edilir. ANSI veya OSHA onaylı olduklarından ve sizin ve ekibinizin bunları giydiğinden emin olun. Yukarı ve aşağı çok fazla baktığınız için, baretin düşmesini veya üflenmesini önlemek için bir çene kayışı gereklidir İş pozisyonuna gelene kadar güvenlik gözlüklerine ihtiyacınız olmayabilir, ancak takım kitinizde bulunabilirler.

Kule işi ellerde zor olabilir, özellikle kulelerde sık sık çalışmazsanız. Eldivenler önemlidir - onlarsız ortaya çıkan yer ekibi üyeleri için birkaç yedek çift bulundurun. Pamuklu eldivenler bahçe işleri için iyidir, - ancak kule işleri için uygun değildir; Tırmanma veya bir taşıma ipi ile çalışmak için yeterli sürtünme sağlamazlar. İş ve çevre için tasarlanmış eldivenler, kullanılacak tek türdür. İşe uygun deri ve diğer sentetik malzemelerden yapılmış bir dizi seçenek bulacaksınız. Eldivenler ne kadar yumuşak olursa, işin karmaşık kısımlarında o kadar faydalı olurlar. Framer'in başparmak uçları ve ilk iki parmağı çıkarılmış olan eldivenleri, ince parmak ucu kontrolüne izin verirken elin avuç içini ve arkasını korur, ancak parmakları soğuk havaya maruz bırakır. Soğuk havalarda bir iş yapıyorsanız daha sıcak eldivenlere ihtiyacınız olacaktır. Sonuç olarak, karşılaşacağınız tüm farklı işleri ve hava koşullarını ele almak için size kavrama gücü, el becerisi ve sıcaklığın doğru kombinasyonunu veren bir eldiven seçimi yapmanız gerekir.



(A) (B) (C)

Şekil 28.21 - Uygun %100 bağlama tekniği (metne bakınız). Çalışma pozisyonundaki kordon eki A'da gösterilmektedir. Her iki düşme durdurma kordonu takılı olarak tırmanmaya hazır olmak B'de gösterilmektedir. Tie-off'u kordon tutarken düşme tutuklama kordonlarından birini hareket ettirmek C'de gösterilmektedir (Jim Idelson, K1IR, fotoğraflar)

TOWER CLIIMBIHNG EN İYİ UYGULAMA

Sadece doğru vitese sahip olmak hayatınızı kurtaracağını garanti etmez; Doğru kullanmalısın. Tam vücut koşum takımı ve çift düşme durdurma kordonu kullanmanın en önemli kuralı, tırmanırken bu %100 bağlama adımlarını takip etmektir. Şekil 28.2 lB ve C, %100 bağı korurken tırmanmanın uygun yolunu göstermektedir.

1) Yükselişinize başlarken üstünüze bir kordon kancası takın.

2) Çoğu jambon kulesinin durumunda, bacak en güçlü çapa noktasını sağladığı için bir kule ayağına tutturun. Bir kule basamağı, OSHA gerekliliklerinde belirtilen bir düşüşün aşağı doğru kuvvetini sürdürecek kadar güçlü olmayabilir.

3) Tırmanırken, ikinci kordon kancasını ilkinden birkaç metre yukarıda bir kule ayağına takın. İt, "On before off'u tekrarlamaya yardımcı olur, böylece işleri doğru sırayla yapmayı güçlendirirsiniz.

4) Alt kancayı çıkarın ve tırmanmaya devam edin.

Kancalar öyle ki her zaman güvenli bir şekilde bağlanırsınızBahçe uçlarından biri ve bağlanma noktanızı mümkün olduğunca üstünüzde tutmaya çalışın. Bu, her an düşebileceğiniz maksimum mesafeyi sınırlayacaktır.

6) İş pozisyonunuza ulaştığınızda, işi yaparken gereksiz düşme koruması için her iki lanyard'ı da üstünüze takın.

7) İnerken bu adımları tersine çevirin. Yukarıda açıklanan dizinin bir konumlandırma kordonunun kullanılmasını gerektirmediğini unutmayın. Bunun nedeni, bir konumlandırma kordonu tırmanırken veya çalışırken rahatlık sağlamada yardımcı olurken, düşme tutuklaması için katı gereklilikleri karşılamamasıdır. Böylece, işinizi kolaylaştırmak için konumlandırma kordonlarını kullanabilir ve kullanmalısınız, ancak düşme koruması için bunlara güvenmeyin .

Birçok dağcı, daha güvenli davranışları zorlayan bir kule üzerindeki hareket hakkında düşünme yolları geliştirmiştir. Böyle bir model, dört bağlantı ve güvenlik noktasına sahip olma kavramıdır - iki el ve iki ayak. Tırmanırken, bir seferde sadece bir nokta hareket ettirin. Bunun Size üç temas noktası ve geniş bir güvenlik marjı bırakır. Bu, düşme durdurma kordonunun her zaman bağlı olmasına ek olarak.

Önerilen bir başka teknik, her zaman her şeyi aynı şekilde yapmaktır. Yani, konumlandırma kordonunuzu her zaman aynı D halkasına takın ve her zaman aynı şekilde bağlayın. Güvenli bir şekilde takılı olduğunuzu doğrulamak için emniyet kayışınızla kırparken daima kemer D halkanıza bakın. Görsel bir kontrol, başka bir dişli parçasına değil, bir D halkasına bağlı olduğunuzdan emin olmanıza yardımcı olur. Her zaman bak !

Güvenlik ipuçları

1) Elinizde hiçbir şeyle tırmanmayın; Onunla tırmanmanız gerekiyorsa emniyet kemerinize takın veya yer ekibinizin bir kova içinde size göndermesini sağlayın.

2) Ağzınıza herhangi bir donanım koymayın; Kolayca yutulabilir.

3) Yüzük ve/orneck zincirleri takarken tırmanmayın; Bir şeylere bağlanabilirler.

Uzun saçlar korunmalıdır.

4) Arılar, eşekarısı, hornets ve yuvaları için uyanık olun. İsırgan bir böcekle karşılaşırsanız, sokmada Adolph'un Et Yumuşatıcısını kullanın - zehiri nötralize eden enzim papain içerir. Alet çantanızda küçük bir kavanoz bulundurun.

5) Yorgunken tırmanmayın; Kazaların çoğu o zaman olur.

6) Hiçbir şeyi kendiniz kaldırmaya çalışmayın; Kuledeki bir kişinin kaldıraç gücü ve gücü çok azdır. Yer ekibi güçlerini kullansın; Seninkini gerçekten ihtiyacın olduğunda sakla.

7) Bir prosedür işe yaramazsa, durumu değerlendirin ve gerekirse tekrar denemeden önce yeniden düzenleyin.

BİR TAKIM ÇALIŞMASI : CLIMBERS + YER MÜRETTEBATI

Her anten veya kule projesi bir ekip çalışmasıdır ve yer ekibi başarılı bir sonuç için kritik öneme sahiptir. Yer ekibinin projeniz üzerindeki etkisini hafife almayın. Destek ekibinizi bir araya getirirken bu noktaları göz önünde bulundurun.

1) Doğru beceri karışımına sahip bir ekip oluşturun. Eğer bir anteni sıkıştıracaksanız, yer ekibi nasıl yapılacağını bilmelidir.

2) Ekibin işe bağlı olduğundan emin olun. Taahhüt, süre boyunca kalmak ve iş devam ederken dikkatinin dağılmaması anlamına gelir.

3) İletişim önemlidir. Yer ekibi, kule tırmanıcı (ları) ile uygun teçhizatla iletişim kuracak şekilde donatılmalıdır. Birçok takım bu amaçla el tipi VHF veya FRS telsizleri kullanır .

4) Aletler yer mürettebatı için büyük bir sorumluluktur. Dağcılar sadece işi yapmak için gereken minimum tırmanış miktarını yapmalıdır. Yer ekibi, gerekli bir aracı nerede bulacağını bilmeli ve hızlı bir şekilde bir tırmanıcının eline geçirmenin bir yolunu bulmalıdır. Yer ekibinin ayrıca, cin direği, gel-gel ve vinçler gibi özel aletlerin çalışması konusunda tamamen hızlı olması gerekecektir.

TAKIM OLARAK ÇALIŞMA

Kule çalışmaları başlamadan önce, yer ekibiyle bir güvenlik toplantısı yapın. Bu "bagaj kapağı" toplantısı, herkesi aynı sayfada, iş açısından, yapılacak işi ve nasıl yapılacağını detaylandırmak için önemlidir. Bu aynı zamanda yer ekibini bir kapistan vinç, karabinalar, kaya tırmanma teçhizatı, özel aletler vb. Gibi aşina olmadıkları dişli veya donanıma tanıtmak için zaman ve yer. Ne yapılacağını ve nasıl yapılacağını açıklayın.

Tırmanıcılar genellikle kule ekibinin en deneyimli üyeleridir. Olarak Böyle, dağcılardan biri genellikle takım lideri olarak belirlenir. Bu liderlik rolü herkesin anlaması için çok önemlidir. Tırmanıcılar en fazla risk altındadır ve genellikle herhangi bir anda neler olduğuna dair benzersiz bir görsel perspektife sahiptir. Ekibin işe odaklanması ve dağcılardan gelen talimatları aktif olarak dinlemesi çok önemlidir. Sadece dağcıları içeren uzun çalışma süreleri olabilir, ancak bir anda yer ekibi desteğine ihtiyaç duyulabilir ve ekibin derhal yanıt vermeye hazır olması gerekir. Unutmayın, sorumlu lider tarafından yönlendirilmedikçe hiçbir şey yapmayın. Bu, halatların taşınması, toplanması, donanımın taşınması vb .

Yer ekibi için bir diğer önemli rol, kuledeki ekibe yardımcı olabilecek güncellemeleri ve diğer bilgileri iletmektir. Bir dağcı olarak, yaklaşan eylemleri veya kararları etkileyebilecek herhangi bir şeyi duymak çok yararlıdır. Bu, değişen hava durumu, yer ekibindeki değişiklikler, tedariklerle ilgili güncellemeler veya projenin zeminde ele alınan kısımlarıyla ilgili bildirimleri içerebilir. Öğle yemeği için mola zamanı geldiğinde kule ekibine haber verin!

İf telsizleri iletişim kurmak için kullanılmıyor, kuledeki tırmanıcıyla konuşurken, yukarı bakın ve yüksek sesle doğrudan onlarla konuşun. Ortam gürültü seviyesi, trafik, rüzgar ve yakındaki ekipman nedeniyle kulede önemli ölçüde daha yüksektir. Kaldırma, indirme, tutma, başlatma ve durdurma vb. İçin bir dizi el sinyaline sahip olun.

Liderlik genellikle tırmanıcıdan gelse de, tüm ekip üyelerinin güvenlik konularını izleme sorumluluğunun herkese ait olduğunu anlamaları çok önemlidir. Yaklaşan bir güvenlik riski hisseden herhangi bir ekip üyesi sorunu hemen dile getirmelidir. Ekip, güvenlikle ilgili gözlemlere saygı göstermeli, duraklatmalı ve durumu değerlendirmelidir. Ekip daha sonra ne yapacağına karar vermelidir. Eylem sadece ekip takip etmek için en iyi doğru rotayı belirlediğinde yapılmalıdır.

İş süresince muhafazakar olun. Yavaş çalışın; Çok hızlı gitmeye çalışmak, kötü çalışmaya ve güvenlik konusunda gelenleri kesmeye neden olabilir.

WRAPPİNG YUKARI

Bırakma zamanı ne zaman? Tüm bu projelere, iş bittiğinde, proje hedeflerine ulaşıldığında ve planlanan zaman dilimi içinde bitirmek amacıyla başlıyoruz. Ancak, en iyi planlamaya rağmen, karmaşık işler genellikle beklenenden daha uzun sürer. Her anten ekibinin her zaman karşılaşacağı soru, projenin planlandığı gibi tamamlanamayacağı netleştiğinde ne yapılacağıdır. Bazen gün ışığının tükenmesi meselesidir. Ya da hava değişiyor. Belki de ekibin bazı üyeleri ayrılmak zorundadır. Ya da uzun bir çalışma gününden sonra yorgunluk başlıyor. Bu anlarda verilen kararlar başarı ve felaket arasındaki fark olabilir.

Cezbedici olan daha hızlı çalışmak, işin geri kalanını ayrılan zamana sıkıştırmaya çalışmaktır. Bu bir başarısızlık reçetesidir. - Bu koşullar altında birçok kaza meydana gelir. İt, siteyi güvenli bir durumda güvence altına almaya, tırmanma ekibini güvenli bir şekilde yere geri getirmeye ve bir sonraki fırsatta işi tamamlamaya hazırlanmaya izin veren bir yol seçmek çok daha iyidir. Tüm bu çabalar zaman alır, bu nedenle deneyimli mürettebat işi askıya almak için en iyi noktayı tahmin etmeli ve işleri tamamlamak için yeterli zaman bırakmalıdır.

28.2.7 Anten ve Kule Güvenliği Referansları

ORGANIZATIONLAR VE STANDARTLAR ANSI/ASSP

Düşme Koruma ve Düşme Kısıtlama Kodu Z359 **-www.assp.org/standards/ standards-topics/fall-protection-andf all-restrain t-z359**

ANSI/TIA

Anten Destek Yapıları ve Antenler için Yapısal Standartlar TIA-222-G/H **- tiaonline.org/pressrelease/tia-announces-publicationof-tia-222-h-standard-for-antennasand-the-supporting-structures-forantennas-and-small-wind-turbines**

OSHA (İş Sağlığı ve Güvenliği İdaresi)

Düşme Koruma Standartları - **www.osha gov/fall-protection/standards Kişisel** Koruyucu Donanım - **www. osha.gov/laws-regs/regulations/ standardnumber/1910/1910.140**

ARRL KAYNAKLARI

ARRL Gönüllü Danışmanlık Programı - **www.arrl.org/volunteer-counselprogram**

ARRL Gönüllü Danışmanlık Mühendisi programı - **www.arrl.org/volunteerconsulting-engineer-program**

AMATÖR YAYINCILAR

Burada listelenen yayınlar mevcut güvenlik uygulamalarını içermeyebilir, ancak teknikler, araçlar ve malzemeler hakkında çok yararlı bilgiler içerebilir.

D.Brede, W3AS, "Bir Amatörün En Sevdiği Anten Desteğinin Bakımı ve Beslenmesi - Ağaç", *QST, Eylül* 1989, s. 26-28, 40.

D. Daso, *Radyo Amatörleri için KAZA Anten Kuleleri* (ARRL, 2010)

*D.*Daso, K4ZA, "Workshop Chronicles" (sütun), *Ulusal Yarışma Dergisi*

E. Daso, K4ZA ve W. Silver, N0AX, "Saha Gündüz Kuleleri - Doğru Yapmak", *QST,* Haziran 2013, s. 67 - 69 .

F.Hopengarten, Kl VR, *Radyo Amatör için Anten İmar (ARRL,* 2002)

G.Morris, K7LXC, *Kule Yukarı: Kule İnşaat Komple Kılavuzu (*Şampiyon Radyo Ürünleri, 2009)

H.W. Gümüş, N0AX, ed., *ARRL Anten Kitabı,* 24th ed. (ARRL, 2019)

ONLINE KAYNAKLARI

Şampiyon Radyo Ürünleri (kule inşaatı ve güvenlik ürünleri için yararlı bir kaynak) - **www.championradio.com**

Düğüm bağlama web sitesi (herhangi bir anten sistemi uygulaması için doğru düğümü bağlayın) - **www.animatedknots.com**

NATE: İletişim İnfrastructure Müteahhitler Birliği Güvenlik Kaynakları - **natehome.com/safetyeducation/safety-r esources**

Kablosuz Tahminci (ticari kule güvenliği ve standartları ve olay **raporlama) -wwww.wirelessestimator. com**

Zero Falls Alliance (amatör radyo kulesi güvenlik istatistikleri, kök nedenleri, ekipman ve teknikler deposu) - **www.zerofalls.org**

28.3 RF Güvenliği

Amatör Radyo temelde güvenli bir - aktivitedir. Bununla birlikte, son yıllarda, hem RF enerjisi hem de güç frekansı (50-60 Hz) EMF dahil olmak üzere elektromanyetik alanların (EMF) olası tehlikeleri hakkında önemli tartışmalar ve endişeler olmuştur. FCC düzenlemeleri, radyo vericilerinin çalışmasından izin verilen maksimum izin verilen maruziyet (MPE) üzerinde sınırlar belirler. Bu düzenlemelerin ardından, iyi RF uygulamalarının kullanımı ile birlikte, istasyonunuzu mümkün olduğunca güvenli hale getirecektir. ARRL RF Güvenlik Komitesi tarafından yazılan bu bölüm, elektromanyetik güvenlik konusunu ele

28.3.1 EMF Memeli Dokusunu Nasıl Etkiler

Dünyadaki tüm yaşam, Dünya'nın statik jeomanyetik alanına ek olarak, zayıf, doğal, düşük frekanslı elektromanyetik alanların ortamında yaşamaya adapte olmuştur. Doğal düşük frekanslı EM alanları iki ana kaynaktan gelir: güneş ve fırtına aktivitesi. Geçtiğimiz 100 yıl boyunca, insan yapımı alanlar çok daha yüksek yoğunluklarda ve farklı spektral dağılımlarla EM arka planımızı değiştirdi. Araştırmacılar, RF maruziyetinin çok çeşitli frekans ve seviyelerdeki etkilerine bakmaya devam ediyor.

Hem RF hem de güç frekans alanları *iyonlaştırıcı olmayan radyasyon olarak sınıflandırılır,* çünkü frekans atomları iyonize etmek için yeterli foton enerjisi olamayacak kadar düşüktür. X-ışınları, gama ışınları ve bazı ultraviyole ışınları gibi iyonlaştırıcı radyasyon, elektronları atomlardan ayırmak için yeterli enerjiye sahiptir. Bu olduğunda, pozitif ve negatif *iyonlar* oluşur. Yine de, yeterince yüksek güç yoğunluklarında, iyonlaştırıcı olmayan EMF bazı sağlık tehlikeleri oluşturur.

Radyo radyosunun ilk günlerinden beri RF enerjisinin vücut dokusunu ısıtarak yaralanmalara neden olabileceği bilinmektedir. Yanlış topraklanmış bir radyo şasisine veya enerjili antene dokunan ve bir *RF yanığı alan herkes,* bu tür bir yaralanmanın oldukça acı verici olabileceğini kabul edecektir. Aşırı RF ısıtma erkek üreme organları sperme zarar vererek kısırlığa neden olabilir. Diğer sağlık sorunları da RF ısıtmadan kaynaklanabilir. Bu ısıya bağlı sağlık tehlikelerine *termal etkiler denir.* Mikrodalga fırın, termal etkileri pratik kullanıma sokan bir uygulamadır.

Ayrıca, ısıtmaya neden olamayacak kadar düşük RF enerji seviyelerinin varlığında fizyolojik işlevdeki değişikliklerin gözlemleri yapılmıştır. Bu fonksiyonlar genellikle alan çıkarıldığında normale döner. Araştırmalar devam etmekle birlikte, bu değişikliklerle hiçbir zararlı sağlık sonucu ilişkilendirilmemiştir.

Devam eden araştırmalara ek olarak, bu konuyu ele almak için çok daha fazla şey yapıldı. Örneğin, FCC düzenlemeleri radyo vericilerinden maruz kalma sınırlarını belirler. Elektrik ve Elektronik Mühendisleri Kurumu, Amerikan Ulusal Standartlar Kurumu ve Ulusal Radyasyondan Korunma - ve Ölçüm Konseyi, diğerlerinin yanı sıra, insanların RF enerjisine maruz kalmasını sınırlamak için gönüllü kılavuzlar önermiştir. ARRL, bilimsel araştırmaları izlemek ve güvenli uygulamalar önermek için radyo amatör topluluğuna hizmet vermeye gönüllü olan ilgili bilim adamları ve tıp doktorlarından oluşan bir RF Güvenlik Komit

RF ENERJİNİN TERMAL ETKİSİ

Çok yüksek seviyelerde RF enerjisine maruz kalan vücut dokuları ciddi ısı hasarına maruz kalabilir. Bu etkiler enerjinin frekansına, vücuda çarpan RF alanının güç yoğunluğuna ve dalganın polarizasyonu ve vücudun topraklanması gibi faktörlere bağlıdır.

Vücudun doğal rezonanslarına yakın frekanslarda RF enerjisi daha verimli bir şekilde emilir. Yetişkinlerde, kişi topraklanmışsa birincil rezonans frekansı genellikle yaklaşık 35 MHz ve yerden yalıtılmışsa yaklaşık 70 MHz'dir. Çeşitli vücut parçaları farklı frekanslarda rezonansa girer. Vücut büyüklüğü böylece hangi frekansı belirler Çoğu RF enerjisi emilir. Frekans rezonanstan uzaklaştıkça, RF enerji emilimi daha az verimli hale gelir. *Spesifik emilim hızı (SAR),* RF enerjisinin dokuda absorbe edilme hızını tanımlamak için rezonans gibi değişkenleri dikkate alan bir ölçüdür, tipik olarak kilogram doku başına watt cinsinden ölçülür (W/kg).

İzin verilen maksimum maruz kalma (MPE) limitleri, bir kişinin zararlı etki olmaksızın maruz kalabileceği ve tüm vücut SAR güvenlik seviyelerine dayanan maksimum elektrik ve manyetik alan kuvvetlerini ve bu alanlarla ilişkili düzlem dalga eşdeğer güç yoğunluklarını tanımlar. Güvenli maruz kalma limitleri, emilim verimliliği değiştikçe frekansa göre değişir. MPE sınırları MPE alan gücünün asla güvensiz bir SAR ile sonuçlanmamasını sağlamak için güvenlik faktörleri dahil edilmiştir.

RF enerjisinin termal etkileri çoğu radyo amatörleri için genellikle önemli bir endişe değildir, çünkü normalde kullanılan güç seviyeleri düşük olma eğilimindedir ve çoğu amatör iletimin aralıklı doğası toplam maruz kalmayı azaltır. Amatörler dinlemekten daha fazla zaman harcarlar ve CW ve SSB gibi birçok amatör iletim düşük dutycycle - modlarını kullanır. FM veya RTTY ile, RF her iletim sırasında maksimum seviyede sürekli olarak bulunur. Radyo amatörlerinin, enerjili bir antene veya korumasız bir güç amplifikatörüne yakın olmadıkça, termal etkiler üretecek kadar güçlü RF alanlarına maruz kalması nadirdir. Aşırı maruziyetten kaçınmak için özel öneriler bu bölümde daha sonra sunulmuştur.

EMF 'NİN ATERMAL ETKİSİ

Ölçülebilir ısı üretmeyen RF enerjisinin güç seviyelerine maruz kalmaktan kaynaklanan biyolojik etkilere *atermal etkiler denir.* Laboratuvarda EMF maruziyetinin biyolojik doku üzerindeki bir dizi atermal etkisi görülmüştür. Bununla birlikte, bugüne kadar keşfedilen tüm atermal etkiler

ARAL RF Güvenlik Komitesi

Bir gün uyanıyorsunuz ve gazete başlıkları bilim adamlarının radyo dalgalarının kansere neden olduğunu keşfettiklerini haykırıyor. Nasıl tepki verirdin? Komşunuz nasıl tepki verecek? Çok zor hayal etmek zorunda kalmayabilirsiniz, çünkü haberler son birkaç on yılda düzenli olarak bu tür hikayelerle doluydu. Açıkçası, toplumumuz cep telefonu kullanımındaki büyük artıştan bu yana hastalıkların salgınları tarafından yok edilmedi. Bazı insanlar bu tutarsızlığı tüm bilimsel raporları görmezden gelerek ele alırlar. Diğerleri, teknolojinin sonunda hepimizi öldüreceğine dair kötümser bir tutum benimser.
Yine de diğerleri her hikayeye "gerçek'olarak davranır ve askeri olarak RF enerjisinin iletimini durdurmaya çalışır. Gerçek şu ki, bu süre
Tüm bilimsel çalışmalar karmaşıktır, elektromanyetik biyolojik etkilerin incelenmesi daha da karmaşıktır. Birkaç gazete muhabiri, bilimsel bir çalışmanın nüanslarını anlayabiliyor ve sonuçlarını halka doğru bir şekilde bildirebiliyor. Sonuç olarak, birçok gazete haberi, halkı bilimsel bir çalışmanın uyarılması gereken bir şey bulduğunu düşünmeye yönlendiriyor.

ARRL, elektromanyetik biyolojik etkiler üzerine yapılan çalışmaların sonuçlarını tam olarak eleştirmek ve anlamak için gereken tıbbi, bilimsel ve mühendislik araştırması konularında uzmanlardan oluşan bir grup olan RF Güvenlik Komitesi'ni oluşturarak bu ikilemi ele almıştır. Dozimetri, Halk Sağlığı, Epidemiyoloji, İstatistiksel Yöntemler, Genel Tıp ve spesifik hastalıklar uzmanları, yayınlanmış bilimsel raporları okumak ve anlamak ve geçerliliğini eleştirmek için çok uygundur.

Bir deneyin nasıl yapıldığını incelemek, sadece deneyin tasarımında veya sonuçlarının yorumlanmasında hatalar yapıldığını anlamak için nadir değildir. İt, sonuçların değerini tanımak için çalışmanın tüm yönlerinin etkilerini göz önünde bulundurmak için geniş bir uzmanlık yelpazesine sahip bir grup yorumcu alır.

Elektromanyetik enerjinin biyolojik etkileri alanı, bilimsel disiplinlerin karmaşık bir kombinasyonunu oluşturur. Bu alandaki birçok bilimsel çalışma, elektromanyetik enerji ile biyolojik organizmalar arasındaki etkileşimleri etkileyen birçok alandaki uzmanların girdilerine dayanmadığı için güvenilir sonuçlar üretmemektedir. İyi tasarlanmış bilimsel çalışmalar bile, sonuçlar fiziksel dünya ile biyolojik organizmalar arasında meydana gelen karmaşık etkileşimleri ve bunların halk sağlığını nasıl etkilediğini anlamayan veya takdir etmeyen bir halka sunulduğunda yanlış yorumlamaya tabidir.

1960'lardan beri elektromanyetik olup olmadığını keşfetmeyi amaçlayan binlerce bilimsel çalışma yapılmıştır. Enerjinin biyolojik doku üzerinde olumsuz bir etkisi vardı. Biyologlar tarafından tasarlanan ve gerçekleştirilen bu çalışmaların büyük bir kısmı, denekleri bilinen elektromanyetik enerji seviyelerine doğru bir şekilde maruz bırakmadı. RF mühendisliğinde dozimetri adı verilen bir uzmanlık alanı, hem elektrik hem de manyetik alanların kesin alan kuvvetlerini doğru bir şekilde belirlemek için geliştirilmiştir.

Hangi konular açığa çıktı. İt zorunlu olmuştur ki Elektromanyetik dozimetride bir uzman çalışma tasarımında yer almalıdır, ancak bugün bile bu gereklilik genellikle göz ardı edilmektedir. RF Güvenlik komitesi dozimetride uzmanlık içerir Bu genellikle, deneklerin yaşadığı maruz kalma miktarındaki yanlışlıklar nedeniyle yayınlanmış sonuçlardaki deneysel hataları keşfeder.

Epidemiyolojik çalışmalar, popülasyonlardaki hastalık eğilimlerini tanıma potansiyeline sahiptir. Bununla birlikte, yanıltıcı sonuçlar da geliştirebilirler. Epidemiyoloji, aynı maruz kalma türüne sahip olmayan benzer bir grup insanla karşılaştırıldığında, benzer maruz kalma türlerine sahip insanlar arasındaki sağlık eğilimlerini arar. (Bu tür bir çalışmanın cep telefonlarıyla yapılması zorlaşmıştır, çünkü bunları kullanmayan insanları bulmak zordur). Nüfusun büyük çeşitliliği, çalışma grubunu etkileyen başka bir maruziyet olmadığını bilmeyi zorlaştırmaktadır. RF Güvenlik komitesi, epidemiyolojik kanıtlara dayanan iddiaları anlamlandırmak için epidemiyolojide uzmanlık içerir ve yöntemlerin ve sonuçların gözden geçirilmesi, çalışmanın yazarın veya basının ima ettiğinden daha az bir etkisini ortaya çıkarabilir.

Bazı deneysel çalışmalar, elektromanyetik alanlara maruz kalma nedeniyle biyolojik değişiklikleri doğru bir şekilde göstermektedir. Bir tür enerjinin varlığı nedeniyle oluşan biyolojik dokuda bir değişiklik ilginç bir bulgu olabilir, ancak bu değişikliğin bir halk sağlığı sorununa yol açacağı anlamına gelmez. (Açık bir örnek, bir elektromanyetik enerji formu olan parlak ışığın varlığında göz bebeğinin kasılmasıdır). RF Güvenlik Komitesi, aralarında bir korelasyon olup olmadığını belirlemeye yardımcı olan Halk Sağlığı uzmanlığını içerir.
Bir laboratuvar bulgusu ve toplumumuzdaki insanların sağlığı için herhangi bir potansiyel endişe.

ARRL RF Güvenlik Komitesi bir kaynak olarak hizmet vermektedir
ARRL Yönetim Kurulu'na, RF güvenliği ile ilgili ARRL politikasını formüle etmelerine yardımcı olacak tavsiyelerde bulunmak. RFSC, RF güvenliğini sağlamak için ARRL HQ personeli ile etkileşime girer
ARRL yayınlarında ve ARRL web sitesinde uygun şekilde ele alınmaktadır. Amatör Radyo topluluğu, RF güvenliği ile ilgili soru ve problemlerle ilgili yardım için RFSC'ye karşılık gelir. RFSC üyeleri, ilgili yayınlanmış araştırmaları izler ve analiz eder. Üyeler, RF güvenliği ile ilgili standart koordinasyon komitelerine ve diğer uzman komitelere katılırlar. RFSC, ARRL yayınlarına dahil edilen RF güvenlik metnini yazmaktan sorumludur. Doğruluğu *QST'ye gönderilen makalelerde RF güvenliği ile ilgili konular* ve *QEX,* komite üyeleri tarafından onaylanır. RFSC ayrıca FCC amatör soru havuzları için RF güvenlik sorularının geliştirilmesine katılır ve çevresel düzenlemelerini geliştirmede FCC ile birlikte çalışır. RF güvenliği ile ilgili soruları olan radyo amatörleri, irtibat yoluyla RFSC ile iletişime geçebilir,
Ed Hare, W1 RFI, **w1rfi@arrl.org.** RFSC bir web sayfası tutar **www.arrl.org/arrl-rf-safety-committee.**

Aynı özelliklere sahipti: Geçicidirler veya EMF maruziyeti giderildiğinde kaybolurlar ve herhangi bir olumsuz sağlık etkisi ile ilişkilendirilmemişlerdir.

28.3.2 EMF Maruziyetinin Biyolojik Etkilerinin Araştırılması

Bilim adamı olmayan birçok kişinin kafasını karıştıran bilimsel araştırmanın istatistiksel temeli, bilimin EMF'nin güvenli olduğunu kesin olarak belirtememesidir. Etkiler, bilim adamları tarafından istatistiksel çıkarım kullanılarak incelenir; "Sıfır hipotez", bir etki olmadığını varsayar ve daha sonra bir etkinin olduğu "alternatif bir hipotez'i kanıtlayarak bu varsayımı çürütmeye çalışır. Alternatif hipotez hiçbir zaman tamamen çürütülemez, çünkü bir bilim adamı her olası durumu inceleyemez, bu nedenle bilim adamları sadece alternatif hipotezin doğru olmadığına dair bir olasılıkla sonuçlanır. Bu nedenle, tamamen doğru olmak gerekirse, bir bilim adamı asla bir şeyin kanıtlandığını söyleyemez; Düşük seviyeli EMF maruziyeti ile ilgili olarak, - hiçbir bilim adamı kesinlikle güvenli olduğunu garanti edemez. En iyi ihtimalle, bilim sadece bir Güvensiz olma olasılığı çok düşüktür. Bilim adamları bu gerçeği kabul ederken, EMF'den ve insanlar üzerindeki etkilerinden şüphelenen genel halkın birçok üyesi bunu korkmaya devam etmek için bir neden olarak görüyor.

EMF maruziyetinin memeli biyolojisi üzerindeki etkilerini öğrenmek için kullanılan iki tür bilimsel çalışma vardır: laboratuvar ve epidemiyolojik.

LABORATUVAR ÇALIŞMASI Bilim adamları, biyolojik meka hakkında bilgi edinmek için hayvanları kullanarak laboratuvar araştırması yaparlar.

Ön epidemiyoloji

Hemen hemen her hafta gazeteyi alabilir ve "Bilim Adamları Radyo Dalgaları ve Hastalık Arasındaki Bağlantıyı Keşfetti'gibi çığlık atan bir afiş başlığı görebilirsiniz. Peki neden hala telsizini çalıştırıyorsun? Hastalıkların epidemiyolojik çalışmasında tutarsızlık yaşadınız. Bu, her radyo amatörünün, başlıkların arkasındaki bilimin gerçek anlamını nasıl yorumlayacağını bilmek ve bu hikayelerin başkalarında ortaya çıkardığı korkuları gidermeye yardımcı olmak için anlaması gereken bir şeydir.

Sadece radyo kullanan birinin kanser gibi bir hastalığa yakalandığını bilmek, bize bu hastalığın nedeni ve etkisi hakkında hiçbir şey söylemez. İnsanlar kanserle ve diğer birçok hastalıkla, radyo varlığından çok önce geldi. Epidemiyologların tanımlamaya çalıştığı şey, hepsinin ortak bir şeye maruz kaldığı ve hepsinin maruz kalmaması durumunda beklenenden daha yüksek oranda belirli bir hastalıktan muzdarip olan bir grup insandır. Bu teknik, sağlık görevlilerinin, yerel sanayi tarafından su kaynaklarının zehirlenmesi ve hatta sigara gibi büyük maruziyetler gibi şeyler nedeniyle hastalığın aşırılıklarını fark etmelerine yardımcı olmada oldukça etkili olmuştur. Bununla birlikte, epidemiyoloji nadiren bir maruziyetin bir hastalığa neden olduğunu kanıtlar; Aksine, daha fazla çalışmaya yol açan kanıtları sağlar.

Epidemiyolojinin gücü, bilim insanlarının tüm popülasyonlardaki anomalileri fark etmelerine yardımcı olurken, zayıflığı spesifik olmamasıdır. İlk epidemiyoloji-CAL çalışması sadece iki şeyi inceler: şüpheli maruziyet ve hastalık oranları. Bu çalışmaların gerçekleştirilmesi nispeten basit ve ucuzdur ve daha sonra daha fazla çalışma gerektiren belirgin bir ilişkiye işaret edebilir. Örneğin, bir dizi Amatör Radyo operatörünün ölüm nedenlerinin bir çalışmasında, lösemi fazlalığı önerildi. Bu çalışmada lösemiden ölen ham radyo operatörlerinin yüzdesi, lösemiden ölen nüfusun geri kalanının yüzdesine dayanarak beklenenden daha yüksekti. Kendi başına, bunun çok az anlamı vardır ve olmamalıdır

Çalışma, jambon lisansları dışında örnek nüfus hakkında başka bir şey düşünmediği için endişe kaynağı olabilir. Başka birçok soru ortaya çıkıyor:

Çalışma denekleri olağandışı kimyasallara maruz kaldı mı? Deneklerden herhangi birinin ailesinde lösemi öyküsü var mıydı? Lisanslı amatörler radyo bile kullandılar mı, ne tür ve ne sıklıkta? Bir epidemiyolog için bu sonuç, her bir konu hakkında daha spesifik bilgi toplamak ve görünür ilişkileri güçlendiren daha eksiksiz bir çalışma yapmak için fonları artırmak için yeterli ivme sağlayabilir. Bununla birlikte, bir ön çalışmada hafif bir hastalık fazlalığı nadiren daha fazla çalışmaya yol açar. Genellikle, bir epidemiyolog bir ön çalışma düşünmez

Risk oranı olarak da adlandırılan aşırı hastalık oranı 4:1 veya daha büyük olmadıkça takip edilmeye değer. Ne yazık ki, çoğu haber muhabiri epidemiyolog değildir ve bu ayrımı anlamamaktadır. Aksine, bir ön çalışmada hafif bir hastalık fazlalığı, toplumda korku uyandıran, cep telefonları ve jambonlu radyolar gibi şeylere karşı makul olmayan bir dirence neden olan başlık başlıklarına yol açabilir.

Ön epidemiyolojik çalışmaların sonuçlarını orantısız bir şekilde patlatan başlıkları, nadiren, çalışmanın daha eksiksiz olan ve hastalıkla hiçbir ilişki göstermediği bir çalışma tarafından takip edilmesi durumunda görülebilen geri çekilmeler izler. Jambon lisanslama ve ölüm kayıtlarının yukarıda belirtilen epidemiyolojik çalışması durumunda, sonuçlarla ilgili abartılı tanıtım, jambon radyo operatörlerinin lösemiye yakalanma ihtimalinin yüksek olduğu şehir efsanesine yol açmıştır. Bu sadece orijinal çalışmanın ön doğası nedeniyle temelsiz bir sonuç değil, aynı zamanda yakın zamanda Ulusal Kanser Enstitüsü tarafından çok daha fazla sayıda denek kullanılarak benzer bir çalışma yapıldı ve herhangi bir hastalığın önemli bir fazlalığı bulunamadı. Hams, sansasyonel başlıkların sonuçsuz bilime dayandığını fark edebilmeli ve ailelerine, arkadaşlarına ve komşularına bu sonuçların ne kadar sonuçsuz olduğunu açıklamaya hazır olmalıdır.

EMF'nin memelileri etkileyebileceği nizmler. EMF'nin biyolojik etkileri üzerindeki laboratuvar çalışmalarının temel avantajı, maruziyetlerin çok doğru bir şekilde kontrol edilebilmesidir.

Laboratuvar çalışmalarının bazı önemli dezavantajları da mevcuttur. EMF maruziyeti, araştırmalarda kullanılan hayvan türlerini, - insanların yanıt verebileceği şekilde etkilemeyebilir. Bu yanlış yönlendirmenin yaygın bir örneği göz araştırması ile meydana geldi. Tavşanlar, gözlerin yüksek EMF seviyelerine maruz kalmasının kataraktlara neden olabileceğini belirlemek için uzun yıllar kullanılmıştır. Bu sonuçların insanlara Radyo insanın görüşüne zarar verir. Bununla birlikte, tavşan gözü kafatasının yüzeyindedir, insan gözü ise kafatasındaki kemikli yörüngenin derinliklerine gömülür. Bu nedenle, insan gözü EMF'den çok daha az maruz kalır ve tavşanlar üzerindeki laboratuvar deneylerinde kullanılan aynı maruziyetlerden zarar görme olasılığı daha düşüktür.

Dokuyu etkileyen bazı biyolojik süreçlerin - oluşması uzun yıllar alabilir ve hayvanlar üzerinde yapılan laboratuvar deneyleri, kısmen hayvanların yaşam sürelerinin insanlardan çok daha kısa olması nedeniyle daha kısa olma eğilimindedir. Örneğin, tipik bir laboratuvar faresi Normal yaşlanmadan kaynaklanan tüm fizyolojik değişikliklerle gençlikten yaşlılığa ilerlediği en fazla iki yıl boyunca çalışılabilir. Uzun yıllar boyunca birden fazla maruziyet gerektiren bir hastalık sürecinin, küçük hayvanlarla yapılan bir laboratuvar çalışmasında görülmesi olası değildir.

EPIDEMİOLOGICAL ARAŞTIRMA

Epidemiyologlar, istatistiksel yöntemler kullanarak büyük insan gruplarının sağlık modellerine bakarlar. Laboratuvar araştırmalarının aksine, epidemiyolojik araştırmalar, deneklerin EMF'ye maruz kalmaları konusunda çok zayıf bir kontrole sahiptir, ancak ömür boyu maruz kalmanın etkilerini analiz edebilme ve büyük denek popülasyonları arasındaki varyasyonları ortalayabilme avantajlarına sahiptir. Temel tasarımları gereği, epidemiyolojik çalışmalar neden ve sonuç göstermez ve hastalık mekanizmalarını varsaymaz. Epidemiyologlar, çevresel bir faktör ile gözlemlenen bir hastalık paterni arasındaki ilişkileri ararlar. Belirgin ilişkiler genellikle daha sonra yanlış olduğu gösterilen küçük ön çalışmalarda görülür. En iyi ihtimalle, bu tür sonuçlar, neden-sonuç aramasını daraltan daha ayrıntılı epidemiyolojik çalışmaları ve laboratuvar çalışmalarını motive etmek için kullanılır.

Bazı ön çalışmalar, evde veya işte EMF'ye maruz kalma ile lösemi ve beyin kanseri dahil olmak üzere çeşitli kötü huylu durumlar arasında zayıf bir ilişki olduğunu ileri sürmüştür. Bununla birlikte, eşit derecede iyi tasarlanmış ve gerçekleştirilmiş daha fazla sayıda çalışma, hiçbir ilişki bulamamıştır. Bazı çalışmalarda 2 gibi yüksek risk oranları gözlenmiştir. Bu, test grubunda gözlenen hastalık vakalarının sayısının popülasyondaki "beklenen" sayının 2 katına kadar olduğu anlamına gelir. Epidemiyologlar genellikle 4 veya daha yüksek bir risk oranını, çalışma altındaki neden ve sonuç arasında güçlü bir ilişkinin göstergesi olarak görürler. Örneğin, günde bir paket sigara içen erkekler, sigara içmeyenlere kıyasla akciğer kanseri riskini on kat artırır ve günde iki paket, sigara içmeyenlerin riskini 25 kattan fazla artırır.

Bununla birlikte, epidemiyolojik araştırmalar kendi başına nadiren sonuçludur. Epidemiyoloji sadece gruplardaki sağlık modellerini tanımlar - normalde nedenlerini belirlemez. Genellikle kafa karıştırıcı faktörler vardır. Çoğumuz sağlığımızı çeşitli şekillerde etkileyebilecek birçok farklı çevresel tehlikeye maruz kalıyoruz. Ayrıca, yüksek düzeyde EMF'ye maruz kalması muhtemel kişilerin tüm çalışmaları aynı sonuçları vermemiştir (ön epidemiyolojik çalışmalarda kenar çubuğuna bakınız)

28.3.3 Güvenli Maruz Kalma Seviyeleri

Ne kadar EMF enerjisi güvenlidir? Bilim adamları ve düzenleyiciler, - güvenli RF maruz kalma limitlerine karar vermek için büyük çaba harcadılar.

Bu, zor halk sağlığı ve ekonomik hususları içeren çok karmaşık bir sorundur. Önerilen güvenli seviyeler yıllar içinde birkaç kez aşağı doğru revize edilmiştir - ve tüm bilimsel organlar aynı fikirde değildir. Bugün bile bu soru. Elektrik ve Elektronik Mühendisleri en son İnstitute (IEEE) C95. Tavsiye edilen radyo frekansı maruz kalma limitleri için 1 standardı 2006'da yayınlandı, daha önce olanı güncelledi 1991'de yayınlandı ve 1992'de Amerikan Ulusal Standartları İnstitute (ANSI) tarafından kabul edildi. Yeni standart değişiklikleri, özellikle cep telefonlarının güvenliği ile ilgili mevcut araştırmayı daha iyi yansıtmak için yapıldı. At

RF Güvenlik Standartları Nereden Geliyor ?

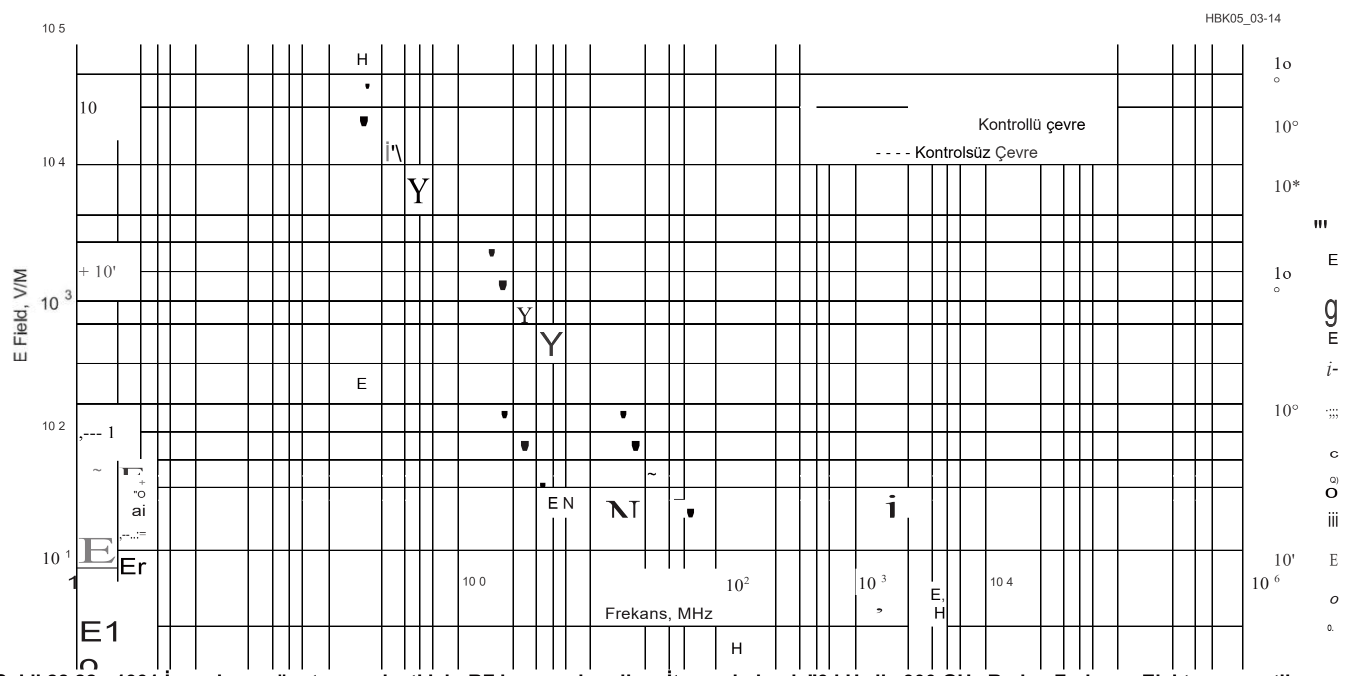
RF Güvenliği ile başa çıkma şeklimizin çoğu "Güvenlik Standartlarına" dayanmaktadır. Her jambonun uyması gereken FCC çevresel maruziyet düzenlemeleri, bazı büyük güvenlik standartlarının ulaştığı sonuçların büyük ölçüde yeniden ifadeleridir. Bu standartlar nasıl geliştirilir ve neden onlara güvenmeliyiz?

Önde gelen RF güvenlik standardı Dünyada Elektrik ve Elektronik Mühendisleri İnstitute (IEEE) tarafından geliştirilmiştir. En son baskının adı *C95. 1 -2005: Radyo Frekanslı Elektromanyetik - Alanlara İnsan Maruziyetine İlişkin Güvenlik Seviyeleri için IEEE Standardı, 3 kHz ila 300 GHz*. *IEEE* C95.1 Standardının uzun bir geçmişi vardır. İlk C95.1 RF güvenlik standardı 1966'da piyasaya sürüldü,
2 sayfa uzunluğunda ve hiçbir referans listelenmemiş.
İt esasen 10 MHz ve 100 GHz arasındaki frekanslar için insanların 10 mW/cm'den daha büyük bir güç yoğunluğuna maruz kalmaması gerektiğini söyledi?, C95.1 standardı 197 4, 1982, 1991 ve 2005 yıllarında revize edildi. Standardın en son (2005) baskısı 2006 yılında yayınlanmıştır, 250 sayfa uzunluğundadır ve bilimsel literatüre 1143 referans içermektedir. IEEE sürümlerinin çoğu C95.1 Standart, IEEE tarafından yayınlandıktan bir veya iki yıl sonra Amerikan Ulusal Standartları İnstitute (ANSI) tarafından kabul edildi. 2005 baskısı 2006 yılında ANSI tarafından kabul edildi.

IEEE'de en son revizyonu geliştiren komite C95.1
Elektromanyetik Güvenlik Teknik Komitesi 95 Alt Komitesi 4 İnternational Komitesi denir ve katılımcıların geniş bir tabanı vardı. Alt komite, Motorola Laboratuvarları'ndan C-K Chou, Ph.D. ve ABD Deniz Sağlığı Araştırma Merkezi'nden John D'Andrea, PhD tarafından ortaklaşa yönetildi. Komitenin 132 üyesi vardı ve bunların %42'si ABD dışındaki 23 ülkeden geliyordu. Üyeleri Komite akademi (%27), hükümet (%34), endüstri (%17), danışmanlar (%20) ve genel halkı (%2) temsil etti.

C95.1'in ilk baskıları, vücutta üretilen ısının önceden sınırlı olması gerektiği kavramına dayanıyordu.
Dokuda havalandırma hasarı. Zamanla standart karşı korumak için gelişti Üretilen ısı miktarına bakılmaksızın bilinen tüm olumsuz biyolojik etkiler. 2005 revizyonu temel alındı Standardın insan sağlığını koruması, ancak uygulanması hala pratik olması, sonuçlarının yalnızca bilimsel kanıtlara dayanması ve bilimsel olarak savunulabilir olduğu yerlerde diğer uluslararası RF güvenlik standartlarıyla uyumlu hale getirilmesi gerektiği ilkeleri. İt, sonuçlarını 50 yıllık bilim...
Tific çalışması. Bu süre zarfında yapılan EMF ile ilgili 2500'den fazla çalışmadan, RF maruziyetinin sağlık üzerindeki etkileri ile ilgileri için 1300 seçildi. Bu çalışmalardaki bilim, kalitesi ve metodolojisi açısından değerlendirildi ve en son standardın üretilmesinde 1143 çalışmaya atıfta bulunuldu.

Diğer büyük standartlar kuruluşları da benzer standartlar yayınlamıştır. Ulusal Radyasyondan Korunma ve Ölçüm Konseyi (NCRP)
1986 yılında 86 sayılı Rapor: Radyofrekans Elektromanyetik Alanları için Biyolojik Etkiler ve Maruz Kalma Kriterleri başlıklı güvenlik standardı.
İnternational Commission on Non-İonizing Radiation Protection (İCNIRP), Zaman *Değişen Elektrik, Manyetik ve Elektromanyetik Alanlara (300 GHz'e kadar) Maruz Kalmayı Sınırlama Yönergeleri başlıklı güvenlik standardını* 1998 yılında yayınladı.



Şekil 28.22 - 1991 İnsanların vücut maruziyeti için RF koruma kuralları. İt resmi olarak "3 kHz ila 300 GHz Radyo Frekansı Elektromanyetik Alanlarına İnsan Maruziyetine İlişkin Güvenlik Seviyeleri için IEEE Standardı'olarak bilinir.

FCC RF Maruz Kalma Düzenlemeleri

FCC düzenlemeleri miktarı kontrol eder İstasyonunuzun çalışmasından kaynaklanabilecek RF maruziyeti (§ § 97 ,13, 97 ,503, 1,1307 (b) (c) (d), 1,1310, 2,1091 ve 2,1093). Yönetmelikler, tüm radyo servislerinde vericilerin çalışmasından izin verilen maksimum izin verilen maruziyet (MPE) için sınırlar koymaktadır. Ayrıca belirli istasyon türlerinin değerlendirilmesini gerektirir Kurallarda belirtilen MPE'lere uygun olup olmadıklarını belirlemek için. FCC de bu soruları sordu
RF çevre güvenliği uygulamalarında Teknisyen ve Genel lisans sınavlarına eklenebilir.

KURALLAR

Maksimum İzin Verilen Maruz Kalma (MPE)

FCC tarafından düzenlenen tüm radyo istasyonları, yalnızca çalışan QRP istasyonları bile MPE'ler için gerekliliklere uymalıdır.
Birkaç watt veya daha az. MPE'ler, **Tablo A'da gösterildiği gibi frekansa göre değişir.** MPE sınırları, 30 MHz'in altındaki frekanslar için maksimum elektrik ve manyetik alanlarda, 300 MHz'in üzerindeki frekanslar için güç yoğunluğunda ve 30 ila 300 MHz arasındaki frekanslar için üç şekilde belirtilir. Uyum amacıyla, bu sınırların tümü *ayrı ayrı düşünülmelidir.* Herhangi biri aşılırsa, istasyon uygun değildir.
İn etkisi, bu her iki elektrik anlamına gelir Ve manyetik alan 300 MHz'in altında belirlenmelidir, ancak elektrik veya manyetik alanı belirleyen daha yüksek frekanslarda normalde yeterlidir.

Yönetmelikler, insanların RF alanlarına maruz kalmasını kontrol eder, herhangi bir alandaki RF alanlarının gücünü değil. Hiç kimse maruz kalmadığı sürece bir alanın ne kadar güçlü olabileceğinin bir sınırı yoktur, ancak FCC düzenlemeleri amatörlerin her zaman gerekli minimum gücü kullanmasını gerektirir (§ 97.311 [al).

Ortamlar

FCC iki aşamalı maruz kalma limiti tanımlamıştır - *mesleki/kontrollü limitler ve genel nüfus/kontrolsüz limitler. Mesleki/kontrollü* sınırlar, insanlar bir kondisyon olarak maruz kaldıklarında geçerlidir.

Tablo A

(§ 1.1310'dan itibaren) İzin Verilen Maksimum Maruz Kalma Limitleri (MPE)

(A) Mesleki/Kontrollü Maruz Kalma Sınırları

Frekans aralığı (MHz)	*Elektrik alan Güç (Vim)*	*Manyetik alan Güç (Alm)*	*Güç Yoğunluğu (mW/cm?)*	*Ortalama Süre (dakika)*
0.3-3.0	614	1.63	(100)*	6
3.0-30	1842/f	4.89/f	(900/f2) *	6
30-300	61.4	0.163	1.0	6
300-1500			f/300	6
1500-100,000			5	6

f = MHz'de frekans
* Düzlem-dalga eşdeğer güç yoğunluğu (bakınız Notlar 1 ve 2).

(B) Genel Nüfus/Kontrolsüz Maruziyet Sınırları

Frekans aralığı (MHz)	*Elektrik alan Güç (Vim)*	*Manyetik alan Gücü (A/m)*	*Güç yoğunluğu (mW/cm?)*	*Ortalama Süre (dakika)*
0.3-1.34	614	1.63	(100)*	30
1.34-30	824/f	2.19/f	(180/f2) *	30
30-300	27.5	0.073	0.2	30
300-1500	f/1500			30
1500-100,000	1.0			30

f = MHz'de frekans
* Düzlem-dalga eşdeğer güç yoğunluğu (bakınız Notlar 1 ve 2).

Not 1: Bu, E veya H alanı bileşeninin hesaplandığı veya ölçüldüğü eşdeğer uzak alan kuvveti anlamına gelir. Bir antenin yakın alanında iyi uygulanmaz. Eşdeğer uzak alan güç yoğunluğu, yakın veya uzak alan bölgelerinde şu ilişkilerden bulunabilir: P "= [Eu [/3770 mW/cm? veya P'den, = [Hui [x 37.7 mW/cm?.

Not 2: [El ° = İE ,/? + İE, İ + İE,}?, ve [Hail ° = İH, İ? + [H, İ? + [H, J?

İşlerinin aslanı ve ne zaman
Bu maruziyetin farkındadır ve uygunsa en aza indirmek için adımlar atabilir. Genel nüfus/kontrolsüz sınırlar, genel halkın veya normalde maruz kalmanın farkında olmayan veya üzerinde kontrol uygulayamayan kişilerin maruz kalması için geçerlidir. Genel popülasyon/kontrolsüz maruziyet sınırları, mesleki/kontrollü maruziyet sınırlarından daha katıdır. Maruz kalma kategorilerinin belirli tanımları FCC kurallarının 1.1310 bölümünde bulunabilir.

Mesleki/kontrollü sınırlar genellikle bir işyeri ortamında geçerli olmasına rağmen, - FCC genellikle amatör operatörlere ve yakın hane üyelerine uygulandığını belirlemiştir. İn

Çoğu durumda, fiziksel erişimi kontrol edebileceğiniz evinize ve mülkünüze mesleki/kontrollü sınırlar uygulanabilir. Genel nüfus/kontrolsüz sınırlar, komşularınızın mülkleri gibi genel halk tarafından erişilebilen alanlara yöneliktir.

MPE seviyeleri ortalama maruziyete dayanmaktadır. Mesleki/kontrollü maruz kalma için ortalama 6 dakikalık bir süre kullanılır; Genel popülasyon/kontrolsüz maruziyet için ortalama 30 dakikalık bir süre kullanılır.

İstasyon değerlendirmeleri

3 Mayıs 2021'de, RF maruziyetine ilişkin FCC kurallarında yapılan değişiklikler etkili oldu.

Yeni standardın belirlediği bazı frekanslar, daha önce düşünülenden daha yüksek maruz kalma düzeylerinin güvenli olduğunu belirledi (bkz. Kenar çubuğu, "RF Güvenlik Standartları Nereden Geliyor?").

IEEE C95.l standardı, frekansa bağlı ve zamana bağlı izin verilen maksimum maruz kalma seviyelerini önerir. Standardın önceki sürümlerinden farklı olarak, 1991 ve 2006 standartları *kontrollü ortamlarda farklı RF maruz kalma limitleri belirlemiştir* (enerji seviyelerinin doğru bir şekilde belirlenebildiği ve binadaki herkesin bunun farkında olduğu).

EM alanlarının varlığı) ve *kontrolsüz ortamlarda* (enerji seviyelerinin bilinmediği veya insanların EM alanlarının varlığından haberdar olmadığı yerlerde). FCC düzenlemeleri, bu kavramları kontrollü/mesleki ve kontrolsüz/genel nüfus maruziyet sınırlarını içerecek şekilde benimsemiştir.

Şekil 28.22'deki grafik 1991 IEEE standardını göstermektedir (hala FCC düzenlemesinin temeli olarak kullanılmaktadır). İt mutlaka karmaşık bir grafiktir, çünkü standartlar sadece kontrollü ve kontrolsüz ortamlar için farklılık göstermez.

Ama aynı zamanda elektrik (E) alanları ve manyetik (H) alanlar için. Temel olarak, en düşük E-alan maruz kalma limitleri 30 ila 300 MHz arasındaki frekanslarda gerçekleşir. En düşük H alanı maruz kalma seviyeleri 100-300 MHz'de gerçekleşir. ANSI standardı, 1 mW/cm'lik bir güç yoğunluğunda maksimum E-alan sınırlarını 30 ila 300 MHz arasında ayarlar. Kontrollü ortamlarda (61.4 V/m) - ancak [2]kontrolsüz ortamlarda beşte birinde (0.2 mW/cm veya 27 .5 V/m). H alanı sınırı [2]kontrollü ortamlarda 100-300 MHz'de 1 mW/cm'ye (0.163 Alm) düşer

(docs.fee.gov/public/attachments/ FCC-19-126A1.pdf). Yeni kurallar, verici operatörlerinin istasyonları için rutin bir RF maruz kalma hesaplaması yapma zorunluluğundan muaf olup olmadıklarını belirleme yollarını değiştiriyor. FCC bize maruz kalma limitlerinin değişmediğini hatırlatır. İstasyon operatörlerinin tam değerlendirme yapmaları veya muaf tutulmaları gerekip gerekmediği, yine de tüm FCC maruz kalma eşiklerine uymaları gerekir. Bu gereklilik için iki yıllık bir uyum süresi yoktur, her zaman böyle olmuştur.

Eski kurallara göre, FCC'nin amatör istasyonların bir değerlendirme yapmaları gerekip gerekmediğini belirlemek için belirli kriterleri vardı. Frekans ve güç seviyesine dayanan koşullar altında veya PTT tarafından işletilen mobil ve taşınabilir cihazlar ve çoğu amatör tekrarlayıcı gibi belirli verici türleri için düzenli değerlendirmeler gerekli değildi.
Eski kriterler her zaman geçerli değildi, bu yüzden FCC kriterleri tüm radyo servislerine uygulanan ve antenden mesafeyi içeren bir dizi formülle değiştirdi. *Nokta olarak adlandırılan en yakın kişiye Maruz kalma.* (Eğer bir kişi mevcut değilse, maruz kalma yoktur.)

Maruz kalma noktasının antenden ne kadar uzakta olduğunu belirleyerek başlayın.
Eğer antenden, Tablo B'de gösterildiği gibi O .16 dalga boylarının (/2r) minimum muafiyet mesafesinden daha uzak ise, yapmanız gereken tek şey, -megahertz'deki çalışma frekansına ve metre cinsinden mesafeye dayalı olarak maksimum muaf etkili yayılan gücü (ERP) hesaplamak için Tablo C'deki yeni formülleri kullanmaktır.
Maruz kalma noktası. İstasyonun ERP'si hesaplanan değerden düşükse, operatör maruziyetin sınırların altında olup olmadığını hesaplama ihtiyacından muaftır.

Tablo'daki yeni muafiyet formülleri C kasıtlı olarak maruz kalmayı abartıyor, böylece muaf bir istasyondan aşırı maruz kalma şansı olmayacak. İletim görev döngüsü veya modülasyon görev faktörü ile ortalama dönemleri dikkate almazlar. Sanıyorlar ki kazanç
Bir antenin her yöne uygulanır, bu nadiren geçerlidir.

İf maruz kalma noktası daha yakın Minimum muafiyet mesafesi veya istasyon ERP'si maksimum muaf ERP'den büyükse, daha ayrıntılı bir RF maruziyet değerlendirmesi gereklidir. Çoğu durumda, o RF maruz kalma değerlendirmesi yapmak kolaydır
Online hesap makineleri veya anten modelleme kullanarak. Amatörler, uygun ekipmana sahip olmaları durumunda istasyonlarından saha gücü ölçümleri yapabilmelerine rağmen, ölçümler gerekli değildir.
FCC ayrıca amatörlerin değerlendirmelerinin sonuçları hakkında herhangi bir evrak göndermelerini gerektirmez, ancak ARRL amatörlerin değerlendirmelerinin bir kopyasını istasyon kayıtlarında tutmalarını önerir.

Muafiyet için uygun olmayan çoğu istasyon, tam bir RF maruz kalma değerlendirmesi yapıldığında maruz kalma eşiklerinin altında olduklarını görecektir. İç mekan antenleri veya yüksek hizmet döngüsü dijital modları kullanan istasyonların, uygun olacak şekilde ayarlamalar yapması gerekebilir. İstasyonun tam bir değerlendirme yaptıktan sonra FCC maruz kalma eşiklerini aştığı tespit edilse bile, çalışmaya devam etmek için alınabilecek birkaç hafifletme vardır. Örneğin, jambonlar çalışma frekanslarını, modlarını veya güçlerini ayarlayabilir. Ayrıca çalışma alışkanlıklarını ayarlayabilir veya antenin yönünü kontrol edebilirler.

Bir amatör daha önce gerçekleştirdiyse Bir istasyon değerlendirmesi, bu değerlendirmenin tekrarlanması gerekmeyecek. Altında kategorik olarak muaf olan istasyon çalışması için
Eski kurallar, amatörlerin gerekli değerlendirmeyi yapmak için 3 Mayıs 2023'e kadar zamanları olacak.
Bir amatör, güç seviyelerini arttırmak veya -bir anteni değiştirmek gibi RF maruziyetini etkileyebilecek istasyon çalışmasında bir değişiklik yaparsa, amatörün bu istasyon değişikliğini işletmeye almadan önce bir değerlendirme yapması gerekir.

Bu sadece RF maruz kalma düzenlemelerine genel bir bakıştır. Muafiyeti belirlemek için FCC formüllerinde bilgi, bağlantılar
RF maruz kalma hesaplamaları yapan web sayfalarına ve RF maruz kalma ile ilgili en yaygın soruların cevaplarına, ARRL kitabının, RF Maruz Kalma *ve Siz'in ücretsiz indirilebilir bir baskısı da dahil olmak üzere, arrl.org/rf-exposure adresindeki ARRL*

Tablo B
Minimum muafiyet
Mesafeler (/2)

Band (MHz)	*Mesafe*	*Band (MHz)*	*Mesafe*
1.8	87.0 ft	24.9	6,3 ft
3.6	43,5 ft	28.2	5,6 ft
3.9	40,2 ft	50.1	3.1 ft
7.1	22,1 ft	146	1.1 ft
10.1	15,5 ft	223	8.4
14.1	11,1 ft	440	4.3
18.1	8.7 ft	902	2.1 in
21.2	7.4 ft	1296	1.5 in

Tablo C
Maksimum Muaf ERP

	Frekans (MHz)	*Maksimum ERP (Watt)*
VLF	0.3-1.34	1920 x R^2
HF	1.34-30	3450 x R2/f2
VHF	30- 300	3.83 x R^2
UHF	300-1500	0.0128 x R2 x f
MW	1500- 100,000	19.2 x R^2

Not: R metre cinsinden mesafe ve f MHz'de frekanstır

Örnek hesaplamalar:

Antenden 10 metrede 14.1 MHz'de, maksimum muaf ERP
3450 x $^{210/14.1\ 2}$= 1735 W

Antenden 10 metre uzakta 28.2 MHz'de, maksimum muaf ERP
3450 x 10 ?/28.2? = 433 W

Antenden 5 metrede 50.1 MHz'de, maksimum muaf ERP
3.83 x 5 ^{2}= 96 W

Antenden 0.5 metrede 146 MHz'de, maksimum muaf ERP
3.83 x 0.5^2 = 0.96 W

Ve 0,2 mW/cm? (0.0728 Alm) kontrolsüz ortamlarda. Daha yüksek güç yoğunluklarına, 30 MHz'in altındaki (H alanları için 100 MHz'in altında) ve 300 MHz'in üzerindeki frekanslarda, vücudun bu frekanslarda rezonans olmayacağı ve bu nedenle daha az enerji emeceği kavramına dayanarak izin verilir.

Genel olarak, ANSI/IEEE standardı, -frekans ve diğer değişkenlere bağlı olarak, güç yoğunluğu hesaplamaları için 6 ila 30 dakika arasında değişen zaman dilimlerinde güç seviyesinin ortalamasını almayı gerektirir. ANSI/

Kontrolsüz ortamlar için IEEE maruz kalma limitleri kontrollü ortamlara göre daha düşüktür, ancak bunu telafi etmek için standart, bu ortamlardaki maruz kalma seviyelerinin çok daha uzun zaman dilimlerinde (genellikle 30 dakika) ortalaması alınmasına izin verir. Bu uzun ortalama süre, aralıklı bir RF kaynağının (Amatör Radyo vericisi gibi), diğer tüm parametrelerin eşit olmasıyla, sürekli görev istasyonundan çok daha düşük bir pozlamaya neden olacağı anlamına gelir. Zaman ortalaması, insan vücudunun

Kısa bir süre için daha yüksek bir vücut ısıtma oranına (ve dolayısıyla daha yüksek bir RF enerjisi seviyesine) dayanabilir.

Amerika Birleşik Devletleri'ndeki Ulusal Radyasyondan Korunma ve Ölçüm Konseyi (NCRP), önerilen maruz kalma kılavuzlarını da benimsemiştir. NCRP, 0.2 mW/cm'lik bir sınır istiyor? 30-300 MHz aralığında meşgul olmayan maruz kalma için. NCRP kılavuzu, modülasyonun bir RF taşıyıcısı üzerindeki etkilerini dikkate alması bakımından IEEE'den farklıdır.

FCC MPE düzenlemeleri 1992 ANSI/IEEE standardı ve 1986 NCRP tavsiyelerinin bir kombinasyonuna dayanmaktadır. Yönetmelikler kapsamındaki MPE limitleri, ANSI/IEEE limitlerinden biraz farklıdır ve ANSI/IEEE standardının tüm varsayımlarını ve istisnalarını yansıtmaz.

28.3.4 Kardiyak Kalp Pilleri ve RF Güvenliği

Bu, kalp pillerinin elektromanyetik - alanlara maruz kalarak işlevlerinde olumsuz etkilenebileceğine dair yaygın bir inançtır. Kalp pili olan amatörler, ameliyatlarının kendilerini veya kalp pili olan kulübelerine gelen ziyaretçileri tehlikeye atıp atmayacağını sorabilir. Bu ve EM alanlarının diğer kaynaklarıyla ilgili benzer endişeler nedeniyle, kalp pili üreticileri, çoğunlukla kalp pili devresini nispeten yüksek EM alan kuvvetlerinden bile koruyan tasarım yöntemlerini uygular.

Kalp pili olan veya bir kişi için düşünülen herhangi bir amatörün bu konuyu doktoruyla tartışması önerilir. Doktor muhtemelen amatörü kalp pili üreticisinin teknik temsilcisi ile temasa geçirecektir. Bu temsilciler genellikle mükemmel kaynaklardır ve laboratuvardan veya belirli model kalp pilleriyle "sahada" çalışmalardan veri alabilir.

Bir çalışma, bir Amatör Radyo istasyonunda ve çevresinde bir modem (çift odalı) kalp pilinin işlevini inceledi. Kalp pili jeneratörü, kalp tarafından üretilen elektrik sinyallerini alan ve işleyen devrelere sahiptir ve ayrıca kalbi uyaran (tempo) elektrik sinyalleri üretir. Bir dizi deneyde, kalp pili bir kalp simülatörüne bağlandı. Sistem, SSB ve CW çalışması sırasında 1-kW bir HF doğrusal amplifikatörün kabininin üzerine yerleştirildi. Başka bir testte, sistem birkaç 1 ila 5-W 2 metrelik el tipi alıcı-vericilere yakın yerleştirildi. Test kalp pili üçüncü bir testte kalp simülatörüne bağlandı ve daha sonra üç elemanlı bir Yagi HF anteninin 9 metre altında ve 5 metre önünde yere yerleştirildi. Bu deneylerde kalp pili fonksiyonuna müdahale gözlenmedi.

Girişim olasılığı bu birkaç gözlemle tamamen göz ardı edilemese de, bu testler EM alanlarına normalde bir amatör tarafından karşılaşılacağından daha şiddetli maruz kalmayı temsil eder - ortalama bir sağduyu ile. Tabii ki ihtiyat, el tipi VHF alıcı-vericileri kullanan kalp pilleri olan amatörlerin, anteni implante edilen kalp pili jeneratörünün bulunduğu yerden mümkün olduğunca uzak tutmasını gerektirir. Ayrıca yeterli iletişim için gereken en düşük verici çıkışını kullanmalıdırlar. Yüksek güçlü HF iletimi için, anten Çalışma pozisyonundan mümkün olduğunca uzak olmalı ve tüm ekipman uygun şekilde topraklanmalıdır.

28.3.5 Düşük frekanslı alanlar

Elektrik hattı EMF'nin biyolojik etkileri hakkında önemli laboratuvar araştırmaları yapılmıştır. Örneğin, bazı ayrı çalışmalar, oldukça düşük seviyelerde EMF maruziyetinin bile insan vücudunun sirkadiyen ritimlerini değiştirebileceğini, T lenfositlerinin bağışıklık sisteminde nasıl çalıştığını ve diğer şeylerin yanı sıra hücre zarı ve hücreler arasında iletilen elektrik ve kimyasal sinyallerin doğasını değiştirebileceğini göstermiştir. Bu çalışmalar ilgi çekici olmasına rağmen, bu düşük seviyeli alanların genel organizma üzerindeki herhangi bir etkisini göstermezler.

Bu araştırmanın çoğu, düşük frekanslı - manyetik alanlara veya düşük ses frekansında (genellikle 100 Hz'in altında) anahtarlanan, darbeli veya modüle edilmiş RF alanlarına odaklanmıştır. Birkaç çalışma, insanların ve hayvanların, aralıklı, anahtarlanmış veya modüle edilmiş bir enerji kaynağından daha kolay bir şekilde sabit bir RF taşıyıcısının varlığına adapte olabileceğini öne sürdü.

Bu alandaki çalışmaların sonuçları ve çeşitli modülasyon türlerinin etkisi ile ilgili spekülasyonlar biraz tartışmalıydı ve tartışmalı kaldı. Bugüne kadar yapılan araştırmaların hiçbiri, düşük seviyeli EMF'nin olumsuz sağlık etkilerine neden olduğunu göstermemiştir.

EMF'ye maruz kalmanın sağlık sonuçlarını incelemek için devam eden çok sayıda araştırma olduğu göz önüne alındığında, Amerikan Fizik Derneği (çok saygın bilim insanlarından oluşan ulusal bir grup), Mayıs 1995'te, kanserin olası bağlantılarına ilişkin mevcut verilerin gözden geçirilmesine dayanan bir bildiri yayınladı. 60-Hz EMF'ye maruz kalma. Raporları kapsamlı ve bu alanda ciddi bir ilgisi olan herkes tarafından gözden geçirilmelidir. Genel sonuçları arasında şunlar vardır:

Diğer paneller tarafından yapılan incelemeler, kanser ve elektrik hattı alanları arasında tutarlı, önemli bir bağlantı olmadığını göstermektedir.

2. Bu son derece zayıf 60-Hz alanlar tarafından kanserin sistematik olarak başlatılması veya teşvik edilmesi için makul bir biyofiziksel mekanizma tanımlanmamıştır .

3. Herhangi bir çevresel faktöre maruz kalmaktan kaynaklanan zararlı sağlık etkilerinin olmadığını kanıtlamak imkansız olsa da, bu etkilerin ortaya çıktığı sonucuna varmadan önce tutarlı, önemli ve nedensel bir ilişki göstermek gerekir.

31 Ekim 1996 tarihli bir raporda, Ulusal - Bilimler Akademisi Ulusal Araştırma Konseyi komitesi, elektrik ve manyetik alanlara (EMF) maruz kalmanın insan sağlığı için bir tehdit olduğunu gösteren net ve ikna edici bir kanıt bulunmadığı sonucuna varmıştır.

Çocuklarda manyetik alanlara ve akut lenfoblastik lösemiye konut maruziyetinin Ulusal Kanser İnstitute epidemiyolojik çalışması, Temmuz 1997'de New England Journal of Medicine'de yayınlandı. Yedi yıllık kapsamlı çalışma, herhangi bir bağlantı varsa, endişe etmek için çok zayıf olduğu sonucuna varmıştır.

1998 yılında, ABD Ulusal Çevre Sağlığı Bilimleri Enstitüsü, enerji hattı EMF ile ilgili araştırmayı özetlemek için uzmanlardan oluşan bir çalışma grubu düzenledi. Komite, İnternational Agency for Research on Cancer'ın (İARC) sınıflandırma kurallarını kullandı ve tüm geçmiş sonuçları tek bir çalışmada gerçekleştirilmiş gibi birleştirmek için bir meta-analiz gerçekleştirdi. NIEHS çalışma grubu, araştırmanın bu tür bir maruziyetin kanserojen olduğunu göstermediği, ancak olasılığı da göz ardı edemeyeceği sonucuna varmıştır. Bu nedenle, güç hattı EMF'sini İARC sınıflandırması altında Sınıf 2b kanserojen olarak tanımladılar. İARC tarafından belirtildiği gibi tanım: "Grup 2B: Ajan muhtemelen insanlar için kanserojendir.

Tablo 28.4
Amatör Radyo Ekipmanları ve ACPowered Ev Aletleri Yakınındaki Tipik 60-Hz Manyetik Alanlar

Değerler miligauss cinsinden.

İtem	*Saha*	*Mesafe*
Elektrikli	*30-90*	*Yüzey*
battaniye	10-100	Yüzey
Mikrodalga fırın	1-10	12 in.
	5-10	Atop monitör
IBM kişisel bilgisayar	0-1	15 in. At handle
	500-2000	ekranından
Elektrikli matkap	200-2000	At kolu
Saç kurutma makinesi	10-100	Üstü dolap
HF alıcı-verici	1-5	15 in. Önden
	80-1000	Atop dolabı
1-kW RF amplifikatör	1-25	15 in. Önden

(Kaynak: ARRL RF Güvenlik Komitesi üyeleri tarafından yapılan ölçümler)

Sınırlı pidemiyolojik kanıt artı sınırlı veya yetersiz hayvan kanıtı. Diğer İARC Sınıf 2b kanserojenleri arasında otomobil egzozu, kloroform, kahve, seramik ve cam elyafları, benzin ve salamura sebzeler bulunur .

Okuyucular, daha ileri çalışmalar raporlandıkça bu konuyu takip etmek isteyebilirler. Amatörler, tüm güç seviyelerinde RF ve ELF (60 Hz) elektromanyetik alanlara maruz kalmanın ve Frekanslar her koşulda tam olarak incelenmemiştir. Herhangi bir önlenebilir EMF'den "ihtiyatlı kaçınma'her zaman iyi bir fikirdir. İhtiyatlı kaçınma, amatörlerin ekipmanlarını kullanmaktan korkmaları gerektiği anlamına gelmez. Çoğu amatör operasyon MPE sınırları içindedir. Herhangi bir risk varsa, neredeyse kesinlikle sağlığınıza zararlı olabilecek nedenler listesine düşecektir (diğer taraftan).

Tablo 28.5
Amatör Radyo Antenlerine Yakın Tipik RF Alan Güçlü Yönleri
Federal İletişim Komisyonu tarafından ölçülen değerlerin örneklenmesi ve Çevre Koruma Ajansı, 1990

Anten tipi	*Freq (MHz)*	*Güç (W)*	*EField (Vim)*	*Konum*
Tavan arasında	14.15	100	7-100	İn ev İn
Dipol Tavan	146.5	250	10-27	ev
arasında	21.5	100	50	1 m tabandan 1-2
Discone 7-13 ft	7.14	0	8-150	m dünyadan 0.5
Dikey Yarım	3.8	120	180	m tabandan İn
sloper Dipole	21.2	800	10-20	shack
60 ft'de 5 elemanlı Yagi		100	14	12 m tabandan
3 elemanlı Yagi 25 ft'de	28.5	425	8-12	12 m tabandan
İnverted Vat 22-46 ft	7.23	1400	5-27	anten altında İn
Çatıda dikey	14.11	140	6-9	evi
			35-100	Anten tunerinde
			22-75	2 m anten
Otomatik çatıda kırbaç	146.5	100	15-30	İn araç
			90	Arka koltuk
20 ft'de 5 elemanlı Yagi	50.1	500	37-50	10 m anten

Tablo 28.6
RF Farkındalık Kılavuzu

Bu kılavuzlar ARRL RF Güvenlik Komitesi tarafından Tablo 28.4'ün FCC/EPA ölçümlerine ve diğer verilere dayanarak geliştirilmiştir.

• Kulelerdeki antenler (insanlardan uzakta) maruz kalma sorunu oluşturmasa da, RF radyasyonunun antenlerin yayılan elemanlarının kendileriyle sınırlı olduğundan emin olun. Tek, iyi bir istasyon zemini (toprak) sağlayın ve iletim hatlarından gelen radyasyonu ortadan kaldırın. İyi koaksiyel kablo veya diğer besleme hattını düzgün kullanın. Anten sisteminizde ve besleme hattınızda ciddi dengesizliklerden kaçının. Yüksek güçlü kurulumlar için, doğrudan operatörün yakınındaki verici alanına gelen son beslemeli antenlerden kaçının.

• Hiç kimse, kullanımdayken herhangi bir verici antenin yakınında olmamalıdır. Bu özellikle mobil veya yere monte edilmiş dikey antenler için geçerlidir. Daha fazlası ile iletmekten kaçının VHF mobil kurulumunda 25 W, aracın içindeki RF alanlarını ölçmek mümkün olmadıkça. 1-kW seviyesinde, hem HF hem de VHF yönlü antenler, yerleşim alanlarından en az 35 ft yukarıda olmalıdır. Mümkünse iç ve tavan arası antenleri kullanmaktan kaçının. Açık telli besleyiciler kullanılırsa, insanların (veya hayvanların) besleme hattıyla kazara temas etmesinin mümkün olmadığından emin olun.

• Kapaklar çıkarılmış, özellikle VHF/UHF'de yüksek güçlü amplifikatörler kullanmayın.

•UHF/SHF bölgesinde, aktive edilmiş bir dalga kılavuzu veya mikrodalga besleme boynuzu anteninin açık ucuna asla bakmayın veya kimseye doğrultmayın. (Bunu yaparsanız, gözlerinizi RF radyasyonunun izin verilen maksimum maruz kalma seviyesinden daha fazlasına maruz bırakıyor olabilirsiniz.) Asla yüksek kazançlı, dar bant genişlikli bir anteni (örneğin bir paraboloid) insanlara yöneltmeyin. Dikkatli olun
Bir EME (moonbounce) dizisini ufka doğru hedeflerken; EME dizileri 250.000 W veya daha fazla etkili bir yayılan güç sağlayabilir.

• Elde tutulan alıcı vericiler ile anteni başınızdan uzak tutun ve iletişimi sürdürmek için mümkün olan en düşük gücü kullanın. Ayrı bir mikrofon kullanın ve teçhizatı sizden mümkün olduğunca uzak tutun. Bu, RF enerjisine maruz kalmanızı azaltacaktır.

• RF gücü uygulanan antenlerde çalışmayın.

•AC gücü açıkken bir güç kaynağına veya doğrusal amplifikatöre yakın durmayın veya oturmayın. Güç transformatörlerinden, elektrik fanlarından ve diğer yüksek seviyeli 60-Hz manyetik alan kaynaklarından en az 24 inç uzakta durun.

Otomobilinizden listenin sonu). Bununla birlikte, jambonların istasyonlarından maruz kalma potansiyelinin farkında olmaları ve kendi maruz kalmalarını ve etraflarındakilerin maruz kalmasını en aza indirgemek için atabilecekleri makul adımları atmaları gerektiği anlamına gelir.

FCC 60-Hz alanları düzenlemese de, EMF ile ilgili bazı yeni endişeler 60 Hz'e odaklandı. Amatör Radyo ekipmanı, tipik evde bu tür enerjinin birçok kaynağı olmasına rağmen, önemli bir 60 Hz alan kaynağı olabilir. Manyetik alanlar, birkaç üretici tarafından üretilen ucuz 60-Hz sayaçları ile nispeten doğru bir şekilde ölçülebilir.

Tablo 28.4, Amatör Radyo ekipmanlarının ve çeşitli ev eşyalarının tipik manyetik alan yoğunluklarını göstermektedir.

28.3.6 RF Güç Yoğunluğunun Belirlenmesi

Ne yazık ki, amatör bir istasyon tarafından üretilen RF alanlarının güç yoğunluğunu belirlemek, düşük frekanslı manyetik alanların ölçülmesi kadar basit değildir. RF güç yoğunluklarını doğru bir şekilde ölçmek için sofistike cihazlar kullanılabilse de, maliyetlidir ve sık sık yeniden kalibrasyon gerektirir. Çoğu amatörün bu tür ekipmanlara erişimi yoktur ve sahip olduğumuz ucuz saha ölçerler RF güç yoğunluğunu ölçmek için uygun değildir.

Tablo 28.5, 1990 yılında Federal İletişim Komisyonu ve Çevre Koruma Ajansı tarafından Amatör Radyo istasyonlarında yapılan ölçümlerin örneklemesini göstermektedir. Bu tablodan da anlaşılacağı gibi, yerleşim alanlarından iyi çıkarılmış iyi bir anten, ANSI/IEEE yönergelerinin hiçbirine göre tehlike oluşturmaz. Bununla birlikte, FCC/EPA araştırması ayrıca amatörlerin, özellikle orta ila yüksek güç kullanıldığında, iç veya tavan arası monte edilmiş antenler, mobil antenler, düşük yönlü diziler veya yerleşim alanlarına yakın olan diğer antenleri kullanma konusunda dikkatli olmaları gerektiğini göstermektedir.

Bir yerleşim alanına yakın olan herhangi bir anteni kullanmadan önce, RF güç yoğunluğunu ölçmelisiniz. Uygulanabilir değilse, bir sonraki en iyi seçenek, **Tablo 28.6'da listelenen güvenlik önerilerini gözlemleyerek kurulumu mümkün olduğunca güvenli hale getirmektir.**

Elbette basit denklemler kullanarak bir antenin yakınındaki olası güç yoğunluğunu hesaplamak da mümkündür. Bu tür hesaplamaların birçok tuzağı vardır. Birincisi, güç yoğunluğunun endişe verecek kadar yüksek olacağı durumların çoğu yakın alandadır. Yakın alan, yer etkileşimleri ve diğer değişkenler basit aritmetik tarafından belirlenemeyen güç yoğunlukları üretir. Uzak alanda, basit hesaplamalarla koşulların tahmin edilmesi kolaylaşır. (Şubat 2013 *QST* makalesine bakın "Q ve

Antenlerin Etrafında Depolanan Enerji "Kai Siwiak, KE4PT ve bu kitabın Antenler bölümü, antenlerin yakınında depolanan enerji yoğunluğu hakkında daha fazla bilgi için.)

Yakın alan ve uzak alan arasındaki sınır, iletilen sinyalin dalga boyuna ve antenin fiziksel boyutuna ve konfigürasyonuna bağlıdır. Yakın alan ile bir antenin uzak alanı arasındaki sınır, antenden birkaç dalga boyu kadar olabilir.

Bilgisayar anten modelleme programları kullanabileceğiniz başka bir yaklaşımdır. *MİNİNEC veya NEC'den türetilen diğer kodlar* (Sayısal Elektromanyetik Kod), amatör anten sistemleri etrafındaki RF manyetik ve elektrik alanlarını tahmin etmek için uygundur.

Bu modellerin sınırları vardır. Yakın alan güç yoğunluklarının tahmin edilmesinde zemin etkileşimleri dikkate alınmalı ve "doğru zemin" modellenmelidir. Bilgisayar modellemesi genellikle, yakındaki nesnelerden gelen yansımalar nedeniyle alan yoğunluğunun beklenenden çok daha yüksek olabileceği yakın alanlardaki "sıcak noktaları" tahmin etmek için yeterince karmaşık değildir. Ek olarak, "yakındaki nesneler" genellikle hava durumuna veya mevsime göre değişir veya değişir, bu nedenle bu kadar zahmetli bir şekilde - hazırlanmış olan model, bilgisayarda çalıştığı zamana göre gerçek durumu temsil etmeyebilir.

Son derece yüksek ancak lokalize alanlar genellikle profesyonel ölçüm cihazları ile tespit edilebilir. Bu "sıcak noktalar" sıklıkla bulunur Kulübedeki kabloların yakınında ve anten direkleri veya ekipman dolapları gibi metal nesneler. Ancak en iyi enstrümantasyonla bile, bu ölçümler yakın alanda yanıltıcı olabilir. Bununla birlikte, bir antenin etrafındaki göreceli alanlar hakkında bir fikir geliştirmek için kesin ölçümler yapmak veya tam anten sistemini modellemek gerekmez. Antenin geometrisinin ve güç girişinin yakın yaklaşımlarını kullanan bilgisayar modellemesi genellikle yeterli olacaktır. *MİNİNEC'e aşina olanlar, güç* yoğunluklarını bilgisayar modellemesi ile tahmin edebilir ve profesyonel güç yoğunluğu ölçerlere erişimi olanlar yararlı ölçümler yapabilir.

Birincil kaygımız normalde bir anten tarafından yayılan sinyalin yoğunluğu olsa da, dikkate alınması gereken başka potansiyel enerji kaynakları olduğunu da hatırlamalıyız. Ayrıca, uygun koruma olmadan çalıştırılırsa, doğrudan bir güç amplifikatöründen aşırı RF alanlarına maruz kalabilirsiniz. İletim hatları da bazı koşullar altında önemli miktarda enerji yayabilir. Zayıf mikrodalga dalga kılavuzu eklemleri - veya yanlış monte edilmiş konektörler, başka bir tesadüfi maruz kalma kaynağıdır.

28.3.7 Diğer RF Maruziyet Önerileri

Potansiyel maruz kalma durumları ciddiye alınmalıdır. FCC/EPA ölçümlerine ve diğer verilere dayanarak, "RF farkındalığı" Tablo 28.6 kuralları ARRL RF Güvenlik Komitesi tarafından geliştirilmiştir. Bu kılavuzların daha uzun bir versiyonu, tam bir referans listesiyle birlikte, İvan Shulman, MD, WC2S ("Sağlığımız için Tehlikeli Amatör Radyo?" *QST,* Ekim 1989, pp 31-34).

Ek olarak, ARRL, jambonların FCC'nin RF maruz kalma yönetmeliklerine uymasına yardımcı olan bir kitap, RF Exposure and You yayınladı. ARRL ayrıca web sitesinde bir RF maruz kalma haber sayfası tutar. **www.arrl.org/rf-exposure. bakın Bu** site, - RF'ye maruz kalma ile ilgili seçilen QST makalelerinin yeniden baskılarını ve FCC ve diğer yararlı sitelere bağlantılar içerir .

ÖZET

Bu bölümde sunulan fikirler, modem yaşamındaki diğer birçok faaliyet gibi, ham radyonun belirli riskleri olduğu kavramını güçlendirmeyi amaçlamaktadır. Ancak tehlikeleri ve bunlarla nasıl etkili bir şekilde başa çıkılacağını anlayarak, risk en aza indirilebilir. Sağduyulu önlemler, kazaları önlememize yardımcı olmak için uzun bir yol kat edebilir. Geleneksel olarak amatörler mucittir ve deney yapmak doğamızın önemli bir parçasıdır. Ancak pervasız şans alma, özellikle sağlığımız ve iyiliğimiz söz konusu olduğunda asla akıllıca değildir. İşleri doğru şekilde yapmaya yönelik sağlıklı bir tutum, hedeflerimizi ve beklentilerimizi karşılamamıza yardımcı olacaktır .

Reklamverenler İndex

Reklam departmanı personeli

Janet Rocco, W1JLR, *Reklam* Sa/es *Müdürü Lisa Tardette*, KB1MOI, *Hesap Yöneticisi*

800-243.7768

Doğrudan Hat: 860-594-0207 ■ Faks: 860-594-4285 ■ e-posta: ads@arrl.org ■ Web: www.arrl.org/ads

Şirketiniz okuyucularımıza ilgi çekici ürün veya hizmetler sunuyorsa,
İşletmenizi kurma hakkında bilgi için lütfen bugün ARRL Reklam Departmanı ile iletişime geçin.

99.

Hy kazanç. Antenler ve Rotatörler

Bu son derece düşük radyasyonla inanılmaz DX çalışınHy-gain **ışınları** *daha güçlü, hafif-*
Tion açısı çok yönlü antenler. Kendi kendine destek...er, daha az rüzgar yüzeyine sahip ve son
İng, 1500 Watt PEP SSB, düşük SWR. Ağır hizmet, slot-Yıllar daha uzun. Niçin? **Hy-gain** *kullanımları*
Ted, konik, swaged, uçak kalitesi alüminyum boru. dayanıklı aletli bileşenler -- masif
Paslanmaz çelik donanım. İki yıl sınırlı garanti. Bom-to-mast braketi, ağır gösterge

AV-680, 619.95 dolar. 9 Bantlar: (6,10,12,15,17,20,30,40,Elemandan bom kelepçeleri, kalın duvar
80 metre). 26 ft., 18.5 lbs. En *popüler dikeySalınımlı* boru - başarısızlık yok!
Şimdi 75/80 Metre var! Heyecan verici DX'i birTH-11DX, **1399.95 dolar. 11 elemanlı,**
Düşük 17 derece radyasyon açısı! Güvertelere kolayca monte edilebilir,4.0 **kW PEP, 10,12,15,17,20 Metre .**
Çatılar, teraslar. *Zemin veya radyan gerekmez. Ekstra* geniş*En iyi DXers seçimi. 11- ile*
2:1 SWR *bant genişlikleri. Her grup* ayarlanabilir. Otomatik bandı-Elemanlar, mükemmel kazanç ve 5 bantlı,
Anahtarlama, kulp l.5kW, 80 MPH rüzgar hayatta kalma, düşükSüper dayanıklı TH-1 lDX
2.5 metrekare ft. rüzgar yüzeyi. Uçak alüminyum boru, ,,. _________ __. *Tüm HF* ışınlarının "Büyük Baba'sı!
Paslanmaz çelik donanım. Mono- ile tüm bantlarda düşük kayıp log-periyodik tahrikli dizi özellikleri

AV-640, 519.95 dolar. Daha az AV-680 80M gibi. 25'/', %17 lbs. Bant reflektörleri, BN-4000 yüksek güçlü balun, korozyona dayanıklı

AV-620, 419.95 dolar. LikeAV-640 daha az 40M. 22\/7/10 '%1bs. Tel bom desteği, sıcak daldırma galvanizli ve paslanmaz çelik parçalar .

AV-14AVQ, 249.95 dolar. (10, 15, 20, 40 Metre). 18 ft., TH-7DX, 1199.95 dolar. 7-Element, 1.5 kW PEP, 10,15,20 Metre.
9 lbs. *classic* AV-14AVQ aynı tuzak tasarımını kullanır 7-Elements size *herhangi bir Hy-gain üçlemesinin en yüksek ortalama kazancını verir.*
Ünlü Hy-Gain Thunderbird ışınları. 3 hava dielektrik Bander! Ödün vermeden geniş bant çalışması için çift tahrikli
Büyük boy bobinli Hi-Q tuzakları mükemmel stabilite ve ing kazanç. Tüm bantlarda 2:1'den küçük SWR. Kombine monoband
Tüm bantlarda l/4 dalga rezonansı. Otomatik bandswitching. Ve kapana kısılmış paraziter elementler size mükemmel bir *FİB* oranı verir

I

AV-12AVQ, 189.95 dolar. (10, 15, 20 Metre). 13 ft., 9 TH-3MK4, 569.95 dolar. 3-Element, 1.5 kW PEP, 10,15,20 Metre.
Lbs. en düşük fiyatlı *otomatik bandwitching* tri-band Paranız için en fazla kazancı tam güçte, tam boyutlu *hy-gain*
Dikey! Thunderbird ışın tasarımı hava dielektrik kullanır Tri-bander! İmpressive kazanç ve *bir kuyruklu ortalama* önden arkaya
Sınırlı alanda son derece hi-Q performansı için tuzaklar. Oran ve hala ortalama bir boyut lot uyuyor. 95 MPH rüzgar hayatta kalma .

AV-18VS, $169.95. (10,12,15,17,20,30,40,80M). 18 TH-3JRS, 439.95 dolar. Kompakt 3-Element, 600 W PEP, 10,15,20
1 ft., 4 lbs. hy-gain'in *en düşük fiyatlı dikey* size 8 verir Metre**. Hy-kazançlar** *en popüler ve en düşük fiyatlı tri-bander uyuyor*
gruplar. Baz yükleme bobinini ayarlayarak herhangi bir banda kolayca ayarlanır. *En küçük lot,* 14.75 ft dönüş yarıçapı, 21 lbs. mükemmel kazanç ve ön -
Daha fazla hy-gain dikey antenler için web sitemize bakın! Arka arkaya "büyük silahlarla" rekabet etmenize izin verin! 80 MPH rüzgar hayatta kalma .

Hg kazanç. *Rotatörler.... Dünyadaki jambonların ilk tercihi!*

HAM-İ... $729.95 — Tailtwister T-2X... $969.95

Dünyanın en popüler rotatörü! Orta için 20 ft kareye kadar büyük orta anten dizileri için.
İletişim, 15 metrekareye kadar rüzgar yükü alanına sahiptir. rüzgar yükü. ***DCU-2 dijital*** *denetleyiciyi seçin* (T-2XD2)
Yeni 5 saniyelik fren gecikmesi*! Yeni Test/Kalibre* fonksiyonu*. veya yeni* 5 saniyelik fren ile analog kontrol kutusu (T-2X)
Yeni düşük sıcaklık gresi normal çalışmaya izin verir Gecikme ve *yeni Test/Kalibre* fonksiyonu. Düşük sıcaklık -
-30 dereceye kadar F. *Yeni* alaşım halka dişli ekstra verir Ture gres, alaşım halka dişli, gösterge potansiyometre ,
Maksimum güvenilirlik için 100.000 PSİ'ye kadar dayanıklılık. Potansiyometre tellerinde ferrit boncuklar, *yeni* hava durumu-
Yeni gösterge *potansiyometresi. Yeni ferrit* boncuklar PROOF AMP konektörleri artı kontrolde 8 pinli fiş
RF duyarlılığını azaltır. *Yeni* Cinch fişi artı 8- Jljjiiiiiiiiiiii **Kutu**, 138 bilyalı rulman ile üçlü rulman yarışı
Kontrol kutusunda pin fişi. Çift 98 bilyalı rulman yarışı Büyük yük taşıma gücü, elektrikli kilitleme için
Yük taşıma gücü ve elektrikli kilitleme için *# Ui çelik kama* freni, N veya S rotasyon ölçeği merkezi
Çelik kama fren rüzgar kaynaklı önler Metre, alçak gerilim kontrolü, 2'/" *maks*.
Anten hareketi. Kuzey veya Güney rotasyon merkezi ölçeği **üzerinde** **T-2XD2, 1079.95 dolar. Tailtwister** ***DCU-2 dijital*** *denetleyici ile .*
Metre, alçak gerilim kontrolü, maksimum direk boyutu *2 '1,.* inç. **T-2XD3, 1139.95 dolar.** ***DCU-3*** dijital denetleyicili Tailtwister
HAM-Vİ, $909.95. 15 ft. kareye kadar orta ölçekli diziler için rüzgar yükü. *Altı programlanabilir hafızası var.*
HAM-IV gibi ama *yeni* ***DCU-2 Dijital*** *Rotator Denetleyicisi var.* Sadece **AR-40, 419.95 dolar. Kompakt** anten dizileri ve FM/TV için
İşın başlığınızı çevirin veya bilgisayarınızın anteninizi kontrol etmesine izin verin. 3.0 metrekare. ft. rüzgar yükü. Çift 12 top taşıma yarışı. Tam otomatik .

HAM-VII, $999.95. HAM Vİ gibi ama ***DCU-3 dijital*** **con-** **CD-4511, 519.95 dolar.** 8,5 ft. kareye kadar anten dizileri için Bell rota -
Altı programlanabilir hafızası olan bir Trol. Tor tasarımı toplam hava koruması sağlar. Çift 58 bilyalı rulman yarışı.

6 *Programlanabilir ışın başlıkları ile Dijital Rotator Denetleyicisi*

~ *Yeni* DCU-3 Dijital Denetleyici, pro- İşın başlığı veya izin Ham *Radyo Deluxe (veya*
~ gram 6 ışın başlığı! Tamamen otomatik verir - Diğer program) DCU-3 kontrol et. Senin
DCU-3 Hy-gain HAM'ınızın matic veya manuel kontrolü Anten otomatik olarak tam olarak döner ve
SE, [Q95 ° Tailtwister Döndürücüler. İstediğiniz yöne güvenle.
co1z rashamemomy bunonorditin senin

Ücretsiz Hy-Gain Kataloğu

' BEN fl fİD

Hg-gain. *VHF/UHF Antenleri?* En yakın satıcı... 800-973-6572

V2R, 159.95 dolar. 2-Meter *dikey* *VB-214FM,* ***En i... için b...izi a...***
İki faz içi 5/8 Dalgasına sahiptir $149.95. **14-ele-** ' +
Olağanüstü için eşdoğrusal radyatörler FM *2-Meter ment* ', İlg[1]
yüksek çok yönlü kazanç. It has *Işın anteni* pro- :
İki set çeyrek dalga radyal Vides olağanüstü önden arkaya oranı "
Bu radyatörü direkten ayırıyor. ve elde edilebilir maksimum kazanç .
138-175 MHz'i kapsar. SO-239, VB-23FM, **69.95 dolar. 3 elemanlı** .
500 Watt'ı idare eder. 9 feet. VB-25FM, 79.95 dolar. 5 element.

Antenler, Rotatörler ve Kuleler

V4R, 159.95 dolar. UHF *dikey.* VB-28FM gibi, 129.95 dolar. 8 element. 308 İndustrial Park Road, Starkville, MS 39759, Birleşik Devletler
V2R ama 400-475 MHz kapsar. N tipi, Besleme noktaları için dişli sanlama. Kabul edivorÜcretsiz Müsteri Satış Hattı: 800-973-6572
500 Watt, 4 ayak kolları. 2 inç'e kadar direk. • TEKNİK: 662-323-9538 BEN
V42R, *219.95 dolar. Çift bant* kapakları 144/ DB-2345, 139.95 dolar. Çift bant 144 - http://www.hy-gain.com
440 MHz bantları. İki adet 5/8 Dalga yaka. Elemanlar) 440 (5 element) MHz. *Pres ana 'specifcanons vuhou nonce veya obliganon değişebilir.*

http://www.hy-gain.com ziyaret edin

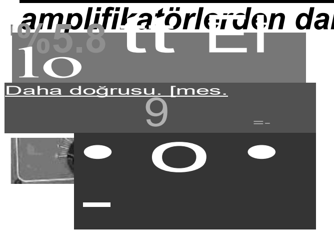
Kasları dışarı çekin!



Kükremeyi duyun ve gücü hissedin! Gerçekten toplanmak için ihtiyacınız olan GÜCÜ alın, yığınları h, birkaç yarışma kazanın, dünyayı çalışın.!! Ameritron amplifikatörleri bu hayalleri gerçeğe dönüştürmek için uzun bir yol kat edecek. Her bütçeye uygun bir amplifikatörümüz var !

AMERİTRON.... 800 **Watt... •** 1299*!*

***Daha fazla jambon, Ameritron** AL-811/H amplifikatörlerini dünyadaki diğer amplifikatörlerden daha fazla kullanıyor!*



$1 209 Nöro-güç transformatörü ile eşleştirilemeyen özel bir toka sahiptir. tralize tüp. Telafi etmenizi sağlayan sargıyı artırın

Henüz 1 Sessiz bir masaüstü line- Yüksek/düşük güç hattı voltajları için. ugges e etai! Kulak o kadar kompakt ki kayacak **Ayrıca** verimli tam boy ağır olsun *4-Tubes, 800 Watts doğrudan* çalışma pozisyonunuza görev tankı bobinleri, slug ayarlı giriş bobinleri ,

AL-811 - orada olduğunu zor bileceksin... çalıştır/bekleme anahtarı, iletim LED, **ORM** başlayana kadar 1199 dolar. Ve yapabilirsin ALC, çift ışıklı metre, OSK ile . rahatça takın İsteğe bağlı QSK-5, basınçlı soğutma

sSuggeed Perakende en yakın 120 VAC çıkış - hayır Zor duyuyorsun, tam yükseklikte bilgisayar

3-Tubes, 600 Watt özel kablolama gerekli. sınıf filtre kapasitörleri ve daha fazlası .

AMERITRON *ayar yok* Katı Hal

ALS-500M 500 Watt Mobil Amp

ALS-500M **500 W**

+1099%

Önerilen Perakende CW out

1.5-22 MHz, anında bandwitching, ayar yok, ısınma yok. SWR, yük hatası, termal aşırı yük koruması. Açma/Kapama/Bypass anahtarı. Uzaktan açma/kapama kontrolü. DC akım ölçer. Son derece sessiz bir fan. 13.8 VDC. 9Wx3'/Hx15D içinde., 7 **lbs. ALS-500RC, 49 $, Uzak** Kafa .

ALS-606S 600 Watt 160-6M Amp

600 ALS-606S

53 2199I

CW çıkışı, otomatik anında bant ile 160-6M anahtarlama. Masaüstü. 9 ¾ ". 14.2 lbs. 1500W sadece 4 dB altında - bir **S biriminden daha az! ALS-606, 2399 dolar**, yukarıda ALS-606S gibi, ama Trafo güç kaynağı var.

Masaüstü Kilowatt Amplifikatör

Fısıltı sessiz *masaüstü - amfi tam* kilowatt SSB PEP çıkışı vermek için 120 VAC içine fişler. Ameritron özel

• 19993mm - Yas SSB güç çıkışı ve

Önerilen etail *Instantaneous RF Bias* ™ daha soğuk çalışma sağlar. Tüm HF bantları. 850 Watt CW çıkışı, 500 Watt RTTY çıkışı, ekstra ağır hizmet tipi güç kaynağı, 3-500G tüp, %70 verimlilik, ayarlı giriş, Pi/Pi-L çıkışı, ani akım koruması, çift Çapraz İğne ölçer, QSK uyumlu, 48 bs. 14Wx8'/2Hx15'/2D ".

2 yıllık Ameritron garantisi .

ALS-1306 1200W 1.5-54 MHz Amp

Ameritron'un *en yüksek güçlü katı* hal FET amplifikatörü size otomatik - bandswitching! Tüm bantlarda 1200W PEP çıkışı elde edin, 6-Meters dahil. Hayır ısınma yok, hayır

ALS-1306

3599

Bebeğe 1 tüp ve yaygara yok! ugges e Sekiz sağlam MRF-150 ye Power FET'ler olağanüstü güvenilirlik sağlar. Sadece 100 Watt sürücü tam güç MHz verir. Kompakt 10Wx6'/2Hx18D., sadece 22 **lbs. ALS-1300, $3199.** ALS-1306 ama daha az otomatik bandswitching ve 6-M kapsama gibi .

AMERITRON *tam yasal limit* amplifikatörleri

AMERITRON yasal sınır amfileri süper ağır hizmet gücü kullanır 2.5 kW kapasiteli transformatörler!

En güçlü -- 3CX1500/8877



AL-1500F

3CXI 500/8877 Tüp

AL-1500

6199

Eimac® tüp

Ameritron'un en *güçlü - amplifikatörü* Herkül'ü kullanır 3CX1500/8877 seramik tüp. 65 watt tam yasal çıktı verir - 2500W bir güç kaynağı ile loafing.

En sert -. 3CX1200Z7

AL-1200

4999

Önerilen Perakende

Ham radyo *en zor* Tüp -- *Eimacc ® 3CX1200Z7*. 50-Watt kontrol ızgarası dağılımı. Süper ağır hizmet tipi güç kaynağı yasal güçte loafs - 1/2 saat boyunca 2500 Watt'tan fazla PEP iki ton çıkışı sağlar.

Yasal Sınıra Yakın "" Amplifikatör



***Near Legal Limit* ™** amp size tam yasal limit amp fiyatının %60'ı için 1300W PEP SSB güç çıkışı verir! Dört

AL-572

2199;

Sağlam 572B tüpleri. İnstant Isınma, 120 VAC. 800A7 tüpler . ~ 14 ½ V\MI ½ Hx15 ½ D '. 160-

tÖnerilen Perakende 15M. 1000 Watt CW çıkış. ALC kontrolü, vernier redüksiyon sürücüleri, ağır Ayarlanmış giriş, anlık RF Önyargısı, dinamik 32 lb. trafo, yüksek kapasitans bilgisayar ALC, parazitik katil, inrush koruma, çapraz İğne sayaçları, çok voltajlı transformatör. çapraz iğne ölçerler.

3CXB00A7 tüplü HF Amperleri

AL-800 AL-800H

3199 *4399

İ tüp, 1250 W Önerilen *Perakende*

2 tüp, 1.5 kW *Plus Eimactubes*

160-15M, WARC bantlarını kapsar. Ayarlanabilir slug ayarlı giriş, ızgara koruması, derece filtre kapasitörleri. Çok voltajlı, çift

"maw. ABİEMITİQS

Klasik -- Çift 3-500Gs



AL-82

Önerilen **Perakende Bir** *çift gerçek* 3-500Gs kullanarak tam yasal çıktı verir. 3-500Gs kullanan rakip hatlar size 1500 Watt veremez, çünkü hafif güç kaynakları *bu tüpleri* tam potansiyellerinde kullanamaz.

Ameritron size en iyi yüksek güçlü aksesuarları getiriyor!

RCS-4Remote ARB-704 ~ amp-to-rig • arayüz • '84 " ProtectsngUse1coaxfor4 anahtarlıktanantenler. Kontrol yok > •2 1 ile! 1.2 SWR, Satır iran-Kablo gereklidir. SWR Siyentler. Kolay teçhizat bağlantısı. < 125,1.5-60MHz 100 MHz'e kadar kullanılabilir. dB oss, 1kW/@ 150MHz. Yıldırım tutucular. BEN

RCSWRemoleCoax '219' 2 Replace5coax 250 MHz, 60 MHz'e kadar kullanılabilir. 450 MHz'e. <

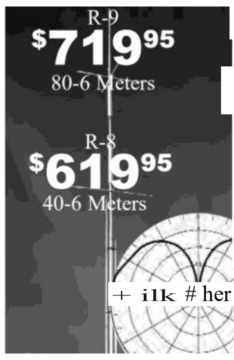
RCS-10Remote Coax Replace8coax 1! SWR < 1.3 ile RCS-l **10L, $289.95i ile**

... Dünyanın yüksek güç lideri!

***116** Willow Yolu, Starkville, MS 39759*
"" 1·. TEKNİK (662) 323-8211 • FAKS (662) 323-6551
8a.m.-4:30p.m.CSTMonday-Friday
1 Güç amplifikatör bileşenleri için çağrı (662) 323-8211
ianeritro C0
TID://1WW.amerurOn.com

Wew! Cushcraft R9... *80-6 Metre* ***MA-5B*** **5-Band Kiriş**

80 metre... Radial yok... 1 SOOW Küçük Ayak İzi - Büyük Sinyal



Cushcraft'ın dünyaca ünlü RS'inin artık bir ağabeyi var !

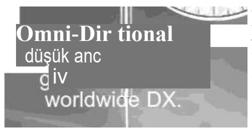
Big Brother R9 şimdi yerel ragchewing ve radials *olmadan dünya çapında düşük bant DX için 75/80 Metre içerir!*

İt'in çok yönlü düşük açılı radyasyonu, *9* bantta da heyecan verici ve kolay DX sunar: 75/80, 40, 30, 20, 17, 15, 12, 10 ve 6 Metre düşük SWR ile. QSY anında - anten tuneri gerekmez.

Pileups/kötü bant koşullarını kırmak zorlaştığında tam 1500 Watt SSB/CW kullanın.

R9'un montajı süper kolaydır, sadece kurulur + ilk # her yerde ve düşük profili uyumsuz - / kentsel ve coun arka plana baharatlı / Benzer ayarları deneyin.

Kompakt Ayak İzi: Hakkında bir alanda İnstalls Bir çocuğun kum havuzunun büyüklüğü - tüm RF enerjili yüzeyleri güvenli bir şekilde ulaşılamayacak şekilde gömmek için zemin radyalleri yoktur.



Sağlam Yapı: Kalın fiberglas izolatörler, allstainless çelik donanım ve 6063 uçak-alüminyum boru ing han- için önemli stres noktalarında çift veya üçlü duvarlı Tabiat Ana'nın çıkarabileceği her şeyi öl. Sağlam *sinyal artırıcı yön veren HF antenleri*

31.5 fit boyunda, 25 lbs. Montaj direği 1.25 ila 2 inç. *Bantam ağırlığında bir* pakette tivity. Çatıya monte

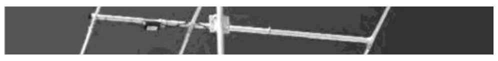
Rüzgar yüzey alanı 4 metrekaredir. Standart TV donanımı kullanarak. Keşfetmek için mükemmel

R8, 619.95 DOLAR. R9 anten gibi ama daha az 75/80 Metre. Yüksek maliyet ve ağır kaldırma olmadan heyecan verici DX

R-8TB, 109.95 dolar. Tilt-base anteninizi eğmenizi sağlar Üzerinde çalışmak için kendiniz tarafından kolayca yukarı/aşağı.

IlR-8GK, 89.95 dolar. Yüksek rüzgarlar için üç sayılık adam kiti.

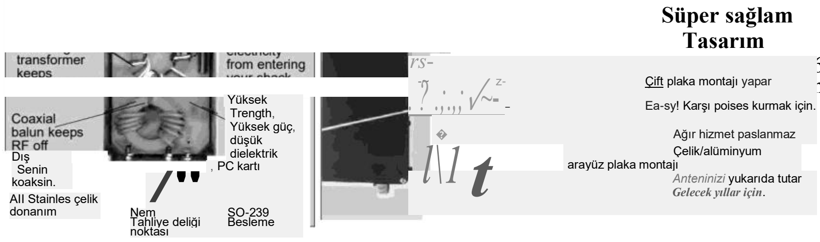






Cushcraft'ın en popüler MA-5B biri Büyük bir kule ve tam boyutlu bir dizi kurmaktan. İts 7 Ayak 3 inçlik boom, *9 metreden daha az* dönüşe sahiptir yarıçap. Yarışma zor -- 1500 Watt'ı idare ediyor .

Süper sağlam Tasarım



Benzersiz MA-5B size 5 bantlı, otomatik **Bant** anahtarlama ve kompakt içinde kolay kurulum 5 kiloluk paket. İ üzerinde 0, 15 ve 20 Metre sonu nentler, teslim eden iki elemanlı bir Yagi haline gelir Her üç bantta bir dipol üzerinde katı güç çarpma kazancı. 12 ve 17 Metre'de, orta eleman oldukça verimli bir tuzak dipolüdür. DX çalışırken asıl önemli olan, *duymadığınız parazit sinyalleri ve gürültüdür.* MA-5B'nin etkileyici yan reddi ve önden arkaya oranı gerçekten parlıyor. *Kazanç rakamları için cushcraftamateur.com bakınız.*

Cush zanaat 10, 15 ve 20 Metre Tribander Kirişler

Sadece en iyi üç bantlı antenler DX klasikleri haline gelir, bu Neden Cushcraft World-Ranger ~ A4S, A3S ve A3WS [inşaat. İn aslında, sınıf başkanı. Daha fazlası için 30 yıl, bu hız belirleyici per- formers dünyanın aldı En zorlu çalışma koşulları-Mekanik tasarım, sağlam tions ve kendilerini CVCry kanıtladı Zaman. Başarının anahtarı gelir Dikkatten temele. Örneğin, ele- ment uzunluğu ve aralığı dikkatle olmuştur Zamanla rafine edilir ve yüksek güçlü tuzaklar Hala el yapımı ve bireysel olarak ayarlanmış Laboratuvar sınıfı aletleri kullanarak. Bütün bunlar 12/17 **M. 30/40 Metre eklenti** *kitleri mevcuttur.*

Bunu söylemeye gerek yok World-Ranger serisi j engebeli olmasıyla da ünlü BEN BEN bu antenlerin çoğunluğu **A-4S** ~ s77995 **sixY** *"[[yıllar* önce satıldı hala JJ. Bugün hizmet! Muhafazakar mi büyük boyutlu bileşenler ,

Detaylara dikkat, düşük SWR, geniş anlamına gelir Bant genişliği, optimum yönlülük ve yüksek verimlilik - önemli performans özellikleri- Düzenli tutmak için güvendiğiniz teristikler Programlar, etkileyici yarışma puanları rafa,

Paslanmaz çelik donanım ve uçak sınıfı 6063 fark yaratıyor. **3 elemanlı** A3S/ A3WS ve 4 elemanlı A4S güç merkezi kazancı için dünyaca ünlüdür Ve süper performans. A-3WS, **569,95 dolar ,** Ve nadir QSL koleksiyonunuzu büyütün!

Cushcraft Çift Bantlı Yagis Cushcraft Ünlü *Ringos* Kompakt FM Dikey

Dual-Band FM Radyolar için One Yagi

Çift bantlı VHF kuleleri Bugünlerde norm, yani Neden iltifat etmiyorsun Bir ile FM baz istasyonu Çift bantlı Yagi mi? Sadece değil pahalı bir ortadan kaldıracak Besleme satır, ekstra fark edeceksiniz gibi dijital modlar için kazanç Yüksek hızlı paket ve D-Yıldız! Cushcraft'ın A270-6S bant başına üç eleman sağlar ve A270-10S beş fonselcd km iv noktadan noktaya performans sağlar. Her ikisi de önceden

***W1BX'in* ünlü** Ringo *anteni* etrafta dolaştı uzun bir süre ve sağlam için yenilmez kalır Güvenilirlik. Ringo geniş bantlı, aydınlatma Korumalı, son derece sağlam, ekonomik, seçim- Trik kurşun geçirmez, düşük açılı ve daha fazlası - ama Esas olarak, sadece düz çalışır! Hams neden keşfetmek için Ve çevresinde ticari iki yönlü montajcılar Dünya hala bu anteni seviyor, şimdi seninkini sipariş et!

Ücretsiz ***Cushcraft*** **Kataloğu**

En *yakın satıcı...* 662-323-5803

En iyi fiyatınız için bayinizi arayın!



Cush zanaat

Amatör radyo antenleri

308 İndustrial Park Road, Starkville, MS 39759, Birleşik Devletler

Açık: 8-4: 30 CST, Mon.-Fri. *Nakliye ekle* .

• Satış/Teknik: 662-323-5803 • FAKS: 662-323-6551

Cushcraft... Dünya çapında bağlantıda kalmanızı sağlamak!

www.cushcraftamateur.com ziyaret edin

HAM.RADİO OUTLET

WWW.HAMRADIO.COM

FAMILY OWNED AND OPERATED SİNCE 1971



FTDX101 MP | *200W HF/5DMHz Alıcı-Verici*

• Hibrit SOR Konfigürasyonu • Benzersiz 70 dB Max. Zayıflatma VC-Tune • Yeni Nesil Kapsam Ekran 3DSS • ABI (Aktif Bant İndicator) ve MPVD (Çok Amaçlı VFO Dış Arama) • İşletim Aralığını Genişletmek için PC Uzaktan Kumanda Yazılımı • Eşleşen Ön Hoparlörle Harici Gücü Engeller



FTDX10 i *HF/5DMHz 1 DD W SOR Alıcı-Verici*

• Dar Bant ve Doğrudan Örnekleme SDR • Aşağı Dönüşüm, 9MHz İF Çatı Filtreleri Mükemmel Şekil Faktörü Üretir • 5 "Tam Renkli Dokunmatik Panel w/3D Spektrum Akışı • Yüksek Hızlı Otomatik Anten Tuner • Mikrofon Amplifikatörü w/3-Stage Parametrik Ekolayzır • İsteğe bağlı LAN Birimi (SCU-LAN10) ile Uzaktan Çalışma



Fi-991A İ *HF/HF/UHF AII Modu 'Alıcı-Verici* Otomatik Kapsam Kontrollü Gerçek Zamanlı Spektrum Kapsamı • Çok renkli şelale ekranı • Son teknoloji 32-bit Dijital Sinyal İşleme Sistemi • Gelişmiş performans için 3kHz Çatı Filtresi • 3.5 İnch Tam Renkli TFT USB Yetenekli • İnternal Otomatik Anten Tuner • Yüksek Doğruluk TCXO



FTDX101 D | *HF + 6M Alıcı-Verici*

• Dar Bant SOR ve Doğrudan Örnekleme SDR • Kristal Çatı Filtreleri Olağanüstü Çoklu Sinyal Alma Özellikleri • Benzersiz - 70dB Maksimum Zayıflama VC-Tune • 15 Ayrı (HAM 10 + GEN 5) Güçlü Bant Geçiş Filtreleri • Yeni Nesil Kapsam Ekranları 3-Dimensional Spektrum Akışı



FT-891 İ *HF + 50 MHz Tüm Mod Mobil Alıcı-Verici* Ultra Kompakt Gövdede Sağlam Yapı • Verimli Çift İnternal Fanlar ile Kararlı 100 Watt Çıkış • 32-Bit IF DSP Etkili ve Optimize ORM Reddi Sağlar • Hızlı Spektrum Kapsamı ile Büyük Nokta Matris LCD Ekran • USB Bağlantı Noktası Tek Kablo ile PC'ye Bağlantı Sağlar • CAT Kontrolü, PTT/RTTY Kontrolü



FTM-300DR İ *C4FMIFM 1441430MHz Çift Bant* • SOW Güvenilir Çıkış Gücü • Gerçek Çift Bant Çalışması (V + V, U + U, V + U, U + V) • 2 inç Yüksek Çözünürlüklü Tam Renkli TFT Ekran • Bant Kapsamı • Dahili Bluetooth • WIRES-X Taşınabilir Dijital Düğüm/ HRI-200 ile Sabit Düğüm



FT-2980R | *Ağır Hizmet Tipi BOW 2M FM Alıcı-Verici*

• Büyük soğutucu 80 watt sağlam RF gücünü garanti eder • Gürültülü ortamlar için yüksek sesle 3 watt ses çıkışı • Mükemmel görünürlük için büyük 6 haneli arkadan aydınlatmalı LCD ekran • Ciddi kullanıcılar için 200 bellek kanalı



FT-81 BND İ *HF/6M/2M/440 Tüm Modlar Taşınabilir Xcvr* • Ultra Kompakt/Taşınabilir • Çok Renkli Görmesi Kolay LCD • 208 Bellek Channels/10 Bellek Grupları • Dahili Elektronik Keyer • İnternal Pil Çalıştırma Özelliği • İki Anten Konnektörü • Dahili Yüksek Kararlılık Osilatörü ± 0.5 ppm



FTM-400XD İ *2M/44D Mobil*

• Renkli ekran-yeşil, mavi, turuncu, mor, gri • GPS/APRS
•Paket 1200/9600 bd hazır • Spektrum kapsamı • Bluetooth • MicroSD yuvası • Bant başına 500 bellek



FT-70DR *C4FMFM 1441430MHz Xcvr* • Sistem Füzyonu Uyumlu • Büyük Ön Hoparlör 700 mW Yüksek Ses Çıkışı sağlar • Otomatik Mod Seçimi C4FM veya Fm Analog algılar ve Buna göre Anahtarlar • Büyük 1,105 Kanal Bellek Kapasitesi • DC Kaynağı ve Pil Şarjı için Harici DC Jakı

FT-3DR *C4FMIFM 144/430 MHz Xcvr* • Yüksek Çözünürlüklü Tam Renkli Dokunmatik Ekran TFT LCD Ekran • Kolay Eller Serbest Çalışma w/BuiltIn Bluetooth Ünitesi • Dahili İn Yüksek Hassasiyetli GPS Anteni • 1200/9600bps APRS Veri İletişimi • Eşzamanlı C4FM/C4FM Bekleme • Mikro SD Kart Yuvası





FT-65R İ *144/430 MHz Alıcı-Verici*
Kompakt Ticari Sınıf Sağlam Tasarım • Büyük Ön Hoparlör, 1\of Güçlü Net Ses • Kompakt Bir Gövde İçinde 5 Watt Güvenilir RF Gücü • 3.5-Hour Hızlı Şarj Cihazı • Büyük Beyaz LED El Feneri, Alarm ve Hızlı Ev Kanalı Erişimi

FT-60R | *2M/44D 5W HT*

• Geniş alıcı kapsama alanı • AM hava bandı alma
•Alfa etiketli 1000 bellek kanalı • Büyük LCD ekran • Sağlam döküm, suya dayanıklı kasa • Uyarı taramasıyla NOAA şiddetli hava uyarısı



5\le, 6 804

• **RETAIL LOCATİONS-Mağaza saatleri 10:00AM - 5:30PM - Kapalı Pazar**
• **TELEFON - Ücretsiz telefon saatleri 9:30AM - 5:30PM**
• **ONLINE - WWW.HAMRADIO.COM**
• **FAKS - Tüm mağaza konumları**
• **MAIL - Tüm mağaza konumları**

YAESU
le radyo

ANAHEIM, CA (800) 854-6046	SACRAMENTO, CA (877) 892-1745	PORTLAND, OR (800) 765-4267	PHOENIX, AZ (800) 559-7388	MİLWAUKEE, WI (800) 558-0411	WOODBRIDGE, VA (800) 444-4799	WİNTER SPRİNGS, FL (800) 327-1917
PLANO, TX (877) 455-8750	SAN DİEGO, CA HAKKINDA (877) 520-9623	DENVER, CO (800) 444-9476	Atlanta, GA (800) 444-7927	YENİ KALE, DE (800) 644-4476	SALEM, NH (800) 444-0047	WWW.HAMRADIO.COM

Promosyon detayları için HRO ile iletişime geçin. Hawaii, Alaska ve Kanada dahil olmak üzere ücretsiz. Tüm HRO 800 hatları size yardımcı olabilir. Eğer aradığınız ilk hat meşgul ise bir başkasını arayabilirsiniz. Fiyatlar, özellikler ve açıklamalar önceden haber verilmeksizin değiştirilebilir.

FIRST İN TEKNOLOJİ

Aktif olun: İC -705

Saha Operasyonları için Yeni Ortağınız

"Anten ve anten konektörü Fotoğraf piyasa sonrası ürünlerdir.



- **HF/50/144/440 MHz Multimode, D-STAR DV Modu İ RF Doğrudan Örnekleme Sistemi dahil**
  Aşağı dönüşüm İF örnekleme yöntemi 25 MHz ve üstü için kullanılır.
- **Gerçek Zamanlı Spektrum Kapsamı ve Water1all Ekran İ Büyük Dokunmatik Ekran Renkli Ekran**
- **Kompakt ve Hafif Tasarım** • Pil takımı dahil yaklaşık 1, 1 kg. **BP-272 Pil Takımı veya 13,8 V DC Harici Güç Kaynağı**
- **Gücü 5 W (BP-272), 10 W (13,8 V DC)**

Be Active! *In the field with the IC-705*

Saha operasyonunuzu daha eğlenceli ve şık hale getirmek



Verilen Aksesuarlar HM-243
Hoparlör-mikrofon, BP-272
Li-ion Pil Paketi, OPC-2421 DC
Güç Kablosu

W in (01 @

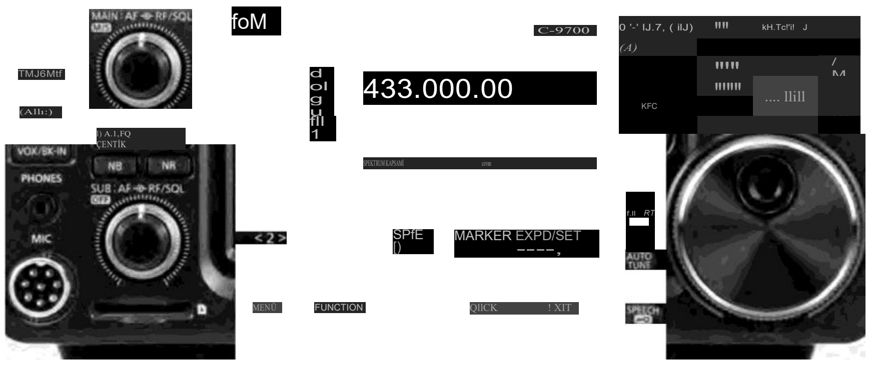
http://www.icomamerica.com/amateur

Amatör radyo aşkına.

ICOM®

IC-9700

VHF/UHF SOR Alıcı-Verici



IC-7300

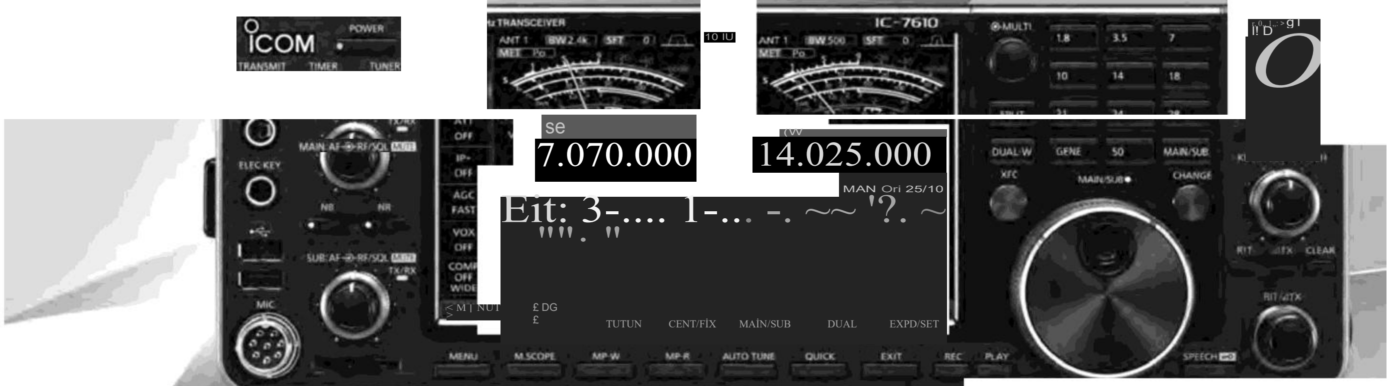
HF/6M SOR Alıcı-Verici

HF



IC-7610

HF/6M SOR Alıcı-Verici



.icomamerica.com/amateur
sales@icomamerica.com

For the love of **ham radio.**

ICOM®

O # hareketleri haber veya oblİgallon olmadan değişikliğe tabi ate.
31448

W5SWL Elektroniği

www.WSSWL.com

Premium **Kalite**
RF Konektörler
Sipariş Doğrudan!

Geniş Konnektör Seçimi

- *UHF&N*
- *BNC VE SMA*
- *Mini-UHF ve FME*
- *TNC VE C*
- *MC MCX VE MMCX*
- *QMA SMB VE SMC*
- *DİN ve Düşük PİM*
- *Ters Polarite*
- *RF Adaptörleri*
- *Bulkheads*

Ve çok daha fazlası!

- *Dave'in Hobi Dükkanı - WSSWL*
- *Ham radyo araçları*
- *RF Teknik Parçaları*
- *Yeni ve Fazla Malzemeler*
- *www.WSSWL.com sipariş*

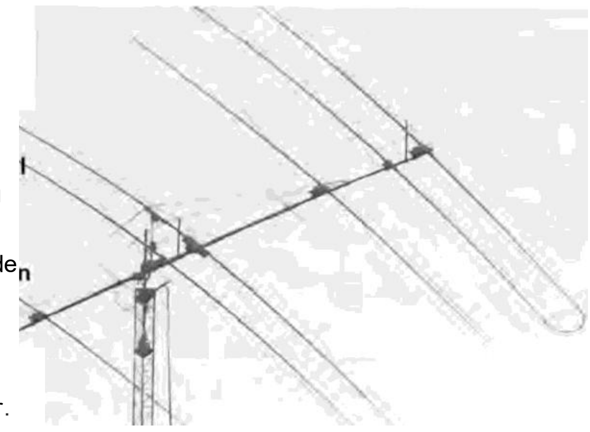
Arkansas Nehri Vadisi'nden Hızlı Gemiler

SteppIR Rdvantage hakkında

SORUN ÇÖZÜLDÜ!

Yagi antenleri temel olarak sadece çok dar bir aralıkta iyi çalışan, tipik olarak frekansta %0.5'lik bir değişiklik yapan tek frekanslı cihazlardır. Sabit uzunlukta yagis, çeşitli teknikler kullanarak telafi eder; bunların hepsi, özellikle Önden Arkaya reddedilme ve ilave karmaşıklık, boyut ve ağırlık gibi performansta ciddi bozulmalara neden olur. Dipoller çok daha geniş bir bant genişliğine sahiptir, ancak yine de 80m ve 40m bantlarının tamamını kapsayamaz ve düşük bir SWR'yi koruyamaz (< 1.5: 1). Patentli çözümümüz, tüm anten elemanlarını, tüm sabit antenlerin gerektirdiği performanstan ödün vermeden, istenen frekans için en uygun uzunluğa ayarlamaktır. Bu, telsizlerin frekansını otomatik olarak takip edebilen bir elektronik kontrolör kullanılarak uzaktan gerçekleştirilir. SteppIR antenleri, belirtilen frekans aralığında (modele göre değişir) tüm frekanslarda optimum performansın keyfini çıkarır ve bu, jambon olmayan radyo frekanslarını da içerir !

BİR STEPPİR'İN İNHERENT AVANTAJLARI:



Oluşturma/Değiştirme Modu

Oluşturma modifikasyon modu, kullanıcının tüm çalışma bantlarındaki her bir bireysel anten elemanının uzunluğunu ve jambon bantlarının dışındaki frekansları değiştirmesini ve ardından yeni antenleri belleğe kaydetmesini sağlar. Bu olabilir İntera'ya neden olabilecek potansiyel nesneleri "ayarlamak" için inanılmaz derecede yararlı
Stepp İR anteni ile veya kendi özel ante oluşturmak için

180 derece modu

180 derece modu özelliği, SteppIR sahipleri arasında en popüler olanlardan biridir. Yagi antenlerimiz için bu özellik, bir kullanıcının anteni ileri ışın başlığından, bir düğmeye tıklayarak ters (180 derece) ışın başlığına elektriksel olarak "döndürmesini" sağlar - tüm işlem yaklaşık 2 saniye sürer.

Çift Yönlü Mod

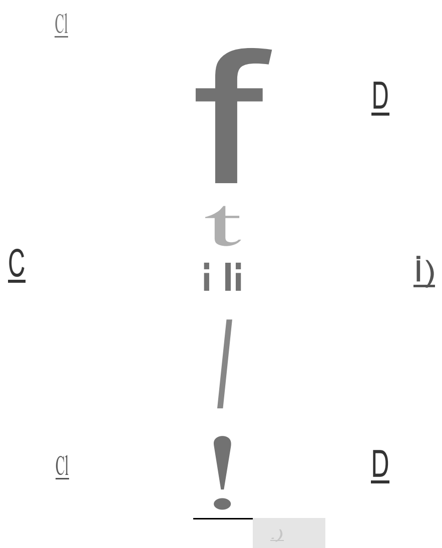
Çift yönlü mod, 180 işlevine benzer şekilde çalışır, etkinleştirildiğinde, Yagi anteni artık her iki yönde de kazançla çalışacaktır - ileri ve geri, aynı anda!

Elementleri geri çekme

Bir düğmeye dokunarak, SteppIR antenleri yuvalarına tamamen geri çekilebilir, bu da aşırı hava olayları sırasında antenin en değerli kısmını korumaya yardımcı olur.

Acil durum iletişimi

Çoğu zaman, acil durum iletişimi, standart amatör radyo tahsis edilen çalışma bantlarının dışında gerçekleşir. Tüm SteppIR antenleri, belirtilen frekans aralığının tamamı içinde en uygunudur.



DB 42 5 ELEMAN



steppIR ANTENNA SYSTEMS

Steppir'in tüm antenlerine bakın: www.steppir.com 425-453-1910

İle "gürültü ücretsiz" alma ses keyfini **çıkarın..** *b*

Merhaba.. ***Bir*** bhi *DSP gürültü önleyici ürün!*

Parametrik eşitleme özelliğine sahip ParaPro EQ20 Audio DSP serisi



- Tüm birimlerde 20W ses ve parametrik eşitleme
- İşitme kaybı olanlar için büyük ölçüde geliştirilmiş ses
- Tüm DSP fonksiyonlarının basit kontrolü
- İki ayrı mono giriş veya bir stereo giriş
- Temel 20W EQ birimleri: EQ20, EQ20B * (bilgisayarınızla birlikte kullanın)
- Çift İn-Line veya Kompakt İn-Line ünitesi)
- 20W DSP gürültü önleyici EQ sürümleri: EQ20-DSP ve, EQ20B * -DSP * Girişte Bluetooth'u gösterir

'Aralık *2019 QST'deki mükemmel EQ20-DSP incelemesini okuyun!*

Yüksek performanslı ses işleme...

.. Birinci sınıf DSP gürült...

.gre için; ...

Compac

Tam *özellikli* esnek çift kanal

Kürk 'Yw

3.5n girdiler

giriş ono SR

-Kafa itable fo of

rarfin ind!. - se contr

- Line level

O [nj compact In-Line

İn-line

control of audio and functions

- Works on all radio bands

rformance

ise cancell

Duyun. wea

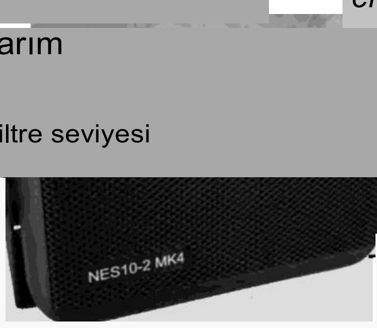
sinyalleri

nnm tüm fonksiyonları

NewDESKTOP MKII

Daha iyi ses almak için en son bhi DSP gürültü

NES10-2MK4



Yeni geliştirilmiş tasarım

- SW ses - Son bhi DSP gürültü engelleme
- 8 ila 40d B arasında 8 filtre seviyesi
- Üç pozisyon switc Kapalı/ses bypass modu için, güç açık ve DSP filtresi açık - Güç açık, filtre açık ve için LED'ler Aşırı ses yükü
- Kulaklık soketi

Mayıs QST sayfa 48 mükemmel NES10-2MK4 inceleme okuyun

- 1 OW Güçlendirilmiş DSP gürültü önleyici baz istasyonu hoparlörü - "Gerçek zamanlı " kontrol Tüm fonksiyonların - 8 filtre seviyesi 9-40dB Hoparlör seviyesi ve hat seviyesi giriş soketleri - Tüm radyolar için uygundurSDR, Elecraft ve FlexRadio ürünleri



1r9ma


~ ~ FtexRadio
FLEX-6600M
MENU
MOX
TUNE
ATU
BYPASS
F1
F2
F3
TX MENU
BW SELECT
SOLO
B MENU/CLR
BİR MENÜ/CLR
lls

İndex

Editörün Notu: Sık kullanılan ifadeler ve kısaltmalar dışında, konular isim isimleriyle dizine eklenir. Birçok konu da çapraz endekslidir .

Sayfa numarasından sonraki "ff" harfleri, sonraki sayfalarda dizine eklenen konunun kapsamını gösterir.

Ayrı bir Proje İndex ve Yazar İndex ana dizini takip eder.

C

E

G

H

J

K

L

M

N

O

Q

R

S

REG-i

T

W

X

Y

Z

Project İndex - **Online, indirilebilir ek içerikle birlikte sunulan materyali gösterir.**

Konu	Başlık	Sayfa	Yazar
Filtre, RF	145 MHz için bant geçirgen filtre	10.40	RSGB
	Broadcast-Band Reddetme Filtresi	10.35	ARRL
	50-432 MHz için Combline Filtreler	10.33	WlGHZ
	Diplexer Filtreleri	10.37	W ~ IYH
	Tarla Günü Stub Meclisi	20.12	W2VJN
	Yarım kafes tek kristal filtre	Online	W ~ IYH
	Yüksek Performanslı, Düşük Maliyetli 1.8 ila 54 MHz Düşük Geçişli	10.39	K8CU
	Manuel Ayarlı Preselector	Online	W5OZF
	Optimize edilmiş Harmonik Verici Filtreler	10.36	W4ENE
	Yazılım Kontrollü Preselector	Online	M ~ WWA
	Yayın İstasyonları için Dalga Tuzağı	10.35	ARRL
Osilatör	JFET Hartley VFO	9.11	W7ZOI, KA 7EXM, W7EL
	Düşük gürültülü Diferansiyel Osilatör	9.10	K7HFD
	Değiştirilmiş Vackar VFO	9.9	NlUL
	VHF/UHF topraklı baz osilatör	Online	NlUL
Güç kaynağı	12-V, 15-A Güç Kaynağı	7.51	WAlTWX
	13.8-V, 5-A Düzenlenmiş Güç Kaynağı	7.53	G4YNM
	Ayarlanabilir Dirençli Yük	7.55	G4YNM
	Ayarlanabilir izleme güç kaynağı	7.62	KC ~ ZNG
	Otomatik Mühürlü-Kurşun-Asit Pil Şarj Cihazı	Online	AA4PB
	Dört Çıkışlı Anahtarlama Tezgahı Kaynağı	Online	K3PTO
	Yüksek voltajlı güç kaynağı	7.57	W8ZR
	İnverting DC-DC Dönüştürücü	7.55	Stewart, Jim.
	Aşırı gerilim Crowbar Devresi	7.63	ARRL
	AC Jeneratörler için Aşırı Gerilim Koruması	7.63	ARRL
	Ters polarite koruma devreleri	7.58	WA ~ İTP
	Mühürlü Kurşun-Asit Pil Float Şarj Cihazı ve Anahtarı	7.59	K9JEB
Alıcı	10 GHz Ön Amplifikatör	Online	WlVT
	2 Metre Aşağı dönüştürücü	Online	NlUL
	430 MHz Preamplifikatör	Online	ARRL
	Binaural İ-Q alıcı	Online	KK7B
	Amatör Radyo için RTL-SDR Yapılandırma	Online	HA7ILM
	2 Metre ve 70 Santimetre için Çift Bantlı LNA	Online	AMSAT
	Yüksek Performanslı 45 MHz İF	Online	G3SBI
	Mikro R2 SSB veya CW Alıcı	Online	KK7B
	7 MHz için Kaya Bükme Alıcısı	Online	WI5W
RF İnterferans	Aktif zayıflatıcı	Online	PA ~ ZR
	RF Sniffer	27.51	ARRL
	Basit Arayıcı RFI Alıcısı	Online	W5IXM
Yazılım tanımlı radyo (SDR)	SDR için Arduino tabanlı bir Düğme Kutusu	Online	VE3EBR
	SDR işlevi kaynak kodu	Online	KA9Q
İstasyon aksesuarı	Saha Günü ve Yarışma için Ses İnterface Birimi	Online	K ~ IZ
Test ekipmanları	Bipolar transistör test cihazı	25.49	NlAL
	Sabit Frekanslı Ses Osilatörü	25.53	ARRL
	Gate-Dip osilatör	25.60	NlAL
	Yüksek Güçlü RF Örnekleyiciler	25.58	W ~ İVJ
	Sinyal Jeneratörleri için Hibrit Birleştiriciler	25.59	N6JF
	İnductance Test Cihazı	25.51	WAlPIO
	Mantık probu	25.50	NlAL
	Düşük frekanslı VNA Adaptörü	25.65	VE2AZX
	Dönüş kaybı köprüsü	Online	N6JF
	RF Akım Ölçer	25.55	W8JI
	Devre Hizalaması için RF Osilatörler	25.59	ARRL
	RF Güç Ölçer	25.63	W7IEQ
	RF Adım Zayıflatıcı	25.56	K7OWJ
	RF Voltmetre	25.65	,
	Tandem maç	Online	KI6WX
	Test probu adaptörleri	25.6	W4QO, KG4VHV, QRP ARCI
	İki tonlu ses jeneratörü	25.53	ARRL
	Geniş Aralıklı Ses Osilatörü	25.53	Schultz, W9QB
Alıcı-verici	West Coast Lightwave Projesi	Online	,
	TAK-40 SSB/CW Alıcı-Verici	Online	WA2EUJ
Verici	MicroT2 Tek Bantlı SSB Verici	Online	KK7B
	MkİI Evrensel QRP Verici	Online	W7ZOI
	Yakın Alan İzleyici	16.12	KD4STH
	Çakıl Kırıcı 7 MHz QRP CW Verici	Online	G3RJV
	Ton balığı teneke 2	Online	WlFB
	VHF Sinyal Kaynakları (50 ve 144 MHz)	Online	KK7B
	VHF/UHF Beacon Vericileri	Online	WA3TTS
Transverter	Bir Mikrodalga Transverter Denetleyicisi	Online	OH2GAQ

Yazar İndex -

Çevrimiçi, indirilebilir ek içerikle birlikte sunulan materyali gösterir.

Yazar	Çağrı	Konu	Bölüm Ref	Sayfa
Gordon-Smith, Dave.	G3UUR	Kristal filtreleri	10.6	10.23ff
Grant, Doug.	KILDG	Dijital filtreler	10.5	10.15ff
		DSP ve SDR temelleri	Bölüm 8	8. lff
		SDR modülasyonu	Bölüm 11	11. lff
		SDR alıcıları	Bölüm 12	12. lff
		SDR vericileri	Bölüm 13	13. lff
Grover, Dale	KD8KYZ	PC kartı CAD	23.6	23.28ff
Gruber, Mike.	WlMG	RF İnterferans	Bölüm 27	27. lff
Grumm, Linley	K7HFD	Düşük gürültülü osilatör	9.2.3	9.10
Hallas, Joel	WIZR	Alıcılar	Bölüm 12	12. lff
		Vericiler	Bölüm 13	13. lff
Halstead, Roger	K8RI	Amplifikatör ayarı	17.4	17.14
		Fazla amplifikatör parçaları	Bölüm 17	Online
Harden, Paul.	NA5N	Bileşen verileri	Bölüm 22	22. lff
Hare, Ed	WlRFİ	İnşaat teknikleri	Bölüm 23	23. lff
		RF İnterferans	Bölüm 27	27. lff
		Sorun Giderme ve Bakım	Bölüm 26	26. lff
Hartnagel, Hans		Mikrodalga Yazılımının Basit Kullanımının Tehlikeleri	Bölüm 6	Online
Hass, Frank.	KB4T	RFİ bulma	27.5	27.20
Hayward, Wes	W7ZOI	Osilatör sıcaklığı kompanzasyonu	9.3.2	9.15
		RF yarı iletken tasarımı	Bölüm 5	5. lff
		Segment ayarlı VCO	9.7.6	9.49
		Geniş kapsamlı VXO	9.4.5	9.22
Henderson, Dan	NlND	RFI yönetimi	27.2	27.4
Hicks, Steve	N5AC	SDR fonksiyonları ve gürültü	Bölüm 13	13. lff
		SDR fonksiyonları, gürültünün etkileri ve gürültü azaltma	Bölüm 12	12. lff
		SDR kullanıcı arayüzü ve kontrol arayüzü	Bölüm 14	14. lff
Hilding, Rick	K6VVA	Uzak istasyonlar	24.4	24.23ff
Hollingsworth, Riley	K4ZDH	RF İnterference ve FCC	27.2	27.10
Holmes, Walter.	K5WH	Dijital ses	15.4.5	15.15
Honnaker, Scott.	N7SS	Dijital modlar	Bölüm 15	15. lff
Hranac, Ron.	N ~ IVN	Kablo ve dijital televizyon	27.8.3-27.8.4	27.29ff
		HDTV modülasyonu	11.7.1	11.20
Humbertson, Ken	W ~ KAH	*FLDIGI*	15.1	15.5
Hutchinson, Chuck	K8CH	Antenler	Bölüm 21	21. lff
İdelson, Jim.	KilIR	Anten ve kule güvenliği	28.2	28.14ff
Jones, Bill	K8CU	Düşük geçiş filtresi	10.11.6	10.39
Karlquist, Rick	N6RK	Ses gecikme ölçüm sistemi	24.4	24.25
		Mikserler ve Demodülatörler	Bölüm 12	12. lff
		Mikserler ve modülatörler	Bölüm 13	13. lff
Karn, Phil	KA9Q	Evrişim dijital filtreleri	11.6.2	11.18
Kastigar, Matt	N9ES	Amplifikatör onarımı	26.9.4	26.28
Kay, Leonard	KiNU	RF Teknikleri	Bölüm 5	5. lff
Keuken, Jack.	KE2QJ	Kırbaç antenleri için taban yükleme sistemi	21.8.3	21.44
Kleinschmidt, Kirk	NT ~ Z	Jeneratörler	24.3	24.17
Klitzing, James	W6PQL	Tüm Mod, 2 Metre, 80 W Doğrusal Amp	Bölüm 17	Online
Lakhe, Rucha		Modern matematiksel stabilite problemleri Doğrusal olmayan simülasyon	Bölüm 6	Online
Lampereur, Steve	KB9MWR	10 GHz 2 W Amplifikatör	Bölüm 17	Online
Langton, Anthony	GM4THU	RF Voltmetre	25.9.15	25.65
Lapin, Greg	N9GL	RF güvenliği	28.3	28.23ff
Larkin, Bob	W7PUA	RF yarı iletken tasarımı	Bölüm 5	5. lff
Lau, Zack.	WIVT	ARRL faz gürültü ölçümü	9.7.7	9.48
		30, 17 ve 12 metre için Triband dipol	21.2	21.18
		432 MHz için yardımcı Yagi	21.11	21.59
Lindquist, Rick	WWlME	İs amatör radyo	Bölüm 1	l.lff
Sevgiler, Pete	AE5PL	D-STAR	15.5.14	15.28ff
		D-STAR tekrarlayıcılar	18.4	18.12
Luetzelschwab, Carl	K9LA	Yayılma	Bölüm 19	19. lff
Lux, Jim	W6RMK	Elektriksel güvenlik	28.1	28. lff
Mack, Ray.	W5IFS	Dijital filtreler	10.5	10.16ff
		SDR işlevleri	Bölüm 12	12. lff
		SDR işlevleri	Bölüm 13	13. lff
		SDR konuları	Bölüm 8	8. lff
Martin, Mike	K3RFI	Güç hattı RF gürültüsü	27.6	27.25ff
McClellan, Jim	N5MIJ	D-STAR tekrarlayıcılar	18.4	18.11
McCune, Earl	WA6SUH	DDS ve analog sentezleyiciler	9.6	9.27ff
Moel!, Joe	K ~ OV	Radyo yön bulma antenleri	21.12	21.65ff
		Radyo yön bulma teknikleri	Bölüm 27	Online
Morris, Steve	K7LXC	Kule ve anten güvenliği	28.2	28.12ff

Yazar	Çağrı	Konu	Bölüm Ref	Sayfa
Mullett, Chuck	KR6R	Güç kaynakları için CAD	7.11	7.28
Newkirk, David	W9BRD	Bilgisayar destekli devre tasarımı	Bölüm 6	6. lff
		Mikserler ve Demodülatörler	Bölüm 12	12. lff
		Mikserler ve modülatörler	Bölüm 13	13. lff
Norris, Ken	KK9N	Uzak istasyonlar	24.4	24.23ff
Ott, Henry	WA2IRQ	Elektromanyetik uyumluluk	Bölüm 27	27. lff
Overbeck, Wayne	N6NB	Dönüştürücüler	14.5	14.19
Pearce, Gary	KN4AQ	Tekrarlayıcılar	Bölüm 18	18. lff
Petrich, John.	W7FU	GNU radyo ve SDR tasarım araçları	14.4.1	14.11
Pittenger, Jerry	K8RA	3XC1500D7 RF Doğrusal Amplifikatör	Bölüm 17	Online
Pocock, Emil	W3EP	Yayılma	Bölüm 19	19. lff
Poddar, Ajay	AC2KG	Düşük gürültülü VHF osilatörü	9.2.2	9.7ff
Popiel, Glen	KW5GP	Yüksek hızlı multimedya	15.5.18	15.31
Portune, John	W6NBC	3D baskı	23.9	23.42ff
		VHF veya UHF için Koaksiyel Dipol	Bölüm 21	21.54
Pratt, Warren	NR0V	RF Amplifikatör doğrusallığı	17.11	17.38ff
Rauch, Tom.	W8JI	Plaka sıkışmaları ve yüksek güçlü RF indüktörleri	17.5.3	17.17
		RF Chokes	5.3.4	5.8
		RF Akım Ölçer	25.9.7	25.55
Rautio, Jim.	AJ3K	Elektromanyetik simülasyon	6.4	6.15ff
Rogers, Robert	WAlPIO	İnductance Test Cihazı	25.9.3	25.51
Rohde, Ulrich	NlUL	Kristal osilatörler	9.4.4	9.19
		Düşük gürültülü VHF/UHF osilatörleri	9.2.2	9.7ff
		Modemde matematiksel stabilite problemleri Doğrusal olmayan simülasyon	Bölüm 6	Online
		Mikser performans yeteneği	Bölüm 12	Online
		Modifiye Vakkar osilatör	9.2.3	9.9
		Osilatör tasarımı	Bölüm 9	Online
		Faz gürültüsü	Bölüm 9	Online
		RF'de simülasyon	6.3	6.12ff
		İntermodülasyon bozulmasının test edilmesi ve hesaplanması	12.1.4	12.8
		Mikrodalga Yazılımının Basit Kullanımının Tehlikeleri	Bölüm 6	Online
		RF'de Simülasyon Kullanımı	Bölüm 6	Online
Rowe, David	VK5DGR	Dijital ses - *CODEC2* ve *FreeDV*	15.4.5	15.15
Sabin, Bill	W0IYH	Diplexer Filtresi	10.10.5	10.37
		Yarım kafes tek kristal filtre	Bölüm 10	Online
		İF Konuşma Kesme Makinesi	13.3.6	Online
		MATCH by W0IYH	20.4.2	Online
		İletim hattı transformatörleri	20.5.2	20.22ff
Oturumlar, Rudy	N6LF	Switchmode güç dönüşümü	7.11	7.21ff
Sherwood, Rob.	NC0B	Alıcı Performansı ve Testleri (online)	Bölüm 25	25.30
		Alıcı testi	12.1.4	12.11
		RF Amplifikatör doğrusallığı	17.11	17.38ff
Orak, Cory	WA3UVV	Sistem Füzyonu	15.5.16	15.30
		Sistem Füzyon tekrarlayıcıları	18.6	18.19
Gümüş, Ward	N0AX	Amplifikatör bakımı	26.9.4	26.28
		Antenler	Bölüm 21	21. lff
		Devreler ve Bileşenler	Bölüm 4	4. lff
		Elektrik temelleri	Bölüm 2	2. lff
		Filtreler	10.1-10.3	10. lff
		Radyo temelleri	Bölüm 3	3. lff
Siwiak, Kai	KE4PT	Q tartışması	3.7	3.23
Stanley, John	K4ERO	Everyham'ın amplifikatör projesi	Bölüm 17	Online
		Optimum zemin sistemleri	21.3.1	21.21
		Vakum tüpü amplifikatörleri	17.1	17. lff
Stearns, Steve	K60IK	(Anten) iletken çapının etkisi	21.1.7	21.3
Steffka, Mark	WW8MS	Otomotiv RF İnterference	27.9	27.46ff
Stein, William	KC6T	Multiband dörtlü anten	21.7	21.37
Stewart, Jim.		İnverting DC-DC dönüştürücü	7.16.5	7.55
Stockton, David	GM4ZNX	Fraksiyonel-n sentezleyiciler	9.6.4	9.39
		Osilatörler	9.1	9. lff
		Kutuplar ve sıfırlar	3.9.3	3.34
Saman, Dean	N6BV	Anten modelleme ve tasarımı	Bölüm 21	21. lff
		İletim hatları	Bölüm 20	20. lff
Stroud, Dick.	W9SR	Üst yüklü, düşük bantlı anten	21.3.3	21.24
Stuart, Ken	W3VVN	Güç kaynakları	Bölüm 7	7.1f
Yazları, Hans	G0UPL	Yazılım kontrollü güç anahtarı	7.16.7	7.59
Tayloe, Dan	N7VE	Aktif filtre tasarım süreci	10.4	Online
		Tayloe karıştırıcı	12.4.5	12.37

Yazar	Çağrı	Konu	Bölüm Ref	Sayfa
Taylor, Joe	Kijt	Gürültü	5.8	5.32ff
		WSJT-X modları	15.4	15.14
Telewski, Fred	WA7TZY	Frekans sentezleyiciler	9.6	9.28ff
		Kutuplar ve sıfırlar	3.9.3	3.34
Thompson, Chris	AC2CZ	FOX-1 telemetri	Bölüm 16	Online
Thompson, Tom	W ~ İVJ	Yüksek Güçlü RF Örnekleyiciler	25.9.10	25.58
		RF Amplifikatör doğrusallığı	17.11	l 7.38ff
Ton, Jim	W4ENE	Ses işleme devreleri	13.8.7	13.29ff
		Filtreler ve filtre tasarım yazılımı	Bölüm 10	10. lff
Ulbing, Sam	N4UAU	Yüzeye montaj teknolojisi	Bölüm 23	Online
Verhage, Paul.	KD4STH	Amatör radyo veri platformları	Bölüm 16	16. lff
Wade, Paul	WlGHZ	Anten analizörü - Alternatif kullanımlar	25.7.4	25.41
		Combline filtreleri	10.11.2	10.33
		Mikrodalga yapım teknikleri	23.7	23.37
		Gürültü	5.8	5.30f
		Dönüştürücüler	14.5	14.19
		Dalga kılavuzları	20.7	20.33ff
Wetherhold, Ed	W3NQN	Yayın bandı Reddetme Filtresi	10.10.3	10.35
Whitten, Mel.	K ~ PFX	Dijital ses	15.4.5	15.15
Winer, Ethan		Mikrofon şartlandırma devreleri	13.8.7	13.30
Yoshida, Wayne	KH6WZ	Yüzeye montaj aygıtı çözme	Bölüm 23	Online
Gençlik, Gerald	K5SDR	Tayloe karıştırıcı	12.4.5	12.37

Ek malzeme

Ford, Steve	WB8IMY	Dijital iletişim	İşletim eki	Online
		Uzay iletişimi	İşletim eki	Online
Hallas, Joel	WIZR	El kitabı geçmişi	İnformasyon takviyesi	Online
O'Hara, Tom	W6ORG	Amatör hızlı tarama televizyonu	İşletim eki	Online
Peterson, Larry.	WA9TT	Yavaş taramalı televizyon	İşletim eki	Online
Stoddard, Patrick	WD9EWK	Uydu iletişimi	İşletim eki	Online
Taylor, Joe	Kijt	Dünya-Ay-Dünya (EME) İletişim	İşletim eki	Online
Wilson, Mark	KrRO	Yıllık alıcı-verici araştırması	İnformasyon takviyesi	Online

İçerik

Uzay iletişimi

Radyo amatörleri, ilgilenen ve yetenekli jambon grupları tarafından inşa edilen iletişim uyduları aracılığıyla konuşmak için antenlerini gökyüzüne yönlendirir. Bu ekin ilk bölümünde, Steve Ford, WB8IMY, bazı arka plan sağlar ve amatör uydulara katılmak için neye ihtiyacınız olduğunu gösterir.

Joe Taylor, K1JT tarafından yazılan EME bölümü, EME yolu ile başarılı temaslar için gereklilikleri tartışıyor. , Allen Katz, , Marc Franco, , Peter Blair, TF, Graham Daubney, , Lionel Edwards, , İan White, , Leif Asbrink, ve Rex Moncur'dan EME bölümü için girdi ve tavsiyeleri minnetle kabul ediyor. Bu bölümün sonunda bir uzay iletişim terimleri sözlüğü bulunabilir. Aksi belirtilmedikçe, diğer bölümlere yapılan atıflar, *ARRL El Kitabının basılı versiyonundaki bölümlere atıfta bulunur.*

1 Amatör uydu tarihi

Amatör radyo uydularının hikayesi Uzay Çağı'nın kendisi kadar eskidir. Uzay çağının 4 Ekim 1957'de başladığı söylenir. Sovyetler Birliği'nin ilk yapay uydu Sputnik 1'i fırlatarak dünyayı şok ettiği gündü. Dünyanın dört bir yanındaki jambon, Sputnik'in telemetri işaretlerini 20.005 ve 40.002 MHz'de Dünya'nın yörüngesinde dolaşırken izledi. Sputnik'in 22 günlük yolculuğu sırasında amatör radyo, devrim niteliğindeki uzay aracıyla ilgili birkaç sivil haber kaynağı arasında yer aldığı için medyanın ilgi odağındaydı.

Yaklaşık dört ay sonra, ABD 31 Ocak 1958 tarihinde Explorer 1 uydusunun lansmanı ile yanıt verdi. Aynı zamanda, Batı Kıyısı'ndaki bir grup amatör radyo operatörü, bir amatör radyo uydusu olasılığını düşünmeye başladı. Bu grup daha sonra amatör uydular inşa etmek ve başlatmak amacıyla kendini Project OSCAR (OSCAR, Amatör Radyo Taşıyan Yörünge Uydusu anlamına gelen bir kısaltmadır) olarak düzenledi. ("Bir Uydu Ne Zaman OSCAR Olur?" Kenar çubuğuna bakın)

Amerikan Radyo Röle Ligi ve Amerika Birleşik Devletleri Hava Kuvvetleri ile bir dizi üst düzey alışverişten sonra, OSCAR Projesi bir fırlatma fırsatı sağladı. OSCAR 1 olarak bilinen ilk amatör radyo uydusu, Discoverer 36 uzay aracı ile Kaliforniya'daki Vandenberg Hava Kuvvetleri Üssü'nden fırlatılacak. Her iki "kuş" (uydular, inşaatçıları ve kullanıcıları arasında çağrıldığı gibi), 12 Aralık 1961 sabahı düşük Dünya yörüngesine başarıyla ulaştı.

OSCAR 1 sadece 10 kilo ağırlığındaydı. İt, kelimenin tam anlamıyla, Project OSCAR ekibinin bodrumlarında ve garajlarında inşa edildi. İt, yer istasyonlarının iyonosfer boyunca radyo yayılımını ölçmesine izin veren küçük bir işaret vericisi taşıdı. Sinyal ayrıca uydunun iç sıcaklığını gösteren telemetri de gönderdi.

OSCAR 1 büyük bir başarıydı. 28 ülkede 570'ten fazla amatör gözlemlerini Project OSCAR veri toplama merkezine iletti. OSCAR 1, atmosfere yeniden girerken yanmadan önce yörüngede sadece 22 gün sürdü, ancak amatör radyonun uzay yolculuğunun yüksek teknoloji dünyasına "düşük teknolojili" girişi sıkı bir şekilde güvence altına alınmıştı. Ne zaman bilimsel gruplar

Bir Uydu Ne Zaman Oscar Olur?

Dünya çapındaki AMSAT organizasyonları, günümüz amatör radyo uydularının tasarım ve yapımından büyük ölçüde sorumlu olsa da, orijinal "OSCAR" tanımı hala amatör radyo taşıyan birçok uyduya uygulanmaktadır. Bununla birlikte, çoğu amatör radyo uydularına, başarılı bir şekilde yörüngeye ulaşıp operasyonel hale gelene kadar genellikle ardışık OSCAR numaraları atanmaz. O zaman bile, bir OSCAR numarası sadece sponsoru resmi olarak talep ettikten sonra atanır.

Örneğin, bir uydu oluşturalım ve buna ROVER diyelim. ROVER uzay aracı (1) yörüngeye ulaşana ve (2) spon- olana kadar OSCAR işareti almayacaktır.
Sor bir istekte bulunur. Şimdi ROVER'ın yörüngeye girdiğini ve OSCAR talebinin yapıldığını ve kabul edildiğini varsayalım. ROVER artık OSCAR 99 olarak etiketlendi ve tam adı ROVER-OSCAR 99 oldu. Bununla birlikte, birçok jambonun isimlendirmeyi kısaltacağını göreceksiniz. Bazıları basitçe uydu ROVER veya OSCAR 99 diyecektir. Hatta tam adını sadece RO-99 olarak kısaltabilirler.

Bir uydu daha sonra yörüngede başarısız olursa veya Dünya atmosferine tekrar girerse, OSCAR numarası genellikle emekli edilir, bir daha asla yayınlanmaz.

Hava Kuvvetleri'nden ikincil yükler hakkında tavsiye istedi, Hava Kuvvetleri OSCAR tasarımını incelemelerini önerdi. Dahası, OSCAR 1'in pazarlık-bodrum tedarik yaklaşımı ve yönetim felsefesi, bugüne kadar bile takip eden tüm OSCAR uydu projelerinin ayırt edici özelliği olacaktı.

O zamandan beri amatörler, her biri bir öncekinden giderek daha sofistike olan düzinelerce uyduyu başarıyla inşa ettiler ve fırlattılar.

1.1 AMSAT

Amatör uydu ilerlemesinin çoğu, daha çok *AMSAT olarak bilinen Radyo Amatör Uydu Şirketi tarafından yönetildi. Orijinal* AMSAT, 1969'da Washington DC'de, uzayda amatör bir radyo varlığını teşvik etmeye adanmış bir organizasyon olarak kuruldu. AMSAT modeli, birçok ülkenin İngiltere'de AMSAT-UK, Almanya'da AMSATDL, Brezilya'da BRAMSAT gibi kendi AMSAT organizasyonlarını oluşturmasıyla hızla uluslararası hale geldi. Arjantin'deki AMSAT-LU. Bu kuruluşların tümü bağımsız olarak çalışır, ancak büyük uydu projeleri ve dünya çapında amatör radyo uydu topluluğunun ilgisini çeken diğer konularda işbirliği yapabilir. Şu anda var olan birçok AMSAT örgütü nedeniyle, ABD AMSAT örgütü sıklıkla AMSAT-NA olarak adlandırılmaktadır.

İlk OSCAR uyduları 1960'ların başında fırlatıldığından beri, AMSAT'ın uluslararası gönüllüleri çok çeşitli yeni iletişim teknolojilerine öncülük etmiştir. Bu atılımlar, ilk uydu ses transponderlerinden bazılarını ve son derece gelişmiş dijital "mağaza-ileri" mesajlaşma transponder tekniklerini içeriyordu. Bu başarıların tümü, AMSAT'ın ödeme yapan müşterileri başlatmak için yeni yollar geliştirmedeki teknik yardımı karşılığında önemli ölçüde azaltılmış maliyetlerle fırlatma fırsatları sağlayan uluslararası uzay ajanslarıyla yakın işbirliği yoluyla elde edilmiştir.

AMSAT'ın ana faaliyet geliri kaynağı - üyelikler sunarak elde edilir Çeşitli uluslararası AMSAT organizasyonlarında. Üyelik radyo - amatörlerine ve uzayın amatör keşfi ile ilgilenen diğer kişilere açıktır. Mütevazı bağışlar da izleme yazılımı ve diğer uydu ile ilgili öğeler için aranır. Ek olarak, bağışlar yoluyla büyük AMSAT uzay aracı projelerini finanse etmek için zaman zaman özel uzay aracı geliştirme fonları kurulur. - Paraya ek olarak, AMSAT dünya çapında havacılık endüstrilerinden bağışlanan artık materyalleri yaratıcı bir şekilde kullanmaktadır.

AMSAT-NA organizasyonu, başkandan uzay donanımı tasarlayan ve inşa eden işçilere kadar, tüm zamanlarını ve yeteneklerini organizasyona bağışlar.

1.2 Bugün amatör uydular

El Kitabı'nın bu baskısı basıldığında, - yörüngede yaklaşık 180 aktif amatör radyo uydusu vardı (bkz. Tablo **1**), radyo istasyonundaki amatör radyo varlığını saymazsak. Bunların hepsi düşük Dünya yörüngesinde (LEO) uzay aracı

Tablo 1
Şu anda aktif olan uydular

Not: Listelenen uydular amatör radyo frekanslarında çalışırken, birçoğu sınırlı (veya hiç) amatör erişime sahip araştırma platformlarıdır.
Diğerleri sadece telemetri gönderir. Amatör kullanım, *SSB/CW transponderleri, FM tekrarlayıcıları ve APRS veya Digipeater işlevselliği.*
İnformation, Mineo Wakita'nın izniyle, JE9PEL, Nisan 2021

Adı	*Uplink*	*Downlink*	*Modülasyon*
Aalto-1	437.22012402.000	437.220	9600bps FSK CW
AAUSAT-2		437.426	1k2 MSK 9k6 FSK
AAUSAT-4	437.425	437.425	2k4/9k6/19k2 GFSK CW
AISAT-1	145.825	145.825/2259.000	1200bps APRS
AISTECHSAT-2		436.730	4k8/9k6 GFSK
AISTECHSAT-3		436.730	4k8/9k6 GFSK
Al-Farabi-2	436.500	436.500	4800bps GMSK CW
AMİ Cal-Sat		436.100/2415.300	GMSK AFSK/9k6 1k2
AmurSat (AmGU-1)		436.250	4800bps mobitex
AO-27 (EYESAT-A)	145.850	436.795	1200bps AFSK FM
AO-7 (Phase-2B)	145.850-145.950	29.400-29.500	SSB/CW
AO-7 (Phase-2B)	432.125-432.175	145.975-145.925	SSB/CW
AO-73 (FUNcube-1)	435.130-435.150	145.970-145.950	SSB/CW
Armadillo		437.525	19k2/38k4 GMSK
Athenoxat-1	437.485	437.485	4800bps GMSK CW
ATL-1 (MO-106)		437.175	12.5kbps GMSK
AzTechSat-1		437.300	9600bps GMSK/FSK
BCCSAT-1	435.635	435.635	4800bps GMSK CW
BEESAT-5		435.950	4800bps GMSK
BEESAT-6		435.950	4800bps GMSK
BEESAT-7		435.950	4800bps GMSK
BEESAT-8		435.950	4800bps GMSK
BEESAT-9		435.950	4k8/9k6 mobitex GMSK
BIRD-JPN (Uauisu)	437.375	437.375	4800bps GMSK CW
BIRD-LKA (Raavana-1)	437.375	437.375	4800bps GMSK CW
BIRD-MY (UiTMSAT-1)	145.825	437.375	APRS digipeater CW
BIRD-NPL (NepaliSat-1)		437.375	4800bps GMSK CW
BIRD-PH (MAYA-1)	145.825	145.825	APRS diqipeater CW
BisonSat		437.375	9600bps GMSK
Bobcat-1		436.600	9k6/38k4/57k6 GMSK
BugSat-1		437.445	9600bps GMSK
BY70-2	145.920	436.200	FM Codec2
BY70-3		437.600	9600bps BPSK

CAPE-1		435.245	1200bps AFSK
CAPE-3		437 .325/145.825	1 k2 AFSK/9k6 FSK
CAS-3A (XW-2A)	435.030-435.050	145.685-145.665	SSB/CW
CAS-3B (XW-2B)	435.090-435.110	145.750-145.730	SSB/CW
CAS-3C (XW-2C)	435.150-435.170	145.815-145.795	SSB/CW
CAS-3D (XW-2D)	435.210-435.230	145.880-145.860	SSB/CW
CAS-3E (XW-2E)	435.270-435.290	145.935-145.915	SSB/CW
CAS-3F (XW-2F)	435.330-435.350	146.000-145.980	SSB/CW
CAS-3G		145.475/437.950	9k6 GMSK
CAS-3H (LilacSat-2)	144.350/144.390	144.390/437.225	SSB/CW
CAS-4A (ZHUHAI-1 01)	435.210-435.230	145.880-145.860	SSB/CW
CAS-4A (ZHUHAI-1 01)		145.835	4800bps GMSK CW
CAS-4B (ZHUHAI-1 02)	435.270-435.290	145.935-145.915	SSB/CW
CAS-4B (ZHUHAI-1 02)		145.890	4800bps GMSK CW
CAS-6 (TIANQIN-1 T0-108)	435.270-435.290	145.935-145.915	SSB/CW
CHOMPTT		437.560	1 k2AFSK/9k6GMSK
CO-55 (CUTE-İ)		437.470	1200bps AFSK CW
CO-57 (Xİ-İV)		437.490	1200bps AFSK CW
CO-58 (Xİ-V)		437.345	1200bps AFSK CW
CO-65 (CUTE1 .7 + APDIİ)		437.475	1200bps AFSK CW
CO-66 (SEEDS-İİ)		437.485	1K2AFSK CW Digi Konuşmacı
CP-7 (DAVE)		437.150	9600bps FSK CW
CSIM-FD		437.250	9k6/19k2 GMSK
CubeBel-1 (BSUSat-1)	436.200	436.200	4k8/9k6 GMSK Digipeater
CubeBua-2 (LO-74)		437.445	1 k2AFSK 9k6FSK
CubeSX-HSE		435.650/10455.000	9k6FSK/DVB-S2
CubeSX-Sirius-HSE		437.050/10465.000	9k6FSK/DVB-S2
DEKART		437.000	4800bps mobitex
Delphini-1		437.500	1 k2/4k8/9k6 GMSK
Diwata-2 (PO-101)	437.500	145.900	FM Tekrarlayıcı CTCSS 141.3 Hz
DIY-1 (Arduiqube)		437.125	RTTYCW
DO-64 (DELFI-C3)		145.870	1200bps BPSK
DOSAAF-85 (RS-44)	145.935-145.995	435.670-435.610	SSB/CW
D-Star ONE iSat	437.325	435.525/437.700	4k8/9k6 GMSK
D-Star ONE Serçe	437.325	435.525/435. 700	4k8/9k6 GMSK
DTUsat-2		1268.900	9k6CPFSK/1k2 19k2 38k4MSK CW
ELFİN-A		437.450	9k6/19k2 GFSK
ELFİN-B		437.475	9k6/19k2 GFSK
EQUISat		435.550	4k8/9k6 4LFSK CW LED
Es 'Hail-2 (QO-100)	2400. 050-2400. 300	10489.550-10489.800	SSB/CW
ExoCube-1 (CP-10)		437.270	9600bps FSK CW
FacSat-1		437.350	9600bps GMSK
FalconSAT-3	145.840	435.103	9600bps GMSK
ÜCRETLER		437.200	9600bps FSK/Lora
FIREBIRD-3		437.396/437.405	19200bps FSK
FIREBIRD-4		437 .219/437 .230	19200bps FSK
FMN-1 (FenaMaNiu-1)	145.945	435.350	FM tekrarlayıcı/9600bps BPSK
FO-29 (JAS-2)	145. 900-146 .000	435.900-435.800	SSB/CW
Fox-1 B (RadFXsat AO-91)	435.250	145.960	FM tekrarlayıcı CTCSS 67.0Hz
Fox-1Cliff (AO-95)	435.300/1267.300	145.920	FM tekrarlayıcı CTCSS 67.0Hz
Fox-1D (AO-92)	435.350/1267.350	145.880	FM tekrarlayıcı CTCSS 67.0Hz
GO-32 (TechSat-1 B)	145.850/145.930	435.225/435.325	9600bps FSK
GOMX-1		437.250	1 k2/2k4/4k8/9k6GMSK CW
GRBALPHA	145.905	437.025	9600bps GFSK CW
GuaraniSat-1 (BIRDS-4)	145.825	437.375	4k8FSK APRS CW
HO-68 (XW-1)		435.790	CW
HORYU-4	437.375/2400.300	437.375	1 k2 AFSK 9k6 GMSK S-BPSK CW
IDEASSat		437.345/2420.000	9600bps GMSK
InnoSat-2		435.500/437.450	4800bps GMSK
ISS	145.825	145.825	1200bps AFSK
ISS	145.990	437.800	FM tekrarlayıcı CTCSS 67.0Hz
ITASAT-1		145.860/2400.150	1 k2 BPSK/14k4 BPSK
ITU-pSat1	437.325	437.325	19200bps GFSK CW
JAISAT-1	145.935-145.965	435.965-435.935	1 k2PSK/4k8GMSK SSB CW
JY1 Sat (FUNcube-6 JO-97)	435.100-435.120	145.875-145.855	SSB 1 k2BPSK CW
Kaidun-1		437.600	BPSK G3RUH 1200bps
KAZSCISAT-1		435.500	9600bps GMSK
KKS-1 (KISEKI)	437.445	437.385	1200bps AFSK CW
KMSL		437.265	9600bps BPSK
KRAKsat		435.500	1 k2AFSK/9k6GMSK
KSU-Cubesat		437.130	4800bps GMSK

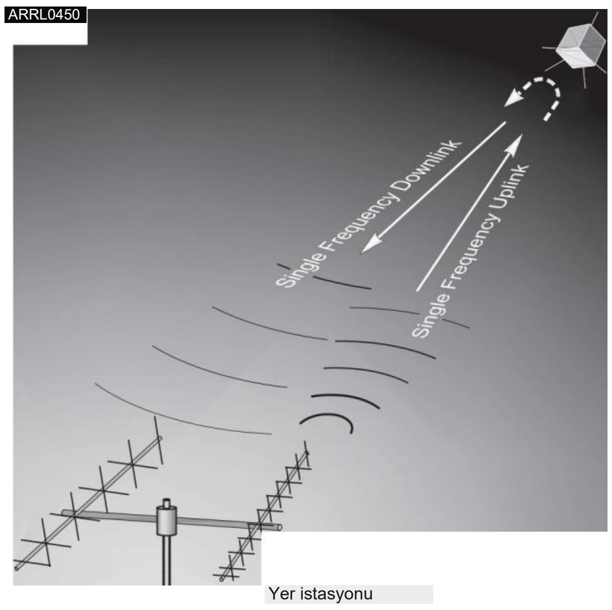
LAPAN-A2 (ORARİ 10-86)	145.880/145.825	435.880/145.825	FM tekrarlayıcı CTCSS 88.5Hz/APRS
LightSail-2		437.025	9600bps GMSK
Lucky-7		437.525	4k8/9k6 GFSK
LUME-1		437.060	4800bps GMSK
Max Valier uydu	145.860	145.960/437.325	CW
MCubed-2		437.479	9600bps GMSK
MeznSat		436.600	1k2/2k4 BPSK
MiTEE-1		437.800	9600bps FSK
MOVE-2	437.800	145.950	12k5 BPSK CW
NanosatC-Br2		145.865	1k2/2k4/4k8/9k6BPSK
Nayif-1 (FUNcube-5 EO-88)	435.015-435.045	145.990-145.960	1200bps BPSK SSB
NETSATT-1-4		435.600	9600bps FSK
NEXUS (FO-99)	145. 900-145. 930	435.910-435.880	9k6/38k4FSK pi/4QPSK CW
NİUSAT		436.000/2240.000	1200bps Manchester
NO-44 (PCSAT-1)	145.827	145.827	1200bps AFSK
NO-44 (PCSAT-1)	435.250	145.827	9600bps FSK
Norbi		436.700	LoRa FSK/250k 9600bps
OPUSAT-İİ (Hiroqari)	145.900	145.900	1K2AFSK/9k6GMSK/19K24FSK CW
ORBICRAFT-ZORKIY		437.850/437.950	9k6FSK/DVB-S2
OrigamiSat-1 (FO-98)		437.505/5840.000	1200bps AFSK CW
Painani-1		437.475	9600bps GMSK
Poly! TAN-1	437.677	437.677	9600bps 2FSK CW
PRISM (HITOMİ)	437.425	437.250	1K2AFSK 9k6GMSK CW
PSAT (NO-84)	28.120/145.825	435.350/145.825	1200bps AFSK PSK31
PSAT2 (NO-104)	29.350/145.825	145.825/435.350	
Reaktor Merhaba Dünya	437. 775/2410.000	437.775	9k6 2GFSK/1MbpsMSK CW
ROBUSTA-1B	437.325	437.325	1200bps AFSK CW
RS-44 (DOSAAF-85)	145.935-/145.995	435.610-435.670	SSB/CW
RSP-01		145.810	1k2AFSK/9k6GMSK/19K2FSK CW
SDSAT		435.500	RTTYCW
Shaonian-Xing (Juvenile-1F)		436.370	9600bps BPSK
SiriusSat-1 (SXC1-181 RS13S)		435. 570/435. 619	4800bps GMSK
SiriusSat-2 (SXC1-182 RS14S)		435.670/435.719	4800bps GMSK
SMOG-1		437.345	2GMSKCW
SMOG-P (MO-105)		437.150	12.5kbps GMSK
SO-50 (SaudiSat-1c)	145.850	436.795	FM tekrarlayıcı CTCSS 67.0Hz
Sokrat		436.000	4800bps mobitex GMSK
SOMP		437.485	1200bps AFSK CW
SOMP-2B		435.600	9600bps GMSK
$ po0Qy-1		435.300/436.200	4k8/9k6 GMSK
FILIZ		437.525	1k2AFSK 9k6GMSK CW
FILIZ	437.600	437.600	Diaipeater Diqitalker SSTV
Yıldızlar (KUKAI dauahter)	437.465	437.275	1200 bps FM CW
STARS (KUKAI annesi)	437.485	437.305	1200 bps FM CW
STARS-EC (A)	437.405/437 .200	437.245	115k2 CW
STARS-EC (B)	437.425/437.200	437.255	115k2 CW
STEP Küp Lab (STEP-1)	437.485	437.485	9600bps FSK CW
STRaND-1		437.568	9600bps GMSK
SUCHAI		437.225	CW
Suomi-100		437.775/2410.000	9600bps GMSK
SwampSat-2		145.875/436.600	9k6 GMSK/3Mbps QPSK
Swiatowid	436.000	145.850/435.500	1K2AFSK/9k6GFSK
SwissCube-1	437.505	437.505	1200bps BFSK CW
Tausat-1		436.400	9600bps BPSK CW
TBEx-A		437.485	9600bps GMSK
TBEx-B		437.485	9600bps GMSK
TiariSat		435.000	9600bps FSK
Tsuru (BIRDS-4)	145.825	437.375	4k8FSK APRS CW
TTU100		435.450/10465.0	9K6 FSK/GMSK/MSK/OQPSK
TW-1A		435.645	4k8/9k6 GMSK
TW-1C		435.645	4k8/9k6 GMSK
UniSat-6		437.421	9600bps GMSK
UniSat-7		437.425	9600bps FSK
UO-11 (UoSAT-2)	145.826/435.025	2401.500	FM, PSK
UPMSat-2		437.405	1k2 2FSK
UVSQ-Sat		437.020	1k2/9k6 BPSK
UWE-4	437.375	435.600/437.375	9600bps FSK/Diaipeater
VDNH-80		436.500	4800bps mobitex
VZLUsat-1 (CZ02)	437.240	437.240	4800bps MSK CW
WARP-01		437.425	GFSK4FSK CW
ZACube-1	145.860	437.355	1k2AFSK/9k6GMSK CW
Zhou Enlai	145.930	436.950	FM 9600bps BPSK

İletişim röleleri veya araştırma platformları olarak işlev görür.

Hams, tüm yarım küreler boyunca konuşmaları aktaracak yüksek yörüngeli bir "DX" uydusu için özlem duyuyor. Son böyle sate! - Lite, 2004 yılında sessizleşen OSCAR 40 idi. Ne yazık ki, kar amacı gütmeyen amatör uydu organizasyonları için sadece üye aidatlarına güvenirken böyle karmaşık, güçlü kuşlar inşa etmek zorlaşıyor ve Bağışlar, binlerce saatlik gönüllü emekten bahsetmiyorum bile. Daha da kötüsü, büyük uydular için fırlatma fırsatları giderek daha az ve engelleyici bir şekilde pahalı hale geldi.

2 Uydu Transponder

En temel şekli olan bir *transponder,* Dünya'dan sinyaller alan, frekanslarını değiştiren, onları yükselten ve Dünya'ya geri gönderen uydu iletişim sistemidir. Kelime *verici ve yanıtlayıcıdan kaynaklanır.* Transponder, her uydunun sinyal iletme yeteneğinin kalbinde yer alır. Şu anda kullanımda olan üç transponder tipi vardır.



Şekil 1 - Bükülmüş bir boru transponder, adını çalışma şeklinden alır. İt alınan uplink sinyalini alır ve anında geri downlink üzerinde iletir kaynağına. Bükülmüş boru transponderleri çoğunlukla FM tekrarlayıcıları olarak işlev gören uydularda bulunur.

2.1 "Bükülmüş Boru" Transponderleri

Bükülmüş boru transponder, fonksiyon açısından en basit transponder tasarımıdır. Bir frekansta bir sinyal alır ve aynı anda başka bir frekansta yeniden iletir. Metafor, kendisine - doğru gelen bir nesneyi yakalayan ve nesneyi kaynağına geri yönlendiren U şeklindeki bir borudur **(Şekil 1).**

Bir karasal FM tekrarlayıcı, bükülmüş boru transponderinin tipik bir örneğidir. Toprağa bağlı tekrarlayıcılar bir frekansı izler ve - genellikle (her zaman olmasa da) aynı bant içinde başka bir frekansta yeniden iletir. Yükseltilmiş anten sistemleri, hassas alıcıları ve önemli çıkış gücü sayesinde, karasal tekrarlayıcılar, mobil veya el tipi FM alıcı vericilerinin kapsamını yüzlerce hatta binlerce mil kareye kadar genişletebilir.

Bükülmüş boru uydu transponderleri ayrıca - FM tekrarlayıcıları olarak da işlev görür (ancak SSB gibi diğer modülasyon modlarını da kolayca aktarabilirler). Uydu tekrarlayıcıları, karasal tekrarlayıcıların çıkış gücünden yoksundur, çünkü uzayda güç üretimi zor bir önermedir. Ancak uydu tekrarlayıcılarının çıkış gücünde eksiklikleri, anten yüksekliğinde telafi etmekten daha fazladır. ¼'Bir kırbaç anteni kadar yetersiz bir şey bile, gezegenin yüzlerce mil üzerinde olduğunda bir verici ve alıcı güç merkezi olabilir.

FM modunda çalışan bir bükülmüş boru transponderinin temel avantajı, ortak amatör radyo FM alıcı vericileri ile kolayca uyumlu olmasıdır. AMRAD-OSCAR27 gibi uydular, yerel bir FM tekrarlayıcı aracılığıyla sohbet etmek için kullanacağınız aynı alıcı-vericilerle kolayca çalıştırılabilir. Bu uydular aracılığıyla iletişim kuran mobil ve hatta taşınabilir taşınabilir istasyonları duymak nadir değildir.

Bükülmüş bir boru transponderinin temel dezavantajı, bir seferde yalnızca bir sinyal iletebilmesidir. Uydu uplink frekansındaki çoklu sinyaller birbirine karışır ve genellikle anlaşılmaz bir kakofla sonuçlanır. Ony downlink üzerinde. FM alıcılarında ortak olan "yakalama etkisi" sayesinde, yalnızca en güçlü sinyal açıkça ortaya çıkacaktır. Tipik alçak yörünge geçişleri sırasında sadece 10 veya 15 dakika kullanılabilir, yüksek güç çalıştıran düşüncesiz bir operatör, diğer tüm istasyonları etkin bir şekilde kapatarak uyduyu tekelleştirmek için yakalama etkisini kullanabilir.

Bükülmüş boru probleminin çözümü, bir seferde birden fazla sinyal iletebilen bir uyduya sahip olmaktır. Bu tamamen farklı bir aktarıcı gerektirir.

2.2 Doğrusal Transponderler

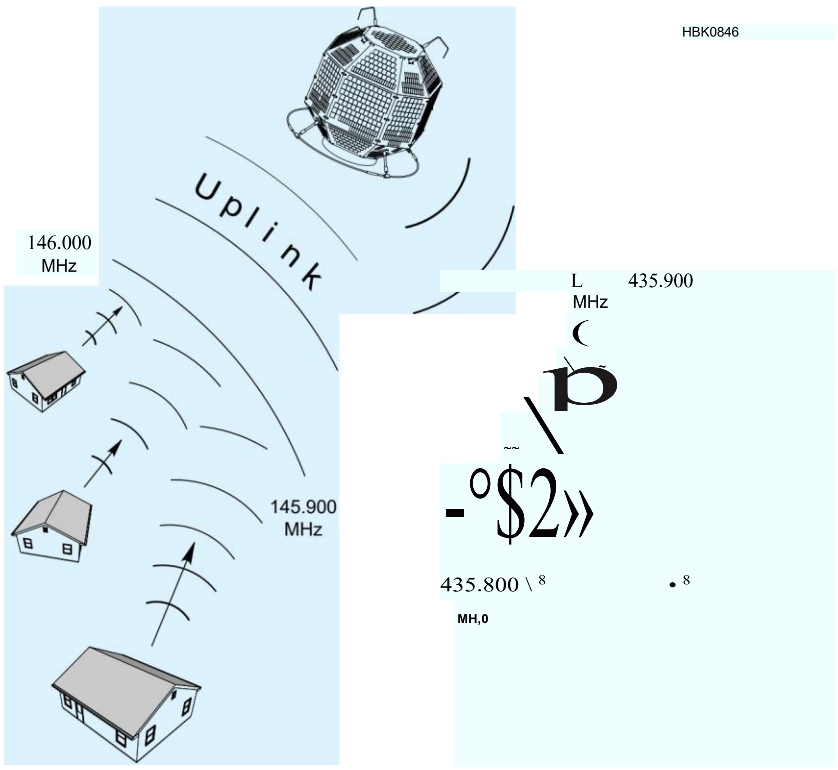
Bir seferde yalnızca bir sinyal iletebilen bükülmüş bir boru transponderinin aksine, doğrusal bir transponder, RF spektrumunun (geçiş *bandı) dar bir diliminde sinyal alır,* - geçiş bandının frekansını değiştirir, tüm sinyalleri doğrusal olarak yükseltir ve sonra her şeyi Dünya'ya geri iletir. Anlatmak yerine! Y bir sinyal, doğrusal bir transponder ile donatılmış bir uydu aynı anda birçok sinyali aktarabilir **(Şekil 2).**

Operatör bakış açısından, doğrusal transponderlerin muazzam bir avantajı vardır. Tek kanallı bükülmüş boru transponderleri ile, kullanıcı bir konuşmayı hızlı bir şekilde bitirmek ve frekansı temizlemek zorundadır, böylece başka biri iletişim kurabilir. Lineer transponderlerde öyle değil. Geniş spektrum ile Lineer bir transponder aracılığıyla, herkesin istediği sürece veya en azından uydu menzil dışına çıkana kadar iletişim kurması için yeterli "oda'dan daha fazlası vardır.

Doğrusal bir transponder, gerçek zamanlı iletişim istendiğinde her türlü sinyalle kullanılabilir. Bununla birlikte, güç ve bant genişliği gibi değerli uzay aracı kaynaklarının korunması açısından, tercih edilen kullanıcı modları SSB ve CW'dir. Transponderler ilk olarak yaklaşık giriş frekansı ve ardından çıkış frekansı verilerek belirtilir. Örneğin, bir 146/435-MHztransponder 146 MHz'e yakın bir giriş geçiş bandına ve 435 MHz'e yakın bir çıkış geçiş bandına sahiptir. Aynı transponder, 2 metre/70 santimetre birim olarak dalga boylarında belirtilebilir.

TRANSPONDER MODLARI

Doğrusal transponder özelliklerini olabildiğince basit tutmak için, uydu topluluğu genellikle *Mod* belirteçleri olarak adlandırılır. Amatör uydu operasyonunun ilk yıllarında, bu tanımlamalar oldukça keyfi olarak atandı ve kullanılan gerçek frekanslara çok az benzerlik gösterdi. Neyse ki, amatör uydu topluluğu o zamandan beri çok daha sezgisel olan daha yeni bir dizi transponder spesifikasyonuna yerleşti. Örneğin, önceki örneğimizde, 2 metre bandı "V" etiketi ile etiketlenmiştir (VHF için)



Şekil 2 - Doğrusal transponderler, tüm spektrum diliminde alınan tüm sinyalleri tekrarlar. Bu, uydunun aynı anda birçok konuşmayı aktarmasını sağlar.

70 santimetre bandı "U" (UHF için) olarak etiketlenmiştir. Bu nedenle, 2 metrede dinleyen ve 70 santimetrede tekrarlayan bir transponder bugün genellikle Mod V/U transponder olarak adlandırılır. Bkz. Tablo **2.**

Transponder tasarımı, birçok açıdan alıcı tasarımına benzer. İnput sinyalleri tipik olarak 10-W [13]ve out-

Tablo 2
Uydu Uplink/Downlink Modu Belirleyicileri

Uydu Bandı Tanımları 10
metre (29 MHz): H
2 metre (145 MHz): V
70 santimetre (435 MHz): U
23 santimetre (1260 MHz): L
13 santimetre (2,4 GHz): S
5 santimetre (5.6 GHz): C
3 santimetre (10 GHz): X

Ortak Çalışma Modları (Uplink/Downlink) V/H
(2 metre/10 metre)
HN (10 metre/2 metre)
UN (70 santimetre/2 metre)
V/U (2 metre/70 santimetre)
U/S (70 santimetre/13 santimetre)
U/L (70 santimetre/23 santimetre)
ABD (23 santimetre/13 santimetre)
L/X (23 santimetre/3 santimetre) C/X
(5 santimetre/3 santimetre)

Koymak seviyesi birkaç watt kadar olabilir. Elbette önemli bir fark, alıcı çıkışı ses frekansındayken transponder çıkışının radyo frekansında olmasıdır. Basit bir transponderin blok diyagramı **Şekil 3'te gösterilmiştir.** **Birkaç** nedenden dolayı, uçuş modeli transponderleri gösterilenden daha karmaşıktır.

İn uzay aracı uygulamaları doğrusal bir amplifikatörün önemli bir özelliği genel - verimliliğidir (RF çıkışı/de girişi). Birkaç watt'ın üzerindeki güç seviyelerine ulaştığımızda, A, AB veya B sınıfı amplifikatörlerin kullanımı tolere edilemez. Bir transponderin gücü ve bant genişliği birbiriyle ve görevle uyumlu olmalıdır. Yani, transponder eşit güçte sinyallerle tamamen yüklendiğinde, her sinyal yeterli bir sinyal sağlamalıdır.

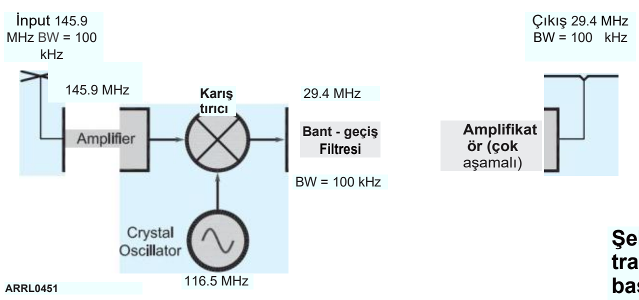
yerdeki gürültü oranı. Sadece link hesaplamaları kullanılarak teorik olarak uygun değerlerin doğru seçilmesi hataya açıktır. Bununla birlikte, bir dizi uyduyla ilgili deneyim, AMSAT'a farklı yörüngelere, bant genişliklerine, güç seviyelerine, frekanslara ve anten özelliklerine doğru bir şekilde tahmin etmenin mümkün olduğu çok sayıda ampirik veri sağlamıştır.

Pasif manyetik stabilizasyon ve çok yönlü antenler kullanan genel, düşük irtifalı (300 ila 1600 km) uydular, 1 **ila 10 W** PEP ile 29 ila 435 MHz arasındaki frekanslarda, 50 ila 100-kHzwide transponder kullanarak makul bir downlink performansı sağlayabilir. Mütevazı (7 ila 10 dBi) kazanç antenleri kullanan yüksek irtifa (35.000 km) spin stabilize edilmiş bir uydu, 146 veya 435 MHz'de bir 300-kHz-wide transponder downlink kullanarak 35 WPEP ile kabul edilebilir bir performans sağlayabilmelidir. Transponderler genellikle Doppler kaymasını en aza indirmek için ters olacak şekilde yapılandırılır. Bu, örneğin, uplink geçiş bandının alt ucunda frekansı olan bir sinyalin, downlink geçiş bandının üst ucunda karşılık gelen bir noktaya kaydığı anlamına gelir. Bir SSB sinyali durumunda, uplink üzerindeki yan bant modülasyonu da ters çevrilir - uplink üzerindeki alt yan bant, downlink üzerinde üst yan bant haline gelir.

DYNAMIC RANGE

Transponderler için dinamik aralık problemi, HF alıcıları için olandan oldukça farklıdır. İlk bakışta uydu transponderlerinin karşılaştığı durum daha basit görünebilir. Sonuçta, bir HF alıcısı, gücü 100 dB'ye kadar değişen giriş sinyallerini işleyecek şekilde tasarlanırken, - düşük kaliteli bir uydu, geçiş bandında belki de 40 dB'den farklı sinyallerle karşılaşacaktır. İyi HF alıcıları, önemli bir kazanç sağlamadan önce istenen sinyali filtreleyerek sorunu çözer. Bununla birlikte, bir uydu tüm kullanıcıları aynı anda barındırmalıdır. Bu nedenle, maksimum toplam kazanç, geçiş bandındaki en güçlü sinyal ile sınırlandırılabilir.

Transponder tasarımındaki son teknoloji ve mevcut uzay aracı güç bütçeleri göz önüne alındığında, yaklaşık 25 dB'lik etkili bir dinamik aralık, mümkün olan en fazla



Şekil 3 - **Doğrusal bir transponderin basitleştirilmiş bir blok diyagramı.**

şu anda elde edilecek. Daha önceki uydularda, alıcı AGC normalde en yüksek kullanıcıyı barındıracak şekilde ayarlandı. Sonuç olarak, 25 dB daha zayıf olan istasyonlar, AGC etkinleştirilmediğinde bunu yapabilecek olsalar bile, uzay aracından kullanılabilir bir sinyal koyamadılar. İdeal durumda, kullanıcılar uplink gücünü ayarlar, böylece uzay aracı AGC asla etkinleştirilmez.

"Power-hog" sorunu ciddi bir sorundur.
Aşırı güç çalıştıran tek bir istasyon, doğrusal bir transponderi etkili bir şekilde batırabilir. Çok sık, deneyimsiz bir operatör, iletim gücünü artırmanın, downlink sinyal gücünü artıracağına inanabilir. lnstead, bu güç artışı sadece diğer tüm istasyonların sinyal seviyelerini düşürmeye yarar.

Kısa ömürlü OSCAR 40 uydusu olan tasarımcılar, LEILA'nın *(LEJstungs* Limit Anzeige [Güç Sınırı İndicator]) eklenmesiyle güç domuzu sorununa yenilikçi bir yaklaşım denediler. LEILA'nın bilgisayarı 10'u sürekli izledi. 7 MHz transponder İF geçiş bandı. Bir uplink sinyali önceden belirlenmiş bir seviyeyi aştığında, bilgisayar suçlunun alt bağlantısına bir CW mesajı ekledi. Mesaj, verici istasyona transponderin aşırı yüklendiğini ve CW sinyali kaybolana kadar rahatsız edici istasyonun gücü azaltması için bir teşvik görevi gördüğünü gösterdi. Aşırı yükleme sinyali devam ederse veya daha yüksek bir ön ayar seviyesini aşarsa, LEILA, rahatsız edici istasyonun frekansına ayarlanmış bir çentik filtresini etkinleştirdi. LEILA'nın oldukça etkili olduğu ortaya çıktı. Eğer aniden CW'nin aşağı bağlantıdaki sinyaliniz üzerinden iletildiğini duyduysanız, gücü hemen azaltmanız gerektiğini veya sonuçlarla yüzleşmeniz gerektiğini biliyordunuz.

Transponder birincil görev alt sistemi olduğundan, güvenilirlik son derece önemlidir. Sistem güvenilirliğini artırmanın bir yolu, her uzay aracına en az iki transponder eklemektir; Biri başarısız olursa, diğeri tam zamanlı olarak kullanılabilir. Ve aynı birimleri kullanmamanın önemli avantajları vardır.

2.3 Dijital Transponderler

Dijital transponderler doğrusal transponderlerden önemli ölçüde farklıdır. Bir dijital transpon-Der gelen sinyali demodüle eder. Veriler daha sonra uzay aracında (bir paket posta kutusunda olduğu gibi) saklanabilir veya bir dijital downlink sinyalini (bir digipeater'da olduğu gibi) hemen yeniden oluşturmak için kullanılabilir. Posta kutusu hizmeti en düşük irtifa uzay aracı için uygundur. Digipeating en yüksek irtifa uzay aracında etkilidir. Doğrusal transponderler gibi, dijital birimler de downlink sınırlıdır. Tasarım prosedüründeki önemli bir adım, aşağı bağlantı kapasitesini en üst düzeye çıkarmak için modülasyon tekniklerini ve veri hızlarını seçmektir. Beklenen trafik türü ile ilgili varsayımları kullanarak, tasarımcılar uygun uplink parametrelerini seçerler. Bir analiz, uplink veri kapasitesinin, transpondere erişmeye çalışan sinyaller arasındaki "çarpışmalar" nedeniyle aşağı bağlantının yaklaşık dört veya beş katı olması gerektiğini göstermektedir.

Posta kutusu işlemi tasarımcıları için genellikle uplink ve downlink için benzer veri hızlarına sahip bir PACSAT (paket radyo uydusu) modeli kullanılır ve dört uplink ile tek bir downlink birleştirilir. Fuji-OSCAR'lar 12 ve 20 ve MicroSat serisi 1200 bps'de her iki bağlantıyı da çalıştırdı. Bu PACSAT'lar, Manchester kodlu FSK'yi uplink'te kabul eden bir demodülatöre sahip bir FM alıcısı içeriyordu. Uygun bir uplink sinyali üretmek için yer istasyonları, FM vericilerine ve uplink için Manchester kodlu sinyal üretebilen terminal düğüm denetleyicileri (TNC'ler) olarak bilinen paket radyo modemlerine ihtiyaç duyuyordu.

PACSAT downlink, 1.5 or4 W'luk bir çıkışta ikili faz kaydırma anahtarlaması (BPSK) kullandı. Bu modülasyon yöntemi, belirli bir güç seviyesinde ve bit hızında, dikkate alınan diğer yöntemlerden önemli ölçüde daha iyi bir bit hata oranı sağladığı için seçildi. Downlink'i almanın bir yolu, bir SSB alıcısı kullanmak ve ses çıkışını bir PSK demodülatörüne iletmektir. SSB alıcısı sadece bu durumda doğrusal bir downconverter olarak hizmet vermektedir. Downlink'i yakalamak için başka yöntemler de mümkündür, ancak şu anda çalışan kanıtlanmış iki sistem bu yaklaşımı kullanmaktadır .

PACSATs heydays sırasında, bu uygulama için özel olarak tasarlanmış birkaç TNC vardı. Zamanla PACSATs yavaş yavaş hizmet dışı gitti ve bu uzman TNCs hepsi ama piyasadan kayboldu. Kalan dijital Uydu transponderleri hem uplink hem de downlink için 1200 bps AFSK veya 9600 bps FSK veri iletimlerini kullanır. Bu, sıradan paket radyo TN C'nin - şu anda çeşitli karasal uygulamalar için kullanılan tür - bu dijital uydularla da kullanılabileceği anlamına gelir.

RUDAK

Dijital transponder tartışması RUDAK'tan bahsetmeden tamamlanmış sayılmaz. RUDAK, Regenerativer Umsetzer fur Digitale Amateurfunk Kommunikation (Dijital Amatör İletişim için Rejeneratif Transponder) kısaltmasıdır. Erken RUDAK sistemleri, istenen uplink/downlink kapasitesine ulaşmak için farklı bir yaklaşım benimsemiştir. OSCAR 13'te uçanlardan biri, bir uplink kanalı ve bir downlink kanalı kullandı ve uplink'teki veri hızı (2400 bps) aşağı bağlantıdakinin (400 bps) yaklaşık altı katı. Downlink üzerindeki 400 bps oranı seçildi, çünkü bu 1970'lerin sonlarından bu yana yüksek yörüngeli uydu telemetrisini indirmek için kullanılan standarttı. Zaten telemetri yakalayan kullanıcılar, ilk günden itibaren RUD AK yayınlarını yakalayabileceklerdi. Ne yazık ki, OSCAR 13'teki RUDAK birimi fırlatma sırasında başarısız oldu.

RUDAK İİ olarak bilinen bir sistem RS-14/ AO-21 uçtu ve aslında iki üniteden oluşuyordu. Bir ünite OSCAR 13'te uçan RUDAK'a benziyordu. Bununla birlikte, RUD AK Teknoloji Deneyi (veya RTX) olarak bilinen diğer birim, DSP teknolojisini kullanan yeni bir deneysel transponder idi. İt aslında gelecekteki yüksek yörünge misyonları için düşünülen fikirler için uçan bir test yatağıydı.

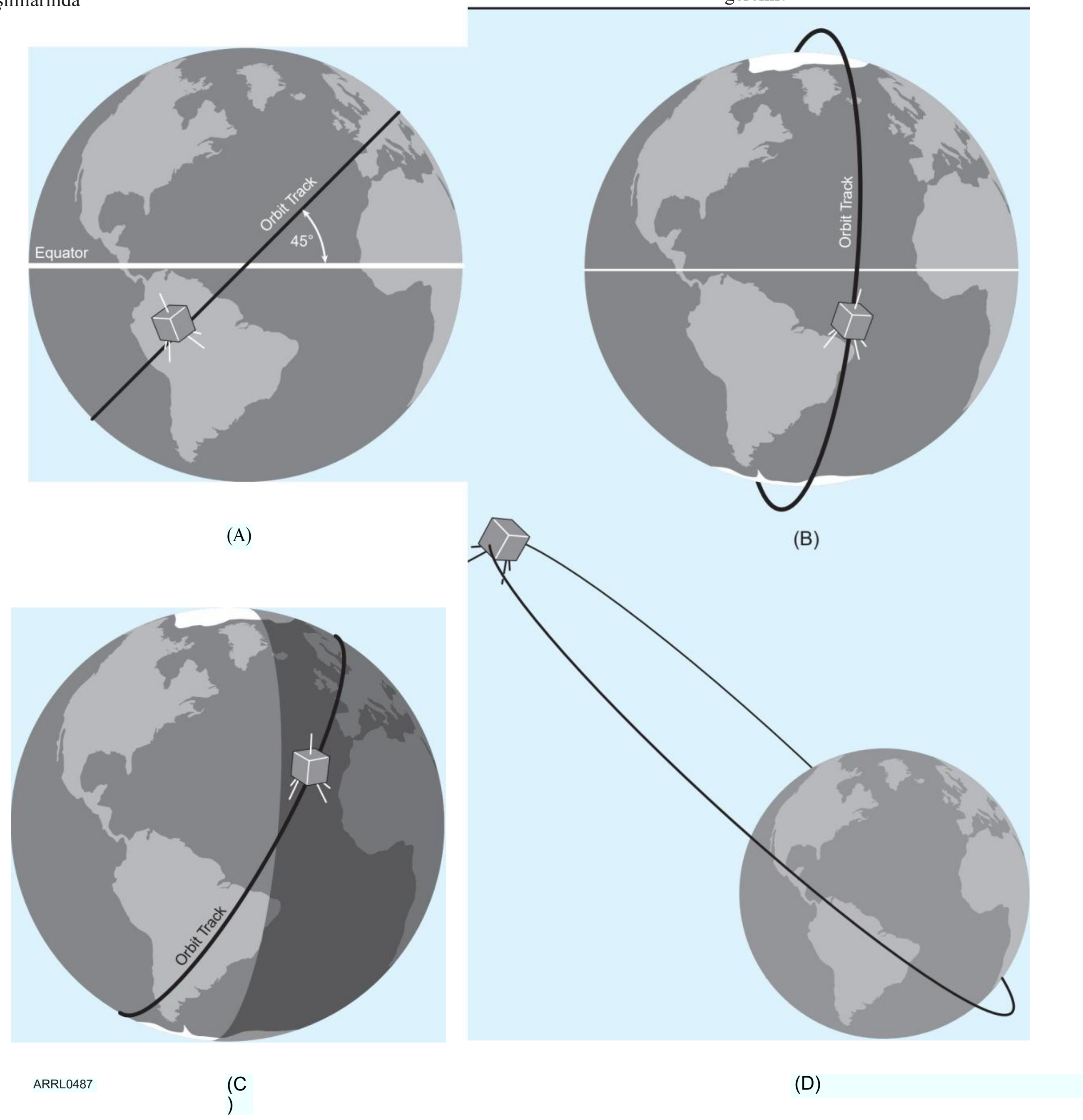
OSCAR 40 üzerinde çalışan RUDAK-U sistemi iki CPU, bir 153.6 kbaud modem, dört kablolu 9600 baud modem ve 56 kbaud'a kadar hızlarda çalışabilen sekiz DSP modem içeriyordu. Modem RUDAK sistemlerinin en büyük avantajları olağanüstü esneklikleridir. Dijital sinyal işleme kullanımı sayesinde, RUDAK kendisini istenen her türlü dijital sistemde yapılandırabilir. OSCAR 40 hayatta kalsaydı, plan uzayda oldukça yetenekli bir dijital iletişim platformu oluşturmak için RUD AK sistemini kullanmaktı.

3 Uydu izleme

3.1 Uydu yörüngeleri

Çoğu aktif amatör uydu, yaklaşık 350 km (International Space Station) ve 1300 km (OSCAR 29) arasında değişen yüksekliklerde çeşitli düşük Dünya yörüngelerinde (LEO) bulunmaktadır. Yüksek Dünya yörüngelerinde (HEO) seyahat edecek olan gelecekteki fırlatma için planlanan uydular var. En yakın yaklaşımlarında Dünya'ya (*onların perigees),* bu uydular 1000 km içinde gelebilir; Yörüngelerinin en yüksek noktalarında (apogees), uzaya 50.000 km'ye kadar gidecekler. En yaygın yörüngelerin birkaçına kısaca göz atalım.

Eğimli bir yörünge, Dünya'nın ekvatoruna göre eğimli olan yörüngedir. **Şekil 4A'ya bakınız.** 90 ° eğimli bir uydu Kutuptan kutba doğru yörüngede olacak; Daha küçük eğim açıları, uydunun daha düşük enlemlerde daha fazla zaman harcadığı anlamına gelir. Örneğin, Uluslararası Uzay İstasyonu, ekvatora yaklaşık 50 ° eğimli bir yörüngede hareket eder. Bu yörüngelerde hareket eden uydular sıklıkla Dünya'nın gölgesine düşer (tutulma), bu yüzden pil sistemlerine güvenmeleri gerekir.



Şekil 4 - A'da eğimli **bir *yörünge,* Dünya'nın ekvatoruna göre eğimli olan yörüngedir (bu durumda,** ***45 °). B'de, güneş eşzamanlı bir*** **yörünge, uyduyu kuzey ve güney kutupları üzerinde alır ve dünyadaki her istasyonun** günde en az bir yüksek hızdan geçmesini sağlar. C'de, *şafak-alacakaranlık yörüngesi,* güneş-senkron modelinde, uydunun zamanının çoğunu güneş ışığında ve tutulmada nispeten az zaman geçirmesi dışında bir varyasyondur. D'de, *Molniya* yörüngesi, uyduyu Dünya'dan en uzak mesafeden (apogee) uzaya taşıyan eliptik bir yörüngedir. Yerdeki gözlemcilere, apogee'deki uydu, yeryüzüne dalmadan ve (genellikle) en yakın yaklaşımında (perigee) 1000 km içinde taramadan önce bir seferde saatlerce havada kalıyor gibi görünüyor.

Güneş panelleri aydınlatılmadığında güç sağlamak için. Eğim açısına bağlı olarak, Dünya'daki bazı yerler asla iyi erişime sahip olmayacaktır, çünkü uydular nadiren yerel ufuklarının üzerine çıkacaktır. Bu, örneğin, ABD Uzay Mekiklerinin amatör radyo operatörlerini taşıdığı günlerde doğruydu. Mekik yörüngeleri genellikle düşük açılarda eğimliydi, bu da Mekiklerin kuzey ABD ve Kanada'daki jambonlar için ufkun üzerinde zorlukla ilerlediği anlamına geliyordu.

Güneş eşzamanlı yörünge, kuzey ve güney kutupları üzerinde bir uydu alır. Şekil 4B'ye bakınız. Güneş eşzamanlı bir yörüngenin iki avantajı vardır: (1) uydu her gün yaklaşık olarak günün aynı saatinde mevcuttur ve (2) herkes, nerede olursa olsun, günde en az bir yüksek irtifa geçişinin tadını çıkaracaktır. OSCAR 91, Güneş'in eş zamanlı yörüngesinde hareket eden bir uyduya iyi bir örnektir.

Şafak-alacakaranlık yörüngesi, güneş-senkron modelinde, uydunun zamanının çoğunu güneş ışığında ve gölgede nispeten az zaman geçirmesi dışında bir varyasyondur. OSCAR 27 şafaktan alacakaranlığa bir yörüngede seyahat ediyor. SeeFigure4C.

Molniya yüksek Dünya yörüngesi (Şekil 4D) eski Sovyetler Birliği tarafından öncülük edildi. İt, uyduyu Dünya'dan en uzak mesafede uzaya taşıyan eliptik bir yörüngedir. Yerdeki gözlemcilere, apogee'deki uydu, yeryüzüne dalmadan ve Dünya'yı en yakın yaklaşımla süpürmeden önce bir seferde saatlerce havada duruyor gibi görünüyor. Molniyaorbit'in büyük bir avantajı, uydunun apogee'deyken gezegenin tüm yarımküresini "görme" yeteneğine sahip olmasıdır. Hams, Molniya uydusunu, Dünya'da binlerce kilometre boyunca uzanan uzun ve sakin sohbetlerin tadını çıkarmak için kullanabilir. Ancak bu kitap yazıldığında, Molniya yörüngelerinde hareket eden aktif ham uyduları yoktu.

3.2 Uydu takip yazılımı

Bir uydu aracılığıyla iletişim kurmanın anahtarı, hareketlerini izleyebilmek ve yerel ufkunuzun üzerinde ne zaman görüneceğini tahmin edebilmektir. Neyse ki, sofistike Bu görevi önemli ölçüde kolaylaştıran yazılım mevcuttur.

Windows, macOS ve Linux işletim - sistemleri için yazılmış uydu izleme yazılımı bulacaksınız. Birçok popüler uygulama **Tablo 3'te listelenmiştir. Bilgisayarlar** amatör uyduları izlemek için ilk kez kullanıldığında, yalnızca en temel, temel bilgileri sağladılar: uydunun ne zaman kullanılabileceği *(AOS,* sinyal alımı), uydunun gökyüzünde ne kadar yükseleceği ve uydunun ne zaman olacağı ufkunuzun altında *(LOS,* sinyal kaybı). Bugün izleme programlarımızdan çok daha fazlasını isteme eğilimindeyiz. Modem uygulamaları hala temel bilgileri sağlar, ancak genellikle aşağıdakiler gibi daha birçok özellik sunarlar:

- Hangi transponder ve işaretçilerin açık olduğu da dahil olmak üzere uzay aracının çalışma programı.
- Bağlantı frekanslarında öngörülen frekans ofseti (Doppler kayması).
- Uzay aracının antenlerinin yer istasyonunuza ve yer istasyonunuz ile uydu arasındaki mesafeye göre yönlendirilmesi.
- Dünya'nın hangi bölgeleri uzay aracına erişebilir; Yani, QSO aralığında kim var?
- Uydu güneş ışığında mı yoksa Dünya tarafından tutuluyor mu? Bazı uzay araçları sadece güneş ışığı altındayken çalışır.
- Seçilen bir karasal yolu (karşılıklı pencere) kapsayacak bir sonraki fırsat gerçekleştiğinde.
- Değişen veriler genellikle dakikada bir veya hatta saniyede bir kez gibi çeşitli aralıklarla güncellenebilir.

Bazı uygulamalar daha da fazlasını yapar. Bazıları anten rotatörlerini kontrol eder, hedef uyduya yönelik yönlü antenleri otomatik olarak tutar. Diğer uygulamalar ayrıca Doppler kaymasının neden olduğu frekans değişikliklerini otomatik olarak telafi etmek için radyoyu kontrol edecektir.

Senaryoya ek uzay aracı eklemek daha fazla soru önermektedir. Hangi uydular şu anda menzilde? Her biri ne kadar süre erişilebilir olacak? Yakın gelecekte herhangi bir yeni uzay aracı menzile girecek mi? Belli ki Potansiyel ilgi konusunda büyük bir bilgi birikimi var. İzleme yazılımı geliştiren programcılar genellikle asıl zorluğun altta yatan fizik problemlerini çözmek değil, hangi bilgilerin dahil edileceğine ve nasıl yararlı bir biçimde sunulacağına karar vermek olduğunu bulurlar. Bu, özellikle kullanıcıların farklı ilgi alanları, uzmanlık düzeyleri ve ihtiyaçları olduğu için geçerlidir. Bazıları, ilgili tüm uydular için gerçek zamanlı konumları gösteren bir harita gibi bilgileri grafiksel bir biçimde görmeyi tercih eder. Diğerleri, belirli bir uzay aracının önümüzdeki birkaç gün boyunca aralıkta olacağı zamanların bir listesi gibi tablo verilerini tercih edebilir.

Online takip yapabileceğiniz çeşitli internet siteleri de bulunmaktadır. Bu, yazılım edinme ve yükleme ile ilgili tüm zorlukları ortadan kaldırır. Bununla birlikte, şu anda mevcut olan çevrimiçi izleme siteleri, PC'nize yükleyebileceğiniz yazılım kadar güçlü veya esnek değildir. Bu türden ilginç bir site AMSAT-NA tarafından korunur ve bunu **www.amsat.org/track/.'da bulurum**

3.3 Yazılıma Başlamak

Pek çok farklı türde uydu yazılımı vardır ve çok sık değişirler, herhangi bir kitapta size ayrıntılı operasyonel açıklamalar vermeye çalışmak çılgınlık olur. Kitap basıldıktan bir ay sonra eskimiş olur!

Buna rağmen, nadiren değişen uydu izleme yazılımının bir takım yönleri vardır. Örneğin, çoğu program ilk kurulum işleminin bir parçası olarak istasyon konumunuzu girmenizi isteyecektir. Bazı uygulamalar "gözlemci" terimini "istasyon konumu" anlamına gelir, ancak terimler tartışmamızın uğruna eş anlamlıdır. Gelişmiş programlar, konumunuzu hızlı bir şekilde girmek için seçebileceğiniz şehirlerin bir listesini sağlayacak kadar ileri gidecektir. Diğer programlar enlem ve boylam koordinatlarınızı manuel olarak girmenizi isteyecektir.

Enlem, boylam (ve diğer açılar) girerken, bilgisayarın derece-dakika mı yoksa desimaldegree notasyonu mu beklediğini bildiğinizden emin olun. Kullanılan gösterimin ardından

Tablo 3
Uydu Takip Yazılımı Örneği

Adı	*Kaynak*	*Çalışma Sistem*	*Radyo Kontrol*	*Anten Kontrol*
Nova	**www.amsat.org (mağaza)**	Windows	Hayır	Evet
HURDA	**www.amsat.org (mağaza)**	Windows	Hayır	Evet
SatPC32	**www.amsat.org (mağaza)**	Windows	Evet	Evet
SatScape	**www.satscape.eo.uk/classic.html**	Windows	Evet	Evet
MacDoppler	**www.dogparksoftware.com1MacDoppler.html**	macOS	Evet	Evet
Ham radyo deluxe	**hrd.ham-radio.ch**	Windows	Evet	Hayır
Tahmin et	**www.qsl.net/kd2bdlpredict.html**	Linux	Hayır	Evet
WinOrbit	**www.sat-net.com1winorbit**	Windows	Hayır	Hayır

ekrandaki istemi tarafından genellikle çalışır. Ayrıca kullanılan birimleri anladığınızdan ve sözleşmeleri imzaladığınızdan emin olun. Örneğin, boylamlar Greenwich'in batısındaki yerler için negatif sayıda belirtilebilir (0 ° boylam). Güney yarımküredeki enlemler de eksi işareti gerektirebilir. Bir derecenin kesirli kısımlarının izleme verileri üzerinde çok az etkisi olacaktır, bu nedenle çoğu durumda bunu görmezden gelebilirsiniz .

Tarihler de önemli sorunlara neden olabilir. Önce gün veya ay mı görünür? Kasım kısaltılabilir mi Kasım veya 11 girmeniz gerekiyor mu? Sayı neredeyse her zaman - gereklidir. 2010 yazmak zorunda mısın yoksa 10 yeterli mi? Parçalar kolon, çizgi veya eğik çizgi ile ayrılmalı mı? Liste uzayıp gidiyor. Bir kez daha, istemi en önemli ipucu. Örneğin, istemde "Tarih girin (DD: MM: YY)" yazıyorsa ve 9 Şubat 2010'da girmek istiyorsanız, istemin biçimini mümkün olduğunca kesin olarak izleyin ve 09:02:10 yazın .

Sayı girerken virgül asla kullanılmamalıdır. Örneğin, 20,243.51 km'lik bir yarı büyük eksen girilmesi gerekiyorsa, virgül ve birimler atlanarak 20243.51 yazın. Her yazılım paketinin tuhaflıklarına alışmak biraz zaman alır, ancak yakında kendinizi otomatik olarak yanıt verirken bulursunuz.

Koordinatlarınızı girdikten sonra, hala tam olarak bitmedi. Yazılım artık yerini "biliyor", ancak izlemek istediğiniz uyduların yerlerini bilmiyor. Yazılımın uyduların konumlarını hesaplayabilmesinin tek yolu, yeni bir *yörünge elemanları kümesine sahip olmasıdır.*

3.4 Yörünge elemanları

Yörünge elemanları, bir uydunun belirli bir zamanda yörüngesini tamamen tanımlayan altı sayıdan oluşan kümelerdir. Bilim adamları zaman zaman altı miktardan oluşan farklı gruplar kullansalar da, radyo amatörleri neredeyse her zaman Keplerian Orbital Elementler veya sadece *Keps olarak bilinen altı tanesini kullanırlar.*

Bu yörünge elemanları, her uydunun yörünge hareketinin çok hassas gözlemlerinden elde edilir. Hassas radar ve son derece hassas optik gözlem teknikleri kullanan Kuzey Amerika Havacılık ve Uzay Savunma Komutanlığı (NORAD), Dünya yörüngesindeki hemen hemen her şeyin çok doğru bir kataloğunu tutar. Periyodik olarak, bu bilgilerin sınıflandırılmamış kısımlarını halka açıklanmak üzere Ulusal Havacılık ve Uzay Dairesi'ne (NASA) verirler. Bilgiler, her uydunun bireysel katalog numarasına göre listelenir ve NORAD'ın Dünya'nın etrafında hareket eden uyduyu geçmişte çok kesin bir anda uzayda çok kesin bir yerde nasıl gözlemlediğini matematiksel bir şekilde açıklayan sayısal veriler içerir.

Karmaşık detaylara girmeden

Tablo 4

Uydu İzleme için Kullanılan Öğeler Örneği (Gerçek izleme kullanımı için mevcut öğeleri indirin.) Fuji-OSCAR 29 için NASA İki Hatlı Elemanlar

FO-29
1 24278U 96046B 17095.69822905 -.00000014 00000-0 20017-4 0 9991
2 24278 098.5744 348.5692 0350659 165.0412 196.1426 13.53075024019072

Yörünge mekaniğinin, yazılımınızın sadece NASA'nın yayınladığı yörünge elemanı bilgisini kullandığını söylemek yeterlidir; bu, yörünge matematiğini çözmek için belirli bir uydunun'o zaman "nerede olduğunu açıklar ve bu uydunun nerede olması gerektiğine dair bir tahmin yapar (grafiksel olarak veya tablo biçiminde)'şimdi" olmalıdır. Tahminin'şimdi "kısmı, yazılımınıza yüklemeniz istenen yerel saat ve istasyon konum bilgilerine dayanır.

Yörünge elemanları sıklıkla ek sayısal verilerle (bir yazılım izleme programı tarafından kullanılabilir veya kullanılmayabilir) dağıtılır ve genellikle NASA formatı ve AMSAT formatı olmak üzere iki biçimde bulunur.

AMSAT FORMATINI ANLAYIN

Anlamı satır satır ayırmak için Tablo 4'te gösterilen anlaşılması daha kolay AMSAT format örneğini kullanalım.

İlk iki giriş uzay aracını tanımlar.

İlk satır gayri resmi bir *uydu adıdır.* İkinci giriş, *Katalog Numarası,* NASA tarafından atanan resmi bir İD'dir.

Bir sonraki giriş olan *Epoch Time,* yörünge elemanlarının hesaplandığı zamanı belirtir. Sayı, yılı ve günü tanımlayan ondalık noktanın solundaki kısım ve günün (çok kesin) saatini tanımlayan ondalık noktanın sağındaki kısım olmak üzere iki bölümden oluşur. Örneğin, 96325.465598 1996, gün 325, günün saati .465598 anlamına gelir.

Bir sonraki giriş olan *Element Set,* bilginin kaynağını tanımlamak için kullanılan bir referanstır. Örneğin, 199 AMSAT tarafından verilen 199 numaralı elementi belirtir. Bu bilgi isteğe bağlıdır.

Sonraki altı giriş, altı temel yörünge elemanıdır.

İnclination, uydunun yörünge düzleminin Dünya'nın ekvatoral düzlemine göre yönünü tanımlar.

RAAN, Yükselen Düğümün Sağ Yükselişi, uydunun yörünge düzleminin sabit yıldızlara göre yönünü belirtir.

Eksantriklik, yörünge elipsinin şeklini ifade eder. Bu sayı 0'a ne kadar yakınsa, uydunun yörüngesi o kadar dairesel olur. Tersine, 1'e yaklaşan bir eksantriklik değeri, uydunun daha eliptik şekilli bir yörünge yolu izlediğini gösterir.

Perigee Argümanı nerede açıklar

Uydunun perigee uydu yörünge düzleminde yer almaktadır. Bir uydunun perigee'sinin Dünya'ya en yakın yaklaşımı olduğunu hatırlayın. Perigee argümanı 180 ve 360 ° arasında olduğunda, perigee Güney Yarımküre üzerinde olacaktır. Apogee - bir uydunun Dünya'dan en uzak noktası - bu nedenle Kuzey Yarımküre'nin üzerinde gerçekleşecek .

Anomali, uyduyu yörüngesel düzlemde bulur. Tüm programlar ortalama anomali (MA) birimleri için astronomik kuralı kullanır. Ortalama anomali perigee'de 0 ve apogee'de 180'dir. 0 ile 180 arasındaki değerler uydunun apojeye doğru ilerlediğini gösterir. 180 ve 360 arasındaki değerler, uydunun perigee'ye doğru ilerlediğini gösteriyor.

Mean Motion, uydunun her gün yaptığı devir sayısını belirtir. Bu eleman dolaylı olarak eliptik yörüngenin büyüklüğü hakkında bilgi sağlar.

Bozunma Oranı, Dünya atmosferi tarafından üretilen sürtünme sürtünmesinin bir uydunun yörüngesini nasıl etkilediğini hesaba katmak için sofistike izleme modellerinde kullanılan bir parametredir. İt ayrıca ortalama hareketin değişim oranı, ortalama hareketin ilk türevi veya sürükleme faktörü olarak da ifade edilebilir. Bozunma oranı, Dünya atmosferinin bilimsel çalışmalarında ve yeniden girmek üzere olan uyduları gözlemlerken önemli bir parametre olmasına rağmen, çoğu amatör radyo uydularının günlük takibi üzerinde çok az etkisi vardır. Programınız sürükleme faktörü isterse, verilen numarayı girin. Eleman kümesi bu - bilgiyi içermiyorsa sıfır girin - tahminlerde herhangi bir fark görmemelisiniz. Genellikle ondalık form veya bilimsel gösterim kullanarak bu sayıyı girme seçeneğiniz vardır. Örneğin, -0.00000039 sayısı (ondalık form) -3.9e-7 (bilimsel gösterim) olarak girilebilir. E-7, 10 üzeri eksi yedinci güç ([7veya 10) anlamına gelir.] Pratik terimler e-7 sadece önceki sayıdaki ondalık sayıyı 7 basamak sola taşımak anlamına gelir. Eğer bu tamamen kafa karıştırıcıysa, çoğu durumda sıfıra girmenin iyi çalışacağını unutmayın.

Epoch devrimi, daha önce tartıştığımız "Yörünge Numarası" ifadesinin bir başka terimidir. Burada verilen sayı izleme verilerini etkilemez, bu nedenle farklı öğe kümeleri aynı gün ve saat için farklı sayılar sağlıyorsa endişelenmeyin.

Checksum, veri iletim istasyonu tarafından oluşturulan ve veri dosyalarındaki belirli iletim hatalarını kontrol etmek için alıcı istasyon tarafından kullanılan bir sayıdır. Bir uydunun yörüngesiyle herhangi bir ilişkisi yoktur.

Uydu izleme yazılımının'eski günlerinde "yörünge elemanlarına elle girmek zorunda kaldınız. Bu sıkıcı ve riskli bir süreçti. Bir eleman numarasını yanlış girerseniz, çılgınca yanlış tahminler üretirsiniz.

Bugün, neyse ki, çoğu uydu izleme programı süreci büyük ölçüde kolaylaştırdı. Yörünge elemanlarını girmenin bir yöntemi, **www.amsat.org'daki AMSATNA web sitesinden en son seti almaktır (ana** menüde "Keps" altına bakın). Öğe kümesini bir metin dosyası olarak indirebilir ve ardından uydu izleme programınıza dosyayı okumasını ve veritabanını oluşturmasını söyleyebilirsiniz. Bir başka mükemmel site CelesTrak at **celestrak.com. Programınız** muhtemelen AMSAT veya NASA formatlarını okuyabilecektir.

Nova gibi gelişmiş bir izleme yazılımına sahip olduğunuz için şanslıysanız ve internete erişiminiz varsa, program siber uzaya ulaşacak, Keps'i otomatik olarak indirecek ve işleyecektir. Tek gereken, fare düğmenizin tek bir tıklamasıdır. Bazı programlar, sizden herhangi bir istek almadan en son Keps'i düzenli olarak indirmek için bile yapılandırılabilir.

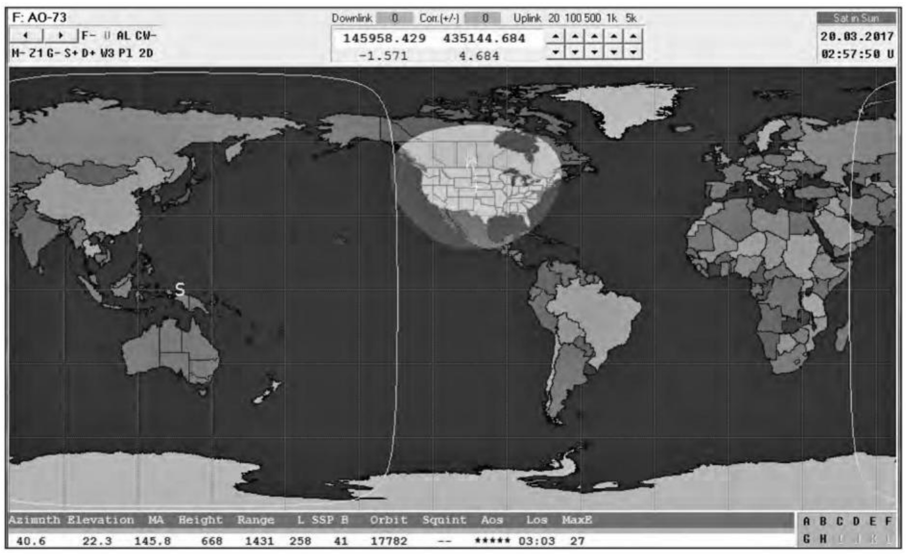
3.5 Diğer İzleme Hususları

SATELLİTE FOOTPRİNTS

Birçok uydu izleme uygulaması sadece uydu izini değil, aynı zamanda uydu *ayak izini de gösterir. Bir uydu* ayak izi, Dünya yüzeyindeki herhangi bir zamanda uydunun anten sistemleri tarafından "aydınlatılan" alan olarak tanımlanabilir. Bir ayak izini düşünmenin başka bir yolu, onu istasyonların uydu aracılığıyla birbirleriyle iletişim kurabileceği bölge olarak görmektir.

Söz konusu uydu *sabit olmadığı sürece,* - ayak izleri sürekli hareket ediyor. Boyutları, uydunun yüksekliğine bağlı olarak önemli ölçüde değişebilir. Düşük yörüngeli İnternational Uzay İstasyonu'nun ayak izi yaklaşık 600 km çapındadır. Aksine, daha yüksek yörüngedeki OSCAR 5 2, yaklaşık 1500 km çapında bir ayak izine sahiptir. **Şekil 5'teki uydu ayak izi örneğine bakın.** İletişim kurmak için kullanabileceğiniz süre, istasyonunuzun ayak izi içinde ne kadar kaldığına bağlıdır. Bu süre dakika olarak ölçülebilir, ya da oldukça eliptik yörüngede bir uydu durumunda, saat.

Bir ayak izinin boyutunun ve hatta şeklinin, uydunun kullandığı anten türüne göre de değişebileceğini belirtmek gerekir. A ile son derece yönlü bir anten



Şekil 5 - Bu görüntü, *NOVA* satellitetracking yazılımı tarafından gösterilen dairesel ayak izini göstermektedir. Ayak izi, Dünya'nın herhangi bir zamanda uydu tarafından görülebilen alanını gösterir.

Dar ışın genişliği, uydu yüksek irtifa yörüngesinde hareket etse bile küçük bir ayak izi yaratacaktır. Ancak bu genellikle amatör uydular için bir sorun değildir.

BİR SATELLİTE "AŞAMA"

Bazı uydular, herhangi bir zamanda hangi transponder ve antenlerin aktif olduğunu belirlemek için işletim programlarını kullanır. Bu uydunun *ortalama anomali veya MA fazına dayanmaktadır.* Birçok yazılım uygulaması, yalnızca uydunun ne zaman görüneceğini değil, aynı zamanda hangi transponderlerin aktif olacağını da söyleyen ayrıntılı tahminler sağlamak için bu bilgileri kullanabilir.

"Anomali" ifadesi sadece *açı için süslü bir terimdir. Gökbilimciler* geleneksel olarak yörüngeleri her biri eşit bir zaman dilimi içeren 360 ortalama anomali birimine ayırmışlardır. Ortak mikroişlemcilerin mimarisi nedeniyle, her bir yörüngeyi eşit zaman süresinde 256 bölüme ayırmak için uzay aracını kontrol eden bilgisayarları tasarlamak çok daha verimliydi. Radyo amatörleri bunları ortalama anomali veya faz birimleri olarak adlandırır. Her parçanın süresi, 256'ya bölünen uydu süresidir. Örneğin, OSCAR 13 için ortalama bir anomali birimi kabaca 2.68 dakika idi. MA 0 (yörüngenin başlangıcı) ve MA 256'da (yörüngenin sonu) uydu perigee'dedir (en düşük noktası). MA 128'de (yörüngenin yarısında) uydu apogee veya yüksek noktadadır. Şekil 6'ya bakınız**.**

Radyo amatörleri ve gökbilimciler ortalama anomali terimini biraz farklı bir şekilde kullandıklarından, bazen hangi sistemin kullanıldığına dair bir soru vardır. Herhangi bir karışıklık küçüktür ve genellikle kolayca çözülür. Gerçek zamanlı MA değerleri ile en OSCAR telemetri ve programlar 256 sistemini kullanır. "Faz" terimi - ve 256'dan daha büyük sayıların görünmediği gerçeği - önemli ipuçlarıdır. Radyo amatör olmayan izleyiciler için tasarlanmış bilgisayar izleme programları genellikle geleneksel astronomik gösterimi kullanır. Bu durumun ne zaman olduğunu belirlemek kolaydır, çünkü ortalama anomali sütunu 257 ile 360 arasındaki girişleri içerecektir.

Eğer bir uydu MA tabanlı bir transponder programı kullanıyorsa, program **www.amsat adresindeki AMSAT-NA web sitesinde yayınlanacaktır. org.** (Bu kitap yazıldığında, MA çizelgeleme kullanan yörüngede amatör radyo uyduları yoktu, ancak şu anda planlanan uydular yörüngeye ulaştığında bu değişebilir.) Karmaşıklığına bağlı olarak, izleme yazılımınız bu zamanlama verilerini girmenize izin verebilir.

Zamanlamalar genellikle uydu yönelimi - uzay aracındaki güneş açısındaki değişiklikleri telafi etmek için ayarlandığında birkaç ayda bir değiştirilir. OSCAR 13 için kullanılan tipik bir program, karşılık gelen uplink (verici) ve downlink (alıcı) frekans bandı gereksinimleri ile şöyle görünüyordu:

Kapalı: MA O'dan MA 49'a kadar

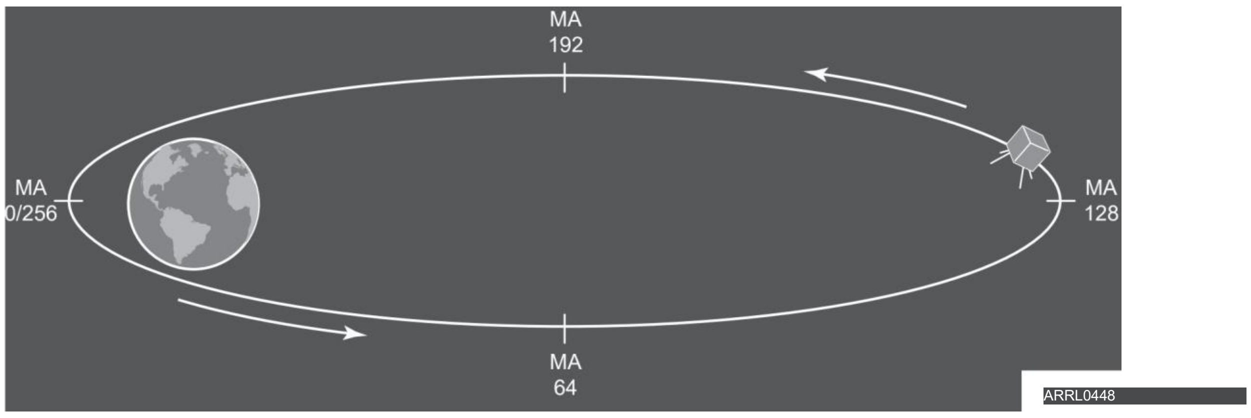
Mod UN (70 santimetrede uplink/2 metrede downlink): MA 50'den MA 128'e kadar

Mod UIS (70 santimetrede uplink/2,4 GHz'de downlink): MA 129'dan MA 159'a kadar

Mod UN (70 santimetrede uplink/2 metrede downlink): MA 160'dan itibaren untilMA255

Eğer Mod U/S'yi çalıştırmak istiyorsanız, uydu yörüngesinde MA129 ile MA159 arasındayken radyoda olmanız gerekiyordu.

1043.



Şekil 6 - Ortalama anomali (MA), her yörüngeyi eşit zaman süresinde 256 parçaya böler. Radyo amatörleri bunlara "Ortalama Anomali" veya "Faz" birimleri olarak atıfta bulunur. Her parçanın süresi uydunun periyodunun 256'ya bölünmesidir. Örneğin, OSCAR 13 için ortalama bir anomali birimi kabaca 2.68 dakika idi. MAO'da (yörüngenin başlangıcı) ve MA 256'da (yörüngenin sonu) uydu perigee'dedir (en düşük noktası). MA 128'de (yörüngenin yarısında) uydu apogee'de (veya en yüksek noktasında).

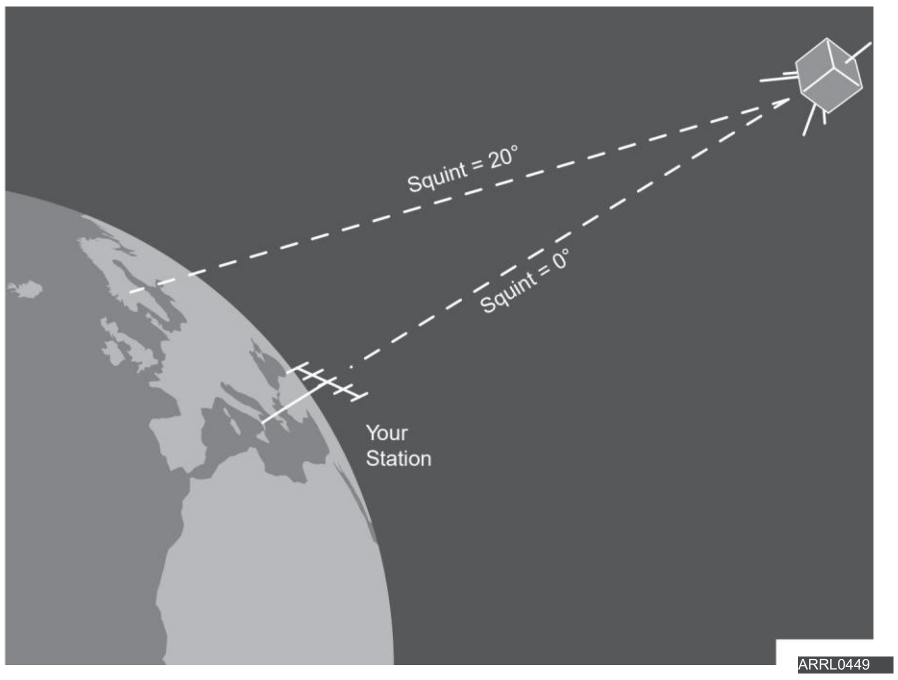
SQUIGNT AÇISI

Yazılımınızın çözmeye yardımcı olabileceği bir başka ikilem de *şaşılık açısıdır.* Şaşılık açısı, bir uydudaki yönlendirici antenlerin yer istasyonunuza göre nasıl işaretlendiğini açıklar. Şaşılık açısı 0 ° ile 180 ° arasında değişebilir. 0) °'lik bir şaşı açısı, uydu antenlerinin doğrudan size doğrultulduğu ve Bu genellikle iyi bağlantı performansının - beklenebileceğini gösterir (**Şekil** 7). Şaşılık açısı 20 °'nin üzerinde olduğunda, sinyal seviyesi düşmeye başlar ve uplink ve downlink'lerde spin modülasyonu olarak adlandırılan yıkıcı bir genlik çarpıntısı ortaya çıkabilir .

Şaşı açısını hesaplamak için algoritmalar içeren programlar, uydunun yönelimi veya tutumu. Bu bilgi - genellikle temel yörünge elemanlarını sağlayan kaynaklardan ve doğrudan ilgili uydudan gönderilen telemetriden edinilebilir. Gerekli parametreler Bahn enlemi ve Bahn boylamı olarak etiketlenmiştir. Ayrıca "A" önekinin tutum anlamına geldiği BLAT ve BLON veya ALAT ve ALON olarak da bilinirler.

Şaşılık açısı bilgisi sağlayan programlar da *Tahmin Edilen Sinyal Düzeyi etiketli bir sütun içerebilir. Değerler* genellikle uydu anten desenini, şaşı açısını ve uzay aracı aralığını dikkate alan basit bir tahmin modeli kullanılarak hesaplanır. Model, uydu tepesinde, apogee'de ve doğrudan size işaret eden bir O dB referans noktası varsayar. Yörüngedeki herhangi bir noktada, tahmin edilen seviye bu referans seviyesinin (+) veya altında (-) birkaç dB olabilir.

Çoğu LEO uydusu için şaşı açısı konusunda endişelenmenize gerek kalmayacak. Sadece yüksek yörüngeli kuşlar için bir faktör haline gelir, çünkü genellikle yönlendirici antenler kullanırlar. MA programlamasında olduğu gibi, ekipmanınızı ateşlemeden önce uydunun antenlerinin bulunduğunuz yeri işaret ettiğini bilmek istersiniz. Doğru türde bir yazılımla, vaktinden önce iyi bilirsin.



Şekil 7 - Şaşılık açısı, bir uydudaki yönlendirici antenlerin yer istasyonunuza göre nasıl işaretlendiğini açıklar. Şaşılık açıları 0 ° ile 180 ° arasında değişebilir. 0 °'lik bir şaşılık açısı, uydu antenlerinin doğrudan size doğrultulduğu anlamına gelir; bu da, iyi bir bağlantı performansının genellikle beklenebileceği anlamına gelir. Şaşılık açısı 20 °'nin üzerinde olduğunda sinyal seviyesi düşmeye başlar.

4 Uydu yer istasyonu antenleri

Bir uydu yer istasyonunun montajı, tipik HF istasyon kurulumlarına kıyasla farklı bir zorluk sunar. Kullanmayı umduğunuz uydu türlerine bağlı olarak değişen bir dizi değişken vardır. Kesinlikle LEO uyduları için tasarlanmış bir yer istasyonu, HEO kuşları için tasarlanandan önemli ölçüde farklıdır. Bilgisayarları ve yazılımları çevreleyen sorunlar da vardır, özellikle de dijital uydulara erişmeyi planlıyorsanız.

Yer istasyonunuzun en geniş seçenek yelpazesine sahip bir yönü, anten sisteminizdir. Çoğu amatör uyduyu kullanmak için, bir bantta (uplink) iletmeli ve başka bir bantta (downlink) almalısınız. Tek, çift bantlı bir anten kullanmıyorsanız, uydu istasyonunuz en az iki anten gerektirecektir. Bazı uydu operatörleri, ihtiyaç duyulduğunda çeşitli uplink/downlink bant kombinasyonlarında çalışabilmeleri için birkaç antene sahiptir.

4.1 Anten Polarizasyonu

Bir uydu anteninin polarizasyonu, orreceiving iletimi için kullanılıp kullanılmadığına bakılmaksızın önemli bir faktördür. Polarizasyon, yayılan elementin veya telin Dünya'ya göre konumu ile belirlenir. Dünya'ya paralel olan bir radyatör yatay olarak yayılırken, dikey bir radyatör dikey bir dalga yayar. Bunlar *doğrusal polarize* antenler olarak adlandırılır. Yayılan element Dünya'nın üzerine eğilirse, hem dikey hem de yatay bileşenlere sahip dalgalar yayar.

VHF + görüş hattı iletişimi için polarizasyon eşleştirme önemlidir. Bir istasyon yatay olarak polarize bir anten kullanıyorsa ve diğeri dikey olarak polarize bir anten kullanıyorsa, uyumsuzluk belirli koşullar altında büyük bir sinyal kaybına neden olabilir. HF frekanslarındaki polarizasyon uyumsuzlukları konusunda endişelenmiyoruz, çünkü sinyaller iyonosfer boyunca kırıldığında, HF sinyalleri genellikle olduğu gibi, polarizasyon yine de değişir .

Kutuplaşma endişelerini uzay aracına uygulamakla ilgili sorun, bir uydunun antenlerinin yer istasyonunuza göre yöneliminin sürekli değişmesidir. Bu genellikle antenlerinin polarizasyonu sizinkiyle çatıştığında solmaya neden olur. Bu sorun sadece uyduları rahatsız etmiyor. Uçaklar, otomobiller ve diğer tüm hareketli radyo platformları aynı etkilere maruz kalabilir.

Neyse ki, *dairesel polarizasyon* (CP) olarak bilinen bir "tedavi" var. CP ile dalga cepheleri, alıcı istasyondan geçerken saat yönünde (sağ el veya RHCP) veya saat yönünün tersine (sol el veya LHCP) dönüyor gibi görünür. **Bakınız Şekil 8.** Dairesel polarizasyon kullanmanın avantajı, polarizasyon çatışmasının etkilerini önemli ölçüde azaltabilmesidir. Bir CP anteninin polarizasyonu

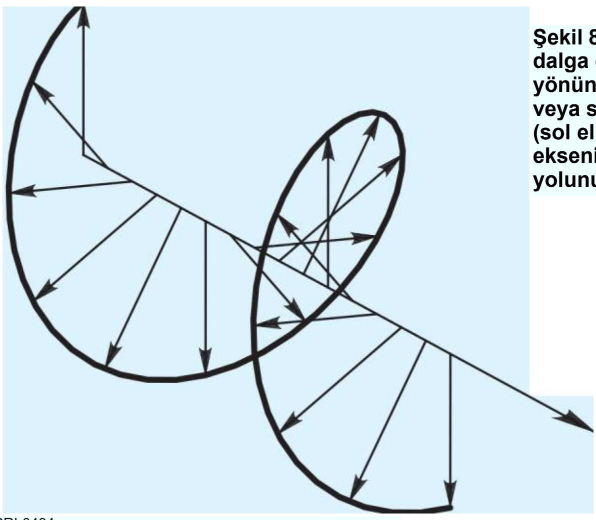
Yatay ve dikey düzlemler, sonuçta ortaya çıkan desen, solma etkilerini etkili bir şekilde "yumuşatır", sonuç olarak tutarlı sinyaller üretir.

Bununla birlikte, uydu yer istasyonu - antenlerinizin etkili olması için dairesel olarak polarize olması gerekmez. Lineer polarize antenler, yatay veya dikey, mükemmel kullanışlıdır. Bazı yer istasyonu anten tasarımları, daha önce tartışıldığı gibi yatay ve dikey polarizasyon bileşenlerini karıştırmak için eğimli veya "çapraz" elemanlar kullanır. Anten polarizasyonunuzu ince ayarlamanın amacı, istasyonunuza bir kenar vermektir, zayıf bir şekilde uğraşırken önemli olan bir şeydir.

Derin uzaydan gelen sinyaller. Ancak, antenlerinizin dairesel polarizasyonu istasyonunuza kesin bir avantaj sağlayabilirken, mutlak bir gereklilik değildir.

4.2 Çok yönlü antenler

İdeal bir çok yönlü anten, her yöne eşit şekilde sinyal yayar ve alır. Gerçek dünyada, çoğu'çok yönlü "anten belirli bir miktarda yönlülüğe sahiptir. Örneğin, ortak bir zemin düzlemi anteni **(Şekil 9)** çok yönlü olarak kabul edilir, ancak **Şekil 10'da görebileceğiniz gibi**

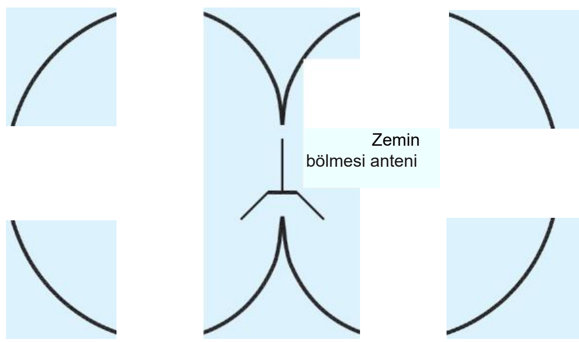


Şekil 8 - Dairesel polarize bir dalga cephesi, saat yönünde (sağ el veya RHCP) veya saat yönünün tersine (sol el veya LHCP) merkezi ekseni etrafında bir dönme yolunu tanımlar.

ARRL0434

Şekil 9 - Sıradan bir yer düzlemi anteni. Bu özel model, 2 metre üzerindeki karasal iletişim için tasarlanmıştır.





ARRL0452

Şekil 10 - Bir zemin düzlemi anteninin basitleştirilmiş radyasyon modeli. Derin null doğrudan havai dikkat edin .

Radyasyon paterni tek tip değildir. Derin null doğrudan havai dikkat edin. Uydular bu boşluktan geçerken, özellikle yüksek irtifalı geçişlerde sinyaller keskin bir şekilde kaybolacaktır.

Düşük kazançlarına rağmen, çok yönlü antenler çekicidir çünkü hedeflerine yönelik olmaları gerekmez. Bu, bir yer istasyonuna önemli maliyet ve karmaşıklık katabilecek mekanik anten rotatörlerine ihtiyaç duymadıkları anlamına gelir. Omni antenleri - aynı frekansa sahip yönlü antenlerden daha kompakttır. Öte yandan, düşük kazançları onları yalnızca hassas alıcıları ve nispeten güçlü iletim sinyalleri olan LEO uyduları için pratik hale getirir.

Teknik olarak konuşursak, bir uydu yer istasyonu için her türlü çok yönlü anten kullanılabilir. Hams, basit yer uçakları, J-direkleri, "büyük tekerlekler've hatta otomobil antenleri ile uydu operasyonlarından zevk aldı. Ancak, omnibased anten sistemi ile en iyi sonuçları elde etmek için, polarizasyon çatışmalarını ve sinyallerin solmasına neden olabilecek desen boşluklarını en aza indiren bir radyasyon deseni istersiniz. Bu amaçla, mühendisler bu sorunları göz önünde bulundurarak bir dizi çok yönlü anten tasarladılar.

YUMURTACI

Yumurta çırpıcı anteni, benzediği eski moda mutfak gereçlerinden sonra adlandırılan popüler bir tasarımdır **(Şekil 11).** Anten, sert tel veya metal borudan oluşan iki tam dalga döngüsünden oluşur. İki döngünün her biri 100 © empedansa sahiptir ve paralel olarak birleştirildiğinde, koaksiyel besleme hatları için ideal bir 50 © 2 empedans sunarlar. Döngüler birbirleri ile faz dışında 90 ° beslenir ve bu oluşturur

Dairesel polarize desen.

Bir yumurta çırpıcı, radyasyon deseninin daha fazlasını yukarı doğru odaklamak için döngülerin altındaki bir veya daha fazla parazitik reflektör elemanı da kullanabilir. Bu etki onu bir "kazanç" anteni yapar, ancak bu kazanç düşük irtifalı alım pahasına olur. Ufka doğru bir yumurta çırpıcı aslında yatay olarak polarize edilir. Desen yükselirken, giderek daha fazla sağ-el dairesel polarize olur. Deneyimler, yumurta çırpıcıların reflektör elemanları döngülerin hemen altına yerleştirildiğinde en iyi performansı gösterdiğini göstermiştir.

Yumurta çırpıcılar nispeten kolay bir şekilde inşa edilebilir, ancak birkaç ticari model de mevcuttur. Yumurta çırpıcının küresel şekli, alan bir sorun olduğunda oldukça kompakt bir anten oluşturur, bu da çekici bir tasarım olmasının bir başka nedenidir.

TURNSTILE

Temel *turnike* anteni, aynı yatay düzlemde birbirine dik açılarla ("X" harfi gibi) monte edilmiş iki yatay yarım dalga dipolünden oluşur **(Şekil 12).** Bu iki anten fazın 90 ° dışına eşit akımlarla uyarıldığında, tipik şekil sekiz desenleri neredeyse dairesel bir desen üretmek için birleşir .

Uzay iletişimi için radyasyon desenini yukarı yönde almak için turnike anteninin altında bir reflektör gerekir. Geniş bir desen için, reflektör ve turnike arasındaki çalışma frekansında %2'lik bir mesafeyi korumak en iyisidir. Homebrewed turnike reflektörleri genellikle birçok donanım mağazasında alabileceğiniz metal pencere ekranı malzemesi kullanır. (Plastik değil, metal bir ekran malzemesi olduğundan emin olun.)

Kuzenleri yumurta çırpıcılar gibi, turnikeleri inşa etmek nispeten kolaydır. İn gerçek, bina Turnikeler nadiren raftan temin edilebildiğinden tek seçeneğiniz olabilir.

LIHDENBLAD ANTENİ

Bir *Lindenblad anteni* **(Şekil 13)**, her bir dipol elemanı, aynı zamanda bir balun transformatörü olarak hizmet eden borudan yapılmış kısa devre açık tel hattının bir bölümüne bağlanır. Bir koaksiyel kablo, her dipolü beslemek için her açık tel hattının bir tarafından geçer. Dört koaksiyel besleme kablosu, dört yönlü, faz içi bir güç ayırma işlevi sağlamak için paralel olarak bağlandıkları bir merkez hub bölümünde buluşur. Bu kablo bağlantısı, 50 © ile iyi bir eşleşme elde etmek için bir empedans eşleştirme bölümü olarak hizmet veren koaksiyel kablonun başka bir bölümüne bağlanır. Yenilikçi bir çözüm olan EZ-Lindenblad, bu bölümde daha sonra açıklanmıştır. Bir yumurta çırpıcı veya turnikeden kesinlikle daha ayrıntılı olsa da, Lindenblad uydu uygulamaları için oldukça etkili olan tekdüze bir dairesel polarize desen oluşturur.

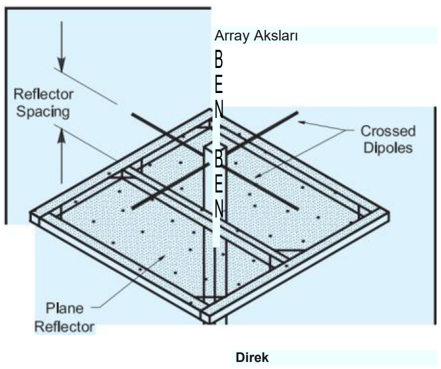
QUADRIFİLAR HELİCOIDAL ANTENİ

Şekil 14'te gösterilen kuadrifiler helikoidal anten (QHA), çok yönlü uydu antenlerinin en iyileri arasındadır. İt, bir tirbuşon (sarmal) şeklinde sarılmış ve dörtgen olarak beslenen dört eşit uzunlukta iletkenden (filar) oluşur. Sonuç neredeyse mükemmel dairesel polarize bir modeldir.

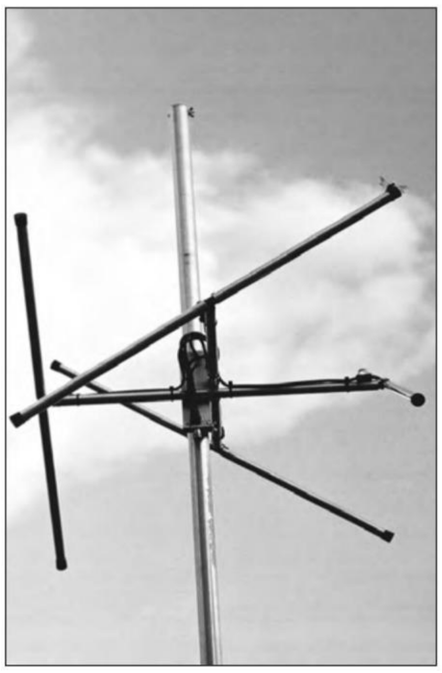
Q HA'ları oluşturmak zor olabilir, çünkü filar uzunlukları ve aralıkları kesin olmalıdır. Buna rağmen, bir QHA'yı homebrewing etmek size önemli miktarda para kazandırabilir. Bu anten raftan temin edilebilir (favorilerdir



Şekil 11 - Yumurta çırpıcı anteni
Benzediği eski moda mutfak gereçlerinden sonra adlandırılan popüler bir tasarım. Anten, iki tam dalga sert tel veya metal boru döngüsünden oluşur.



Şekil 12 - Temel turnike anteni, altında bir reflektör ekranı olan aynı yatay düzlemde birbirine dik açılarla ("X" harfi gibi) monte edilmiş iki yatay yarım dalga dipolden oluşur.

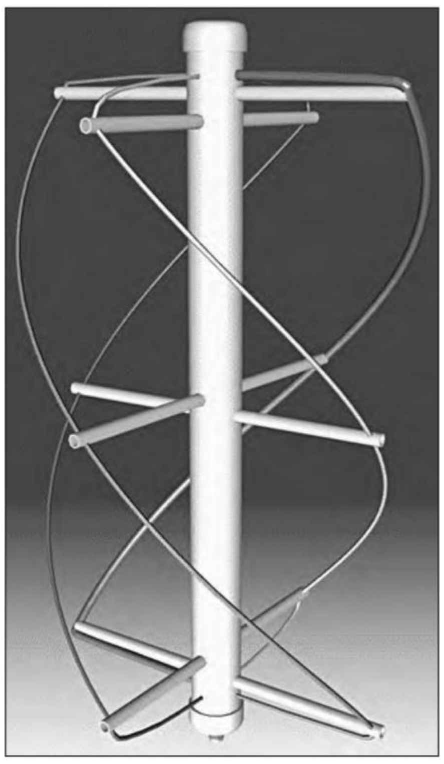


Şekil 13 - Anthony Monteiro, AA2TX tarafından tasarlanan EZ Lindenblad anteni.

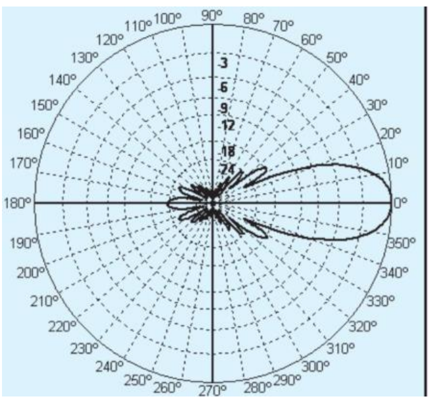
deniz uydu bağlantıları için), ancak pahalı olabilir. Hazır malzemelerden inşa edilebilecek bir versiyon bu bölümde daha sonra açıklanmıştır.

4.3 Yönlü antenler

Kazanç ve yönlülük önemli anten faktörleridir. Bu faktörler *yönlü* antenlerde maksimize edilir. İn aslında, tasarım hedefi



Şekil 14 - Kuadrifiler helikoidal anten, bir tirbuşon (sarmal) şeklinde sarılmış ve kuadratürde beslenen dört eşit uzunlukta iletkenden (filar) oluşur.



Şekil 15 - Yönlü bir antenin tasarım amacı, ekseni boyunca oldukça yönlü bir desen oluşturmaktır. Bu örnek, yüksek kazançlı bir Yagi anteninin radyasyon modelini göstermektedir.

Yönlü bir antenin ekseni boyunca oldukça yönlü bir desen oluşturmaktır **(Şekil 15).** Sıradan bir el feneri, yönlü bir anten için makul bir analogdur, ancak yönlü bir antenin deseni bir el feneri ışını kadar iyi odaklanmamıştır (parabolik reflektörlü antenler oldukça yakındır).

Yönlü bir antenin başlıca avantajı, önemli yönlülüğü ve kazancıdır. Uzay aracından gelen zayıf sinyallerle çalışırken, elde edebileceğiniz tüm kazanımlara ihtiyacınız var. Yönlü antenler, yaklaşık 50.000 km uzaklıktaki apogee'de olduklarında yüksek irtifa uyduları için zorunludur. Ayrıca LEO kuşları için mükemmeldirler, çok yönlü antenlerin nadiren eşleşebileceği güçlü ve tutarlı sinyaller sağlarlar.

Ancak, yönlü bir antenin önemli bir dezavantajı *da* yönlülüğüdür! Yönlü bir antenle en iyi sonuçları elde etmek için, çalışmak istediğiniz uyduya yönlendirmenin bir yolunu bulmalısınız. Bu, elle veya bir anten döndürücü kullanarak işaret etmeyi gerektirir. Eğer yönlü bir anteni tek bir yerde sabit bırakırsanız, sadece uyduların antenin deseninden geçtiği kısa anlarda iyi sinyallerin tadını çıkarırsınız. Bir rotatör, bir yer istasyonuna önemli bir maliyet ekler ve bir tane kurmak önemsiz bir egzersiz değildir. Öte yandan, daha sonra tartışacağımız rotatör maliyetini azaltmanın bir yolu var.

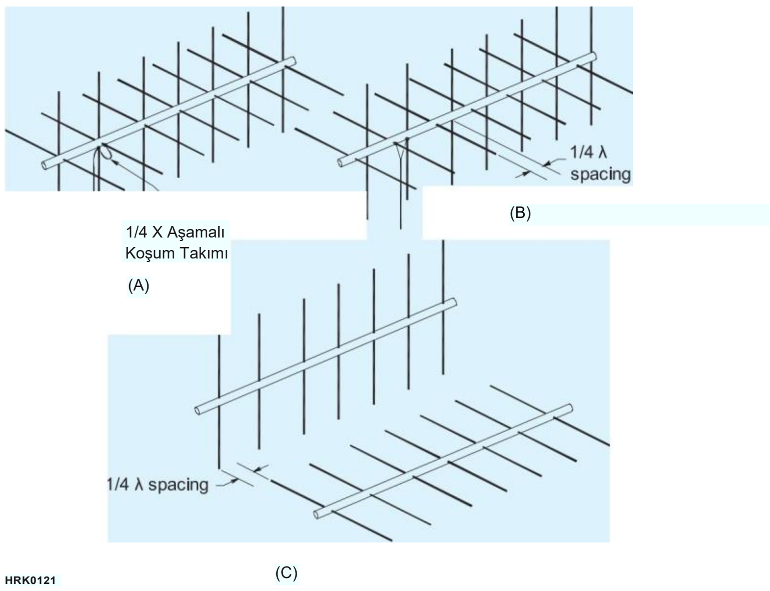
Eğer yönlü bir anten ve rotatör sistemini karşılayabiliyorsanız, yatırımdan asla pişman olmazsınız. Düzgün kurulduğunda, büyük ölçüde Karşılaşabileceğiniz her türlü çok yönlü antenden daha üstündür.

YAGI ANTENLER

VHF + karasal operasyon için kullanılan tanıdık Yagi antenleri uydu uygulamaları için de kullanılabilir. Bununla birlikte, yönlülük ne kadar büyükse, anten deseninin o kadar odaklanmış (dar) olduğunu unutmayın. Bu, adil bir doğruluk derecesine sahip bir uyduya yönelik olması gereken bir antene dönüşür. Hedefiniz hızla hareket eden bir LEO kuşu olduğunda bu zor olabilir .

Normalde gördüğünüz Yagi antenleri, yatay veya dikey polarize konfigürasyonlara monte edilmiş doğrusal tasarımlardır. Bu aynı antenler, uydu çalışmaları için olduğu gibi başarıyla kullanılabilir. Bununla birlikte, etkili performanslarını artırmak için bunları optimize etmenin yolları vardır.

Yagi antenlerinin dipol elemanları doğrusal polarize sinyalleri yayar, ancak polarizasyon yönünün gerçekten antenin Dünya'ya yönelimine bağlı olduğunu unutmayın. İki Yagi anteni aynı destek bomuna monte edilir, yatay ve dikey polarizasyon için düzenlenir ve doğru faz farkı (90 °) ile birleştirilir, dairesel olarak polarize bir dalga oluşur. Antenlerin elektrik alanları büyüklük bakımından aynı olduğundan, vericiden gelen güç iki alan arasında eşit olarak bölünecektir. Buna bakmanın bir başka yolu, gücü iki anten arasında bölünmüş olarak düşünmektir; Bu nedenle

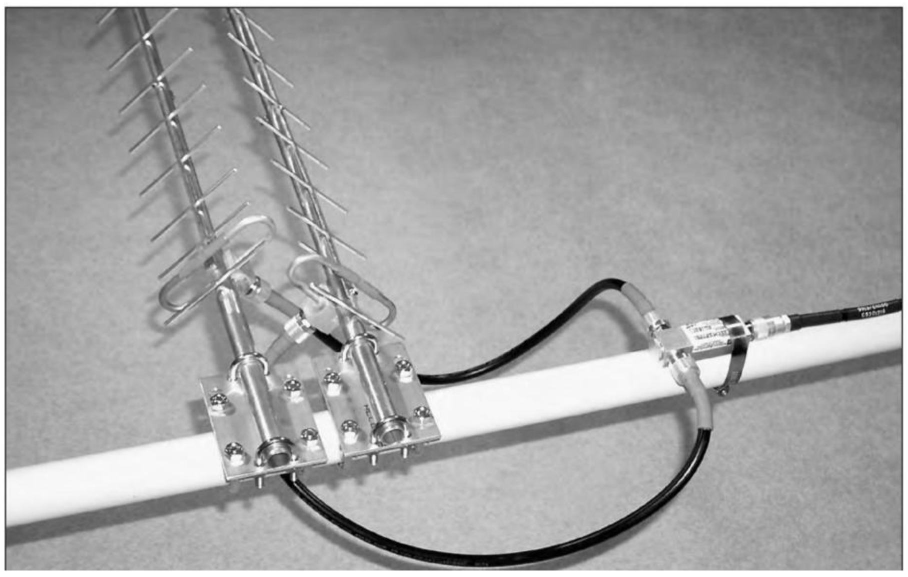


Şekil 16 - Dairesel polarize Yagi evrimi. Çaprazlanmış Yagi, A'nın en basit şekli, iki tahrik elemanını faz dışına 90 ° besleyerek dairesel olarak yaymak için yapılır. Anten B, fazda beslenen tahrik elemanlarına sahiptir, ancak bir bölmenin elemanları monte edilmiştir ¼ 'A diğerinden ileriye. Anten C, ayrı bomlar kullanarak eliptik (dairesel) polarizasyon sunar. Bir kümedeki elemanlar diğerininkilere dik olarak monte edilir ve aralıklıdır ¼'Diğerininkilerden ileri .

Her birinin kazancı, yönelim düzleminde tek başına alındığında 3 dB azalır. Bu tasarım *çapraz Yagi olarak bilinir*.

İki anten arasında 90 °'lik bir faz kayması olmalıdır ve bu kaymayı elde etmenin en basit yolu iki besleme hattı kullanmaktır. Bir besleme çizgisi bölümü Şekil **16'da gösterildiği gibi diğerinden 4 2 daha uzundur.** Bu ayrı besleme hatları daha sonra istasyona ortak bir iletim hattına paraleldir. Ancak, bu sistemin baş ağrılarından biri burada yatıyor. Çapraz antenler arasında ihmal edilebilir bir bağlantı olduğunu varsayarsak, paralel kombinasyon ile ortak iletim hattına sunulan empedans, tek başına her iki bölümün yarısı kadardır. (Bu, aşamalı dizilerde olduğu gibi antenler arasında karşılıklı bağlantı olduğunda doğru değildir.) **Şekil 17,** 23 santimetre bant için ofset çapraz Yagis'in pratik bir örneğini göstermektedir .

Şimdiye kadar dairesel polarizasyon veya ona yakın bir şey elde etmek için tek bantlı çapraz Yagi tasarımlarını tartışıyorduk. **İf** dairesel polarizasyon bir üst kriter değildir, aynı destek patlaması üzerinde iki ayrı bant için doğrusal Yagi antenleri yerleştiren bir çift bant Yagi düşünmek isteyebilirsiniz. Bu tasarım dairesel polarizasyon üretmese de, kısmen kolaylık ve ekonomideki bu dezavantajı telafi eder. En yaygın tasarım, antenleri aynı bomda 2 metre ve 70 santimetre birleştirir **(Şekil 18).** Antenleri iki ayrı besleme hattı ile besleyebilirsiniz, veya sinyalleri ayırmak için tek besleme hattı ve bir diplexer (bazı üreticiler bunları yanlış dupleksleyici olarak adlandırır)



Şekil 17 - Sabit polarizasyona sahip ofset çapraz Yagi dairesel polarize antenlerin bir örneği. Bu örnekte, bir yükselme bomuna monte edilmiş bir çift L bandı (1296 MHz) için Yagis gösterilmektedir. [KD1 K fotoğraf]

Antende, radyoda veya her iki konumda **(Şekil 19).** Tek bir 2 metre/70 santimetre Yagi anteni ile neredeyse tüm amatör uyduların keyfini çıkarabilirsiniz. Bu singlepurchase yönü onları bütçe bilinçli jambonlar için çekici kılar.

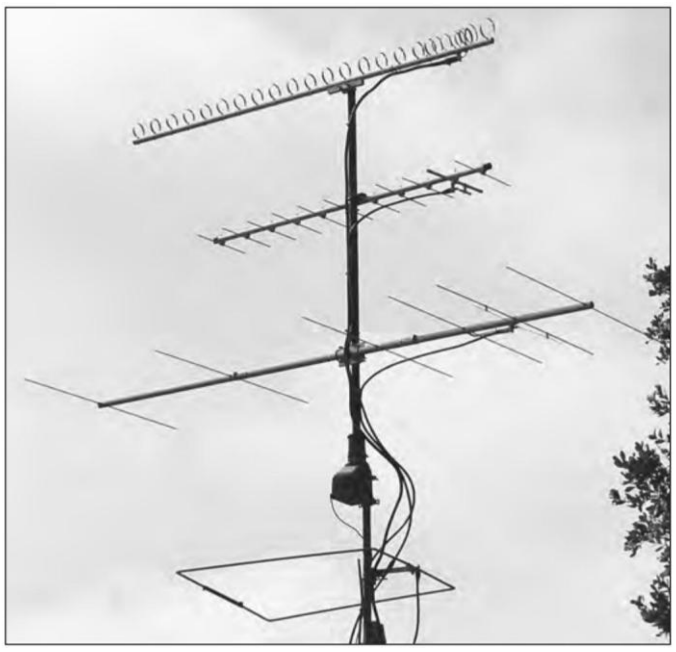
Daha yüksek frekanslar için karşılaşabileceğiniz bir Yagi türü (genellikle 902 MHz ve üstü) *Yagi döngüsüdür* **(Şekil 20). İn** Bu tasarım, bireysel elemanlar döngülere bükülür ve ortak bir bom üzerine monte edilir. Görünüşlerine rağmen, döngü Yagileri doğrusal polarize antenlerdir. Avantajları, nispeten küçük bir fiziksel alanda önemli miktarda kazanç yaratmalarıdır. Bununla birlikte, döngülerin boyutları nedeniyle, döngü Yagileri mikrodalga frekanslarında en pratik ve yaygındır.



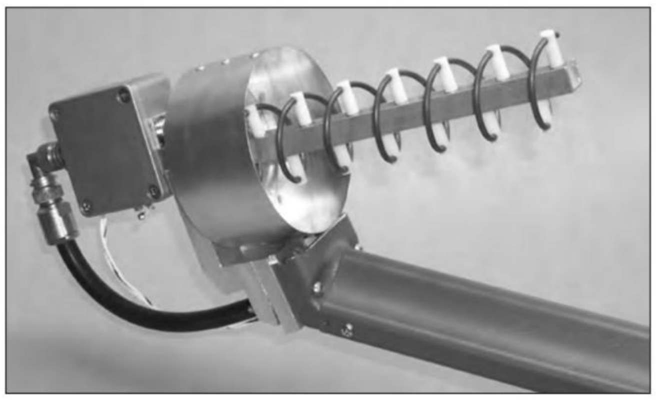
Şekil 18 - Joe Bottiglieri, AA1GW, bir çift bant Yagi bir el alıcı-verici ile düşük Dünya yörüngeli FM tekrarlayıcı uydu çalışmak için kullanır.



Şekil 19 - Comet Corporation tarafından yapılan bir diplexer. Diplexers, farklı bantlardaki sinyalleri ayırmak veya birleştirmek için kullanılabilir.



Şekil 20 - Bu anten yığını en üstte bir döngü Yagi içerir.



Şekil 21 - 2,4 GHz bulaşık yemi için yedi dönüşlü LHCP sarmal anten. Bu sarmal anten bir çukurlu reflektör kullanır ve doğrudan anten besleme noktasına monte edilmiş bir ön amplifikatöre sahiptir. [Dick Jansson, KD1 K, fotoğraf]

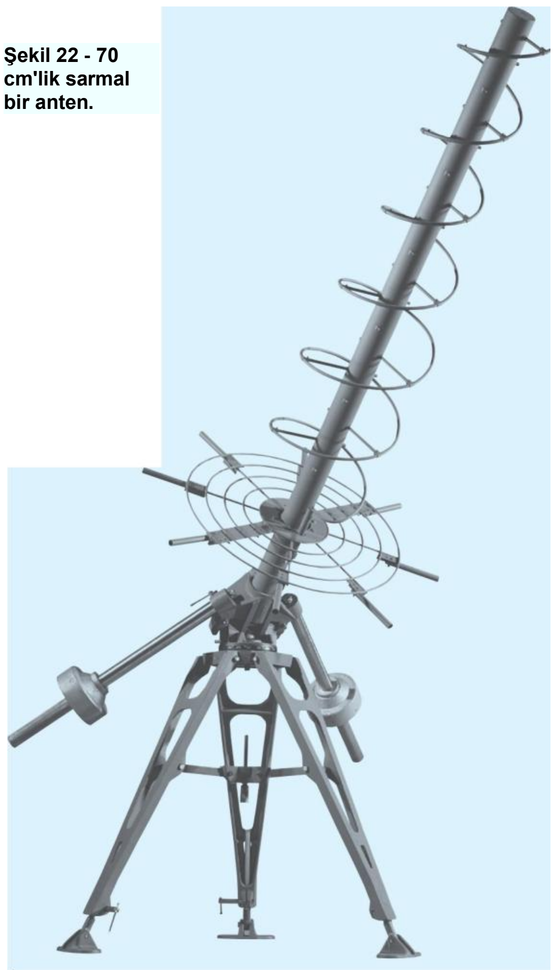
HELİCAL ANTENLER

Dairesel polarize bir sinyal oluşturmak için başka bir yöntem, bir sarmal anten aracılığıyladır. Eksenel modlu sarmal anten, - 1940'larda Dr. John Kraus, W8JK tarafından tanıtıldı. **Şekil 21** bir mikrodalga sarmal anten örneğini göstermektedir. **Şekil 22'de 70 santimetre için daha büyük bir sarmal gösterilmiştir.**

Bu anten, uydu istasyonları için özellikle ilginç ve kullanışlı kılan iki özelliğe sahiptir. İlk olarak, sarmal dairesel olarak polarize edilir. Daha önce tartışıldığı gibi, dairesel polarizasyon, uzayda seyahat ederken sürekli olarak dönen doğrusal polarizasyondur. Bir sarmal anten durumunda, bu dönüş antenin ekseni ile ilgilidir. Bu, uygulanan frekansla aynı oranda hareket eden bir saatin ikinci eli olarak resmedilebilir, burada ikinci elin konumu sinyalin anlık kutuplaşması olarak düşünülebilir. Sarmal antenin ikinci ilginç özelliği, geniş bir frekans aralığında öngörülebilir desen, kazanç ve empedans özellikleridir. Bu, hem geniş bant genişliğine hem de yüksek kazanca sahip birkaç anten tasarımından biridir. Bu özelliğin yararı, dar bant uygulamaları için kullanıldığında, sarmal antenin mekanik yanlışlıkları çok affetmesidir.

Elektriksel olarak, bir sarmal, uçlarından biri bir zemin düzlemine karşı beslenen büyük bir airwound bobini gibi görünür. Zemin düzlemi genellikle 0.8 ila **1.1** 'A çapında bir ekrandan oluşur (veya kare zemin düzlemi için taraf başına). Bobin formunun çevresi arasında olmalıdır

Şekil 22 - 70 cm'lik sarmal bir anten.



Antenin eksenel modda yayılması için 0.75 ve 1.33 'A. Bobin bu modda yaymak için en az üç dönüşe sahip olmalıdır. Dönüşler arasındaki boşluğun oranı 0.2126 ila 0.2867 'A aralığında olmalıdır. Sarmalın sarımı, LHCP için saat yönünün tersine bir sargı yönü ile cupped reflektörden uzaklaşır. Saat yönünde bir sarım yönü RHCP verir.

PARABOLİC DİSH ANTENLER

Bir dizi modem ham uydu şimdi mikrodalga transponderleri içeriyor ve bu da etkili mikrodalga antenlerine büyük ilgi yarattı. Yer istasyonu "bakış açısından", mikrodalga bantları için antenler sadece küçük değildir, kompakt paketlerine yüksek miktarda kazanç sağlarlar. Mikrodalga kullanımı için en iyi yüksek performanslı anten tasarımları arasında, iletilen ve alınan enerjiyi konsantre etmek için parabolik reflektörler (parabolik "tabaklar'olarak adlandırılır) kullananlar bulunur.

El fenerindeki bir ampul gibi, bir parabolik - antenin bir *besleme kaynağına sahip olması gerekir - antenin* yayılan ve alan kısmı - çanağın yüzeyine "bakar". Bazı tabaklar, besleme kaynağının doğrudan tabağın önüne monte edileceği şekilde tasarlanmıştır. Buna *merkezden beslenen bir yemek denir* **(*Şekil* 23). Diğer** yemekler, besleme kaynağının bir tarafa kapalı olması, *merkez dışı beslenen bir yemek olarak adlandırılması* veya **Şekil 24'te gösterildiği gibi sadece beslenen yemeğin dengelenmesi için tasarlanmıştır.** Ofset beslenen tabak, merkez beslenen bir tabağın yan bölümü olarak düşünülebilir. Merkezlenmiş - çanak, besleme sisteminin tıkanması nedeniyle bir miktar sinyal bozulması yaşar, ancak bu genellikle önemsiz derecede küçük bir miktardır. Ofset beslenen çanağın başlangıçta hedeflenmesi daha zordur, çünkü merkezden beslenen bulaşıklar için olduğu gibi, algılama yönü merkez eksen değildir.

Çanağın parabolü tasarlanabilir, böylece *odak noktası* - besleme kaynağının bulunduğu nokta

Olması gerekir - yemeğin yüzeyine daha yakın, *kısa-odak-uzunlukta bir* çanak olarak adlandırılır veya çanağın yüzeyinden daha uzakta, *uzun-odak-uzunlukta bir* çanak olarak adlandırılır. Tam odak uzaklığını (F) belirlemek için, çanağın çapını (D) ve çanağın derinliğini (d) ölçün.

F = *D* ?/ 16d

Çanağın çapına bölünen odak uzaklığı, genellikle f/D olarak gösterilen odak oranını verir. Merkezden beslenen yemekler genellikle f/D = 0.3 ila 0.45 aralığında kısa odak oranlarına sahiptir. Ofset beslenen yemekler genellikle f/D = 0.45 ila 0.80 ile daha uzun odak uzunluklarına sahiptir. Eğer bir tabağın dış ön yüzeyine iki küçük ayna takarsanız ve sonra tabağı güneşe doğrultursanız, tabağın odak noktasını kolayca bulabilirsiniz. Besleme kaynağını yerleştirmek istediğiniz yer burasıdır.

El feneri benzetmesini tekrar çağırmak için, besleme kaynağı tüm çanağı eşit olarak aydınlatmalı ve besleme enerjisinin hiçbiri çanağın yansıtıcı yüzeyinin dışına düşmemelidir. *Bununla birlikte, hiçbir besleme* sistemi bir tabağı aydınlatmak için mükemmel değildir. Bu sözde "yayılma kayıpları", çanağı az aydınlatarak veya aşırı aydınlatarak kazancı etkiler. Tipik bulaşık verimliliği %50'dir. 3 dB kayıp kazanç.

Bir yemek için mükemmel bir besleme sistemi başka bir gerçek limon olabilir. Örneğin, ellerinizi fazla ofset beslemeli bir uydu TV antenine alabilirseniz, sarmal bir radyatörün en iyi besleme kaynağı olduğunu görebilirsiniz. Tasarımlar 2 ila 6 tur arasında değişir. İki tum sarmallar, fD = 0.3 bölgesinde çok kısa odak uzaklığı yemekleri için kullanılır ve 6 tum sarmallar tipik olarak daha uzun odak uzaklığı (f/D - 0.6), ofset beslemeli yemekler ile kullanılır. Genel olarak, sarmal beslemeleri kısa odak uzaklığı bulaşıklarında zayıf çalışır, ancak daha uzun odak uzaklığı, ofset beslemeli bulaşıklarda gerçekten iyi performans gösterir .

Parabolik antenler, uydu da dahil olmak ... fazlalıklardan



Şekil 23 - Gördüğünüz gibi, besleme kaynağı doğrudan öndedir, bu da bunu merkezden beslenen bir yemek haline getirir.

En iyi amatör radyo geleneğinde "yeniden" kullanabileceğiniz TV yemekleri. Ayrıca, başlangıçta Çok Kanallı Çok Noktalı Dağıtım Servisi veya "kablosuz kablo TV" için tasarlanmış sözde barbekü yemekleri satan jambon satıcılarını da bulacaksınız (bkz. **Şekil 25). MMDS** antenleri yerleşik besleme kaynaklarıyla birlikte gelir



Şekil 24 - Bu iyi bir örnektir ofset beslemeli bir yemek. Besleme kaynağını not edin Fotoğrafın alt kenarında, parabolün merkezine işaret ediyor. Ayrıca, bunun Amatör Radyo uyduları için "yeniden tasarlanmış'bir DirectTV uydu TV anteni olduğunu unutmayın!



Şekil 25 - ARRL Genel Merkez istasyonundaki 2,4 GHz uydu indirme anteni W1AW orijinal olarak Çok Kanallı Çok Noktalı Dağıtım Servisi (MMDS) için tasarlanmış bir "barbekü ızgarası" çanak antenidir. Bu ucuz antenler birkaç dakika içinde monte edilebilir.



Şekil 26 - Temel bir anten rotatörü; TV antenlerini çevirmek için kullanılan hafif hizmet tipi. Rotator muhafazasının altından çıkan tel, güç ve kontrolden sorumlu çok iletken kablodur.

Odak noktaları, bu yüzden tek yapmanız gereken besleme hattını bağlamak ve gitmek. Bunlar amatör uydu meraklıları için en popüler çanak antenler arasındadır.

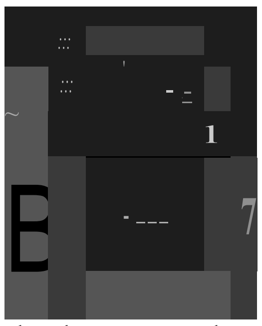
4.4 Anten montajı

Uydu antenlerinin yararlı bir özelliği, anten mümkün olduğunca engelsiz gökyüzünün çoğunu "görebildiği" sürece yere yakın monte edilebilmeleridir. Uydudan gelen ve gelen sinyaller zaten yüzlerce veya binlerce boş alandan geçiyor olacak. Bu nedenle, yer istasyonu anteninize birkaç metre daha yükseklik eklemek, bu sinyallerin gücünü belirgin bir şekilde artırmayacaktır. *Bununla birlikte*, böyle bir düzenlemenin yapacağı şey, alıcı-vericiniz ve anteniniz arasındaki koaksiyel (ve karşılık gelen hat kayıpları) uzunluğunu gereksiz yere arttırmaktır.

Antenleriniz zaten yerden gökyüzünün engelsiz bir görüntüsüne sahipse, ağaçlar veya binalar antenleri çevreledikçe ve yukarı doğru görünümlerini engellemedikçe, genellikle bir kule veya çatı yalıtımı yapmazsınız. Ya da, başka bir deyişle, anten desteğinizin, anten dizisinin arka ucunun, insanların düz yukarı bakarken içine girmesini önlemek için yerden yeterince uzak olduğundan emin olmak için yeterince yüksek olması gerekir.

Dahası ve daha önce tartıştığımız gibi, - uydu antenleri (özellikle dairesel polarize çeşitliliktekiler) ve bunlarla ilişkili rotatörleri (aşağıda tartışılmıştır), sıradan HF veya VHF/UHF karasal işlemi için kullanılandan daha karmaşık bir anten düzenlemesi oluşturma eğilimindedir. Yani, onları yere yakın monte etmek performans gösteriyor





Gerekli ayarlamalar veya onarımlar çok daha basit.

4.5 Anten Döndürücüler

Yönlü antenler kullanmayı planlıyorsanız ve bunları elle manipüle etmek istemiyorsanız, bir *anten rotatörü kurmanız gerekecektir* **(Şekil 26).** Rotatörün ne kadar kapasiteye sahip olması gerektiği konusunda doğru kararı vermek, sorunsuz çalışmayı sağlamak için çok önemlidir.

Rotatör üreticileri genellikle antenleri sağlarfaceararatingstohelpyouchoose uygun bir model, Maksimum anten alanı rotatörün tork kapasitesine bağlıdır. Bazı rotatör üreticileri, kullanmayı planladığınız antenler için doğru boyuttaki ofrotatörü seçmenize yardımcı olacak ek bilgiler sağlar. Hy-Gain *Etkili Moment değeri sağlar.* Yaesu *onlara K-Faktörü diyor.* Bu derecelendirmelerin her ikisi de foot-pound cinsinden tork değerleridir. Antenin dönüş yarıçapını ağırlığıyla çarparak anteninizin Efektif Momentini hesaplayabilirsiniz Rotatörün efektif moment derecesi anten değerinden büyük veya ona eşit olduğu sürece, rotatörün faydalı bir hizmet ömrü sağlaması beklenebilir.

Amatörler için çeşitli rotatör sınıfları mevcuttur. En hafif rotatör, tipik olarak TV antenlerini tıkamak için kullanılan tiptir. Bu rotatörler, çapraz Yagis gibi daha küçük uydu antenlerini işleyecektir. TV rotatörleri ile ilgili sorun, frenleme veya tutma kabiliyetinden yoksun olmalarıdır, Yüksek rüzgarlar, rotatör motorunu vites treni aracılığıyla ters yönde tutabilir, yeniden hizalama gerektirir Kırık dişliler bazen sonuç

TV rotator sınıfından bir sonraki derece genellikle, rotatöre güç uygulanmadığında antenin yerinde tutulduğu bir frenleme düzenlemesi içerir.



Şekil 27 - Yaesu G5500 azimut/yükseklik döndürücü (solda) ve kontrol ünitesi (sağda).

Genel olarak, fren antenin yanlış hizalanmasını veya rüzgarlı günlerde vites hasarını önler. Yeterli önlemler alınırsa, bu tür bir rotatör, doğası gereği önemli miktarda rüzgar yüklemesi sunan bir parabolik çanak da dahil olmak üzere bir dizi uydu antenini tutabilir ve çevirebilir. Rotatörlerin gücü arttıkça daha pahalı hale geldiklerini unutmayın.

AZIMUTH/ELEVATION ROTATOR

Belki de işletme rahatlığında nihai olan - *azimut/elevation (az/el) rotatörüdür. Bu* rotatör, antenlerinizi yatay olarak (azimut) ve dikey olarak (yükseklik) aynı anda hareket ettirebilir. Yaesu **(Şekil 27)** ve Alfa Radio'dan **(Şekil 28) iyi tasarlanmış modeller mevcuttur.** Bu rotatörleri manuel olarak veya con-



Şekil 28 - Alfa Radio tarafından yapılan bir az/el rotator.

Otomatik izleme için onları bilgisayarınıza bağlayın. Dezavantajı, az/el rotatörlerinin pahalı olma eğiliminde olmasıdır, tipik olarak bu yazıda 600 $ veya daha fazla.

Bütçeniz zorlamaya dayanabiliyorsa, az/el rotatörler açıkça yatırıma değer. Öte yandan, maliyet bir sorunsa, bunun yerine standart bir rotatör kullanmayı düşünün. Geleneksel bir - rotatör antenlerinizi yalnızca azimut düzleminde (yatay olarak) hareket ettirebilirken, antenleri kalıcı bir 45 ° eğimde kurarak bir uzlaşma sağlayabilirsiniz **(Şekil 29). Bu yapılandırma,** uyduların büyük çoğunluğunu makul bir başarı ile çalıştırmanıza izin verecektir. Uyduyu yukarıdan veya ufka yakın olduğunda takip edemezsiniz, ancak her geçişin aslan payının tadını çıkaracaksınız .

Hangi türü seçerseniz seçin, anten rotatörünün uygun şekilde kurulması uzun yıllar güvenilir hizmet sağlayabilir. Özensiz kurulum, yanmış bir motor, kayma, rotatörün iç dişlisi ve şaft dökümleri veya dış muhafazasının bağlanması ve hatta kırılması gibi sorunlara neden olabilir. Çoğu rotatör, farklı çaplardaki direk boyutlarını kabul edebilir ve ölü merkez rotasyonunu sağlamak için küçük boyutlu bir direği kesmek için uygun önlemler alınmalıdır.

Rotatörünüzü bir kuleye monte etmeye karar verirseniz, rotatörün kulenin içine ve altına mümkün olduğunca monte edilmesi arzu edilir. Uzun bir direk (10 feet), yüksek rüzgarlar sırasında ve ayrıca başlatma ve durdurma sırasında anten tarafından geliştirilen burulmayı emer. Diğer bir fayda, rotator, direk ve kulenin tepesi arasındaki herhangi bir yanlış hizalamanın etkisini azaltmaktır.

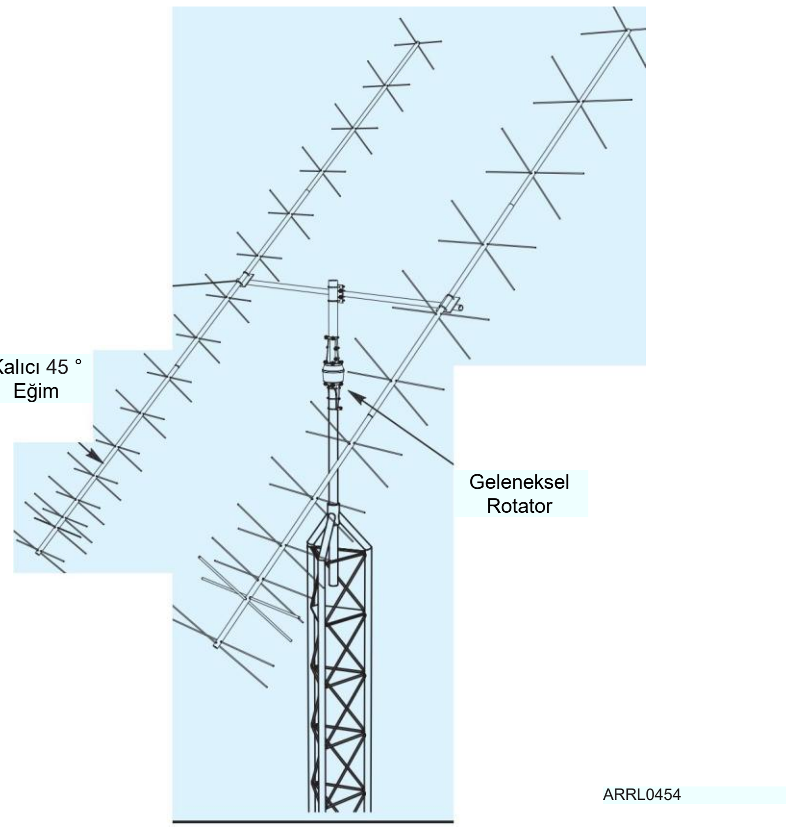
Kulenin tepesindeki bir tüp (bir manşon - *yatağı),* direğin dışarı çıktığı, rotatör muhafazası üzerindeki herhangi bir yanal kuvveti neredeyse tamamen ortadan kaldırır. Rotatörün yapması gereken tek şey anten sisteminin aşağı doğru ağırlığını desteklemek ve diziyi tum etmektir. Bazı kurulumlar, anten ve direğin ağırlığını desteklemek için kuleye monte edilmiş bir itme yatağı kullanır.

Anteninizin düzgün bir şekilde dönmesine ve suyun damlamasına izin vermek için bir koaksiyel döngü sağlamayı unutmayın. Ayrıca, rotator döngüsünü hiçbir şeye takılmayacak şekilde konumlandırdığınızdan emin olun.

BİLGİSAYAR KONTROLÜ

Daha önce belirtildiği gibi, rotatörünüzü istasyon bilgisayarınıza bağlayabilir ve uydu izleme yazılımınızın antenlerinizi otomatik olarak hedeflemesine izin verebilirsiniz (yazılımınızın rotatör kontrolünü desteklediği varsayılarak). Orada Eskiden satışa sunulan bir dizi ticari rotator/bilgisayar arayüzü cihazı vardı, ancak kullanılabilirlik yıllar içinde azaldı ve kalanlar pahalı olma eğilimindedir. Yaesu GS-232 (Şekil **30) gibi bir arayüz,** bu yazının yazıldığı sırada yaklaşık 600 $'dır. Bir Yaesu azimuth/elevation rotator ile birleştirirseniz, yatırım yapmış olursunuz.

Toplam 1300 dolar. Daha ucuz alternatifler artık kitler veya homebrew cihazları olarak bulunur. İyi bir örnek, G6LVB **www'deki izleyici arayüzü g6Ivb.com/Articles/LVBTracker/..** Eğer kendiniz inşa etmek istiyorsanız, muhtemelen bir LVB ünitesini 50 dolardan daha ucuza bir araya getirebilirsiniz. Bir internet araması yapın ve şüphesiz diğer homebrew arayüzlerini ortaya çıkaracaksınız .



Şekil 29 - Pahalı bir azimut/yükseklik anteni rotatörü kullanmanın alternatifi Antenlerinizi 45 ° eğimde kurmak ve onları bir taraftan diğerine taşımak için geleneksel bir rotatör kullanmaktır (sadece azimut). Bu yapılandırma, çoğu uydu geçişi sırasında erişime izin verecektir .



Şekil 30 - Yaesu GS-232 Bilgisayarınıza ve uydu izleme yazılımınıza izin verir Uyumlu azimut/yükseklik anten rotatörlerinin hareketlerini otomatik olarak kontrol etmek.

5 Uydu yer istasyonu ekipmanları

5.1 Alıcı ve İletim Dönüştürücüleri

Uydulardan gelen sinyaller zarif bir şekilde zayıf olabilir, bu da okunabilir olmak için mümkün olduğunca fazla amplifikasyona ihtiyaç duydukları anlamına gelir. Ne yazık ki, radyonuzun iyi bir alınan sinyal verme yeteneğini zayıflatmak için bir dizi faktör var.

• *Çok yönlü antenler kullanıyorsunuz.* Daha önce tartışıldığı gibi, omni antenleri, yönlü antenlerin sinyal yakalama kazancından çok yoksundur.

• *Antenler ve radyo arasındaki besleme hattı uzundur ve/veya "kayıplı" koaksiyel içerir.* En iyi koaksiyelde bile besleme hattı ne kadar uzunsa, özellikle daha yüksek frekanslarda kaybedeceğiniz daha fazla sinyal olduğunu unutmayın.

• *Apogee'de yüksek yörüngeli bir uydu ile iletişim kurmaya çalışıyorsunuz. Bir* sinyal istasyonunuza ulaşmak için 50.000 km'ye ulaştığında, yönlü bir antenin kazancı bile yeterli olmayabilir.

PREAMPLİFİERS

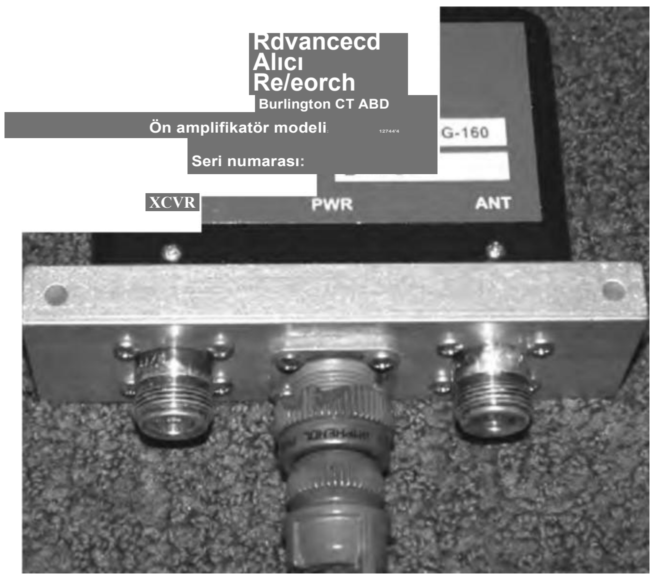
Kullanılabilir bir alınan sinyale sahip olduğunuzdan emin olmanın yolu, antene bir alma ön yükselticisi (Şekil 31) takmaktır. Bu, yalnızca bir bant için uyarlanmış bir frekans tepkisi ile yüksek kaliteli, düşük gürültülü bir amplifikatördür.

Bir alma ön yükselticisi için alışveriş yaparken, en az miktarda gürültü için en fazla kazanç elde etmek istersiniz. Her preamplifikatör sisteme biraz gürültü ekler, ancak mümkün olan en az ek gürültüyü istersiniz. Örneğin, iyi tasarlanmış bir UHF ön yükseltici, 15 ila 25 dB arasında bir kazanç ve 0.5 ila 2 dB (daha az daha iyi) arasında bir gürültü figürü (NF) elde edebilir.

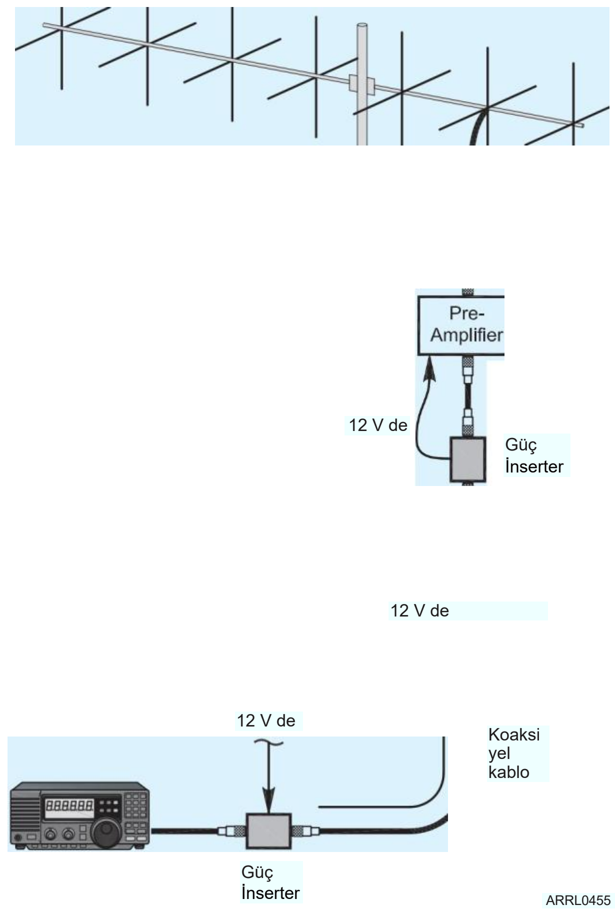
Antenleriniz dışarıda ise, "direk monte edilebilir" ön amplifikatörleri arayın. Bu preamplifikatörler hava koşullarına dayanıklı muhafazalarda bulunur .

Uzaktan preamplifikatöre güç sağlamak için bir araç tasarlamanız gerekecektir. Bu, iki iletkenli bir güç kablosunu cihaza yönlendirmek kadar basit olabilir. Alternatif olarak, preamplifikatörler de gönderilen tarafından güçlendirilebilir hattın kendisini besler. Bazı alıcı-vericiler bu amaçla besleme hattına 12 V de ekleme yeteneğine sahiptir. Değil, istasyonda güç enjekte etmek ve/veya anten yakın kurtarmak için bir de güç yerleştirici kullanabilirsiniz (bkz **Şekil 32).** Bazı preamplifikatör tasarımları besleme hattı güç kapasitesini içerir, bu nedenle ihtiyacınız olan tek şey "istasyon ucunda'bir yerleştiricidir.

Preamplifikatörünüz, radyodan RF gücü taşıyacak bir besleme hattına monte edilecekse, iletirken preamplifikatöre zarar vermemek için devreden geçici olarak çıkarmak için dahili bir röle içeren bir modele ihtiyacınız olacaktır. Bazı preamplifikatörler bu röleyi içerir ve daha fazlası değildir; İletmeden önce röleye enerji verecek araçları sağlamak size kalmıştır. Bu, *TR sequencer olarak bilinen bir cihaz aracılığıyla gerçekleştirilir. Bir* sıralayıcı, radyo RF gücü göndermeye başlamadan önce ön yükselticiyi besleme hattından otomatik olarak değiştirmek için alıcı-vericinizle birlikte çalışır (bkz. **Şekil 33).** Daha az karmaşık bir alternatif

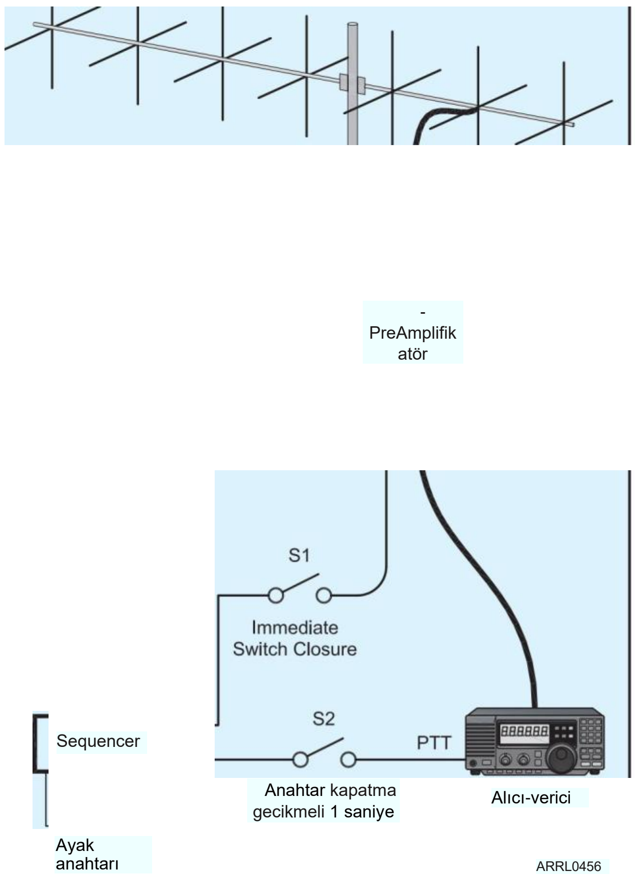


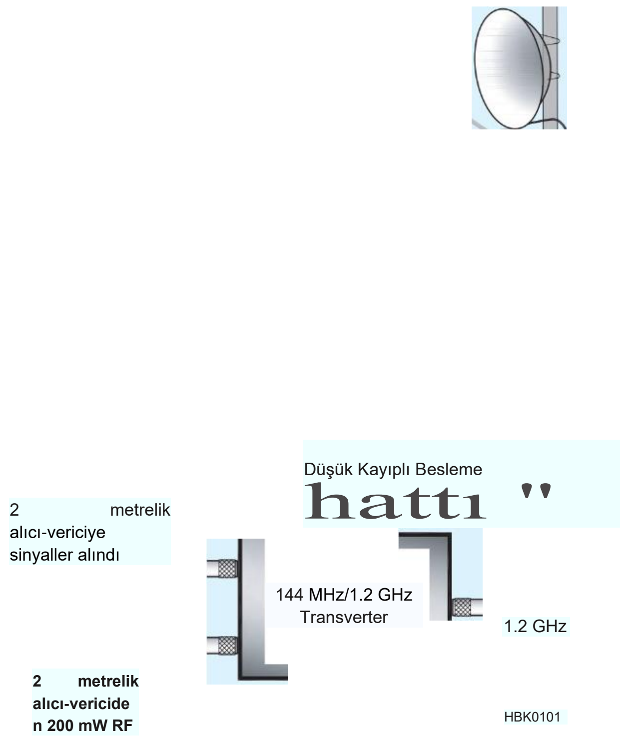
Şekil 31 - Advanced Receiver Research tarafından alınan bu ön yükseltici, koaksiyel kabloyu radyonuza indirmeden önce sinyallere önemli bir destek verir.



Şekil 32 - Bir de power inserter tıpkı adı gibi davranır anlamına gelir - istasyondaki koaksiyel kabloya bir de voltaj ekler. Yerleştirici, gücün radyoya "geriye" gitmesini engellemek için tasarlanmıştır. İnstead, güç koaksiyelden antene akar, burada başka bir yerleştirici Onu alır ve cihaza sağlar (bu durumda bir preamplifikatör). Her iki inserter da RF'yi ihmal edilebilir bir kayıpla geçirir.

1053.





Şekil 34 - Bu örnekte, transverter 1.2 GHz alınan sinyalleri alıyor ve bunları 2 metreye dönüştürüyor. İletim zamanı geldiğinde, transverter RF'yi 2 metrede alır ve 1.2 GHz'e dönüştürür.

Şekil 33 - Bu basitleştirilmiş örnekte, operatör ayak anahtarına bastığında sıralayıcı tetiklenir. İt, antendeki alma preamplifikatöründe bir "bypass" rölesini aktive eden ve onu besleme hattı devresinden etkili bir şekilde çıkaran S1 anahtarını hemen kapatır. Bir saniye sonra, sıralayıcı, alıcı-verici PTT (Push To Talk) hattına bağlanan, radyoyu kilitleyen ve RF gücü uygulayan S2 anahtarını kapatır.

RF algılı anahtarlama ile bir preamplifikatör satın almak için. Bu tasarım, radyodan RF varlığını algılayan bir sensör içerir ve preamplifikatörü anında zarar görmeden değiştirir. RF anahtarlı preamplifikatörlerin güvenli bir şekilde işleyebilecekleri güce göre derecelendirildiğini unutmayın. 150 W iletiyorsanız, 150 W veya daha fazla bir RF anahtarlı preamplifikatöre ihtiyacınız vardır.

DÖNÜŞTÜRÜCÜLER

Dönüştürücüler alınan ve iletilen sinyalleri bir banttan diğerine dönüştürür. 2 metrelik bir alıcı-vericiden RF enerjisi ile çalıştırıldığında 1.2 GHz'lik bir uplink sinyali üretmek için bir transverter kullanabilirsiniz. Aynı transverter 1.2 GHz downlink sinyallerini de 2 metreye dönüştürebilir **(Şekil 34).**

Çoğu dönüştürücüde iletim/alma anahtarlaması, bir sıralayıcı. Bazı modeller otomatik RF algılı anahtarlama sağlar.

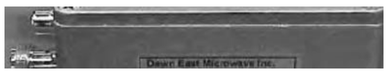
Dönüştürücülerle çalışırken, bir sorun - girişe güvenli bir RF gücü sağlamaktır. Eğer alıcı-vericiniz 2 metrede 50 W güç pompalarsa, örneğin, bu çoğu - dönüştürücünün kullanması için çok fazla RF'dir. Transverter dahili bir RF güç azaltıcıya sahip olmadığı sürece, RF güç seviyelerini *miliwatt (tipik* olarak 200 ila 300 mW) mertebesinde ele almak üzere tasarlanmıştır. Bir transverter portuna sahip bir alıcı-vericiye sahip olacak kadar şanslıysanız, milliwatt güç seviyenizi buradan elde edebilirsiniz. Eğer değilse, radyonuzun RF çıkışını güvenli seviyelere düşürmek için transverter girişine bir zayıflatıcı eklemeniz gerekir.

DOWN DÖNÜŞTÜRÜCÜLER

Adından da anlaşılacağı gibi, bir *alıcı dönüştürücü olarak da bilinen bir downconverter,* dönüştürür Bir frekans bandı diğerine "aşağı". Örneğin, 2 ila 10 metrelik bir downconverter, sinyalleri 144 ila 146 MHz ila 28 ila 30 MHz arasında bir aralıkta dönüştürür.

HF/VHF/UHF alıcı-vericilerinden önceki günlerde, bir downconverter, bir HF alıcısında alım için 10 metreye (genellikle) dönüştürerek VHF ve UHF sinyallerini almanın popüler bir yoluydu. Günümüzde downconverterler mikrodalga sinyallerini almanın bir yolu olarak daha sık kullanılmaktadır, örneğin bir frekans aralığını at2.4 GHz'den 2 metreye dönüştürmek. Bir mikrodalga downconverter, antene monte edildiğinde en iyi şekilde çalışır, böylece aşırı besleme hattı kaybı meydana gelmeden önce mikrodalga enerjisi hemen daha düşük bir frekansa dönüştürülür. **Şekil 35'e bakınız.**

Alım preamplifikatörleri gibi, downconverterler kazançları ve NF (NF ne kadar düşük olursa o kadar iyi) ile derecelendirilir. Bir downconverter yükleme söz konusu olduğunda, aynı alım ön yükseltici sorunları geçerlidir. Eğer downconverter açık havada kurulursa, hava koşullarına dayanıklı bir muhafaza içinde olmalıdır. Ayrıca, aynı antene RF gücü gönderiyorsanız, güç kaynağı sağlamalı ve downconverter'ı hattan çıkarabilmelisiniz.



Şekil 35 - Downeast Microwave tarafından yapılan bu downconverter, sinyalleri 2.4 GHz'den 2 metreye dönüştürür. Hava koşullarına dayanıklı muhafazası ile antene monte edilmek üzere tasarlanmıştır.



Şekil 36 - ICOM IC-2820 FM alıcı-vericisi bağımsız olarak 2 metre ve 70 santimetre üzerinde alabilir ve iletebilir. Böyle bir çift bantlı FM teçhizatı ile, mobil iken bile FM tekrarlayıcı uyduları aracılığıyla iletişim kurabilirsiniz.



Şekil 37 - Kenwood TM-D710, dijital iletişim için dahili bir paket radyo Terminal Düğüm Denetleyicisi (TNC) ile çift bantlı bir FM alıcı-vericisidir.



Şekil 38 - Elde tutulan Arrow kazanç anteni FM tekrarlayıcı uydu işlemleri için popülerdir. Bu, 2 metre ve 70 santimetre için çift bantlı bir versiyondur. [AMSAT fotoğrafı]

5.2 Alıcı-vericiler

VHF ve UHF bantlarını kapsayan birçok amatör alıcı-verici vardır. Bazı popüler radyolar tüm HF bantlarını da sunar. Bu alıcı vericilerin bazıları uyduya özgü özellikler sunarken, diğerleri karasal operasyona yöneliktir.

ÇALIŞMA WITH FM TEKRARLAYICI VE DİGITAL SATELLITES

Hemen hemen her çift bantlı (2 metre/70 -santimetre) FM alıcı-verici, OSCAR 27 gibi FM tekrarlayıcı uydularını çalıştırmak ve İnternational Space Station veya LEO yörüngedeki kuşlarla da dijital olarak çalışmak için yeterli olacaktır **(Şekil 36).** Çift bantlı FM radyo ve tekrarlayıcı uydu ile başlamak değerli bir seçenektir.

Çoğu modem çift bantlı kule, 50 W civarında bir "yüksek güç" çıkış ayarı sunar. Bu, yönlü bir antene sahip bir uyduya katı bir sinyal koymak için fazlasıyla yeterlidir. Ayrıca mobil antenler de dahil olmak üzere çok yönlü antenler için yeterlidir. (Evet, araba kullanırken FM tekrarlayıcı uyduları aracılığıyla iletişim kurabilirsiniz!)

Dijital işlem yapmayı düşünüyorsanız, bir veri portu sunan bir FM alıcı-verici seçtiğinizden emin olun. Bu, paket radyo terminal düğüm denetleyicisi (TNC) gibi harici bir radyo modemi bağlamayı çok daha kolay hale getirecektir. Zaten inşa edilmiş TN Cs'li birkaç radyo bile var **(Şekil 37). Ayrıca**, alıcı-vericinin 1200 ve 9600 baud veri sinyallerini işleyecek şekilde derecelendirildiğinden emin olun. Neredeyse tüm FM alıcı vericileri 1200 baud ile çalışabilir, ancak hepsi 9600 baud yapamaz.

FM kuşlarını çalıştırmak için çift bantlı el tipi alıcı-vericileri kullanabilirsiniz, ancak RF çıkışları o kadar düşüktür ki (5 W veya daha az), bunları rakip sinyaller arasında sürekli olarak duyulacak yönlü antenlerle eşleştirmeniz gerekecektir **(Şekil 38).** Dahası, bu yazıda, yeni el bilgisayarlarının çoğu sözde gerçek (veya "tam") dubleks izin vermez.

Operasyon. Full-duplex'in ne anlama geldiğini ve bir an içinde uydu çalışması için neden arzu edildiğini tartışacağız.

WORKING WITH LIHEAR TRANSPONDER (SSB/CW) SATELLITES

FM sinyalleri geniş olma eğilimindedir ve tasarım gereği FM alıcıları frekans değişikliklerini affeder. Bu şanslı özellik, bir FM tekrarlayıcı uydu tepeden fermuarlar gibi Doppler frekans değişimini telafi etmeyi kolaylaştırır.

Bununla birlikte, SSB ve CW sinyalleri çok daha dardır ve doğrusal bir transponder uydusu üzerinden çalıştığınızda, sinyaliniz geçiş bandını diğerleriyle paylaşmaktadır. SSB sesini veya CW'nin "normal" görünmesini sağlamak için frekansı neredeyse sürekli olarak ayarlamanız gerekmez, aynı zamanda

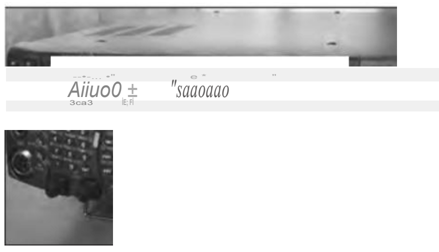
Ayrıca, başkasının konuşmasına sürüklenmemek için frekansta kalmak zorunda. Bunu yapmanın en etkili yolu, uydu üzerinden gelen kendi sinyalinizi, uplink üzerinden iletirken gerçek zamanlı olarak dinlemektir. Bu tür işlemler *full duplex olarak adlandırılır.*

"Cross-band split" veya "cross-band duplex" etiketli bir özelliğe sahip birçok çok modlu (SSB, CW, FM) alıcı-verici bulacaksınız. Yine de dikkatli ol. İhtiyacınız olan şey, *aynı anda farklı bantlarda iletebilen ve alabilen bir radyo. Çok az* amatör alıcı-verici böyle bir numarayı başarabilir!

Bu kitap baskıya girdiğinde, piyasada tam dubleks işlem yapabilen tek bir tüm mod amatör alıcı-verici vardı:
VHF/UHF İcom IC-9700 **(Şekil 39). Bununla birlikte,** kullanılmış ekipman pazarını satın alırsanız, Kenwood **TS-2000 (Şekil** 40), Yaesu FT- 736 (Şekil **41),** thelcomIC-820andIC-910H, Yaesu gibi mükemmel uydu radyoları bulacaksınız.



Şekil 39 - Olduğu gibi 2021'in Icom 1C-9700 Uydu çalışmaları için fullduplex yeteneği ile amatör radyo pazarında sadece tüm mod alıcı-verici mevcuttur.



Şekil 40 - Kenwood TS-2000
Artık üretilmiyor, ama öyle
Kullanılmış pazarda hala yaygındır.
Alıcı-verici, tam HF kapsama alanı, ayrıca tam çift yönlü uydu özelliğine sahip VHF ve UHF sunar.



Şekil 41 - Yaesu FT.736 efsanevi bir uydu alıcı-vericisidir. Artık üretilmemesine rağmen, '736 hala kullanılmış pazarda mevcuttur.



Şekil 42 - Mirage tarafından 160 W 2 metre RF güç amplifikatörü.

FT- 726 ve FT-84 7, Kenwood TS- 790 ile birlikte. Tüm bu alıcı-vericilerin fullduplex - özelliği vardır.

Bazı jambonların başarıyla kullandığı bir başka seçenek, Doppler kaymasını telafi etmek için sıradan çift yönlü olmayan çok bantlı alıcı-vericilerinin bilgisayar kontrolünden yararlanmaktır. Bazı uydu izleme programları, bir geçiş sırasında radyonuzun frekansını otomatik olarak değiştirebilir. Bunu, frekans kaymasını matematiksel olarak hesaplayarak ve radyonuzu buna göre ayarlayarak yaparlar. Frekans kararlılığı için bu çözüm, tam duplekste kendi downlink sinyalinizi dinlemek kadar doğru değildir, ancak işe yarayabilir.

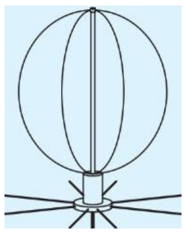
Başka bir seçenek, uplink için bir alıcı-verici ve downlink için ayrı bir alıcı-verici kullanmaktır. Bazı amatörler eski kısa dalga alıcılarını VHF veya UHF downconverters ile birlikte hizmete soktular. Uplink üzerindeki 2 metre veya 70 santimetre SSB radyo ile, downlink üzerindeki kısa dalga alıcı/downconverter kombinasyonunu dinlerken iletirler.

1.2 GHz veya daha yüksek bir uplink ile doğrusal bir transponder uydusu çalışıyorsanız, isteğe bağlı 1.2 GHz modülleri sunan bazı alıcı-vericiler olmasına rağmen, muhtemelen havaya çıkmak için transverter yaklaşımını kullanmanız gerekecektir. Neyse ki, uydu üreticileri çoğu jambonun 2 metre ve 70 santimetre alıcı-vericilere sahip olduğunun farkındalar ve buna göre yeni kuşlar tasarlıyorlar. Mikrodalga aşağı bağlantıları olan transponderler bile genellikle 2 metre veya 70 - santimetre üzerindeki uplinklerle yapılandırılır. Yani, bir VHF/UHF alıcı-verici satın alırsanız, eklemeniz gereken tek şey mikrodalga downlink almak için bir downconverter .

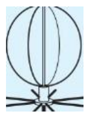
5.3 VHF/UHF RF Güç Amplifikatörleri

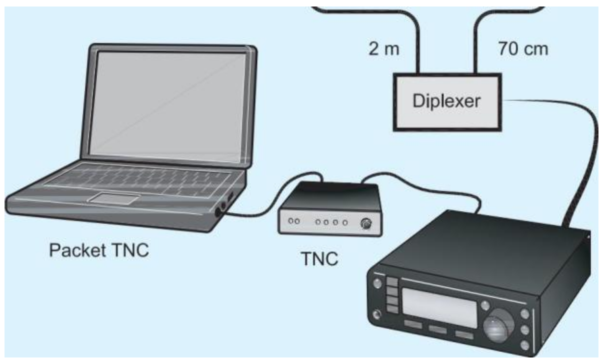
Seçtiğiniz alıcı-verici, uplink bandında en az 50 W çıkış sunuyorsa, sinyalinizi bir LEO uydusu tarafından "duyulabilecek'bir seviyeye getirmek için bir RF güç amplifikatörüne ihtiyacınız olmayacaktır, özellikle de yönlü - antenler kullanıyorsanız.

2 Metre Yumurta Çırpıcı Anten



70cm yumurta çırpıcı anten





HBK0102

Çift Bantlı FM Mobil Alıcı-Verici

Şekil 43 - LEO uyduları için temel bir FM ses ve veri istasyonu. Özünde, "yüksek güç" ayarında 30 ila 50 W çıkış için derecelendirilmiş bir çift bantlı FM alıcı-verici bulunur. Bu örnek çok yönlü antenleri kullanır ve FM alıcı-vericisinin yalnızca bir anten jakına sahip olduğunu varsayar, bu yüzden bir diplexer belirtilir.

Öte yandan, omni antenleri kullanıyorsanız, 100 veya 150 W çıkış önemli ölçüde yardımcı olabilir. Hedefiniz 50.000 km, 100 W veya daha fazla yörüngede dönen bir HEO uydusu ise, yönlü bir antenle birlikte *zorunludur*. *Alıcı-vericiniz* uygulama için gerekli zımbadan yoksun ise, çözüm harici bir RF güç amplifikatörüdür.

Ne kadar güç satın almalısınız? Çoğu durumda, 100 veya 150 W amplifikatör iyi bir seçimdir **(Şekil 42).** Amplifikatörler için alışveriş yaparken, giriş ve çıkış özelliklerine dikkat edin. 150 Wat çıkış üretmek için girişte ne kadar RF gereklidir? Telsiziniz bu kadar güç sağlayabilir mi?

Bir diğer husus da güç kaynağınız. 25 A 13.8 V de kaynağı, 100 W'lık bir alıcı-vericiyi çalıştırmak için mükemmel bir şekilde yeterli olsa da, uydu istasyonunuza 100 veya 150 W'lık bir amplifikatör eklemeye karar verirseniz, mevcut talepler önemli ölçüde artacaktır. Güvenli bir şekilde güç sağlamak için ek bir 20 A (veya daha fazla) sağlamak için ayrı bir güç kaynağı gerekebilir. Hem alıcı-verici hem de amplifikatör aynı anda yayın yaparken amplifikatör.

5.4 Tipik İstasyon Tasarımları -

Mevcut çok sayıda istasyon ekipmanı seçeneği vardır, birkaç tipik istasyon yapılandırmasını özetlemek yararlı olabilir.

Şekil 43, LEO uyduları için temel bir FM ses ve veri istasyonunu göstermektedir. Özünde, 30 ila 50 W çıkış için derecelendirilmiş bir çift bantlı FM alıcı-verici bulunur. Örnek, çok yönlü antenler kullanır ve FM alıcı-vericisinin yalnızca bir anten jakına sahip olduğunu varsayar, bu yüzden bir diplexer belirtilir. Aksi takdirde, iki ayrı koaksiyel besleme hattını tekrar radyoya çalıştırabilirsiniz .

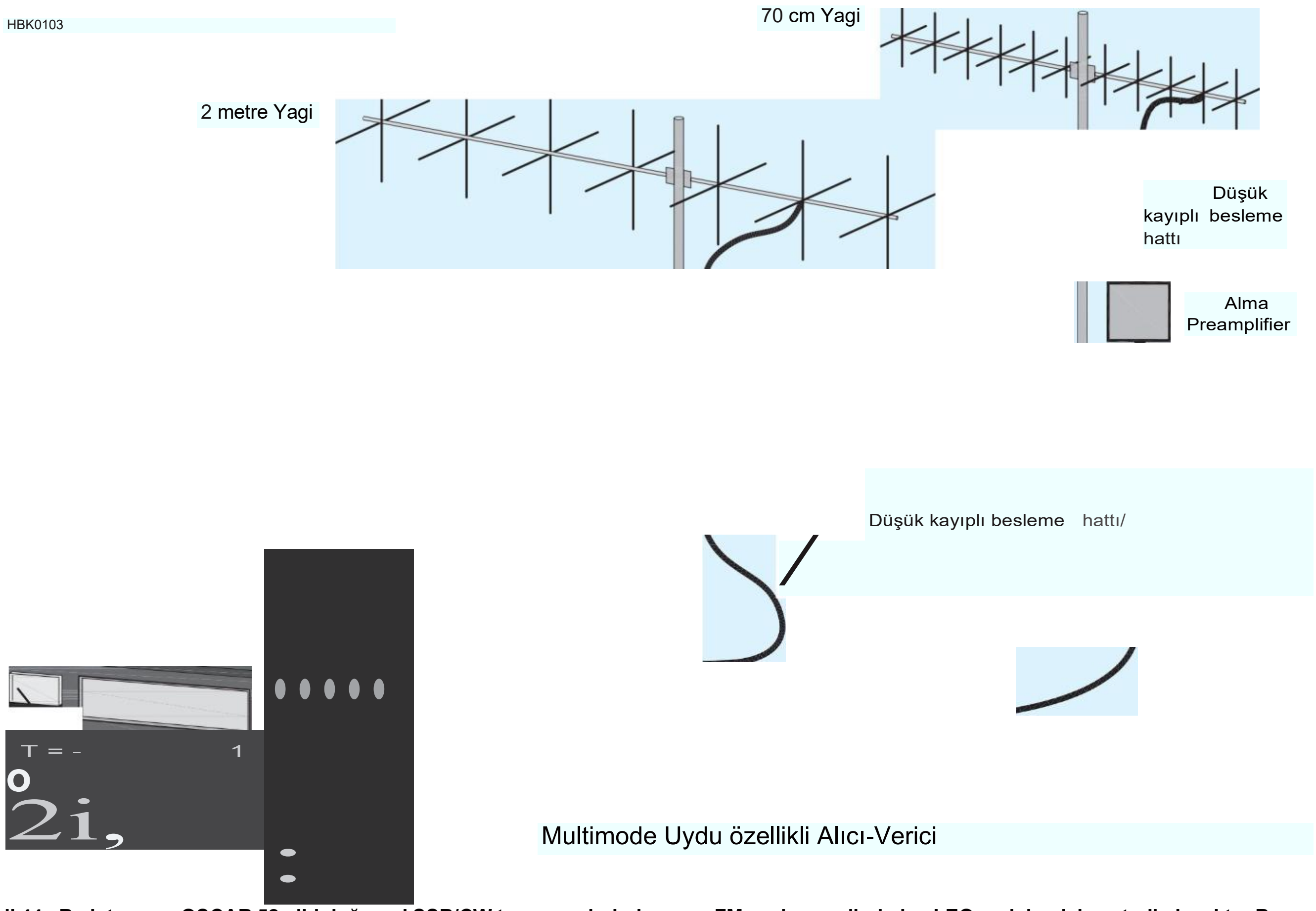
Bu istasyonun performansı, yönlü antenler veya çift bantlı bir Yagi ekleyerek büyük ölçüde artırılabilir, ancak elbette bir anten rotatörü (insan veya mekanik!)

Şekil 44, bir çoklu-Bant, tam dubleks özellikli çok modlu alıcı-verici ve yönlü antenler. Bu istasyon, doğrusal SSB/CW transponderleri ile LEO uyduları ve FM ses ve verileri için mükemmel olacaktır. Bir RF güç amplifikatörü ekleyerek (radyonun çıkışının 100 W'dan az olduğu varsayılarak), bu istasyon uzak yüksek yörüngeli uyduları da çalıştırabilir.

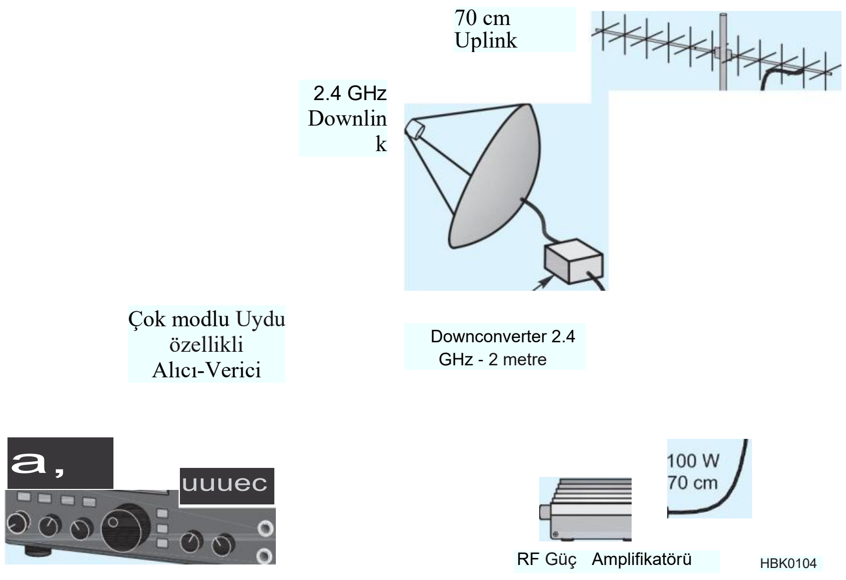
Bu resimde iki ayrı anten ve besleme hattı gösterildiğini unutmayın. Tek bir çift bantlı Yagi antenini ve bir besleme hattını kolayca kullanabilirsiniz. Ancak, ayrı VHF ve UHF anten jaklarını kullanıyorsa, radyoda bir diplexer gerekebilir.

Şekil 45 mikrodalga downlinks ile uydular çalışmak için en az bir yöntem adresleri. İt, uplink'in 70 santimetre ve downlink'in 2.4 GHz olduğunu varsayar. Ayrıca söz konusu uydunun yüksek yörüngeli bir uzay aracı olduğunu varsayar (uplink üzerindeki RF güç amplifikatörüne dikkat edin).

Downconverter'ın kullanımına da dikkat edin

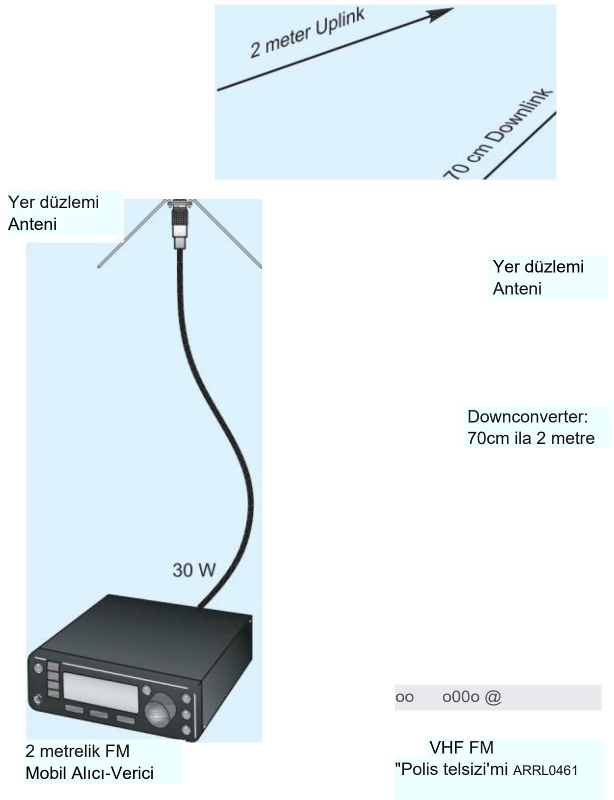


Şekil 44 - Bu istasyon, OSCAR 52 gibi doğrusal SSB/CW transponderleri, ayrıca FM sesi ve verileri olan LEO uyduları için yeterli olacaktır. Bu resimde iki ayrı anten ve besleme hattı gösterilmektedir. Tek bir çift bantlı Yagi antenini ve bir besleme hattını kolayca kullanabilirsiniz. Ancak, ayrı VHF ve UHF anten jaklarını kullanıyorsa, radyoda bir diplexer gerekebilir.



Şekil 45 - Bu örnek göstermektedir Uzak çalışmak için tasarlanmış bir istasyon Mikrodalga downlink ile Faz İll veya İV uydu. İt, uplink'in 70 cm'de ve downlink 2.4 GHz'de. Antendeki 2.4 GHz sinyalini, radyoya beslenmeden önce 2 metreye kadar adım atmak için downconverter'ın kullanımına dikkat edin.

Antendeki 2.4 GHz sinyalini, radyoya beslenmeden önce 2 metreye çıkarmak. Bu aynı yaklaşımı herhangi bir grup ve radyo kombinasyonu için kullanabilirsiniz. Örneğin, düşük yörüngeli FM kuşlarını çalıştırmak istediğinizi varsayalım, ancak uplink için sadece 2 metrelik bir FM alıcı-vericiniz ve downlink için ayrı bir VHF FM polis tarayıcı alıcınız var. 70 santimetre downlink için bir downconverter kullanabilir, tarayıcıyla alım için sinyali 2 metreye indirebilirsiniz **(Şekil 46.**



Şekil 46 - Düşük yörüngeli FM kuşlarını çalıştırmak istediğinizi, ancak yalnızca 2 metrelik bir FM alıcı-vericiniz olduğunu varsayalım. uplink ve 70 cm downlink için sadece bir VHF FM "polis tarayıcı" alıcısı. 70 cm'lik downlink için bir downconverter kullanabilir, tarayıcıyla alım için sinyali 2 metreye indirebilirsiniz.

6 Uydu anten projeleri

6.1 2 Metre İçin Bir EZ-Lindenblad Anteni

AA2TX Anthony Monteiro'nun bu yapımı kolay anten projesi, uydu veya karasal iletişim için iyi çalışıyor. İt dairesel olarak polarize olmasına rağmen çok yönlü bir radyasyon modeline sahiptir (uyduları izlemek için rotatöre gerek yoktur). Düşük yükseklik açılarında kazancının çoğu ile LEO amatör uydularına erişmek için idealdir. İt, portatif çalışma veya ev istasyonlarında genel amaçlı kullanım için iyidir, çünkü dairesel polarizasyonu FM/tekrarlayıcı ve SSB veya CW işlemi için kullanılan doğrusal polarize antenlerle uyumludur.

Bu tip anten, 1940'larda Radio Corporation of America'dan (RCA) Nils Lindenblad tarafından tasarlandı. Onun fikri, 2/3 çaplı bir daire etrafında eşit aralıklarla yerleştirilmiş dört dipol kullanmaktı ve her dipol yataydan 30 ° eğildi. Dipollerin hepsi fazda beslenir ve eşit güçle beslenir. Dipollerin boşluk ve eğim açıları, sinyallerin tümü birleştirildiğinde istenen anten desenini oluşturur. WWII'den sonra, RCA'dan George Brown ve Oakley Woodward, havaalanlarındaki yerden havaya radyo bağlantılarında solmayı azaltmanın yollarını bulmakla görevlendirildi ve Lindenblad'ın tasarımı üzerine inşa edildi .

Brown ve Woodward tasarımı zekice ve iyi çalışmış olsa da, dört yönlü, faz içi güç bölme işlevine duyulan ihtiyaç nedeniyle ev üreticisinin çoğaltması zor olacaktır. Amatörler genellikle 50 © 2 koaksiyel kablo besleme hattını kullanmak istediğinden, 50 © 2 dengesiz koakstan dört 75 © 2 dengeli dipol yüküne bir şekilde empedans eşleşmesi sağlamalıyız. Önceki tasarımlar, 50 © 2 ile iyi bir eşleşme elde etmek için katlanmış dipoller, açık telli hatlar, çift uçlu beslemeler, balun transformatörleri ve özel empedans eşleştirme kablolarının kombinasyonlarını kullanmıştır. Bunlar da inşaatın karmaşıklığını ve zorluğunu arttırır .

EZ-LINDENBLAD

EZ-Lindenblad'ın temel konsepti, elektriksel veya mekanik olarak zor olan herhangi bir şeyi ortadan kaldırmaktır. Bu, dört dipolü sadece koaksiyel kablo ile besleme ve kabloları hiçbir empedans eşleştirme cihazı olmayan bir konektöre lehimleme fikrine yol açar. Bu kesinlikle *kolay olurdu* ama antenin çalışmasını da istiyoruz! Ekstra empedans eşleştirme cihazları olmadan, 50 92 ile iyi bir eşleşme nasıl mümkün olabilir?

İfwe, dört koaksiyel besleme kablosunun her birinin konektörde 200 Q gibi görünmesini sağlayabilir, ardından paralel olarak dört, 50 ile mükemmel bir eşleşme sağlar. 1/4 2 kullanırsak bunu yapabiliriz. Her 75 92 dipol yükünü 200 © 2'ye dönüştürmek için 122 92 koaksiyelinin bölümleri. Ne yazık ki , Kolayca bulunabilen böyle bir koaksiyel yoktur.

Ama kabloyu kasıtlı empedans uyumsuzluğu ile çalıştırırsak, aynı şeyi sıradan 75 9, RG-59 koaksiyel ile başarabiliriz. Kablodaki duran dalga oranını (SWR) 200/75, orabout2.7: **1'e eşit olacak şekilde zorlayarak,** her kabloyu doğru uzunlukta yaptığımız sürece konektörde tam olarak 200 © 2 gibi görünmesini sağlayabiliriz. Sadece rezonans için biraz çok kısa dipoller yaparak SWR eşit 2.7: 1 yapmak kolaydır. *AnEZNEC* **(www.eznec. com)** anten modeli tam dipol boyutlarını belirlemek için kullanılabilir .

Dengeli dipol yükünden dengesiz koaksiyel kabloya dönüşüm, her kablonun bir boğucu balun yapan bir ferrit manşondan geçirilmesiyle gerçekleştirilebilir. Kalan tek sorun, besleme kablolarının gerekli uzunluğudur. Bir Smith Chart veya yazılım ile kolayca bir 200 © 2 yük sağlamak için 75 © coax gerekli uzunluğunu belirleyebilirsiniz. Hat üzerindeki SWR 2.7: 1'e ulaşana kadar dipol uzunluklarının kesilmesini simüle etmek için bir EZNEC anten modeli kullanıldı. Model, dipol yük empedansının daha sonra 49 *-j55* Q2 olacağını gösterdi. Bu değeri ve grafikteki konektörde istenen 200 © 2 empedansı çizmek ve iki empedans noktası arasında sabit bir 2.7: 1 SWR eğrisi çizmek, gereken çizginin uzunluğu O .3 7 42.. (Bu işlem hakkında daha fazla bilgi için **bkz. www.arrl. org/smith-chart .)**

EZ-Lindenblad, uydu alt bandındaki performansını optimize etmek için 145.9 MHz'lik bir merkez frekansı için tasarlanmıştır. 145.9 MHz'de, bir dalga boyu yaklaşık 81 inçtir ve kullanılan koaksin bir hız faktörü olduğundan of0.78, besleme kablolarını 81 x 0.374 x 0.78 = 23.6 inç uzunluğunda yapmamız gerekiyor.

Telli RG-59A köpük PE dielektrik koaksın kullanılması zorunludur. Soliddielektrik kablo %66 hız faktörüne sahiptir ve çalışmaz. Yazar RG59A-100'dan # **www.l-com.com. bölümünü kullandı** Bu 100 ft'lik bir rulo; Bir anten için L-Com parça # CCF59-12, 12 ft jumper satın alabilir ve gerekli uzunlukta kesebilirsiniz. Belden 9259 başka bir uygun kablo .

CONSTRUCTION

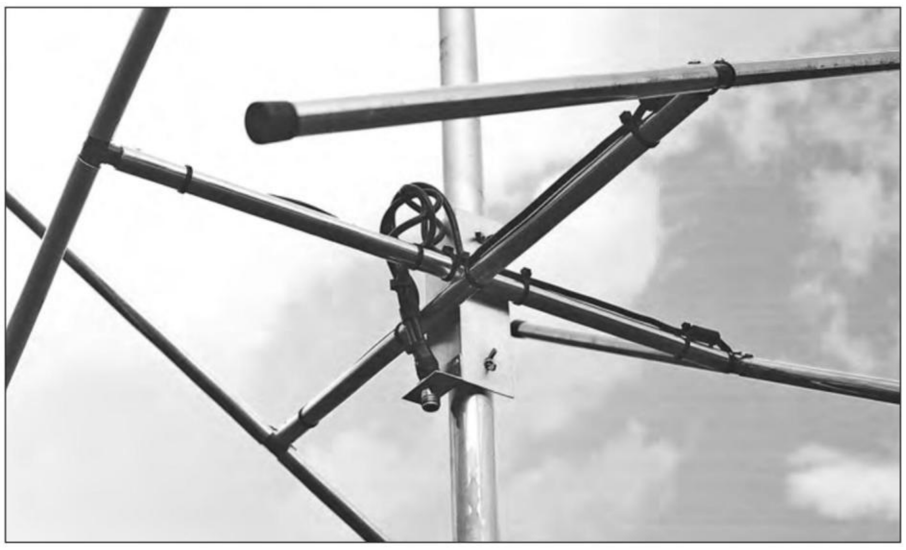
Bu anten sağlam ve güvenilir olacak şekilde tasarlanmıştır, ancak tüm parçaları da kolayca bulunabilen sadece el aletleri kullanılarak inşa edilmesi kolaydır (bkz. **Tablo 5).** Kritik olmasa da, belirtilen 17 gauge alüminyum boru kullanılırsa inşaat daha kolay olacaktır, çünkü tüplerin iç duvarı, onları bağlamak için kullanılan PVC uç Ts'nin dış duvarından biraz daha küçük olacaktır. Eğer daha ağır gauge boru kullanılırsa, alüminyum tüplerin içine sığdırmak için PVC insert Ts'yi aşağı doğru dosyalamak gerekecektir.

N-konektörünü ve çapraz bomları monte etmek için bir montaj braketi yaparak başlayın. Kısa açılı stok parçasının bir tarafında % inç delik kesin ve perçinleyin veya uzun açılı stok parçasının dibine vidalayın. Konektör ve kabloların takılı olduğu tamamlanmış braket Şekil **47'de görülebilir.**

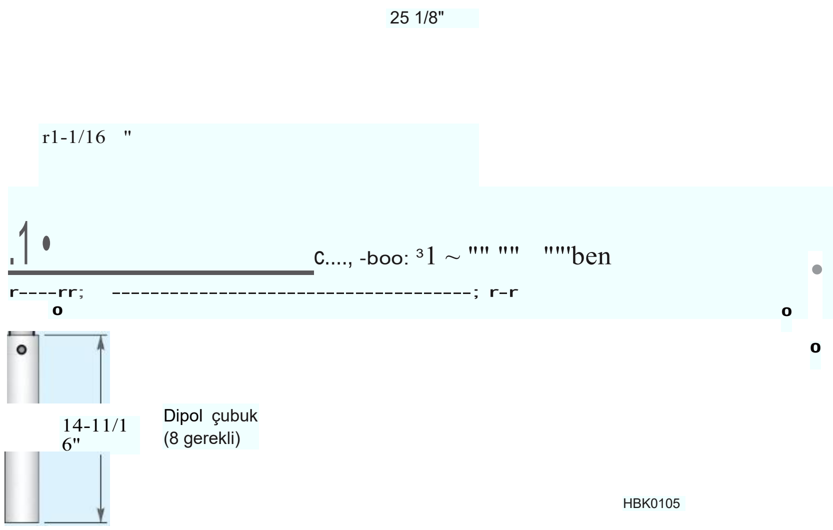
Ardından, çapraz bomları ve dipol çubukları **Şekil 48'de gösterildiği gibi yapmak için alüminyum boruyu kesin.** Çapraz bomların her bir ucundaki sac metal vidalar için delikler açın, ancak vidaları henüz takmayın. Haçı takın

Tablo 5
Gerekli Malzemeler
Miktar 1, belirtilmediği sürece.

- Alüminyum boru, 17 gauge, OD'de 6 ft uzunluğunda ¾, miktar 3. Texas Towers tarafından **www.texastowers.com.-**
- Alüminyum açılı stok, 8 uzunluğunda 2 x 2 x % %
- Alüminyum açılı stok, montaj konektörü için 2 x 2 x % in uzunluğunda 2.
- Vidalar, alüminyum sacda # 8 x ½, miktar 12 .
- Vidalar, alüminyum sacda # 8 x % veya alüminyum perçinlerde % %, miktar 12.
- PVC, sulama polietilen boru için gri renkte ½ x ½ x ½ T konektörünü yerleştirir. LASCO Bağlantı Parçaları, İnc. Bölüm # 1401-005 veya eşdeğeri. Çoğu sıhhi tesisat kaynağı ve büyük donanım mağazalarından temin edilebilir, miktar 4 .
- Plastik uç kapaklar (isteğe bağlı), siyah ¾ in, miktar 8.
- RG-8 kablosu için N-konnektör, tek delikli, şasi montajlı, dişi.
- Kablo ferrit, Fair-Rite bölüm # 2643540002, miktar 4 (Mouser Electronics # 623-2643540002).
- Telli merkez iletken ile RG-59A polietilen köpük koaksiyel (Belden 9259 veya equiv; köpük **PE dielektrik olmalı %**78 hız faktörü ile, katı dielektrik değil), 10 ft uzunluğunda.
- Bakır örgü, uzun parça halinde 4.
- Halka terminali, 8-10 damızlık için yalıtımsız 22-18 göstergesi, miktar 4.
- Halka terminali, 8-10 damızlık için yalıtımsız 12-10 göstergesi, miktar 4.
- Kablo, tel bağları, elektrik bandı, gerektiğinde % için ısı küçültme boru.
- Alüminyum elektrik bağlantıları için Ox-Gard OX-100 gres.



Şekil 47 - Direğe monte edilmiş çapraz bomların görünümü.



Şekil 48 - Dipollerin ve çapraz bomların boyutları. Anten, her çapraz bomun her iki ucunda bir dipol bulunan iki çapraz boma ihtiyaç duyar (toplam dört dipol).

Açı stokunun uzun bölümüne perçinler veya vidalarla vurur. Bir çapraz bom, Şekil 4 7'de görüldüğü gibi diğerinin hemen üzerine monte edilecektir. Çapraz bomlar montaj braketine dik olmalıdır, böylece anten direğine monte edildiğinde yatay olurlar. Çapraz bomların merkezlerinin birbiriyle hizalı olduğundan emin olun, böylece çapraz bomların uçları orta çaprazdan 11,5 inç uzakta olur.

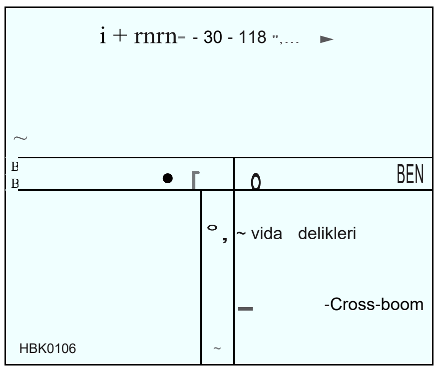
İki dipol çubuğa bir PVC insert T yerleştirerek dipolleri yapın. Bir çekiçle çubuklara hafifçe dokunmak mümkün olmalıdır, ancak sığdırma çok sıkıysa, ekleme T'yi biraz aşağı çekmek gerekebilir. Ek T'ye biraz PVC çimento uygulamak, plastiği yumuşatır ve uyum çok sıkıysa alüminyum boruya yerleştirmeyi kolaylaştırır. Genel dipol uzunluğu boyutu kritiktir, bu nedenle **Şekil 49'da gösterildiği gibi bunu doğru yapmaya özen gösterin.**

Her dipol çubuğundaki vidalar için delikler açın, ancak henüz vidaları takmayın. Vidalar merkezdeki dipollere elektrik bağlantıları yapmak için kullanılacaktır. Vida delikleri, borunun ucundan yaklaşık % inç olmalıdır.

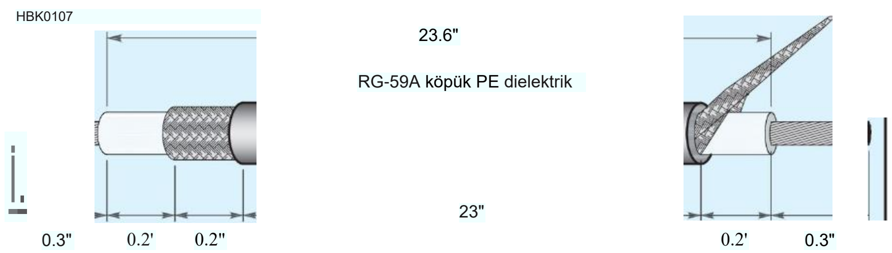
Dipol düzenekleri, PVC insert-T'ye her çapraz bomun ucuna bir çekiçle hafifçe dokunarak bağlanır. Boyutlar Şekil 48'de gösterilmiştir.

Ardından, montaj braketini geçici olarak bir desteğe takın, böylece çapraz bomların her biri mükemmel şekilde yatay olur. Bunu bir uzatıcı ile ölçün. Şimdi, çıkıntıyı kullanarak, dipol gruplarını antenin merkezine doğru bakarken en yakın dipolün sağ tarafı yukarı eğilerek 30 °'lik bir açıyla döndürün. Mevcut çapraz bom deliklerinden PVC ek-Ts'ye küçük bir delik açın ve ardından dipol montajlarını yerine sabitlemek için sac metal vidaları kullanın. Güzel bir son dokunuş için, dipol uçları ¾ inç siyah plastik uç kapakları ile donatılabilir .

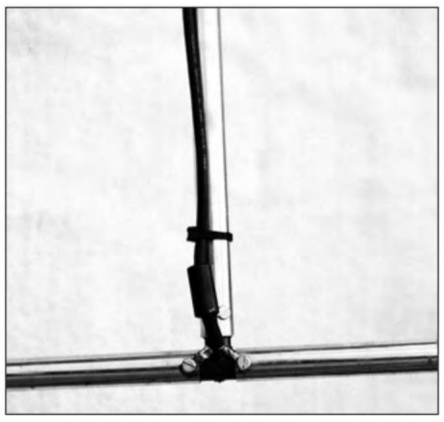
Ardından, **Şekil 50'de gösterildiği gibi RG-59A kesip sıyırarak dört besleme kablosu yapın.** Dipol bağlantı tarafında, örgüyü açın ve bir tel kurşun oluşturun. Uygulamak



Şekil 49 - Dipol montaj boyutları.



Şekil 50 - Besleme kabloları sıyırma boyutları .



Şekil 51 - Dipol elektrik bağlantılarının yakın çekimi.

Merkez iletkene daha küçük halka terminali ve örgü için daha büyük halka terminalini kullanın. Kablonun diğer ucunda, örgüyü açmayın, ancak dış yalıtımı çıkarın. Koaksiyelin üzerine 1 inçlik bir shrink sargı parçası sürün ve dipol tarafına uygulayın. Daha sonra kablo üzerinden bir kablo ferrit sürün ve gideceği kadar dipol ucuna kadar itin (yani, ısı küçültme borusuna kadar.) Uyum rahat olacak ve başlamak için kablo ceketine biraz yağ koymanız gerekebilir.

Her dipolü, önce vida deliklerinin etrafındaki alanı çelik yünle temizleyerek ve ardından Oxy-Gard veya diğer korozyona dayanıklı elektrikli gres uygulayarak besleme kablosu için hazırlayın. Koaksiyel merkez iletken dipolün yukarı tarafına gider ve örgü aşağı tarafa gider. Bağlantı yapmak için, halka terminalinden bir vida geçirin ve dipol borusuna hafifçe vidalayın. Vidaları aşırı sıkmayın, yoksa boruyu sıyırırsınız**. Şekil 51** tamamlanmış bağlantıları göstermektedir.

N konektörü için deliğin etrafına Oxy-Gard uygulayın. 4 inçlik örgü parçasını alın ve N konektörü için ucunu delikten geçirin. Bu, zemin bağlantısını sağlar. Örgüyü sıkıştırmak için N konektörünü montaj deliğine sabitleyin. Dört besleme kablosunu konektör uçlarında bir arada tutmak için bir tel bağı veya bant kullanın. Kabloları hizaladığınızdan emin olun, böylece tüm zemin örgüleri bir arada olur ve merkez iletkenlerin hepsi aynı miktarda uzanır. Merkez iletkenleri birlikte bükmeyin. Dört kablo merkezi iletkenini N konektörünün merkez terminaline dikkatlice itin ve yerinde lehimleyin. Kabloların maruz kalan merkez iletkenlerini ve konektörü elektrik bandı ile sarın.

N konektörüne kelepçelenen örgü parçasını alın ve koaksiyel kabloların açıkta kalan dört zemin örgüsünün etrafına sarın. Hepsini birlikte lehimleyin. Bu, oldukça fazla ısı alacaktır, ancak yalıtımı eritmemeye dikkat edin. Bu soğuduktan sonra, maruz kalan tüm örgünün üzerine elektrik bandı uygulayın ve tel bağlarla sabitleyin. Kabloları çapraz bomlara sabitleyin

r



Şekil 52 - Taşınabilir veya Field Day anteni olarak EZ-Lindenblad. 70 cm'lik bir anten üsttedir.

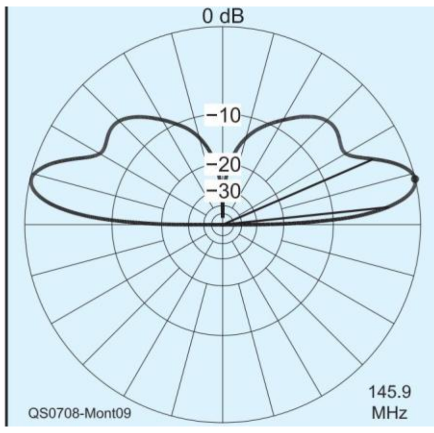
Tel bağlarıyla.

Montaj braketi, anteni uygun olan sıkma mekanizmasını (örneğin, Ubolts) kullanarak bir direğe takmanın bir yolunu sağlar. Yazarın anteni taşınabilir çalışma için tasarlanmıştır ve braket iki # 8 makine vidasını kabul etmek için delinmiştir. Bu vidalar portatif bir direkten geçer ve anten kolay kurulum için kanat somunları ile sabitlenir. Tamamlanan taşınabilir anten **Şekil 52'de gösterilmiştir.** Üstteki küçük anten 70 santimetre.

PERFORMANS

Anten empedansı 5 0Q2 ile eşleşti, harici bir frekans sayacına ve hassas 50 © 2 yüke karşı kontrol edilen SWRmeter usinganMFJ-259B test edildi. Anten, tüm 2 metre bandı üzerinde mükemmel bir eşleşme sağlar. Bu anten, şu anda mevcut olan VHF alıcı-vericilerinden herhangi birini güvenli bir şekilde işlemek için tasarlandı ve 9 dakika boyunca a200 W sinyal anahtarı uygulayarak test edildi, ardından - ferritler ve kablolar sıcaklık artışı için kontrol edildi .

EZNEC modeli tarafından tahmin edilen anten radyasyon modeli **Şekil 53'te gösterilmiştir.** Bu, antenin yerden 6 ft yüksekliğe monte edildiği yükseklik arsasıdır, ancak



Şekil 53 - Lindenblad anteninin EZNEC yükselme radyasyon modeli.

Ufka daha iyi kapsama alanı için istenirse daha yükseğe monte edilebilir. Grafikte gösterildiği gibi, desen daha düşük yükseklik açılarını desteklemektedir. -3 dB noktaları 5 ° ve 25 °'de, maksimum 13 °'de 4.8 dBic (izotropik dairesel polarize antene göre dB) maksimum kazanç ile. Uydu geçiş yüksekliklerinin çoğu bu aralıkta olacak ve aynı zamanda uydunun DX temasları için en iyi şansı sağladığı yüksekliktir. Anten radyasyonu, 2 metre bandını kullanan hemen hemen her LEO uydusu ile çalışacak olan sağ el dairesel polarizedir .

EZ-Lindenblad anteni, bir dizi amatör uyduda SSB, FM ve paket çalışması için kullanılmıştır. Taşınabilir bir kurulum, muhtemelen uydularda yılın en yoğun hafta sonu olduğu için herhangi bir antenin mükemmel bir testi olan Field Day'de iyi performans gösterdi.

6.2 W3KH Quadrifilar Sarmalı

Mevcut VHF çok yönlü anten kapsamınız "sadece tamam'ise, W3KH Eugene F. Ruperto'nun bu bükülmüş anten projesi muhtemelen ihtiyacınız olan şeydir! LEO uydularının sürekli değişen konumu, sabit bir alıcı antenle donatılmış Dünya istasyonu için bir sorun teşkil eder: yayılan dalga cephesinin yöneliminden kaynaklanan sinyal solması. Bu anten soruna bir çözüm sunar ve kutup yörüngesindeki amatör uydulardan herhangi biri olan hava uyduları ile kullanılabilir.

Birçok dergi, Dr. Kilgus tarafından geliştirilen kuadrifiler sarmal antenin (QHA) yapımı hakkında makaleler yayınladı.[1] Özellikle iyi bir referans

[1] C. C. Ki İgus, "Rezonant Kuadrafilar Sarmalı"; *IEEE Antenler ve Yayılma İşlemleri, Cilt* AP-17, Mayıs 1969, pp 349-351.

RCA için mühendis olarak çalışırken bu anteni değerlendiren ve test eden önemli deneyime sahip olan Walt Maxwell, W2DU.

Anteni çoğaltma probleminin bir kısmı geometrisinde yatmaktadır. QHA'nın tanımlanması ve fotoğraflanması zordur. Sanatçının yorumlarından bazıları, cevaplardan daha fazla soru ve daha önce yayınlanmış verilerle çelişen gösterildiği gibi öğeler arasındaki bazı bağlantıları bırakır. Bununla birlikte, anteni başarıyla inşa edenler, düşük Dünya yörüngeli uydular için uydu alımına verilen tek cevap olduğunu söylüyorlar.

DESIGN CONSIDERATIONS

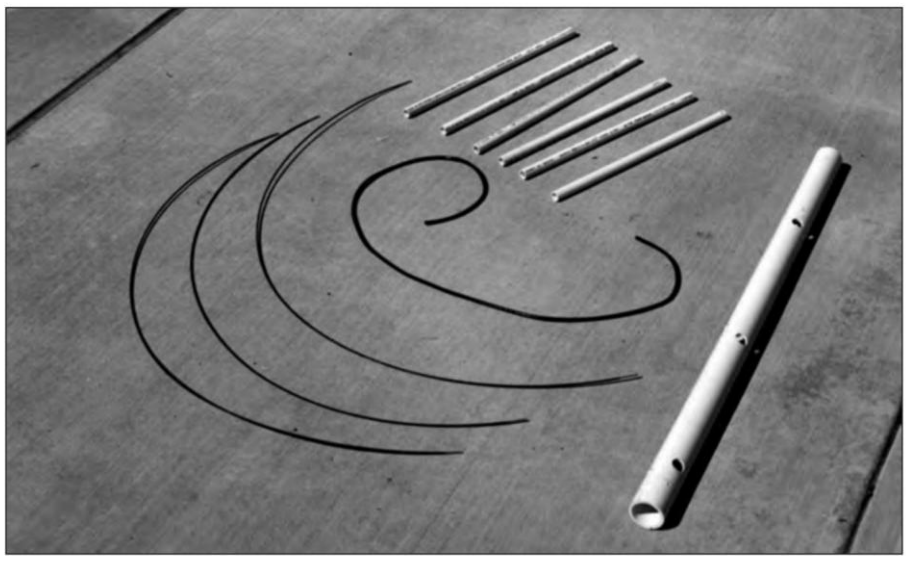
Uzmanlar, anteni ayarlamak ve test etmek için gelişmiş ekipmanın gerekli olduğunu ima ediyorlar, ancak yazar, kanıtlanmış bir tasarımdan ölçeklendirilmiş rakamlar kullanarak bir yemek kitabı yaklaşımını izleyerek başarılı QHA'lar oluşturmayı mümkün buldu. Burada açıklanan anten için tasarım temeli olarak kullanılan veriler, Hava Kuvvetleri için bir çift dairesel polarize S-bandı iletişim uydusu anteninin tasarımını açıklayan - ve uzay aracına monte edilmek üzere tasarlanan bir makalede yayınlandı.[3] Bu anteni bir model olarak kullanan yazar, hava-uydu frekansları ve kutup yörüngesindeki 2 metre ve 70 santimetre amatör uydular için QHA'ları mükemmel sonuçlarla ve ayarlamaya ve ayarlamaya gerek kalmadan inşa etti. Öngörülen bazı evrensel hesaplamaları takip ederek, basit araçlar kullanılarak tekrarlanabilir ve tatmin edici bir anten inşa edilebilir.

UHF ve mikrodalga antenleri, antenin küçük boyutundan dolayı yüksek derecede yapısal hassasiyet gerektirir. Örneğin, 2.2 GHz'de Hava Kuvvetleri için kullanılan anten 0.92 inç çapa ve 1.39 inç uzunluğa sahiptir! Öte yandan, 137.5 MHz için bir QHA 22.4 inç uzunluğunda ve neredeyse 15 inç çapındadır; 2 metre boyunca, anten çok daha küçük değildir. Bu boyuttaki antenlerin çoğaltılması zor değildir.

ELECTRICAL CHARACTERİSTICS

Yarım tum ½ 'A QHA, 5 dBi'lik bir teorik kazanıma ve yaklaşık 115 °'lik bir 3-dB ışın genişliğine ve 4092'lik bir karakteristik empedansa sahiptir. Anten temel olarak bir fourelement, yarım tum sarmal antenden oluşur, her ikisi de faz dörtgeninde beslenen bir çift eleman olarak tanımlanır. Birkaç besleme yöntemi kullanılabilir, bunların hepsi, dört elementten biri olarak bir koaks uzunluğu kullanan sonsuz balun tasarımı dışında karmaşık görünür .

[2]M.W. Maxwell, W2DU, *Reflections İll* (CQ - Communications, 2010, **cq-amateur-radio.com**) [3]R. Brickner Jr ve H. Rickert, "An S-Band Resonant Quadrifilar Antenna for Satellite Communication", RCA Corp, AstroElectronics Div.



Şekil 54 - Quadrifilar sarmal anten (QHA) parçaları, montaja hazır.

Bifiler elemanlar arasında gerekli 90 ° faz farkını üretmek için, iki yöntemden herhangi biri kullanılabilir. Birincisi, esas olarak dikey eksenleri ortalanmış ve hizalanmış iki bükülmüş döngüden oluşan aynı boyuttaki bifilarları kullanmaktır ve döngüler birbirlerine 90 ° olacak şekilde döndürülmüştür (bir yumurta çırpıcı gibi) ve bir kuadrature hibrid besleme kullanarak. Böyle bir anten, her bir filar çifti için bir tane olmak üzere iki besleme hattı gerektirir .

İkinci ve daha pratik yöntem, *farklı boyutlu - döngüler kullanan kendi kendini aşamalı sistemdir:* tasarım frekansının altında rezonansa girmek için tasarlanmış daha büyük bir döngü (endüktif bir reaktans bileşeni sağlar) ve tasarım frekansından daha yüksek rezonansa geçmek için daha küçük bir döngü (kapasitif-reaktans bileşeni), akımın daha küçük döngüde yol açmasına ve daha büyük döngüde gecikmesine neden olur. Eleman uzunlukları daha büyük döngü için 0.560 'A ve daha küçük döngü için 0.508' A'dır. Maxwell tarafından yapılan aralık testlerine göre, *optimum* dairesel polarizasyon elde etmek için, bifiler elemanların yapımında kullanılan tel çapı 0.0088 'A olmalıdır.

Maxwell, kuadrifiler modda, bireysel bifiler sarmallardan gelen alanların, tek yönlü son ateş kazancı elde etmek için optimum fazda birleştiğini belirtir. İki bifilardaki akımlar kuadratür fazında olmalıdır. Bu 90 ° ilişki, ilgili terminal empedanslarını R + *X ve R -jX yaparak elde edilir, burada* X = R, böylece ilgili sarmallardaki akımlar -45 ° ve + 45 °'dir. Bu ilişkideki kritik parametre, sarmal elemanın dağıtılmış indüktansının birincil belirleyici faktör olduğu terminal reaktansı, X'tir. Bu, kombine alanlarda gerçek dairesel polarizasyon elde etmek ve maksimum ileri radyasyon elde etmek için gerekli olan ± 45 ° akım ilişkisini sağlar ve



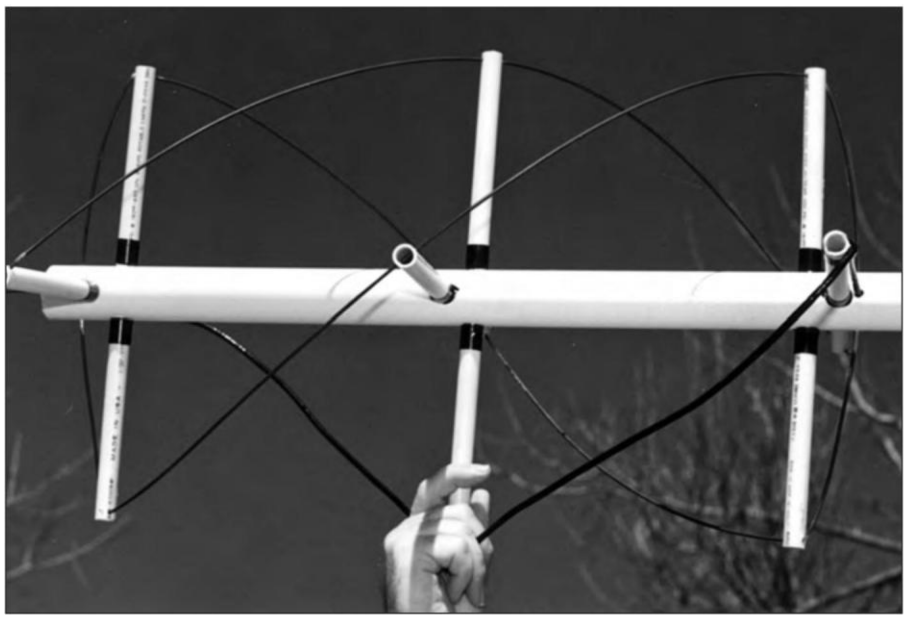
Şekil 55 - Bir döngünün dört ayağından (filar) ikisinin bağlı olduğu anten.

Minimum arka lob. Optimum eleman çapının elde edilememesiO. 0088 'A, gerçek dairesel polarizasyondan ziyade eliptik bir form ile sonuçlanır ve Maxwell'in hesaplamalarına göre performans, optimum seviyenin altında bir desibelin onda biri kadar olabilir. # 10 tel kullanmak kabaca 137.5 MHz'de 0.0012 'A'lık bir eleman çapına dönüşür - ideal değil, ama yeterince iyi .

QHA'nın topografyasını kavramak için, anteni sarmalların sarıldığı iki eşmerkezli silindirden oluşan olarak görselleştirin (**Şekil 54'ten Şekil 58'e bakınız).** İn iki boyutlu uzay, silindirler



Şekil 56 - Bu görünüm, dört ayağı da yerinde olan QHA'yı göstermektedir. Koaksiyel bacağı tutan PVC çapraz kolların uçları çentiklidir; Tel elemanları, destekleyici çapraz kollarının uçlarında açılan deliklerden geçer.



Şekil 57 - QHA'nın başka bir görünümü.

Silindirlerin yüksekliğini ve genişliğini gösteren iki iç içe dikdörtgen ile temsil edilebilir. Daha büyük silindirin (veya dikdörtgenin) genişliği 0.173 'A ile temsil edilebilir ve daha küçük silindirin genişliği 0.156' A ile temsil edilebilir. Daha büyük silindirin veya dikdörtgenin uzunluğu 0.260 'A ile temsil edilebilir, Ve daha küçük dikdörtgenin veya silindirin uzunluğu 0.238 'A ile gösterilebilir. Bu rakamları kullanarak, QHA'yı neredeyse her frekansa ölçekleyebilmelisiniz. Tablo **6,** çeşitli frekanslar için bazı temsili anten boyutlarını ve bu rakamlara ulaşmak için gereken evrensel parametreleri göstermektedir.

PHYSICAL CONSTRUCTION

Şekil 59 inşaat detaylarını göstermektedir. Dikey üye için 25 inç uzunluğunda 40, 2 inchdiameter PVC boru parçası kullanılır. Sarmalları destekleyen çapraz kollar altı adet ½ **-inch** çaplı PVC borudur: üç büyük dikdörtgen veya silindirin genişliği ve üç küçük olanın genişliği



Şekil 58 - Döngüleri lehimlemeden ve PVC kapağını takmadan önce QHA'nın üst kısmının uç görünümü.

silindir. Her silindirin üst ve alt kısmı için iki çapraz kol gereklidir. Çapraz kollar dik doğrultulmuştur! y dikey üyeye ve birbirine paralel. Üçüncü bir çapraz kol, ikisinin arasına 90 ° açıyla yerleştirilir. Bu işlem, büyük parçalara 90 ° yönlendirilmiş üst ve alt parçaları olan üç küçük çapraz kol kullanılarak daha küçük silindirik boyutlar için tekrarlanır .

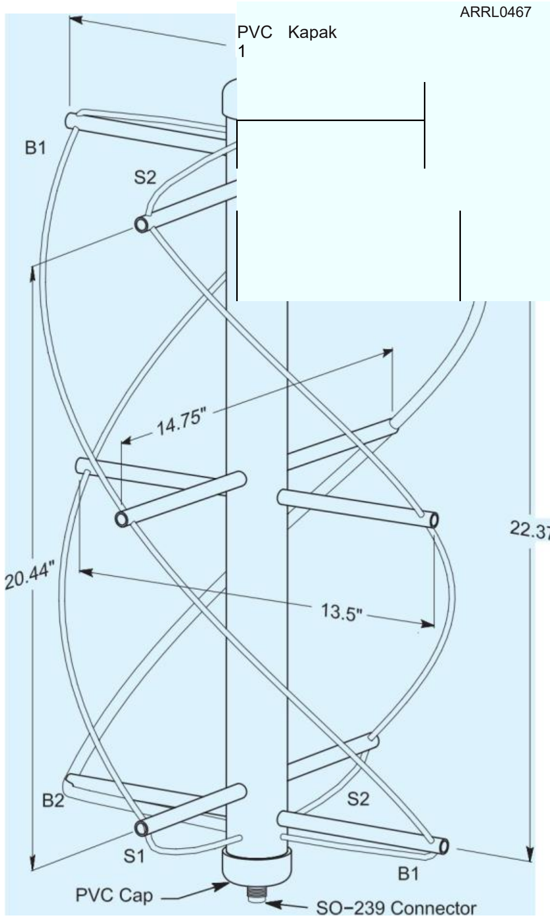
2 inç borudaki % inç çaplı deliklerin kullanılması, ½ inç çaplı çapraz parçalar için makul derecede rahat bir uyum sağlar. Her çapraz kol

Elemanlar için kullanılan tel ve koaksiyel uzunlukları kabul etmek için uçlarında delinir (veya çentiklenir). Daha sonra çapraz kollar PVC çimento ile ortalanır ve yerine yapıştırılır. 137 ve 146 MHz antenleri için, sarmalların üçü için # 10 AWG bakır kaplı anten teli ve aynı zamanda dördüncü sarmal olan balun için bir RG-8 uzunluğu kullanın. (Uzunluk hesaplaması için koaksiyel bacağın hız faktörünü dikkate almayın.) UHF antenleri için # 10 AWG yumuşak çizilmiş bakır tel ve RG-58 koaksiyel kullanın. Bakır kaplı tel ile çalışmak zordur, ancak şeklini iyi tutar. Çapraz kollar olmadan daha küçük antenler inşa edilebilir, çünkü tel yeterince kendi kendini destekler .

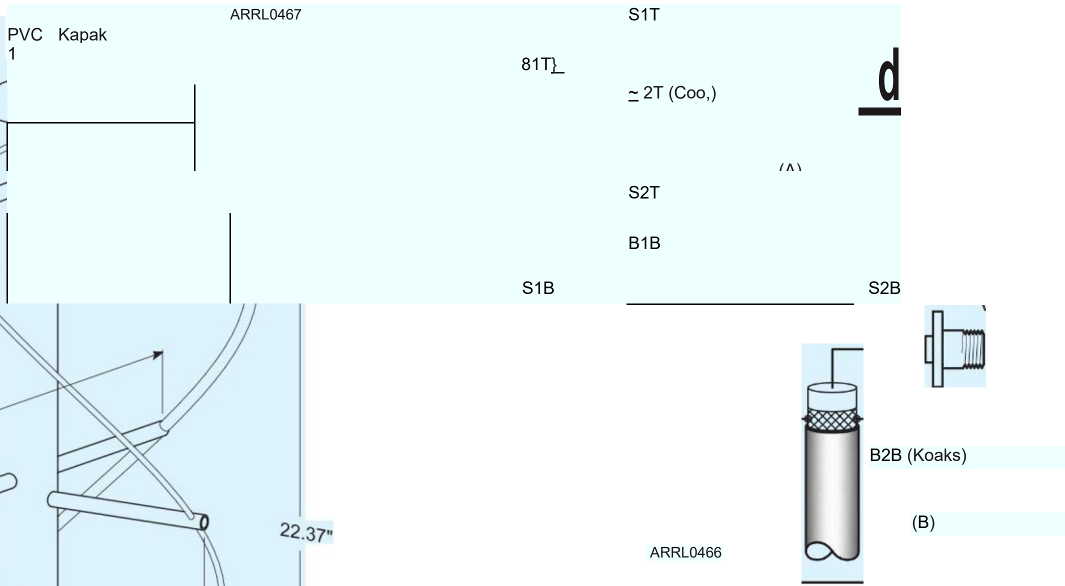
Bağlantılarla ilgili karışıklığı en aza indirmek ve sarmalların bireysel bacaklarını belirtmek için, her döngüyü veya silindiri B (büyük için) ve S (küçük için) olarak etiketleyin; T ve B, üst ve alt kısımları gösterir. Her döngü, B **1 T ve** B lB, B2T ve B2B, SIT ve SİB ve S2T ve S2B gibi bacak belirteçleri kullanılarak daha da ayrılabilir; B2, koaksın uzunluğu ve diğer üç bacak teller olarak. Sağ ve dairesel polarizasyon (RHCP) için sarmallar yukarıdan görüldüğü gibi saat yönünün tersine sarılır. Bu geleneksel eksenel moda aykırıdır

Tablo 6
Quadrifilar Helix Anten Boyutları

Freq (MHz)	*Dalga boyu (2) (inç)*	*Bacak Boyutu (0.508 2)*	Küçük *Döngü* --------------- *Çap (0.156 2)*	*Uzunluk (0.238 2)*	*Bacak Büyüklüğü (%0.560)*	*Büyük Döngü* -------------------- *Çap (0.173 2)*	*Uzunluk (0.261 A)*
137.5	85,9	43.64	13.4	20.44	48.10	14.86	22.33
146	80.9	41.09	12.6	19.25	45.30	14.0	21.03
436	27.09	13.76	4.22	6.44	15.17	4.68	7.04



Şekil 59 - Bireysel bacakları tanımlayan QHA'nın çizimi; Açıklama için metne bakın.



Şekil 60 - A'da, antenin üstündeki eleman bağlantıları. B gösterileri Antenin altındaki bağlantılar. Tanımlayıcılar Şekil 59'da gösterilen ve metinde açıklananlardır.

sarmal yapısı. (LHCP için, dönüşler üstten görüldüğü gibi saat yönünde döner.) Üst görünüm için uygun bağlantılar için Şekil 60'a bakın. Anten tamamlandığında, görünüm koaksiyel (B2) üst merkez iletkenine yapılan iki bağlantı olduğunu gösterir. Bunlar, bir bağlantıda toplam üç tel için BIT ve SIT'dir. S2T B2T örgüye bağlanır. Antenin alt kısmında SIB vardır ve daha küçük döngüyü tamamlamak için birlikte lehimlenmiş S2B. B 1B ve B2B örgüsü birlikte lehimlenir. Merkezi lehimleyerek altına bir SO-239 konektörü takın Konektörün ortasına iletken ofB2B ve konektörün kabuğuna B2B örgüsü. Alt kısımda artık örgüye iki bağlantı var: biri BİB'ye, diğeri konektörün kabuğuna. SO-239 merkez pimine giden B2B'nin merkez iletkenine sadece bir bağlantı var.

Tüm yeni malzemeler için toplam fiyat - uygun bir konektörün fiyatı dahil - 10 $ veya daha düşük bir mahallede olmalıdır .

SONUÇLAR

Arasında 70 metrelik bir RG-9 bölümü ile Yerden yaklaşık 12 metre yükseğe monte edilen alıcı ve anten ve kulübedeki bir preamp, yazar hava uydularından solmaz geçişler alır. Tasarım 140 °'lik bir 3-dB ışın genişliğini gösterse de, bir havai geçiş ufkun 10 °'ye kadar faydalı veriler sağlar. 70 santimetre anten PACSAT'lar için iyi çalışır, ancak Doppler etkisi manuel izlemeyi zorlaştırır. Hava-uydu anteni prototipi beklenenden daha iyi çalıştı ve başkaları tarafından inşa edilen bir dizi kopya önemli bir değişiklik gerektirmedi .

Chris Van Lint ve Tom Loeb sayesinde!, WAlVTA, bu projeyi tamamlamak için teknik veri sağlamak için, ve merhum Walt Maxwell, W2DU, yaptığı inceleme ve teknik değerlendirme için ve amatör uydu topluluğu ile yaptığı teknik uzmanlık paylaşımı için.

7 Uydu Referansları ve Bibliyografya

Kitaplar

G. Smith, WA4SXM, et al, *Amatör Uydular ile Başlarken,* mevcut AMSAT-NA at **www.amsat.org/shop/.**

Makaleler

P. Alvarez-Cienfuegos, EB4DKA ve J. Montana, EA4CYQ, "Daha İyi Bir Yol Çalışma Alçak Dünya Yörüngesi FM Uyduları ", *QST,* Şubat 2009, pp 41-43

L.B. Cebik, W4RNL, "Dairesel Polarize Hedefli Uydu Anteni", Anten Seçenekleri, *QEX, Eylül/Ekim* 2007, pp 51-56.

P. Antoniazzi, IW2ACD ve M. Arecco, IK2WAQ, "Faz 3E Uyduları için Düşük Profilli Sarmal Besleme: Sistem Simülasyonu Ve ölçümler ", *QEX, Mayıs/Haziran 2006*, pp 34-39 .

M. Spencer, WA8SME, "Bir Uydu İzleyici", *QST,* Eylül 2005, pp 64-67.

L. Smith, W5KQJ, "Küçük Antenler için Uygun Fiyatlı Az-El Konumlayıcı", *QST,* Jun 2003, pp 28-34 .

8 Dünya-Ay-Dünya (EME) İletişimi

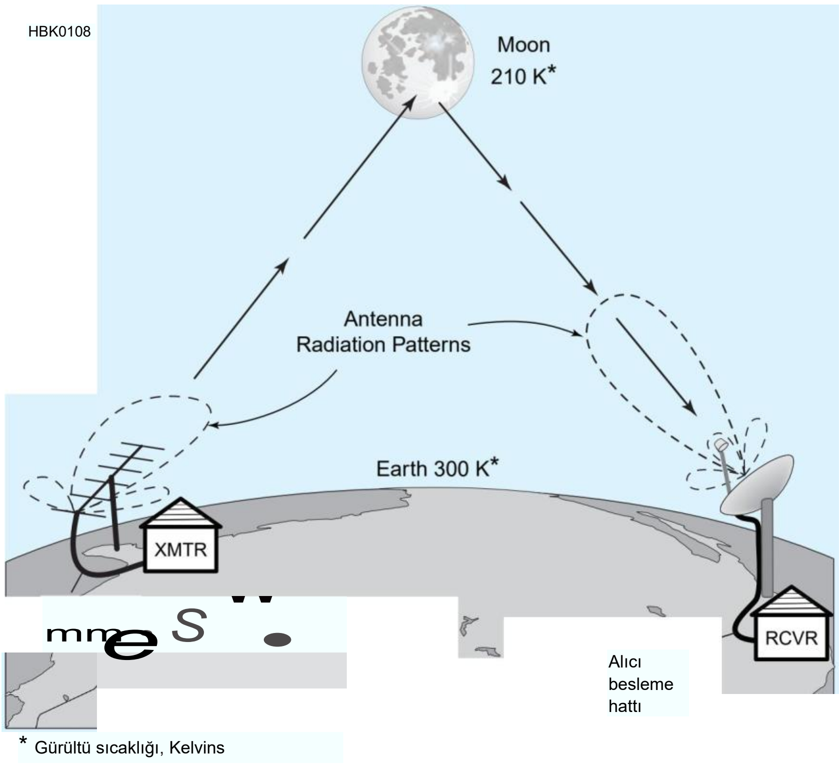
Moonbounce olarak da bilinen EME iletişimi, amatör alan iletişiminin popüler bir biçimi haline gelmiştir. EME kavramı basittir: Ay, Dünya'daki iki konum arasında iki yönlü iletişim için pasif bir yansıtıcı olarak kullanılır (bkz. **Şekil 61).** Yaklaşık yarım milyon mil **toplam yol uzunluğu ile,** EME nihai DX olarak kabul edilebilir. Çok büyük yol kayıpları büyük antenler, yüksek **güç** ve en iyi düşük gürültü alıcıları önerir; Bununla birlikte, modem kodlama ve modülasyon tekniklerinin benimsenmesi, bu gereksinimleri 20. yüzyıl - seviyelerinden önemli ölçüde azaltabilir. Buna rağmen, EME yolu üzerinden iletişim, sıra dışı istasyon tasarımı zorlukları sunar ve bunları karşılayabilenlere özel memnuniyet sunar.

8.1 Arka plan

EME doğal ve pasif bir yayılma olgusudur ve EME QSO'ları WAC, WAS, DXCC, WAZ ve VUCC ödüllerine sayılır. EME, VHF ve üstü bantları yeni bir frontierofworldwide DX'e açar.

Profesyonel gösterilerEME yeteneği WW II'den kısa bir süre sonra gerçekleştirildi. Amatörler, 1953'te EME yankılarının başarılı bir şekilde alınması ve 1960'larda 1296, 144 ve 432 MHz bantlarında yapılan öncü iki yönlü temaslarla çok geride değildi. İncreased EME aktivitesi ve diğer bantlara yapılan ilerlemeler, 1970'lerde, güvenilir düşük gürültülü yarı iletken cihazların mevcudiyeti ve Yagi dizilerinin tasarımındaki önemli gelişmeler ve parabolik yemekler için besleme antenleri sayesinde geldi. Bu eğilimler, 1980'lerde düşük gürültülü GaAsFET ve HEMT ön amplifikatörlerinin ve bilgisayar destekli anten tasarımlarının ortaya çıkmasıyla ve 2000'den sonra dijital tekniklerin tanıtılmasıyla daha da hızlandı. Kenar çubuğuna bakın, "Amatör EME Kilometre Taşları".

EME QSO'lar 28 MHz'den 47 GHz'e kadar tüm amatör bantlarda yapılmıştır. Birçok operatör VHF ve UHF bantlarının bir veya daha fazlasında DAC, WAS ve hatta DXCC yapmıştır. EME artık en ciddi VHF, UHF ve mikrodalga operatörlerinin elindedir.



Şekil 61 - (Tek yönlü) bir EME yolu için ana sistem bileşenlerinin şematik gösterimi. Bu örnek aynı zamanda, daha sonra bölümde ele alınan sistem gürültü sıcaklığına katkıda bulunan bazı faktörleri de göstermektedir.

Amatör EME Kilometre Taşları

1953	W3GKP ve W4AO, 144 MHz'de ay yankılarını tespit ediyor
1960	İlk amatör 2 yönlü **EME bağlantısı:** W6HB W1FZJ, 1296 MHz
1964	W6DNG OH1NL çalışır, 144 MHz
1964	KH6UK W1BU çalışır, 432 MHz
1970	WB6NMT W7CNK çalışır, 222 MHz
1970	W4HHK W3GKP çalışır, 2.3GHz
1972	W5WAX ve K5WVX çalışma WA5HNK ve W5SXD, 50 MHz
1987	W7CNK ve KA5JPD çalışma WA5TNY ve KD5RO, 3.4 GHz
1987	W7CNK ve KA5JPD çalışma WA5TNY ve KD5RO, 5.7 GHz
1988	K5JL WA5ETV, 902 MHz çalışır
1988	WA5VJB ve KF5N çalışma WA7CJO ve KY7B, 10 GHz
2001	W5LUA VE4MA çalışır, 24 GHz
2005	AD6FP, W5LUA ve VE4MA çalışma RW3BP, 47 GHz
2005	RU1AA SM2CEW çalışır, 28 MHz
2009	GD0TEP ZS6WAB çalışır, 70 MHz

9 EME Yayılımı

9.1 Yol kaybı

Boş uzayda yol kaybı, bir antenden uzaklaşırken bir radyo dalgasının küresel genişlemesinden başka bir şey değildir. Bir EME sinyali l/d olarak zayıflatılır mı? (Ters mesafe kare) Ay'a çeyrek milyon mil yol üzerinde, ve yine l/don dönüş yolculuğu olarak, net 1/d * yol kaybı için. Ayın yüzeyinde meydana gelen radyo dalgalarının genellikle "yansıtıldığı" söylenir, ancak aslında düzensiz ay yüzeyi tarafından kısmen emilir ve kısmen dağılır. Alınan gücün iletilen güce oranı olarak EME yol kaybını veren tam bir ifade, yolun her bir ucundaki assummg izotropik antenler,

r- nr4 21 2 (1)
64 nd '

nerede

r ayın yarıçapı dalga boyudur
d Ay'a olan uzaklık
n, ay yansıma katsayısıdır.

Bu bölümde, boyutsuz oranları belirtmek için küçük harflerin konvansiyonunu ve dB'de eşdeğer değerler vermek için karşılık gelen büyük harfleri kullanıyoruz. Böylece, dB'deki EME yol kaybı, izotropik antenler için ifade ile verilir.

r2 ™2 i L = 10lg (= 10 W &] 74a7a) (2)
(

İnserting değerleri r = 1.738 x 10 ° m, d = 3.844 x 10 ° mandn = 0.065, başlıca amatör EME bantları için Tablo 7'de belirtilen ortalama yol kayıplarını verir. Bu çok büyük zayıflamaların üstesinden gelme ihtiyacı elbette EME'nin bu kadar zorlu olmasının ana nedenidir. Ay'ın yörüngesi bir elipstir ve uzaklığı her ay ± %6,8 oranında değişir. Denklemler (1) ve (2)'deki ters dördüncü güç yasası nedeniyle, bu değişiklik, frekanstan bağımsız olarak, lunar mesafenin uç noktalarında ± 1.1 dB'lik yol kaybı varyasyonlarına neden olur. Radyo dalgalarının yansıması elbette Ay'ın optik evrelerinden etkilenmez.

Yol kaybının 12'ye bağımlılığı, EME'nin - 1296 MHz'de 144 MHz'den yaklaşık 20 dB daha zor olması gerektiğini göstermektedir. Ancak bu sonuç, izotropik antenlerin varsayımı nedeniyle yanıltıcıdır. Eğer biri, g ve g kazanç antenlerini iletmeyi ve almayı kullanırsa, oranlar olarak ifade edilirse, bir ay yankısı olarak alınan beklenen güç Pr, ürün olarak yazılabilir.

$$p_r = p_t g_t g_r \ell \quad (3)$$

Pt iletilen güçtür. Bir antenin gücü için standart ifade

Tablo 7

İsotropik Antenlerle İki Yönlü EME Yol Kaybı

Frekans (MHz)	*Ortalama yol kaybı (dB)*
50	-242.9
144	-252.1
222	-255.8
432	-261.6
902	-268.0
1296	-271.2
2304	-276.2
3456	-279.7
5760	-284.1
10368	-289.2
24048	-293.5

gamn

g = 4nA/R

Burada a etkili açıklık veya toplama alanıdır. Bu nedenle dBi cinsinden kazanç (izotropik bir anten üzerinden dB) şu şekilde yazılabilir:

G = 10log (47A/P)

Bazı referans gücüne göre dB cinsinden ifade edilen P ve P ile, örneğin 1 W,

$$P_r = P_t + G_t + L + G_r \quad (4)$$

Bu nedenle, bir parabolik çanak veya etkili -frontal alan A Yagi dizisi gibi sabit bir anten boyutu varsayıldığında, frekans bağımlılığı tersine çevrilir: Belirli bir iletilen güç için, ay yankıları 20 dB daha zayıf yerine, frekanstaki her on yıllık artış için 20 dB daha güçlü olacaktır. Çoğu pratik durum, bu iki aşırı frekans bağımlılığı arasında bir yere düşer.

Forreasons, aşağıda ayrıntılı olarak açıklanmıştır, amatör EME iletişimi, 144 MHz'den 10 GHz'e kadar yaklaşık yirmi yıllık frekansta kabaca karşılaştırılabilir zorluk dereceleriyle mümkündür. Şaşırtıcı olmayan bir şekilde, bu geniş frekans aralığının alt ve üst uçlarında başarılı bir EME yapmak için bazı çok farklı tekniklere hakim olunması gerekir - bu nedenle EME için son bant (lar) seçimi genellikle bireysel bir operatörün çıkarları, becerileri ve kaynakları tarafından belirlenir .

9.2 Yankı Gecikmesi ve Zaman Yayılması

Radyo dalgaları c hızında yayılır, ışık hızında, neredeyse 3x 10'a eşittir[8] *mis.* Ay ve geri yayılma süresi bu nedenle 2d/c orabout2.4 sat perigee, 2. Apojede 7 s ve ortalama 2,56 s. Ay neredeyse küreseldir ve yarıçapı r/c = 5.8 ms dalga seyahat süresine karşılık gelir. Ay diskinin kenarına yakın düzensiz yüzey özelliklerinden yansıyan bir yankının arka kısımları, bu değerin iki katı kadar ön kenardan geciktirilir. Pratik olarak, Ay yüzeyinin çoğu amatör EME için kullanılan radyo dalga boylarında nispeten pürüzsüz görünür. Bu nedenle Ay yansımaları, parlak bir bilyalı yatak gibi quasispecular ve iletişim için yararlı güç çoğunlukla diskin merkezine yakın küçük bir bölgeden yansıtılır. VHF ve UHF frekanslarında, bir ekonun etkili zaman yayılımı 0,1 ms'den fazla değildir.

Pürüzsüz bir yüzeyden gelen yansıma doğrusal polarizasyonu korur ve dairesel polarizasyon hissini tersine çevirir. Daha kısa dalga boylarında ay yüzeyi giderek daha kaba görünür, bu nedenle 10 GHz ve üzerindeki yansımalar önemli bir dağınık bileşen ve yarı-speküler bir bileşen içerir. Dağınık bileşen depolarize edilir ve önemli kısımları ay kenarına doğru daha uzak bölgelerden kaynaklanır. Medyan zaman yayılımı daha sonra birkaç milisaniye kadar olabilir. Bununla birlikte, tüm pratik durumlarda, dijital EME için yaygın olarak kullanılan yavaş anahtarlı modülasyonlarda CW anahtarlamasının veya intersimbol müdahalesinin önemli ölçüde bulaşmasına neden olmayacak kadar küçük 1s yayılma zamanı.

Zaman yayılımının çok önemli bir etkisi vardır. Ay yüzeyinin farklı bölgelerinden yansıyan sinyal bileşenleri farklı mesafeler kat eder ve rastgele faz ilişkileri ile Dünya'ya ulaşır. Verici istasyonun göreceli geometrisi, alıcı istasyon ve yansıtıcı ay yüzeyi değiştikçe, sinyal bileşenleri bazen büyük genlik dalgalanmaları yaratarak bazen ekleyebilir ve bazen iptal edebilir. Genellikle *librasyon solması olarak adlandırılan bu* genlik varyasyonları, zaman yayılımının tersi olan birkaç kHz'lik bir tutarlılık bant genişliği üzerinde iyi bir şekilde ilişkilendirilecektir.

9.3 Doppler Kayması ve Frekans Yayılması

EME sinyalleri ayrıca Dünya ve Ay'ın göreceli hareketlerinden kaynaklanan Doppler kaymalarından da etkilenir. Alınan frekanslar iletilenlerden daha yüksek veya daha düşük olabilir; Değişim, frekans ve toplam yol uzunluğunun vericiden alıcıya değişim oranı ile orantılıdır. Söz konusu hızlara genellikle ekvatorda yaklaşık 460 *mil olan Dünya'nın dönüşü hakimdir.* Kendi kendine yankı veya "radar" yolu için, frekans kayması maksimum ve pozitif olacaktır.

Ay doğarken, Ay yerel meridyeni (kuzey-güney hattı) geçerken sıfıra düşüyor ve ay setinde maksimum negatif değer. Kaymaların büyüklüğü, istasyon enlemine, Ay'ın sapmasına ve diğer geometrik faktörlere bağlıdır. Farklı - coğrafi bölgelerdeki iki istasyon için karşılıklı Doppler kayması, bireysel (tek yönlü) kaymaların toplamıdır. Maksimum değerler 144 MHz'de 440 Hz, 1296 MHz'de 4 kHz ve 10 GHz'de 30 kHz civarındadır. (Doppler kayması ve EME iletişimi üzerindeki etkisi hakkında daha fazla bilgi için çevrimiçi ek materyalde "Şeytani Doppler" K2UYH Al Katz'ın makalesine bakın.)

Ay yüzeyindeki farklı yansıma noktaları farklı zaman gecikmeleri ürettiği gibi, farklı Doppler kaymaları da üretir. Ay'ın dönüşü ve yörünge hareketi senkronize edilir, böylece yaklaşık olarak aynı yüz her zaman Dünya'ya doğru olur. Yörünge eksantriktir, bu nedenle yörünge hızı değişir; Dönme hızı değişmediğinden, Dünya'daki bir gözlemci, Ay'ın ileri geri "sallandığını" görür.

Diğer boyut değişiklikleri, Dünya ve Ay'ın yörünge düzlemleri arasındaki 5, 1 ° eğimden kaynaklanır. Ortaya çıkan toplam görüş mesafesi hız farkları yaklaşık 0.2 mis olup, 144 MHz'de 0.2 Hz'lik bir frekans yayılmasına neden olur. Tüm Doppler etkileri gibi, bu kaymalar frekansla ölçeklenir. Bununla birlikte, ölçülen frekans yayılma değerleri, ilk güce frekanstan biraz daha hızlı artar, çünkü ay yüzeyinin daha büyük bir kısmı, daha yüksek frekanslarda yankı gücüne önemli ölçüde katkıda bulunur. Doğrusal ölçeklendirme, frekansın 10 GHz'de 15 Hz civarında yayıldığını gösterecektir, ancak ölçümler birkaç kat daha büyük olduğunu göstermektedir.

Bir iletişim mühendisliği bakış açısından, librasyon solması, iyonosferik skywave, troposferik dağılım ve binalardan, ağaçlardan veya dağlardan yansımaları olan arazi çok yollu kanalları gibi çoklu sinyal yollarını içeren herhangi bir radyo kanalında gözlemlenen Rayleigh solmasının bir başka örneğidir. Sinyal solmasına neden olan interferans etkileri, zaman yayılımının yanı sıra frekans yayılımına da bağlıdır. Sinyal genlikleri yakın! Frekans yayılımının tersi tarafından verilen bir tutarlılık süresi boyunca y sabiti. Genel olarak, solma oranları Ay yerel meridyene yakın olduğunda en yüksek (en kısa uyumluluk süreleri) ve en düşük ay doğumu ve ay kümesine yakın olduğunda. Ayrıca Ay'ın eliptik yörüngesindeki konumuna da bağlıdır.

Tipik uyumluluk süreleri 144 MHz'de birkaç saniye, 1296 MHz'de saniyenin onda biri ve 10 GHz'de 20 ms'dir. 144 MHz'de, birkaç saniye süren yoğunluk zirveleri birkaç ardışık CW karakterinin kopyalanmasına yardımcı olabilir, ancak 432 MHz'de zirvelerin ve düşmelerin zaman çizelgesi tek karakterlerinkine daha yakındır. 1296 MHz'de solma oranları genellikle CW karakterlerinin ciddi şekilde doğrandığı şekildedir.

Görünüşte birkaç dit'e dönüştürülmüş çizgilerle; 10 GHz'deki son derece hızlı solma, sinyallere neredeyse "auroral'bir ton verebilir. Yetenekli operatörler, bu tür etkilerle ellerinden geldiğince başa çıkmayı öğrenmelidir. Aşağıda açıklandığı gibi, modem dijital teknikleri, - marjinal, hızla solan EME sinyallerinde kopyanın güvenilirliğini önemli ölçüde artırmak için mesaj senkronizasyonunun yanı sıra hata düzeltme kodlarını ve diğer çeşitlilik tekniklerini kullanabilir.

9.4 Atmosferik ve İyonosferik Etkiler

Dünya'nın troposferindeki yayılma kayıpları VHF ve UHF'de ihmal edilebilir, ancak yağmur zayıflaması 5 GHz'in üzerinde önemli bir faktör olabilir. Gelişmiş karasal yayılım üreten türden troposferik kanallar sinyalleri bükebilir, böylece EME'ye giden optimum ışın, Ay'ın merkezinden uzağa yönlendirilir. Normal koşullar altında bile, Ay görünür ufkun biraz altında olduğunda radyo yankılarına izin verecek kadar kırılma meydana gelir. Uygulamada, bu problemler genellikle yakındaki ağaçların veya binaların tıkanması, antenin ana kirişindeki sıcak Dünya'dan gelen gürültünün artması ve insan yapımı parazit gibi çok düşük kotlarda EME yapmanın diğer komplikasyonları tarafından gölgede bırakılır.

Dünya'nın iyonosferi, EME için önemli olabilecek çeşitli yayılma etkilerine neden olur. Bu fenomenler, düşük kotlarda artan iyonosferik tabaka boyunca eğik mesafeye bağlıdır. 10 ° yükseklikte, gündüz iyonosferindeki zayıflama genellikle 144 MHz'de 0.5 dB'den azdır ve gece değerleri en az 10 kat daha düşüktür. Bu sayılar frekans karesi olarak ters ölçeklenir, bu nedenle iyonosferik emilim EME amaçları için çoğunlukla ihmal edilebilir. İstisnalar 50 MHz'de ve daha yüksek frekanslarda bozulmuş iyonosferik koşullar altında ortaya çıkabilir. İyonosferik kırılma, 50 MHz'de, çok düşük yükseklerde de önemli olabilir. İyonosferik sintilasyonlar (Dünya atmosferindeki yıldızların "parlamasına" benzer şekilde), VHF ve UHF'de, özellikle gece jeomanyetik ekvatoral bölgeye veya auroral bölgelere nüfuz eden EME yollarında önemli etkiler gösterebilir. Yine, bozulmuş iyonosferik koşullar etkileri büyütür. Çok yollu zaman yayılımı çok küçüktür, bir mikrosaniyeden daha azdır, frekans yayılımı ve solma hızı fraksiyonel hertz ila birkaç hertz aralığında olabilir. Bu sintilasyonlar, Dünya dönüşü ve ay kütüphaneleri tarafından üretilen solma oranlarını artırabilir.

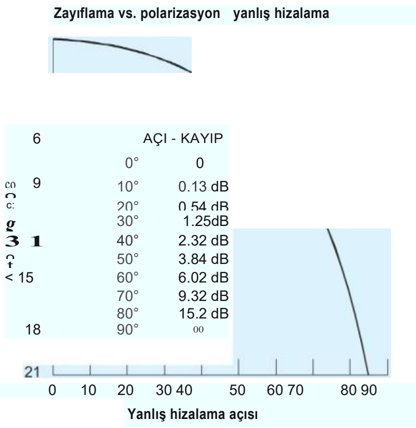
Çok daha önemlisi, iyonosferdeki Faraday rotasyonunun etkisidir. Doğrusal polarize bir - dalga, polarizasyon düzleminin yerel serbest elektron yoğunluğu ile orantılı olarak döndüğünü görecektir.

Dünya'nın manyetik alanı ve dalga boyunun karesi. Bu nedenle etki, ekvatordan uzakta ve düşük frekanslardaki istasyonlar için gündüz saatlerinde en büyüktür. Gelen bir dalganın polarizasyon açısı ile alıcı antenin polarizasyon açısı arasındaki D0 uyumsuzluğu, alınan sinyal gücünü bir miktar azaltacaktır çünkü D0. **Şekil 62'de gösterildiği gibi,** yanlış hizalama 45 °'yi aştığında polarizasyon kayıpları hızla artar .

P bağımlılığı nedeniyle, Faraday rotasyonu genellikle EME işlemi için sadece 432 MHz ve altında önemlidir. Etki, giden bir sinyal ve geri dönen yankısı için kümülatiftir, bu nedenle aynı doğrusal polarize antenle ileten ve alan bir istasyon, toplam Faraday dönüşü 90 °'lik tek bir integral katına yakın olduğunda kendi yankılarının kaybolduğunu görecektir. Gündüz iyonosferdeki Faraday rotasyonu, 432 MHz'de tam bir tum ve 144MHz'de birçok dönüş kadar olabilir. MHz At432 rotasyon birkaç saat boyunca esasen sabit olabilir; Alt bantlarda 30 dakika veya daha kısa sürede önemli değişiklikler meydana gelebilir. Varyasyonlar özellikle iyonlaşma seviyelerinin hızla değiştiği yolun bir ucunda gün doğumu veya gün batımı yakınında fark edilir .

Dünya'nın küresel şekli, yatay (veya diğer yerel olarak referans verilen) polarizasyon açısına sahip bir anten tarafından yayılan veya alınan bir dalganın uzaydaki yönünü belirler. Aşağıda ayrıntılı olarak tartışıldığı gibi, Faraday rotasyonu ile birleştirildiğinde, bu etki sabit-doğrusal-polarizasyon antenlerinin kullanıcılarının belirgin tek yönlü yayılım yaşamasına neden olabilir .

Ay'ın pürüzlü yüzeyinden yansıyan bir polarize radyo sinyali kısmen diğer polarizasyon durumlarına dağılır ve bozulmuş bir iyonosfer bazen polarizasyon açılarının bir karışımını üretebilir. Sonuç olarak, 90 ° polarizasyon yanlış hizalama nedeniyle solma -



Şekil 62 - Bir alıcı antenin polarizasyon açısı ile doğrusal polarize bir sinyalin yanlış hizalanmasından kaynaklanan zayıflama. 45 °'den büyük hizalama hataları için zayıflama hızla artar .

Mentler her zaman derin uçlar üretmezler. Ölçümler, UHF ve altında, çapraz polarize dağınık sinyalin genellikle ana değerin 15 dB veya daha altında olduğunu göstermektedir. Kutuplaşma. Öte yandan, ay yüzeyinin dalga boyu açısından daha kaba olduğu 10 GHz ve daha yüksek değerlerde, çapraz polarize - dağınık yankılar sadece birkaç dB olabilir. Temel altında polarizasyon yansıtılır. Bu yorumlar hem doğrusal hem de dairesel polarizasyon için geçerlidir.

10 Temel sınırlar

10.1 Arka plan gürültüsü

EME sinyalleri her zaman zayıftır, bu nedenle sinyal-gürültü oranı hususları çok önemlidir. (Gürültü, **RF Teknikleri** bölümünde de tartışılmaktadır.) Alınan bir sinyal, alıcıda üretilen gürültünün yanı sıra, sıcak Dünya, atmosfer, ay yüzeyi, dağınık galaktik ve kozmik arka plan ve muhtemelen güneş ve diğer kaynaklardan gelen katkılar da dahil olmak üzere anten tarafından toplanan gürültüyle rekabet eder. (Şekil 61'e bakın ve Dünya'nın hemen üzerine sıcak bir atmosfer, Ay'ın ötesinde bir yerde güneş ve tüm gökyüzünü dolduran daha büyük mesafelerde galaktik ve ekstragalaktik gürültü kaynakları eklemeyi düşünün.)İf P_n, dBW cinsinden ifade edilen tüm bu tür gürültü kaynaklarından toplanan toplam gürültü gücüdür, EME bağlantısının beklenen sinyal-tonoise oranını şu şekilde verilir

SNR = P, -P "= P, + G, + L + G, - P, (5)

İzotropik yol kaybı L esas olarak bir frekans bandı seçimi ile sabitlendiğinden (Tablo 7), sinyal-gürültü oranının optimize edilmesi genellikle P'yi en üst düzeye çıkarmak ve P'yi en aza indirmek için tasarlanmış takasları içerir - elbette maliyet, boyut, sürdürülebilirlik ve lisanslama kısıtlamaları gibi pratik hususlara tabidir.

İt, P_n (dBW cinsinden) eşdeğer bir sistem gürültü sıcaklığı T _ in kelvins (K), alıcı bant genişliği B in Hz ve Boltzmann sabiti k = 1.38 x 1023J K 'cinsinden ifade etmek için uygundur:

P, = 10 log (kT, B) (6)

Sistem gürültü sıcaklığı tum olarak şöyle yazılabilir

$T_s = T_r + T_a$ (7)

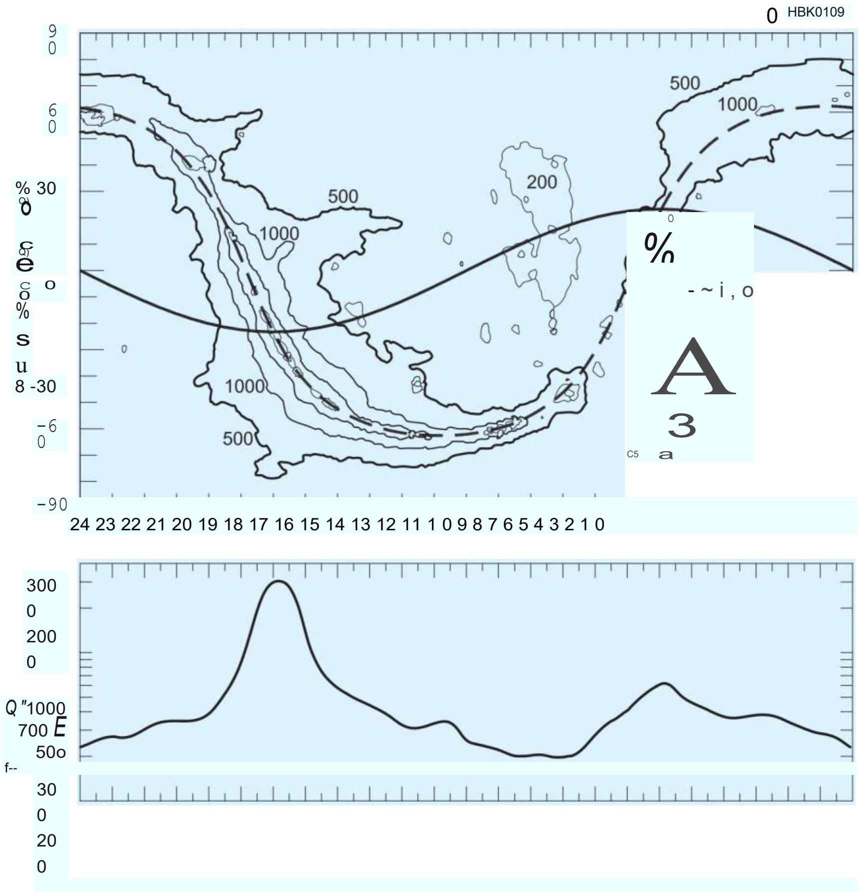
Burada Tr, dB'de yaygın olarak alıntılanan gürültü figürü (NF) ile ilgili alıcı gürültü sıcaklığıdır.

T, = 290 (1091NF **1)** (8)

Anten sıcaklığı Ta, anten deseni tarafından ağırlıklandırılan görüş alanındaki tüm gürültü kaynaklarının katkılarını içerir. Ay yüzeyi yaklaşık 210 K sıcaklığa sahiptir; Amatör EME için kullanılan antenlerin çoğu,

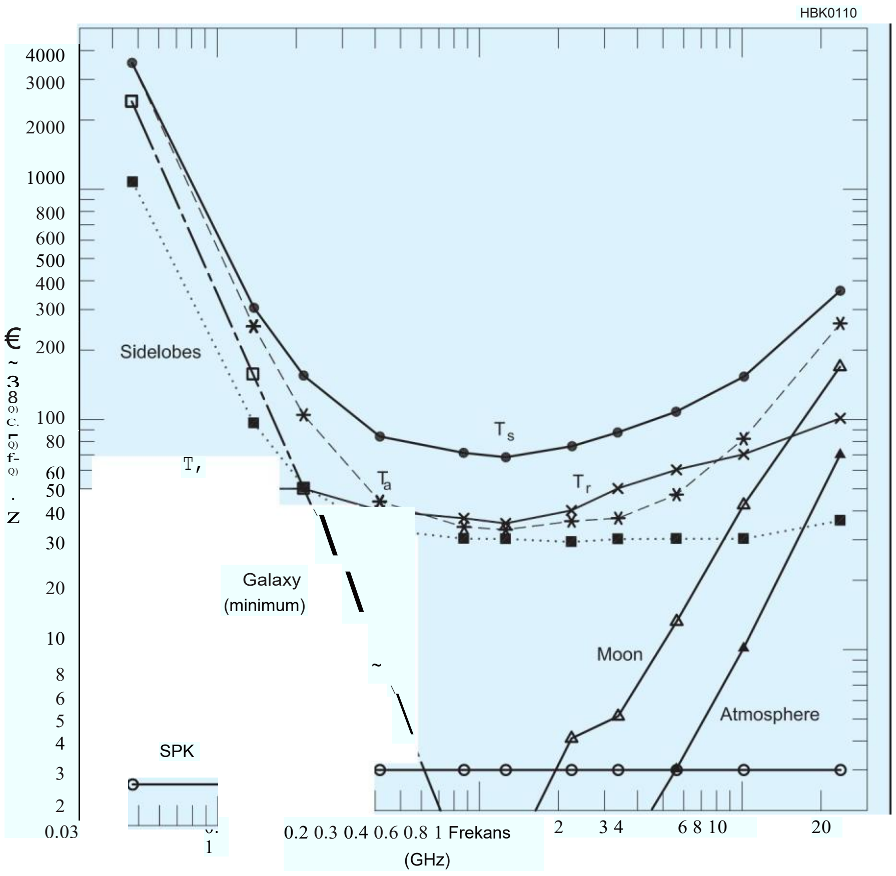
Tablo 8
Sistem Gürültü Sıcaklığına Tipik Katkılar

Freq (MHz)	*SPK* (K)	*Atm* (K)	*Ay* (K)	*Gal* (K)	*Yan* (K)	*T,* (K)	*T,* (K)	*7* (K)
50	3	0	0	2400	1100	3500	50	3500
144	3	0	0	160	100	260	50	310
222	3	0	0	50	50	100	50	150
432	3	0	0	9	33	45	40	85
902	3	0	1	1	30	35	35	70
1296	3	0	2	0	30	35	35	70
2304	3	0	4	0	30	37	40	77
3456	3	1	5	0	30	40	50	90
5760	3	3	13	0	30	50	60	110
10368	3	10	42	0	30	85	75	160
24048	3	70	170	0	36	260	100	360



Şekil 63 - ***Üst: Gökyüzü*** **arka plan sıcaklığının tüm gökyüzü kontur haritası 144 MHz. Kesikli eğri Galaksimizin düzlemini gösterir, Samanyolu; Katı sinüzoidal eğri ekliptiğin düzlemidir. Güneş bir yıl içinde ekliptik boyunca bir yol izler; Ay her ay yaklaşık olarak ekliptik boyunca (± 5 °) hareket eder . Harita konturları 200.500, 1000, 2000 ve 5000 K gürültü sıcaklıklarındadır.** ***Alt :*** **Ekliptik boyunca 144 MHz'de gökyüzü arka plan sıcaklığının tek boyutlu grafiği, etkili bir ışın genişliğine 15 ° düzeltildi .**

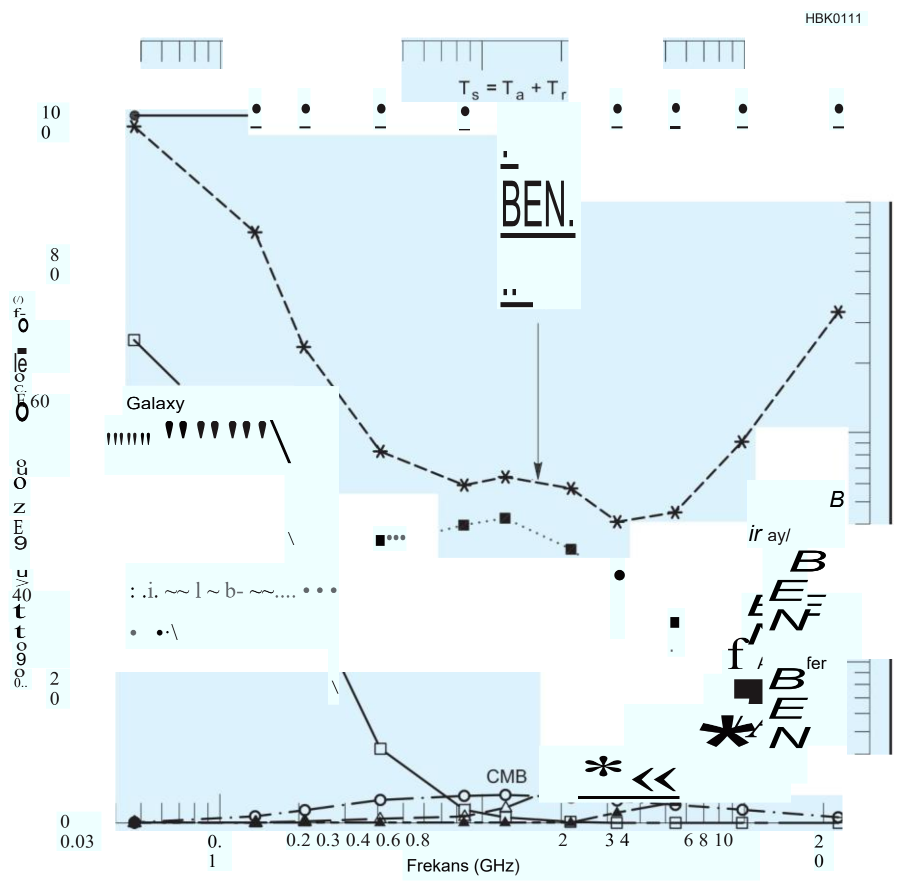
Şekil 64 - Sistem **gürültü sıcaklığına tipik katkılar T _ frekans fonksiyonu olarak. Çeşitli gürültü kaynaklarının tanımları ve açıklamaları için metne bakın .**



Ay'ın açısal boyutunun yanı sıra sideloblar, Ay'ın etkisi seyreltilecek ve diğer kaynaklardan da gürültü alınacaktır. Sideloblar, ana kirişten birçok dB aşağı olsa bile önemlidir, çünkü toplam katı açıları büyüktür ve bu nedenle önemli miktarda istenmeyen gürültü gücü toplayabilirler.

VHF'de en önemli gürültü kaynağı Galaksimiz Samanyolu'ndan yayılan arka plan radyasyonudur. 144 MHz'de noise sıcaklığın tüm gökyüzü haritası, **Şekil 63'ün üst panelinde sunulmaktadır. Bu** gürültü Galaksi düzlemi boyunca ve galaktik merkeze doğru en güçlüdür. Galaktik gürültü frekans olarak -2.6 gücüne kadar ölçeklenir, bu nedenle 50 MHz'de Şekil 63'teki sıcaklıklar yaklaşık 15 ile çarpılmalı ve 432'de 17'ye bölünmelidir. 1296 MHz ve üzerinde galaktik gürültü çoğu yönde ihmal edilebilir. Her ay boyunca Ay, ekliptiğe yakın duran sağdan sola bir yol izler, Şekil 63'te çizilen pürüzsüz katı eğri. Bu nedenle Ay'ın arkasındaki gökyüzü arka plan sıcaklığı, Dünya'daki coğrafi konumdan bağımsız olarak, Şekil 63'ün alt panelinde gösterildiği gibi yaklaşık olarak değişir. Her ay yaklaşık beş gün boyunca, Ay sağ yükselişe 18 saat ve sapma -28 °'ye yaklaştığında, Ay'a yakın VHF gökyüzü arka plan sıcaklıkları ortalama değerlerinin 10 katı kadardır ve VHF bantlarındaki EME koşulları zayıftır .

Tanım olarak Güneş, ekliptik boyunca hareket etmek için Dünya'daki bir gözlemciye de görünür ve gün boyunca Ay güneşe yakınsa veya antenin sideloblari telaffuz ederse, solarnoise önemli ölçüde P n'ye eklenebilir. - Yaklaşık 5 GHz'den daha büyük frekanslarda, Dünya atmosferi de önemli ölçüde katkıda bulunur. Frekanstan bağımsız olarak 3 K'lık nihai bir gürültü tabanı, tüm alanı dolduran kozmik arka plan radyasyonu tarafından ayarlanır. 50 MHz ila 24 GHz arasındaki amatör bantlar için sistem gürültü sıcaklığına önemli katkıların pratik bir özeti, bir sonraki bölümde tartışılan Tablo 8 ve Şekil 64 ve Şekil 65'te sunulmuştur.



Şekil 65 - **Frekansın bir fonksiyonu olarak sistem gürültü sıcaklığına yüzde katkıları.**

10.2 Anten ve Güç Gereksinimleri

Şimdiye kadar açıklanan temel koşullar, 100 MHz ila 10 GHz arasındaki frekansların EME ve uzay iletişimi için en uygun seçenekler olmasını sağlar. Bu bölgede ve biraz ötesinde, çok çeşitli yayılma etkileri ve ekipman gereksinimleri, EME meraklıları için büyüleyici bir dizi zorluk ve fırsat sunar. Karasal HF ve VHF yayılımında karşılaşılan muazzam yol kaybı değişkenliği EME çalışmasında meydana gelmez ve kalan, daha küçük varyasyonların bazıları - örneğin, değişen ay mesafesinden ve farklı gökyüzü arka plan sıcaklıklarından kaynaklananlar - tahmin edilebilir. Bu nedenle, her amatör bantta EME iletişimi için gereken minimum anten boyutlarını ve verici güçlerini bir miktar güvenle tahmin edebiliriz.

Bu görev için gerekli bilgiler Tablo 8 ve Şekil 64 ve 65'te özetlenmiştir. Tablonun 2 ila 6 arasındaki sütunları, kozmik mikrodalga arka planından (CMB), Dünya'nın atmosferinden, Ay'ın sıcak yüzeyinden, ana anten ışınından giren galaktik gürültüden ve gökyüzünden ve bir antenin yanından ve arka loblarından gelen zemin gürültüsünden sistem gürültü sıcaklığına tipik katkılar sağlar. Anten sıcaklığı T ", tüm bu katkıların bir kombinasyonudur, uygun şekilde anten deseni ile ağırlıklandırılır; Sistem gürültü sıcaklığı T _ daha sonra anten terminallerine atıfta bulunan T've alıcı gürültü sıcaklığı T'nin toplamıdır. Tablo 8'deki sayılar, önceki bölümde açıklanan temellere ve 2009 yılında iyi amatör uygulamalara uygun olan varsayımsal antenlere ve alıcılara dayanmaktadır; İki önemli figüre yuvarlandılar. Bu sayılardan biraz daha iyisini yapmak mümkündür - örneğin, daha düşük sidelobe yanıtlı antenler veya daha düşük gürültü rakamına sahip prepreamplifikatörler inşa ederek - ama kolay değil !

Şekil 64'teki en üst eğri, 100 MHz ila 10 GHz arasındaki frekans aralığının neden EME iletişimi için optimum olduğunu açıkça göstermektedir. Şekil 65, T _'nin daha fazla azaltılmasının düşük T'den veya anten yan oblarının daha iyi bastırılmasından gelmesi gerektiğini göstermektedir. Ana ışınınıza giren CMB, atmosfer, Ay veya Galaksiden gelen gürültü hakkında yapabileceğiniz hiçbir şey yok! Karşılaştırma için, en iyi profesyonel alıcı ekipman, 1-2 GHz bölgesinde 20 Kin civarında sistem gürültü sıcaklıklarına ulaşır - mevcut amatör uygulamadan sadece birkaç dB daha iyidir. Bu sistemler genellikle kriyojenik alıcılar ve yan lobların daha iyi bastırılmasını sağlayabilen çok büyük çanak antenler kullanır .

Sistem gürültü sıcaklığı için makul hedef rakamları belirledikten sonra, şimdi EME özellikli bir sistem için minimum anten ve güç gereksinimlerini tahmin etmeye devam

Her amatör grupta istasyon. Denklemlerin (5) ve (6) yeniden düzenlenmesi, dBW'de verici gücü P için aşağıdaki ilişkiyi verir:

P, = SNR -G, - G, - L + 10 log (kT, B) (9)

L ve T değerleri, Tablo 7 ve 8'den her amatör grup için alınabilir. Açıklama amaçlı olarak, SNR = 3 dB ve B = 50 Hz, marjinal bir CW sinyalini kopyalayan iyi bir insan operatörü için uygun değerleri varsayalım. (50 Hz etkili bant genişliği, gerçek bir donanım veya yazılım filtresi tarafından veya daha yaygın olarak operatörün "kulak ve beyin" filtresi tarafından, alıcı-vericide daha geniş bir filtre ile birlikte kullanılabilir.) Antenler için, 50 ila 432 MHz bantları için dört uzun Yagis koyları, 1296 ve 2304 MHz'de 3 m çapında parabolik tabaklar ve daha yüksek bantlarda 2 m tabaklar alacağız. Temsili kazanımlar ve bu tür antenler için yarı güç demet genişlikleri **Tablo 9'un 3. ve 4. sütunlarında listelenmiştir.** Sütun 5 daha sonra gerekli vericiyi verir Watt cinsinden güç, iki önemli rakama yuvarlanır.

Bu temel yeteneklere sahip bir istasyon, EME yol kayıplarının üstesinden gelme kabiliyeti açısından kendi kendine yeterli olmalı ve böylece kendi EME yankılarını duyabilmeli ve benzer şekilde donatılmış diğer EME istasyonlarıyla CW kontakları kurabilmelidir. Verici gücünün belirtilen minimum değerlerinin besleme hattı kayıplarına izin vermediğini unutmayın; Ayrıca, 50 Hz bant genişliğinde SNR = 3 dB olan bir CW sinyali "koltuk kopyasını" temsil etmez. En yüksek frekanslarda, osilatör kararlılığı ve Doppler yayılımı sorunları varsayımı yapabilir

Tablo 9
CW EME için Tipik Anten ve Güç Gereksinimleri

Freq (MHz)	*Karınca Tür '*	*G (dBi)*	*HPBW (deg)*	*TxPwr (W)*
50	4x12 m	19,7	18.8	1200
144	4x6 m	21.0	15.4	500
432	4x6 m	25.0	10.5	250
1296	3 m	29.5	5.5	160
2304	3 m	34.5	3.1	60
3456	2 m	34.8	3.0	12
5760	2 m	39.2	1.8	0
10368	2m	44.3	1.0	60
				25

[1]50, 144 ve 432 MHz için örnek antenler, belirtilen uzunluklara sahip Yagi dizileridir; 1296 MHz ve daha yüksek olanlar, belirtilen çaptaki parabolik tabaklardır.



Şekil 66 - DL1VPL tarafından 144 MHz'de DXCC'yi tamamlamak için kullanılan 12 elemanlı Yagi.

50 Hz bant genişliği gerçekçi olmayan bir şekilde dardır, bu nedenle biraz daha fazla güç veya daha büyük bir anten gerektirir. Öte yandan, daha düşük güç ve daha küçük antenler, tablodakilerden daha fazla kapasiteye sahip çalışma istasyonları için yeterli olabilir.

Diğer faktörler, en azından bazı zamanlarda başarılı EME için gereken minimum güç veya anten kazanımlarını azaltabilir. Özellikle düşük ay yüksekliklerinde 50 ve 144 MHz'de etkili olan bir olasılık, anteninizin önündeki makul derecede pürüzsüz zeminden (veya daha iyisi, sudan) yansımalardan yararlanmaktır. Genellikle *zemin kazancı olarak adlandırılan* bu yansımalar, yansımaların doğrudan sinyalle fazda olduğu yüksekliklerde bir antenin etkili kazancına 6 dB kadar ekleyebilir. Diğer bir olasılık, Morse kodlu CW tarafından sağlanandan daha verimli kodlama ve modülasyon şemaları kullanılmaktır.

10.3 Kodlama ve Modülasyon

Açma-kapama anahtarlamalı (OOK) uluslararası Mors kodu mükemmel bir genel amaçlı iletişim modudur. Uygulanması kolaydır ve zayıf sinyal koşullarında iyi performans gösterir. CW için EME çalışma prosedürleri genellikle çoklu tekrarlar içerir, böylece minimum minimum QSO'nun temel parçaları sinyal zirvelerine kopyalanan parçalardan birleştirilebilir. Modem iletişim teorisi

Modülasyon şemalarına, OOK'dan önemli ölçüde daha verimli, Morse'dan daha iyi kodlara ve basit tekrarlamadan daha etkili hata kontrol yöntemlerine doğru yol gösterir. Bu fikirlerle yapılan amatör deneyler, VHF, UHF ve mikrodalga bantlarında dijital EME'nin mevcut popülerliğine yol açmıştır. Genel olarak, zayıf sinyallerle temel iletişim için tasarlanmış verimli bir dijital mod, kullanıcı mesajlarını kompakt bir forma sıkıştırır ve daha sonra matematiksel olarak tanımlanmış bir hata düzeltme kodu (ECC) şeklinde artıklık ekler. Bu tür kodlar, iletimin önemli bir kısmı kaybolduğunda veya bozulduğunda bile, tam mesajların yüksek güvenle kurtarılmasını sağlayabilir.

Bir dizi farklı kaynak, böyle bir modun CW üzerinden geliştirilmiş performansına katkıda bulunabilir. Multitone FSK (MFSK), kısmen OOK'dan daha verimli bir modülasyondur, çünkü alınan her sembol kabaca tek bir nokta veya çizgi yerine tam bir karakterin eşdeğeridir. Eşdeğer mesajlar için, MFSK bu nedenle CW'den çok daha yavaş anahtarlanabilir ve çok daha küçük bir bant genişliğinde algılanabilir. Mors kodu - karakter düzeyinde kendi kendini senkronize eder (bir sinyal harflerin tanınması için yeterince güçlüyse), ancak bir Mors iletimi - tüm mesajı senkronize etmek için yararlı bir bilgi içermez. Bu gerçek, tekrar tekrar gönderilen bir CW mesajının kopyalanmış parçalarını bir araya getirmeyi zorlaştırır. Çalışma Prosedürleri bölümünde daha sonra tartışıldığı gibi, KlJT'nin yazılım paketi *WSJT-X,* HF ve VHF/UHF/mikrodalgalar üzerinde düşük SNR iletişimi için birkaç MFSK modu içerir. Daha fazla bilgi **Dijital Protokoller ve Modlar bölümünde** ve **fizikte mevcuttur. princeton.edu/pulsar/kljt/wsjt.html.** Ayrıca bu bölümde daha sonra kenar çubuğuna bakın, "EME için Bilgi İşlem ve İnternet Kaynakları".

Aksine, ECC ile senkronize edilmiş bir dijital iletim, mesajın tamamını, başarılı kod çözmenin, mesajın tam bilgi içeriğini, her şeyin uygun olduğu yerde üretme olasılığını artırmak için tasarlanmış yeni bir veri formatına kodlayabilir. Sınırlı amaç için ex-



**Şekil 67 -TF/DL3OCH bir kırsal kullanılan İceland ile bir dizi EME operatörüne iletişim kurmasına yardımcı olacak yol işareti
1296 MHz'de. Bodo, 1296 MHz EME'de JT65, tek bir uzun Yagi ve 100 W katı hal amplifikatörü kullanarak birçok DXCC varlığını etkinleştirdi.**



Şekil 68 - Avustralya taşrasında yol kenarında kurulan taşınabilir EME özellikli 10 GHz istasyon ofVK7MO.

Değişen çağrı işaretleri, sinyal raporları ve az miktarda ek bilgi, dijital EME temasları, CW için gerekli olanın yaklaşık 10 dB altında sinyal seviyelerinde yapılabilirken, aynı zamanda güvenilirliği artırır ve karşılaştırılabilir veya daha iyi bilgi işlem oranlarını korur. Bir CW operatörü olarak becerinize bağlı olarak, dijital avantaj daha da büyük olabilir.

Böylece, Tablo 9'da belirtilenden yaklaşık 10 dB daha az güce sahip benzer istasyonlar arasında veya hem vericide hem de alıcıda 5 dB daha küçük anten kazanımları ile dijital EME kontakları mümkündür. Üç küçük ama çok etkili EME istasyonu için anten örnekleri **Şekil 66** ila **68'de gösterilmiştir.** Fig-

Ure 66, DX CC'sini 144 MHz'de tamamlamak için Thomas, DLIVPL tarafından kullanılan tek 12 elemanlı Yagi'yi gösterir. Figure67, Bodo, DL3OCH'in son derece taşınabilir EME kurulumunu gösterir. Tek bir uzun Yagi (59 element, 5 m boom, 21.8 dBi kazanç), 100 W katı hal güç amplifikatörü (SSPA) ve JT65C dijital mod ile [1bu] ekipman, 1296 MHz'de düzinelerce yeni DXCC kredisi sağlamasına yardımcı oldu. Şekil 68, Rex, VK7MO'in 10 GHz portatif istasyonunu göstermektedir. 10 GHz transverter, 50 W SSPA ve katlanabilir bir - tripod üzerine monte edilmiş 2,5 metrelik (75 cm) bir tabak içerir. Rex, JT4 ve QRA64 dijital modları kullanarak bu ekipmanla yüzlerce EME bağlantısı kurdu.

11 Bir EME İstasyonu İnşa Etmek

11.1 Antenler

Anten, bir EME istasyonunun kapasitesini belirlemede tartışmasız en önemli unsurdur. Tablo 9'da belirtilen temel istasyon gereksinimlerinin VHF bantlarındaki Yagi dizilerini ve 1296 MHz ve üstü parabolik bulaşıkları kullanması tesadüfi değildir: Bu iki anten tipinden biri neredeyse her zaman EME için en iyi seçimdir. Bir modemin kazancı, iyi tasarlanmış Yagi oflengthll denklemi ile yaklaşılabilir

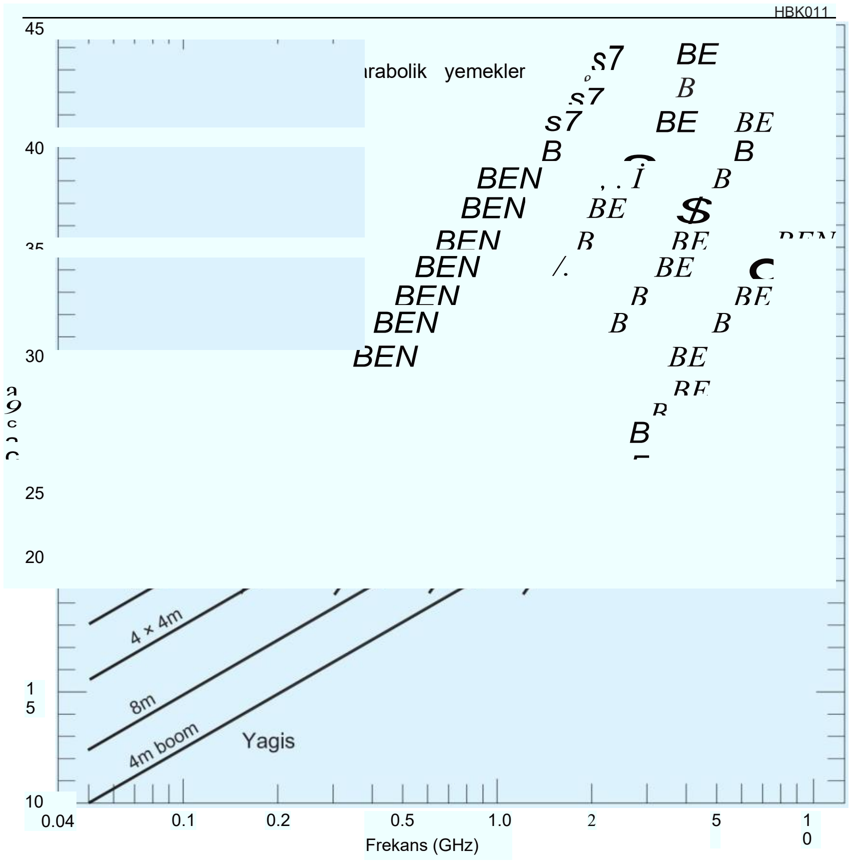
G = 8.1 log (C/2.) + 11.4 dBi (10)

Ve Yagis yığınları, yığın içindeki Yagis sayısının her iki katına çıkması için 3 dB'ye (eksi aşamalı hat kayıpları) yakın olabilir.

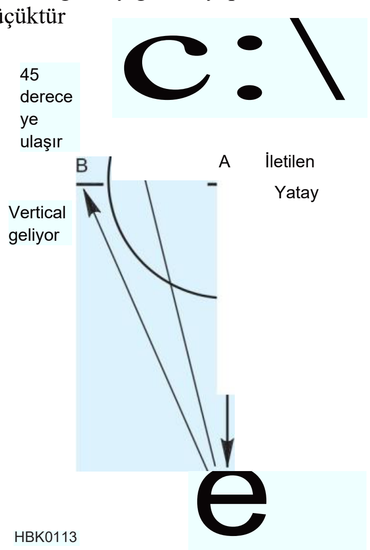
Karşılaştırma için, %55 verimlilik sağlayan tipik bir besleme düzenlemesi ile d çapında bir parabolik çanak kazancı

G = 20 log (d/2.) + 7.3 dB (11)

Her türden bazı nominal antenlerin kazanımları, Yagilerin neden VHF bantlarında EME için neredeyse her zaman en iyi seçim olduğunu göstermeye yardımcı olan Şekil 69'da grafiksel olarak gösterilmiştir. Hafif, inşa edilmesi kolay ve nispeten düşük rüzgar direncine sahiptirler. Dört Yaginin yığınları yapabilecekleri kadar küçüktür



Şekil 69 - Pratik Yagi antenlerinin, Yagi dizilerinin ve parabolik tabakların frekansın bir fonksiyonu olarak temsili kazanımları. Yagi dizileri, VHF bantlarında EME için en uygun maliyetli ve kullanışlı antenleri oluştururken, parabolik kaplar genellikle 1 GHz'in üzerinde en iyi seçimdir.



Şekil 70 - Küresel Dünya, ufuk yönelimli doğrusal polarizasyon ile wellseparated istasyonlar için uzaysal polarizasyon ofsetleri oluşturur. Burada, A'da yatay olarak iletilen bir sinyal, B'de dikey polarizasyon ile geldi ve C'de yatay ve dikey arasında ortada. Faraday rotasyonu ile birleştirildiğinde, 45 °'ye yakın uzaklıklar, tek yönlü yayılmaya yol açabilir. Ayrıntılar için metne bakın .



Şekil 71 - KL7UW'de dört adet 10 elemanlı, çift kutuplu 144 MHzYagis dizisi. Alaska don yatay ve dikey elemanları açıkça öne çıkarır. 1296 için bir çift döngü Yagis MHz, 2 metrelik dizinin içinde görülebilir.





Şekil 72 - Çift polarizasyon EME dizisi atW2PU. Solda, arkaya monte edilmiş dört 15 elemanlı Yagis'i gösterir. Bom uzunluğu 3,5 m ve istifleme mesafesi her yönde 1,2 m'dir. Doğru fotoğraf, sürülen döngülerin etrafındaki bazı ayrıntıları gösteren bir yakın çekimdir.

Yakındaki engellerden arınmış gökyüzü kapsamı için kulelere monte edilebilir. Daha büyük 8, 16 veya daha fazla Yagis dizileri mümkündür, ancak aşamalı hatlardaki ve güç bölücülerindeki karmaşıklık ve kayıplar, özellikle daha yüksek frekanslarda önemli hususlar haline gelir. Uzun Yagiler dar bantlı antenlerdir, sadece tek bir bantta kullanılabilirler .

Genellikle iletilen bir sinyalin doğrusal polarizasyonunu "yatay" veya "dikey'olarak düşünürüz. Tabii ki, küresel Dünya'da bu kavramların sadece yerel olarak anlamı vardır. Ay'dan görüldüğü gibi, geniş ölçüde ayrılmış yatay antenler çok farklı yönlere sahip olabilir (bakınız **Şekil 70). Bu nedenle**, Faraday rotasyonunun yokluğunda, A istasyonu tarafından yatay polarizasyon ile iletilen bir EME sinyali, uzaysal polarizasyon *ofseti olarak bilinen açılarla B ve C istasyonlarında doğrusal polarizasyonuna sahip olacaktır. Şekil* 70, A'dan gelen sinyal dikey polarizasyonla B'ye ve 45 °'de ufka C'ye ulaşır. C'nin A ve Q'yu çalıştırmaya çalıştığını varsayalım. = 45 °, A'dan C'ye uzaysal polarizasyon ofsetidir. C'den A'ya dönüş sinyali, ters yönde, yani -q, 45 °'lik bir miktarda ofset olacaktır. Öte yandan, Faraday dönüş açısı 0μ, her iki yönde de iletim için aynı işarete sahiptir. Böylece A'dan C'ye net polarizasyon değişimi O, + 9, C'den A'ya ise 0μ - q'dur. İfo, 45 °, ± 135 °, ± 225 ° ± değerlerden herhangi birine yakındır.... Daha sonra net polarizasyon kaymalarından biri yaklaşık 90 ° iken diğeri 0 °'ye yakındır. Sabit doğrusal polarizasyona sahip istasyonlar için sonuç tek yönlü yayılım olarak görünür olacaktır: Örneğin, A C'yi kopyalayabilir, ancak C A'yı kopyalayamaz .

Açıkçası, bu koşullar altında iki yönlü temas yapılamaz, bu nedenle operatörler daha uygun koşulları beklemeli veya bir çeşit polarizasyon kontrolü veya polarizasyon çeşitliliği uygulamalıdır. Uygun maliyetli bir çözüm, aynı bom üzerinde dik açılarda iki tam Yagi elemanı seti monte etmektir. Bu tür çapraz polarize veya "Xpol" Yagis dizileri, VHF ve daha düşük UHF bantlarında özellikle çekici EME antenleri yapar, çünkü doğrusal polarizasyon yanlış hizalama problemine esnek bir çözüm sunarlar. Örnek olarak, **Şekil 71,** KL 7UW'de 4x10 elemanı, çift polarizasyon EME dizisini göstermektedir. Bu anten, 2 metrede Alaska eyaleti ile yüzlerce EME temasından sorumludur.

1296 MHz ve üzerinde, 30 dBi ve daha fazlası, mütevazı boyuttaki parabolik tabaklarla elde edilebilir. Sonuç olarak, bu antenler neredeyse her zaman bu bantlarda en iyi seçimdir. Yapıları herhangi bir radyo frekansı rezonansına bağlı değildir, bu nedenle birçok yönden çanakların inşa edilmesi Yagilerden daha az kritiktir. Yüksek kazançlı Yagis'teki eleman uzunlukları 0.005 2'den daha iyi olması için doğru olmalıdır., bir tabağın yansıtıcı yüzeyinin sadece 0.1 2'ye kadar doğru olması gerekir.. Örgü yüzeyler, hafif ve düşük rüzgar direnci nedeniyle en az 5 GHz'e kadar olan frekanslarda çekicidir. Ağdaki açıklıklar, yüzeyde çok fazla zemin gürültüsünün beslenmesine izin vermeden 0.05 'A kadar büyük olabilir. Bir parabolik antenin tek bir besleme noktası vardır, bu nedenle aşamalı hatlarda veya güç bölücülerinde kayıp yoktur. Beslemeleri değiştirerek birkaç bantta bir tabak kullanabilirsiniz ve uygun besleme tasarımlarıyla doğrusal veya dairesel polarizasyon üretebilirsiniz .

İkili kutuplaşmalar. Çok çekici ve kullanışlı bir seçenek, bir dairesel polarizasyon anlamında iletmek ve tam tersi anlamda almaktır. Sağ el dairesel (RHC) iletim ve LHC alma, 1296 MHz'den 5'e kadar olan bantlarda EME için standart haline gelmiştir. 7 GHz. Doğrusal polarizasyon hala 10 ve 24 GHz'de EME için en yaygın olarak kullanılmaktadır.

Şekil 69'da açıkça belirtildiği gibi, 432 MHz bandı hem Yagis hem de parabolik yemeklerin çekici özelliklere sahip olduğu bir geçiş bölgesinde yer almaktadır. Dört uzun Yagis veya 6 m'lik bir çanak, bu bantta diğer birçok EME istasyonunda çalışmanıza izin verecek kadar kazanç (yaklaşık 25 dBi) üretebilir. Birçok lineer-polarizasyon sistemi zaten kullanılmaktadır - iyi bir nedenden dolayı, bu bandın çoğu amatör kullanımı karasal iletişim içindir - bu nedenle herkesi dairesel polarizasyona dönüştürmek pratik değildir. Bu nedenle, ortaya çıkan polarizasyon hizalama problemleriyle başa çıkmak için çanak yemleri ve hatta tüm Yagi dizilerini fiziksel olarak döndürmek için şemalar geliştirilmiştir. Başka bir şema, yukarıda açıklandığı gibi ve 144 MHz'de giderek daha fazla kullanılan bir dualpolarizasyon çanak yemi veya çift polarizasyon Yagisi kullanmaktır. Bu yaklaşım 432 MHz'de geniş bir popülerlik kazanmamıştır, çünkü bu dalga boyunda anten besleme noktalarında besleme hatları ve eşleştirme sistemi için yer bulmak zordur. Başarılı bir uygulama Şekil **72'de gösterilmiştir.**

ANTEN DESENİ

Yan ve arka lobların iyi bastırılmasına sahip temiz bir desen, tüm EME antenleri için önemlidir - özellikle 4 3 2 MHz ve üstü, aşırı



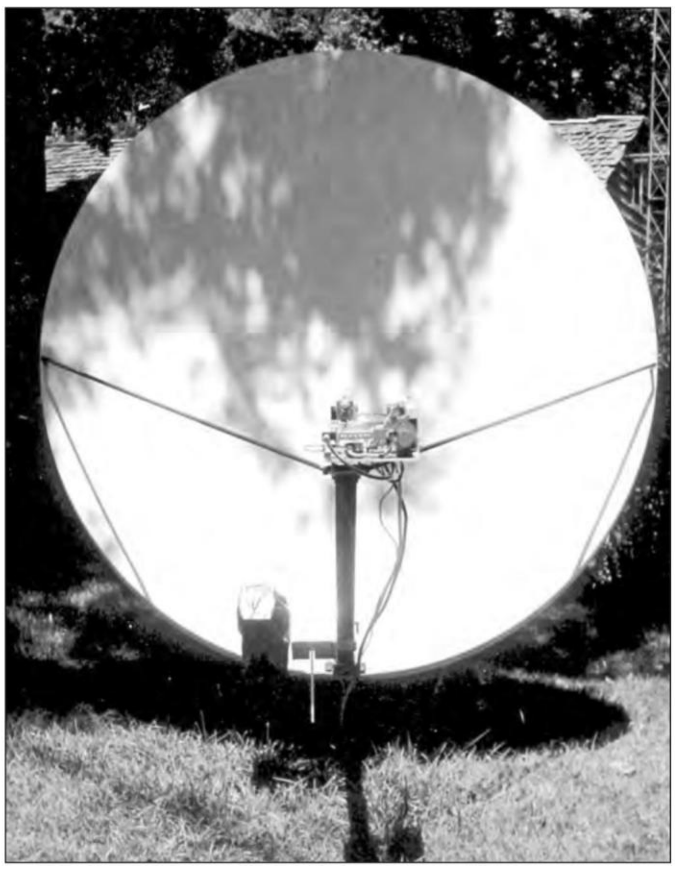
Şekil 73 - Alüminyum çerçeve ve örgü yüzeyli bu 3 metrelik TVRO çanak, VA7MM ve VE7CNF tarafından ortak bir çaba olarak 1296 MHz EME için donatıldı. Çift dairesel - polarizasyon beslemesi VE4MA/ W2IMU bir tasarımdır.



Şekil 74 - VA7MM 3 metrelik çanak için montaj düzenlemesi, karşı ağırlıklar ve az/el kontrol sistemi.

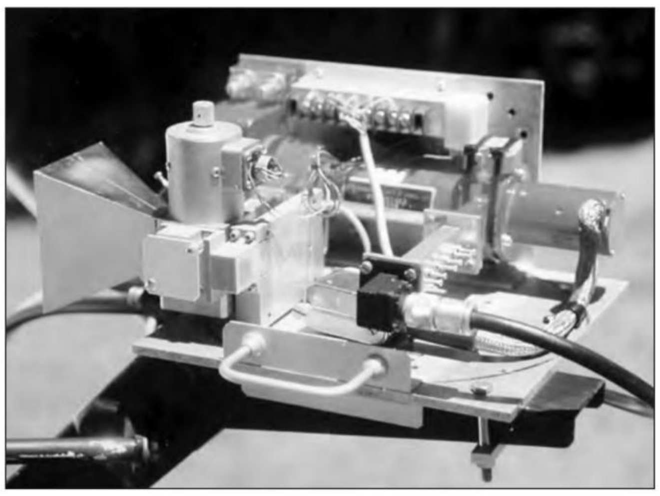
Eloblar T'yi önemli ölçüde artırabilir. Yagi dizileri için, G/T'yi en üst düzeye çıkaran modem, bilgisayar destekli tasarımlar, ileri kazancın sistem gürültü sıcaklığına oranını kullanmalısınız. Birden fazla anteni istiflerken temiz bir deseni korumaya dikkat ettiğinizden emin olun. Ana kirişin 10-15 ° içindeki ilk sideloblar büyük bir sorun olmayabilir, çünkü katı açıları küçüktür ve EME koşulları olduğunda çoğunlukla soğuk gökyüzüne bakacaklardır. Olumlu. Bununla birlikte, ana ışından daha uzak olan yan ve arka loblar mümkün olduğunca bastırılmalıdır. Yakın sideloblların bile düşük kotlarda yeniden algılama performansınızı düşüreceğini unutmayın.

Parabolik yemekler için, G/T_, yemeğin kenarındaki aydınlatmada, en yüksek ileri kazancı sağlayacağından biraz daha büyük konik içeren bir yem kullanılarak optimize edilir. En iyi ileri kazanç genellikle kenar konik ile elde edilir



(A)

Şekil 75 - Bu 2.6 m ofset parabolik tabağı 10 GHz EME için N4MW donattı. Odağa monte edilen ekipman (B'de yakın çekim), düşük gürültülü preamplifikatör, transverter, hareketli dalga tüpü (TWT) güç amplifikatörü ve 10 GHz için besleme kornası içerir.



(B)

-10 dB civarında, en iyi G/T ise -15 dB civarında gerçekleşir. -12 dB kenar konik genellikle iyi bir uzlaşmadır. Yemek yemleri için bazı iyi tekrarlanabilir tasarımlar bu bölümün sonundaki referanslarda açıklanmıştır [2]

ANTEN MONTAJLARI

EME antenleri, iki koordinatta Ay'a uygun şekilde hedeflenmesi gereken yüksek kazançlı ve dar ana kirişlere sahiptir. Her ne kadar kutup montajları (Dünya'nın eksenine paralel bir eksen) bazen kullanılmış olsa da, bugün en popüler montaj şeması, yükselti-aşırı-azimut *veya az/el montajıdır.* Hazır bulunan bilgisayar yazılımı (kenar çubuğuna bakın, "EME için Bilgisayar ve İnternet Kaynakları") Ay için azimut ve yükseklik koordinatları sağlayabilir ve küçük bir bilgisayar da anten konumlandırma motorlarını kontrol edebilir.

Mekanik nedenlerden dolayı, antenin ağırlık merkezinin dikey (azimut) ve yatay (yükseklik) eksenlerin kesişimine yakın yerleştirilmesi arzu edilir. Öte yandan, montaj yapısı antenin kritik aktif bölgelerine müdahale etmemelidir. Yığılmış Yagiler genellikle metalik destek elemanlarının yayılan elemanlara dik olması veya ayrı Yagilerin etkili açıklıklarının - buluştuğu orta noktalarda bulunması için monte edilir. Besleme hatları ve iletken destek üyeleri, tamamen bom boyunca hareket etmedikçe, Yagi unsurlarını içeren aktif düzlemlerde yatmamalıdır. Çift kutuplu Yagi'ler için, besleme hatları her Yagi'nin arkasına doğru yönlendirilmeli ve herhangi bir orta bom destek üyesi iletken olmamalıdır. EME için, iki ortogonal polarizasyon için yatay ve dikey kullanmanın büyülü bir yanı yoktur ve çapraz Yagileri, "+" oryantasyonundan ziyade • x "cinsinden elemanlarla monte etmenin bazı avantajları vardır .

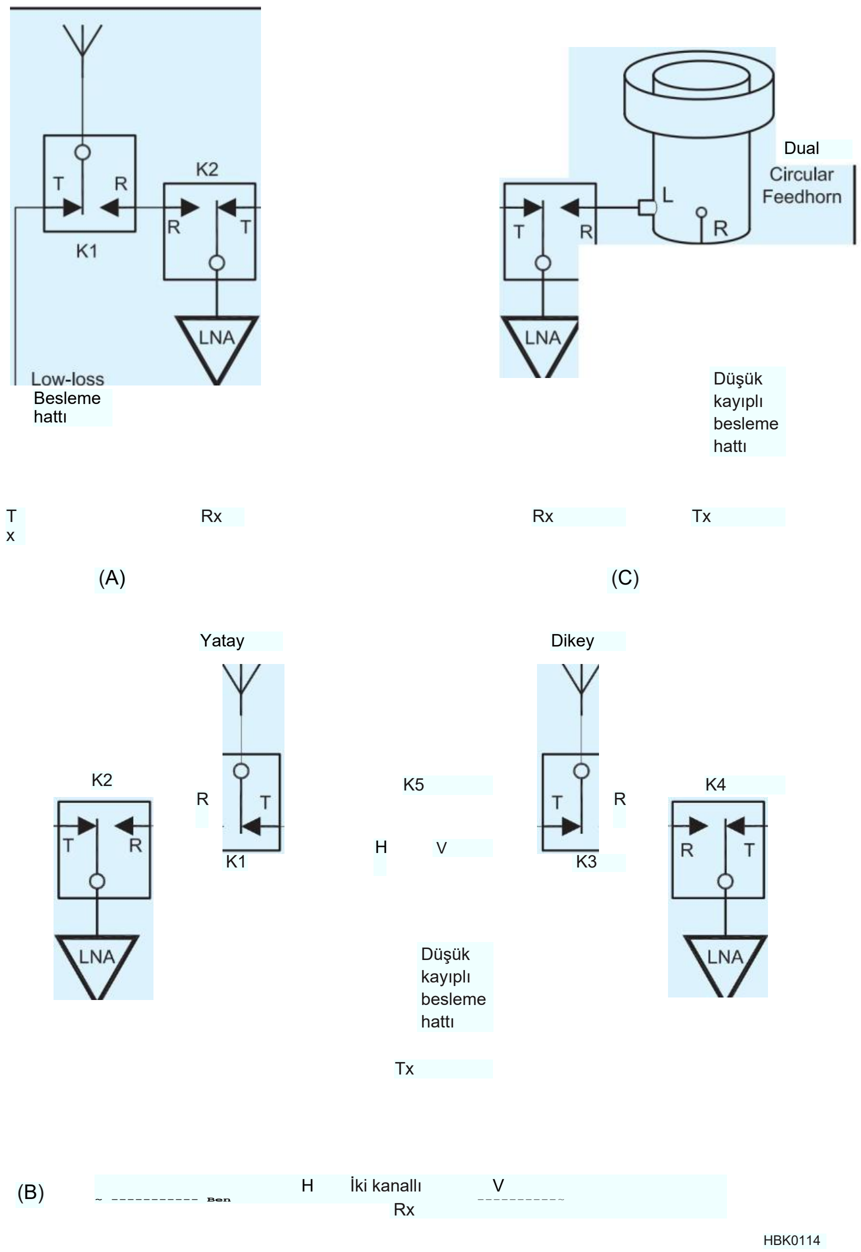
Parabolik tabaklar genellikle arkadan monte edilir, karşı ağırlıklar yükseklik eksenindeki tork dengesizliğini gidermek için geriye doğru uzanır. L 980s tarzı TYRO tabakları konumlandırmak için tasarlanmış vidalı kriko aktüatörler, yükseklik kontrolü için kolayca uyarlanabilir. * Standart ağır hizmet tipi anten rotatörleri, yaklaşık 3 dk boyutuna kadar çanakların azimut konumlandırılması için kullanılabilir. Daha büyük yemekler, işaretleme kontrolü için daha ağır, benzersiz tasarımlar gerektirebilir. **73 ile 75 arasındaki rakamlar, VA** 7MM andN4MW'de EME için düzgün ve başarılı bir şekilde donatılmış 2-3 m aralığında parabolik çanak örnekleri göstermektedir .

11.2 Besleme hatları, Ön amplifikatörler ve TR Anahtarlama

Anten ve alıcı arasındaki herhangi bir besleme hattı zayıflama ve gürültüye neden olur, bu nedenle UHF'de ve üstünde düşük gürültülü ön amplifikatörün (LNA) anten terminallerine çok yakın monte edilmesi hayati önem taşır. Ortam sıcaklığında... Ture, LNA'nın önündeki her 0.1 dB'lik kayıp, etkili T'ye ve dolayısıyla T _'ye en az 7 K ekler. T '"nin ortamdan çok daha düşük olduğu bantlarda, 0.1 dB'lik zayıflama bile 0.5 dB'lik alıcı duyarlılığı kaybına neden olabilir .

LNA kazancı, besleme hattı kayıplarının üstesinden gelmek ve sonraki aşamaların en az 15-20 dB katkıda bulunduğu gürültüye hakim olmak için yeterli olmalıdır. Mevcut uygulamalar genellikle bir tane kullanır

Veya, özellikle 432 MHz ve üzerinde, preamplifikatördeki iki düşük gürültülü GaAsFET veya HEMT transistörü, ilk aktif cihaz ile anten arasında sadece basit bir gürültü empedansı eşleştirme devresi ile. Sadece ciddi bant dışı girişim varsa, ilk LNA'nın önüne dar bir filtre yerleştirilmelidir. Bandpass filtreleme genellikle LNA aşamaları arasında arzu edilir ve anlamlı olmadan kullanılabilir.



Şekil 76 - **EME sistemleri için önerilen "ön uçlar", antene monte edilmiş düşük gürültülü ön amplifikatörleri (LNA'lar) içerir ve** iletme ve alma için ayrı besleme hatları kullanır. (A)'da gösterilen K2 rölesi, K1 iletim sırasında LNA'nın yeterli izolasyonunu sağlıyorsa atlanabilir. (B)'de böyle bir düzenleme
Çapraz Yagis dizisi gibi bir çift polarizasyon anteni için önerilir. Verici gücü bir polarizasyona veya diğerine gönderilir, ancak her iki polarizasyonda da alınan sinyaller amplifiye edilir ve çift kanallı bir alıcıya gönderilir. Bölüm (C) gösterileri
İki portlu, çift dairesel polarizasyon besleme boynuzu ile uygulanan dairesel polarizasyon için uygun bir düzenleme. Bu durumda, yüksek güçlü TR rölesi gerekmez.

Sistem gürültü sıcaklığına etki edemez. Bir çanak antenin besleme kolu, daha düşük frekanslarda sinyalleri zayıflatan değerli bir yüksek geçiş etkisine sahip olabilir.

Aynı anten genellikle hem iletme hem de alma için kullanılır, bu nedenle LNA hattın dışında olmalı ve iletirken korunmalıdır. **Şekil 76A,** iki ayrı besleme hattı kullanan tercih edilen bir anahtarlama düzenlemesini göstermektedir: Verici gücünü taşımak için düşük kayıplı bir hat ve LNA'dan alıcıya nispeten ucuz bir besleme hattı. Antendeki yüksek güçlü bir röle Kl, TR anahtarlamayı işler; İkinci bir röle, K2, Kİ'nin alma limanındaki izolasyonun yetersiz olması durumunda LNA'yı korumak için kullanılabilir.

Çift doğrusal polarizasyon sisteminden en iyi şekilde yararlanmak için ek röleler gereklidir. Şekil 76B, iletim için yatay veya dikey polarizasyonu (röle K5 aracılığıyla) seçmenize ve her iki polarizasyonu da almak için aynı anda kullanmanıza izin veren bir düzenleme gösterir. Çift kanallı bir alıcı, açısı ne olursa olsun, istenen bir sinyalin polarizasyonunu tam olarak eşleştirmek için iki kanalda doğrusal bir sinyal kombinasyonu oluşturabilir. Bu optimizasyon, - SM5BSZ tarafından tasarlanan son derece etkili Linrad sisteminde olduğu gibi, son aşamaları yazılımda tanımlanan ve uygulanan bir alıcıda kolayca gerçekleştirilir.[5] Çift polarizasyon antenleri kullanan dijital EME için, *Linrad* ve *MAP65 adlı bir yazılım programı* özellikle güçlü bir kombinasyon oluşturur[6].

Dairesel polarizasyon ile yüksek güçlü bir TR rölesine ihtiyacınız olmayabilir. Şekil 76C, hem dairesel polarizasyon duyularını hem de diğer portun LNA'sını sağlayan besleme boynuzunun bir portuna bağlı verici ile tipik bir düzenleme göstermektedir. Portlar arasındaki izolasyon sadece 20 veya 30 dB olabileceğinden, düşük güç rölesi LNA'yı iletim dönemlerinde korur. Tüm bu şemalarda, iletim başlamadan önce LNA'nın bağlantısının kesilmesini sağlamak için uygun sıralama kullanılmalıdır. Birçok amatör, alımda TRrelays'in enerjili konumunu kullanmayı en iyi şekilde bulur. İstasyon kullanılmadığında, ön amplifikatörler antenden ayrılacaktır.

11.3 Vericiler ve Güç Amplifikatörleri

FREKANS STABILITISI

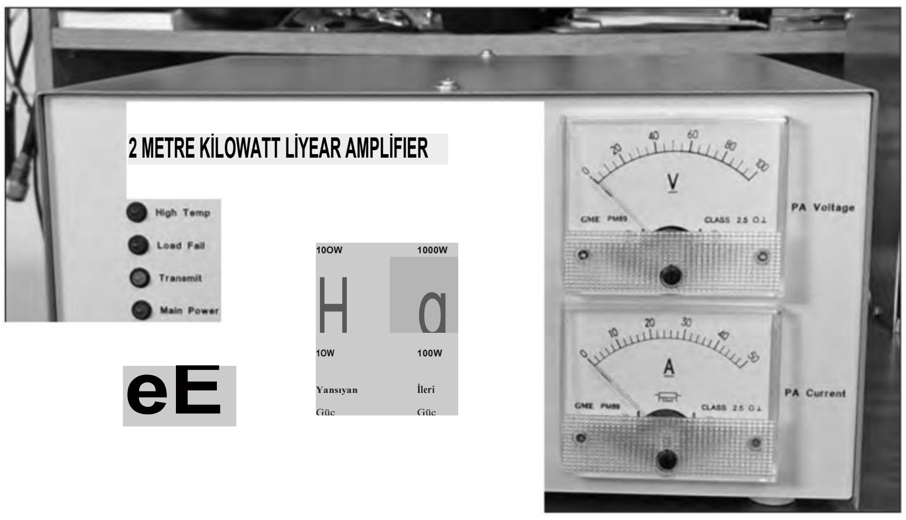
Zayıf sinyaller, sinyalin kendisinden daha geniş olmayan bir bant genişliğinde en iyi şekilde algılanır. Sonuç olarak, EME sistemleri kararlı osilatörler kullanmalıdır. CW ile en iyi sonuçları elde etmek için, frekansınızın bir dakikadan fazla sürüklenmesi, çalışma frekansında 10 Hz'den fazla olmamalıdır; Dijital modlarla ideal hedef birkaç kat daha küçük olabilir. Çoğu modem alıcı-vericisi VHF'de yeterince kararlıdır, ancak bazıları UHF'de sadece marjinal olarak.

Transvertörlerde kullanılan kristal osilatörler, yeterli stabilite için sıcaklık telafisine ihtiyaç duyabilir; Daha da iyisi, harici bir yüksek kararlılık referans osilatörüne phaselocking edilebilir. Birçok başarılı EME QSO, mikrodalga bantlarında 5-10 W verici gücü ve parabolik kaplar kullanılarak 2 m (5.7 GHz'e kadar) ve hatta 1 m (10 ve 24 GHz'de) kullanılarak yapılmıştır. Bunlar Tablo 9'da listelenen temel örneklerden önemli ölçüde daha küçük sistemlerdir. Bu tür kontaklar genellikle stabilize lokal osilatörlere sahip olmaya bağlıdır .

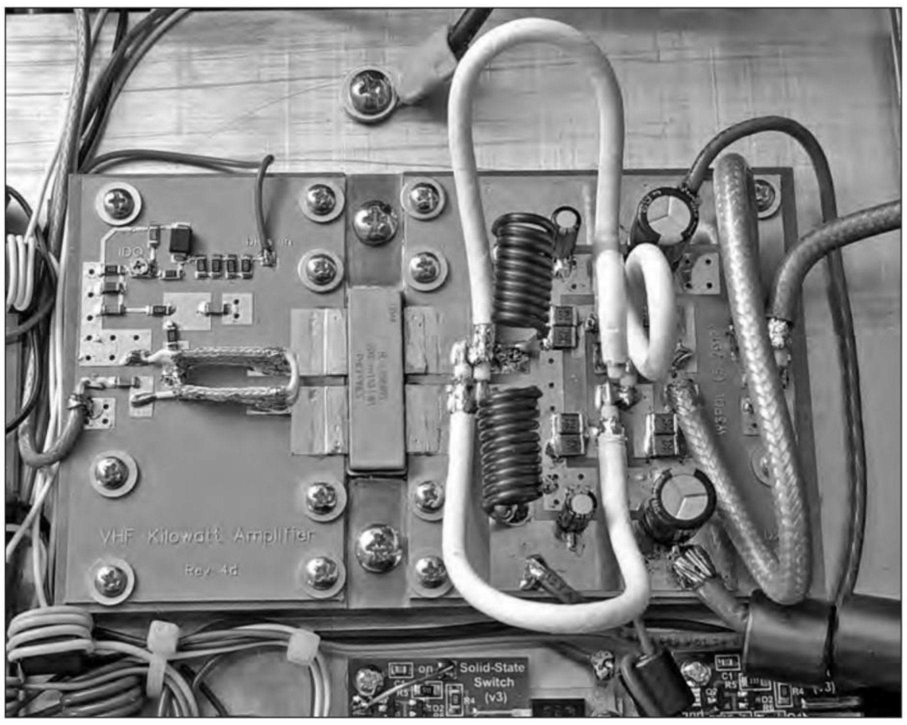
Özellikle 10 Hz'den daha düşük algılama bant genişliklerinin kullanıldığı dijital EME için, kararsız osilatörler doğrudan hassasiyet kaybına yol açar.

GÜÇ ÇIKIŞI

Frekans kararlılığından sonra, bir EME vericisi için en önemli özellik güç çıkışıdır. - Amatörler tarafından pratik olarak elde edilebilen maksimum güç, 1500 Won VHF ve daha düşük UHF bantlarından 10 GHz'de 100 W aralığına kadar değişmektedir. Neyse ki, EME için gerekli güç seviyeleri



(A)



(B)

Şekil 77 - W6PQL tarafından inşa edilen 2 m için Solid-state güç amplifikatörü. (A) Kabine dışı görünüm; (B) amplifikatörün çekirdeğini gösteren iç görünüm.

(Tablo 9) bu sayılarla uyumludur. 432 MHz ve altında, harici anot yapısına sahip triode veya tetrode vakum tüpleri bol kazanç ve güç çıkışı sağlayabilir. Bazı popüler tüpler 4CX250, 8930, 8874, 3CX800, 8877, GU-74B, GS-23B ve GS-35B içerir. Bunlardan birini veya bir çiftini (veya diğer benzer tüpleri) kullanan amplifikatörler, 1000 veya 1500 Won 50 ila 432 MHz bantlarına kadar çıkış güçleri sağlayabilir. Katı hal güç cihazlarına dayanan VHF ve UHF güç amplifikatörleri de uygulanabilir ve çekici alternatifler haline gelmiştir. Birçok amatör, bu teknikleri kullanarak katı hal güç amplifikatörleri (SSPA'lar) inşa etmiştir ve ticari tasarımlar mevcuttur**. Şekil 77,** W6PQL tarafından yapılan 2 m için bir kilovat amplifikatörünü göstermektedir.[7]

1 GHz'in üzerindeki frekanslarda, geçiş süresi sınırlamaları ve fiziksel yapılar Çoğu yüksek güçlü vakum tüpü iyi performans gösterir. Uzun yıllar boyunca 2C39/7289/3CX100 ailesindeki düzlemsel triyotlar, amatör 1296 MHz güç amplifikatörlerinin dayanak noktalarıydı. Bunlar hala iyi çalışıyor, ancak bugün giderek SSPA'lar tarafından değiştiriliyor. Fiyatlar düştükçe ve güç seviyeleri arttıkça, bu birimler EME operatörleri arasında daha popüler hale geliyor. 902, 2304 ve 3456 MHz bantlarında kullanılabilen fazla SSPA'lar, son yıllarda cazip satın alımlar yapmış ve makul maliyetle birkaç yüz watt'a kadar çıkış gücü sağlamıştır. İki, dört veya daha fazla birim bazen daha yüksek çıktı elde etmek için birlikte kullanılır. En az 50 W çıkışlı SSPA'lar inşa edilebilir ve 5 için kullanılabilir. 7 ve 10 GHz bantları.

RF GÜVENLİK

Bir tartışmada son bir nokta belirtilmelidir.

Sion yüksek güç amplifikatörleri. Mikrodalga fırının nasıl çalıştığını düşünen herkes RF güvenliğinin neden önemli bir konu olduğunu bilmelidir. Radyo frekansı radyasyonunun tehlikeli seviyeleri, güç amplifikatörleri ve antenlerden içeride ve kısa mesafelerde bulunur. Normal çalışma durumunda, güç yoğunluğu, parabolik bulaşıklar için yemler gibi küçük, düşük kazançlı antenlerin hemen yakınında en yüksektir. EME operatörleri, ERP'nin (etkili yayılan güç) RF tehlikeleri için bir rehber olarak son derece yanıltıcı olabileceğinin farkında olmalıdır. Sezgisel olarak, büyük, yüksek kazançlı bir anten, RF gücünü geniş bir fiziksel alana dağıtarak yerel RF tehlikelerini azaltmaya yardımcı olur, böylece güç yoğunluğunu azaltır. Güvenli **Uygulamalar bölümündeki RF Güvenliği bölümünü okuduğunuzdan ve** oradaki RF koruma kurallarına dikkat ettiğinizden emin olun .

12 EME'ye Başlarken

Belki de Tablo 8 ve 9'da önerilenlerden biraz daha az kapasiteye sahip zayıf sinyalli bir VHF veya UHF istasyonunuz var ve muhtemelen "gerçek'bir EME istasyonu kurma görevini üstlenmeden önce birkaç EME bağlantısı kurmak istiyorsunuz. 144 ve 432 MHz'de - muhtemelen başlamak için en kolay EME bantları - tek uzun Yagi'nizi yükselen veya ayarlanan aya görsel olarak gösterebilir ve daha büyük EME istasyonlarından bazılarını çalıştırabilirsiniz. Günlük gazeteniz muhtemelen yakınınızdaki ayın yükseliş ve ayın yaklaşık zamanlarını listeler; Birçok basit web veya akıllı telefon tabanlı hesap makinesi, belirli bir zamanda Ay'ın azimutu ve yüksekliğinin yanı sıra bu bilgileri de verebilir ("EME için Bilgisayar ve İnternet Kaynakları" kenar çubuğuna bakın).

Bu yardımlar, özellikle etkili bir dijital modun zayıf sinyal özelliklerinden yararlanıyorsanız, ilk EME kişilerinizi yapmak için ihtiyacınız olan her şey olabilir. Başarı şansınızı optimize etmek için, işletme prosedürlerinizi aşağıda tartışıldığı gibi diğer EME operatörlerinin kullanacağı geçerli standartlara uyarlayın. İlk denemeleriniz için bazı yerleşik istasyonlarla önceden düzenlenmiş programlar yapmak isteyebilirsiniz.

12.1 Ay'ın İzinde

Ciddi EME çalışmaları için, anteninizi Ay'a doğrultmanın daha genel bir yolunu isteyeceksiniz. Dünya ve Ay her 27.3 günde bir karşılıklı yörüngelerini tamamlarlar. eal ay. Ay yörüngesi ekliptik düzlemine, Dünya-Güneş yörünge düzlemine 5.1 ° eğimlidir. Dünya'nın ekvatorunun kendisi ekliptiğe 23,5 ° eğimli olduğundan, Ay'ın gökyüzündeki yolu ekvatorun kuzeyinde ve güneyinde aylık bir döngüde 28 °'ye kadar sallanır (bkz. Şekil 63).

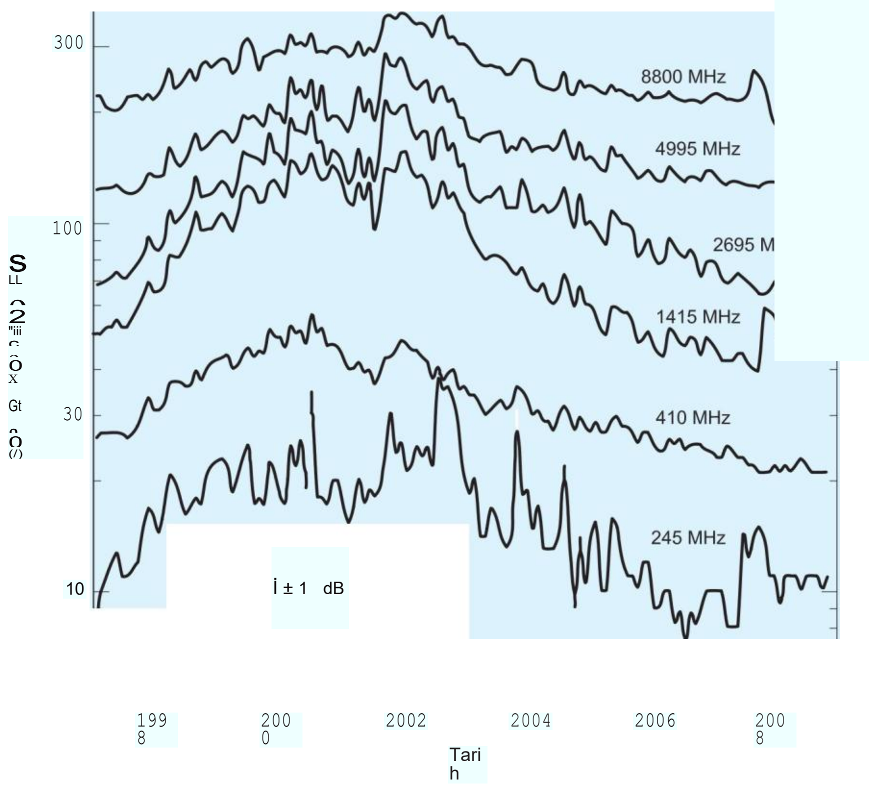
Ay'ın tam konumunu tahmin etmek, gök mekaniğinde karmaşık bir sorundur, ancak basit bir bilgisayar yazılımı tarafından kolayca yeterli doğrulukta ele alınır**. Genel olarak** problem 1'e indirgenebilir) Dünya'nın merkezindeki ahipotetik gözlemci tarafından görüldüğü gibi Ay'ın gökyüzündeki konumunu hesaplamak; 2) Dünya yüzeyinde belirli bir yerde ay konumunu vermek için bir paralaks düzeltmesi uygulamak; Ve 3) sağ yükseliş ve sapmanın astronomik koordinatlarını belirtilen karasal konumda azimut ve yükselmeye dönüştürmek.

Tabii ki, Dünya'nın dönüşü ve Ay'ın yörünge hareketi, Ay'ın yönünün sürekli değiştiğini ima eder. Uygun bilgisayar - yazılımı bu değişiklikleri takip edebilir ve anteninizi Ay'a doğru tutmak için gerekli komutları üretebilir. Ay izleme özelliklerine sahip birkaç ücretsiz veya ucuz yazılım paketi, "EME için Bilgisayar ve İnternet Kaynakları" kenar çubuğunda listelenmiştir ve bu tür tesisler *WSJT-X programlarına yerleştirilmiştir ve* dijital EME için yaygın olarak MAP65. İyi sonuçlar için, yarı gücünüzün ¼ birinin doğruluğunu işaret etmeyi hedeflemelisiniz ışın genişliği veya daha iyisi .

12.2 Sistem değerlendirmesi

EME sisteminizin performansının dikkatli ölçümleri, istasyon iyileştirmelerinin nerede yapılabileceğini belirlemeye yardımcı olabilir. Verici performansı temel olarak güç çıkışı, besleme hattı kayıpları ve anten kazancı ile belirlenir. İlk ikisi standart yollarla ölçülebilir, ancak anten kazancı çok daha zordur. Performansı almak için en yararlı liyakat rakamı G/T'dir ve G veya T _ ayrı ayrı mutlak ölçümleri zor olsa da, oranlarını yararlı bir doğrulukla ölçebilir ve beklentilerle karşılaştırabilirsiniz. 432 MHz ve üzerinde özellikle yararlı olan bir teknik, güneşi geniş bant gürültü kaynağı olarak kullanmaktır. Anteninizi soğuk gökyüzüne ve ardından güneşe doğrultun ve iki yönde alınan gürültü gücünün oranını y olarak ölçün. Alıcınızı AGC kapalıyken maksimum bant genişliğinde çalıştırın ve mümkünse güneş ile 30 ° veya daha yüksek yükseklikte gözlemler yapın .

Y'den G/T'yi hesaplamak için, çalışma frekansınızdaki güneş akısı yoğunluğunun eşzamanlı bir tahminine ihtiyacınız olacaktır. Güneş akısının günlük ölçümleri bir dizi standart frekansta elde edilir ve çevrimiçi olarak kullanılabilir ("EME için Bilgisayar ve İnternet Kaynakları" kenar çubuğuna bakınız); Söz konusu amatör grup için yaklaşık bir akı değerini araya koyabilirsiniz. Güneş akısı yoğunlukları güneş lekesi aktivitesine göre değişir ve günlük veya hatta saatten saate değişiklikler özellikle düşük frekanslarda ve güneş maksimumuna yakın yerlerde büyüktür. Temsilci aylık medyan



Şekil 78 - Altı frekansta güneş akısı yoğunluğunun aylık medyan değerleri, üzerinde 11 yıllık güneş döngüsü 23. Orijinal veriler Massachusetts'teki Sagamore Hill Gözlemevi'nden alınmıştır. Daha düşük frekanslarda ve özellikle güneş maksimumuna yakın, gün-bugün ve hatta saat-saat yukarı doğru varyasyonlar, aylık medianlardan daha büyük bir büyüklük sırası olabilir.

Altı frekans için değerler **Şekil 78'de** güneş lekesi döngüsü 23 üzerinde sunulmaktadır. Başlangıç noktası olarak, grubunuz için güneş akısının değerini ve mevcut güneş lekesi döngüsündeki benzer bir noktayı doğrudan Şekil 78'den tahmin edebilirsiniz. O zaman, eğer S * güneş akısı yoğunluğu W m birimlerinde? Hz! ve y boyutsuz bir oran olarak ifade edilir, dB'de G/T'nin karşılık gelen değeri şu şekilde verilir:

S, y [9e49, 4]
a2j °8] s

Güneş akısı genellikle Güneş Akısı Birimlerinde (1 **SFU** = 10 ^{22}W m? Hz ') ve Sin ile bu birimler Denklem (12) daha basit ilişkiye indirgenebilir

S2919-4]
(3) 8] s7

Tablo 9'un örnek antenleri için G/T ve Y 10 log y'nin temsili değerleri **Tablo 10'un 4. ve 5. sütunlarında verilmiştir. Y'nin** tablolaştırılmış değerleri, yakın yılların tipik sessiz-güneş akı yoğunluklarına dayanmaktadır.

Güneş lekesi minimum .

Elbette, Ay'dan kendi yankılarınızı almak, ekipmanınızın benzer istasyonlarla EME iletişimi yapabildiğini en iyi şekilde garanti eder. Birkaç çizgi iletmek, daha sonra ay yankınızı 2.5 slater duymak için ayakta durmak, çoğu jambonun asla unutamayacağı bir heyecan getiriyor. Uygun sinyal işleme - yazılımı ile, nispeten düşük güçlü ekipmanlarla bile yankılar tespit edilebilir ve ölçülebilir. Program *WSJT-X (kenar* çubuğuna bakın, "EME için Bilgisayar ve İnternet Kaynakları"), yankılarınız duyulabilir eşiğin çok dB altında olsa bile nicel ölçümler için yararlı olan otomatik bir yankı testi tesisi içerir .

12.3 Çalışma Prosedürleri

İletilen bir mesajın olası yapısı, içeriği ve zamanlaması hakkında ne kadar çok şey biliniyorsa, kopyalama o kadar kolaydır. EME sinyalleri genellikle okunabilirlik eşiğine yakındır, bu nedenle işletim prosedürlerini ve mesaj yapısını standartlaştırmak ve iletimlere yeterli fazlalık sağlamak çok arzu edilir.

Tablo

Temsilci G/T ve Y "için Örnek antenler

Freq (MHz)	*Karınca Yazı*[1]	G *(dBi)*	G/T, *(dB)*	Y'um *(dB)*
144	4x6 m	21.0	-3.8	4
432	4x6 m	25.0	5.8	1
1296	3m	29.5	11.1	1
2304	3m	34.5	15.6	1
3456	2m	34.8	15.3	9
5760	2m	39.2	18.8	9
10368	2m	44.3	22.4	1

[1]144 ve 432 MHz için örnek antenler Belirtilen uzunluklarda Yagi dizileri; Bunlar için 1296 MHz ve üstü parabolik tabaklardır belirtilen çap.

Sinyal zirvelerinden yararlanmak ve alımdaki olası boşlukları kapatmak için.

İlk EME QSO'larınızı açık programların yardımıyla yapmak isteyebilirsiniz: yani, belirli bir zamanda ve sıklıkta belirli bir istasyonla temas kurmaya yönelik düzenlemeler. EME çizelgeleri genellikle zamanlanmış iletimlerin süresini, başlangıç zamanını, verici frekansını ve hangi istasyonun ilk önce iletileceğini gösterir. Minimum bir QSO için, mesaj bilgisi genellikle çağrı işaretleri, sinyal raporları ve onayların yalın temellerine indirgenir. Sinyal raporu bazen her iki çağrı işaretinin de başarıyla kopyalanıp kopyalanmadığına dair bir'evet veya hayır "göstergesine indirgenir.

Doppler kaymalarına, özellikle de ofsetin alınan bant genişliğini aşabileceği daha yüksek frekanslarda izin vermeyi unutmayın. EME için kullanılan çoğu ay izleme yazılımı, kendi yankılarınız ve uzak bir istasyon için beklenen frekans değişimini görüntüleyebilir. Zamanlanmış bir QSO denemesinde, alıcı-vericinizi zamanlama frekansına ayarlayın ve beklenen Doppler kayması etrafındaki diğer istasyonu aramak için RIT kontrolünü kullanın. Rastgele kişileri ararken, özellikle 432 MHz ve üstü, RIT'nizi kendi yankılarınızın beklenen Doppler kaymasına ayarlayın. Kopyaladığınız bir istasyon da aynı şekilde yaparsa, birbirinizin sinyallerini kendi yankılarınızla aynı frekansta bulacaksınız. Birçok operatör, sinyal alımını çok daha kolay hale getirebilecek "şelale" çeşidinin yazılım odaklı panoramik spektral ekranını kullanmaktan da yararlanır. Dijital EME için yaygın olarak kullanılan WSJT-X programı, çoğu alıcı-vericiyle otomatik olarak EME Doppler kaymalarını telafi etmek için yapılandırı

CW EME FORMATI

Geleneksel olarak, minimal bir CW EME teması genellikle **Tablo 11'deki mesaj dizisi gibi bir formatı izler.** İf zamanlı TR dizileri kullanılıyor, temel

Ay'ı bulmak ve izlemek için EME Yazılımı için Bilgisayar ve İnternet

Kaynakları:

MoonSked, GM4JJJ, **www.gm4jjj.co.uk/MoonSked/moonsked.htm EME Sistemi**, *F1* EHN, **www f1ehn.org.**
EME Planlayıcı, VK3UM, **www.vk5dj.com/doug.html**
GJTracker, W7GJ, **www.bigskyspaces.com/w7gj/tracker.htm**
Sun & Moon **hesap makinesi,**
www.satellite-calculations.com/Satellite/suncalc.htm Sun & Moon Uygulaması, **sun-moon-app.com**
WSJT-X, K1 JT tarafından, **physics.princeton.edu/pulsar/k1jt/wsjtx.html**

EME performans hesaplamaları için yazılım:

EMECalc, by VK3UM, **www.vk5dj.com/doug.html**

Dijital EME:

WSJT, WSJT-X, MAP65: **physics.princeton.edu/pulsar/K1JT/**
LiveCQ: **www.livecq.eu/**

Topikal e-posta reflektörleri :

Ay-Net**: www.nlsa.com/nets/moon-net-help.html Ay: www.moonbounce.info/mailman/listinfo/moon**

Başlangıç bilgisi:

EA6VQ: **www.dxmaps.com/jt65bintro.html**
W7GJ (50 MHz'de EME): **www.bigskyspaces.com/w7gj/**

Teknik referanslar:

SM5BSZ: **www.sm5bsz.com/linuxdsp/linrad.htm W1**
GHZ: **www. w1ghz.org/antbook/contents.htm**
GM3SEK: **www.ifwtech.co.uk/g3sek/eme/pol1.htm**
ve **www.ifwtech.co.uk/g3sek/stacking/stacking2.htm**
Dubus: **www.marsport.org.uk/dubus/eme.htm**

Sohbet Odaları ve Kaydediciler :

N0UK: **www.chris.org/cgi-bin/jt65emeA**
ON4KST: **www.on4kst.com/chat/**
HB9Q: **hb9q.ch/2018/**

Aylık haber bültenleri:

144 MHz, DF2ZC göre: **www.df2zc.de/newsletter**
432 ve Üstü, K2UYH**: www.nitehawk.com/rasmit/em70cm.html**

Solar Flux verileri:

Arşiv**: www.ngdc.noaa.gov/stp/solar/solarradio.html**
Güncel: www.swpc.noaa.gov/products-and-data

Tablo 11
Minimal EME CW Kontağında Tipik Mesajlar

Dönem	Mesaj
1	CQ CQ CQ DE W6XYZ W6XYZ...
2	W6XYZ DE K1ABC K1ABC...
3	K1ABC DE W6XYZ 000 000 .
4	W6XYZ DE K1ABC RO RO RO RO.
5	K1ABC DE W6XYZ RRR RRR ..... .
6	W6XYZ DE K1ABC TNX 73...

Bilgi, bir dizinin tam süresi boyunca tekrarlanır.

Standart QSO prosedürleri, sırayla gönderilen bir dizi farklı mesajı içerir ve operatörler, e-postaları kopyalayana kadar bir sonraki mesaja geçmez.

Önceki mesajlardaki bilgi (çağrı işaretleri, sinyal raporu, onaylar). Çağrı işaretleri kopyalandıktan sonra, bir sinyal raporu sen. çünkü CW dahs dits daha ayırt etmek daha kolaydır, varsayılan bir EME sinyal raporu (aslında "Ben her iki çağrı işaretleri kopyaladı" anlamına gelir) harfidir 0. Çağrı işaretleri ve O alan bir istasyon RO ile yanıt verir ve geçerli bir kişinin son bir onayı RRR göndererek gösterilir. 432 MHz ve üzerinde, M harfi bazen'her ikisi de zorlukla kopyalanan çağrı işaretleri "anlamına gelen alternatif bir sinyal raporu olarak kullanılır. Tabii ki, sinyaller yeterli olduğundaMakul derecede iyi kopya normal RST sinyal raporları kullanılabilir ve mesaj yapısı ve zamanlaması üzerindeki diğer kısıtlamalar gevşetilebilir.

Planlanmamış çalışma, sık sık olur (örneğin, yanıt olarak CQ) kendi çağrınızı diğer istasyonun çağrısından daha kolay tanıyabilir ve kopyalayabilirsiniz. YYY dizisi... ("Aramanız" için), bir arama istasyonundan yalnızca aramasını göndermesini istemek için gönderilebilir, birçok kez tekrarlanır. RRR alındığında bir kişi tam ve geçerli kabul edilir (Tablo 11'deki 5 numaralı mesaj alındıktan sonra). Ancak, bu noktada diğer istasyon onayının kopyalandığını bilmiyor, bu yüzden mesaj 6 gibi bir şeyle bitirmek normaldir.

Geleneksel iletim ve alma süreleri farklı bantlarda farklıdır ve zamanla biraz gelişmiştir. 50 ve 144 MHz'de, istasyonlar genellikle bir tam dakika iletir ve daha sonra bir tam dakika alır. 432 MHz ve üstü hızlarda, 2,5 dakikalık yayınlar ile programlar standart olmuştur. Daha uzun süre, mekanik olarak değişken polarizasyona sahip istasyonlara, alınan bir sinyali zirveye çıkarmak için yeterli zaman verir.

CW gönderme hızı genellikle 12 ila 15 WPM civarındadır. Bazı operatörler, tam harfler arasında normalden daha büyük boşluk kullanmayı yararlı bulur. Çok yavaş gönderilen karakterlerin tipik EME solmasıyla parçalanabileceğini, çok hızlı gönderilen kodun karıştırılacağını unutmayın. Çağrı dizilerini iletirken, diğer istasyonun çağrısını bir kez, ardından "DE've kendi çağrınızı bir veya iki kez gönderin. Ardından diziyi duraklatın ve tekrarlayın. Bu ritim bir ritim belirler, böylece alıcı operatör bir mesajın eksik kısımlarının ne zaman geleceğini tahmin edebilir. Uygun aralıkla gönderin; Programlanabilir bir keyer veya bilgisayarın klavyeden Morse'a programının kullanılması özellikle yararlıdır ve teşvik edilir. Gürültüye gömülü ve solmaya eşlik eden bir sinyal, düzensiz gönderimin ek komplikasyonu olmadan kopyalanacak kadar zordur.

DIGİTAL EME

2003'ten beri çoğu dijital EME, WSJT, JT65 ve en son WSJT-X bilgisayar programlarında uygulanan MAP65 protokolü kullanılarak yapılmıştır (kenar çubuğuna bakın, "EME için Bilgisayar ve İnternet Kaynakları"). Diğer popüler dijital modlar gibi, JT65 da ses girişi ve çıkışı için ses kartına sahip bir kişisel bilgisayar gerektirir. İt, yapılandırılmış mesaj formatlarını, beş kattan biraz daha fazla artıklık ve İ-dakika TR dizileri ile bir Reed Solomon hata düzeltme kodunu kullanır. Çok yollu solma nedeniyle sinyal zirveleri ve düşmeleri, tek tek karakterleri veya kelimeleri etkilemez, bunun yerine tüm mesajı çözme olasılığını etkiler. Modülasyon, USB modunda tek taraflı bir vericiyi modüle eden bilgisayar tarafından üretilen ses tonları ile 65 ton frekans kaydırma anahtarlamasıdır (65-FSK).

Teoriden beklendiği gibi, sonuçlar JT65 temasların CW için gerekli olanın 10 dB'den

yapılabileceğini göstermektedir. JT65 için yazılım alırken uygulanan algılama bant genişliği,



Şekil 79 - ***WSJTX bilgisayar programının ekran görüntüsü,*** **K1JT protokolünü kullanarak NJ2R ile QRA64 arasında 2m'de bir EME QSO gösteriyor.**

Tablo 12
JT65 bir EME Kişisindeki Tipik Mesajlar

Döne	*Kısa Mesaj* CQ W6XYZ	*Uzun Formlu Mesajları*
m 1	CN87	*Kullanma* CQ W6XYZ CN87
2	000 RO	
3	RRR	RRR
4	73	TNX RAY73 GL
5		
6		

2. 7 Hz. Bu, 15 WPM CW için 50 Hz'lik minimum bant genişlikleri ile karşılaştırılabilir.

JT4 ve QRA64 protokolleri, JT65 aynı yapılandırılmış mesaj formatlarını ve çalışma prosedürlerini kullanır. JT4 evrişimli hata düzeltme kodu ve 4-FSK modülasyonu kullanır. Alt modlar, özellikle büyük Doppler yayılımına sahip yollarda yardımcı olabilecek giderek daha geniş ton ayrımları sunar. Forexample,JT4F (ton ayırma 157.5 Hz), 10 ve 24 GHz'de EME için yaygın olarak kullanılır. QRA64, *WSJT-X'de yeni bir eklentidir.* İt, bir *Q-ary Tekrar-Biriktir kodu kullanır* - şu anda iletişim teorisinde araştırmanın ön saflarında yer alan ikili olmayan düşük yoğunluklu parite kontrol kodu türü. *WSJT-X'te uygulandığı gibi, alt kod* QRA64A 144 MHz'de EME için çok etkili olduğu gösterilmiştir ve QRA64D 10 GHz'de EME için tercih edilen mod haline gelmiştir.

Bu dijital modlardan herhangi biriyle minimum temas için temel prosedürler benzerdir CW için olanlar için. Tipik mesaj dizilerinin örnekleri **Tablo 12'de gösterilmiştir.** Standart mesajlar Maidenhead ızgara konumlandırıcıları için ayrılmış alanı içerir, bu nedenle bu bilgiler normalde çağrı işaretleri ile birlikte değiştirilir. CW uygulamasının ardından, QSO dizisindeki bir sonraki iletiye yalnızca önceki adımdaki bilgiler kopyalandığında geçmelisiniz. İn JT4 ve JT65 varsayılan bir sinyal raporu OOO olarak gönderilebilir, ancak birçok operatör alıcı yazılım tarafından ölçülen sayısal sinyal raporlarını (standart 2500 Hz bant genişliğindeki gürültü gücüne göre dB cinsinden sinyal gücü vererek) göndermeyi ve almayı tercih eder. Bu tür raporları kullanan mesajlar Tablo 12'nin son sütununda gösterilir. Dijital protokollerin kullanımıyla ilgili birçok ek ayrıntı, *WSJT-X* programı ile dağıtılan belgelerde bulunabilir. **Şekil 79,** 144 MHz EME aracılığıyla NJ2R ve KiJT arasında bir QSO'da değiştirilen mesajlarla örnek bir ekran görüntüsü göstermektedir.

1 2.4 QSO Ortaklarını Bulma

Bu yazının yazıldığı sırada (2017'nin başlarında) EME aktivitesi seviyeleri 144 MHz'de en yüksektir. Ay'ın ufkunuzun üzerinde olduğu hemen hemen her zaman (her ay Samanyolu'nun düzlemine yakın olduğunda birkaç gün hariç), 144.100 ila 144.160 MHz frekans aralığında JT65 EME sinyali bulabilirsiniz - özellikle hafta sonları düzinelerce. Dünya çapında yüzlerce operatör, 144 MHz'de düzenli olarak JT65 kullanıyor (ve giderek daha da QRA64). Daha büyük istasyonlardan bazıları, 2000'den fazla diğer istasyonla EME bağlantıları kurdu. Belirli istasyonların çalışma frekansları genellikle gerçek zamanlı kayıt cihazlarında ve LiveCQ web sitesinde yayınlanır ("EME için Bilgisayar ve İnternet Kaynakları" kenar çubuğuna bakın). Kaydedicilerde açık programlar da yapılabilir ve bu, ilk EME kişilerinizi başlatmak için iyi bir yoldur. Bununla birlikte, bir QSO girişimi başlatıldıktan sonra kaydedici aracılığıyla iletişim kurarak gerçek bir EME temasından ödün vermeyin.

144 MHz bandındaki CW aktivitesi ve herhangi bir modda daha yüksek bantlardaki EME aktivitesi, Ay'ın uygun bir konumda olduğu her ay bir kez planlanan aktivite hafta sonlarında yoğunlaşmaya eğilimlidir. 144 MHz'den sonra, en fazla EME aktivitesine sahip bantlar 1296 ve 432 MHz'dir. Bu bantlarda rastgele CW (ve bazen SSB) aktivitesi çoğunlukla nominal alt bant sınırının üzerinde 5 ile 30 kHz arasında bulunur (örneğin, 1296,005 ile 1296,030 arasında) ve dijital aktivite .065 ile .070 arasında yoğunlaşarak .060 ile .090 arasındadır. Yıllık ARRL İnternational EME Yarışması sırasında ve diğer büyük işletme etkinliklerinde bu bantlarda tipik olarak yüz veya daha fazla istasyon aktiftir.

Daha yüksek mikrodalga bantları 2.3 ila 10 GHz arasında en az birkaç düzine düzenli aktif istasyona sahiptir. Bu ve daha yüksek bantlarda aktivite .100 civarında konsantre olma eğilimindedir. Dünyanın farklı yerlerinde farklı bant segmentlerinin atanabileceğini unutmayın.[8] Örneğin, Kuzey Amerika istasyonları 2304.100 kullanıyor, ancak bazı Avrupalılar 2320.100 civarında çalışıyor. 50, 222 ve 902 MHz bantlarındaki EME aktivitesi çoğunlukla önceden düzenlenmiş programlarla yapılır. "EME için Bilgisayar ve İnternet Kaynakları" kenar çubuğu, program ortaklarını ve EME yarışmalarının ve etkinlik hafta sonlarının tarihlerini bulmanıza yardımcı olabilecek bazı kaynakları listeler.

13 EME Referansı

J. Taylor, KİMT, "JT65 İletişim Protokolü", *QEX, Eylül/Ekim* 2005, s. 3-12.

[2]M. Franco, N2UO, "Bilgisayar Optimize Çift Mod Dairesel Polarize Feedhorn", *Mikrodalga Güncelleme 2008,* ARRL, 2008 ve **okldfc.com/ EME/technic/septum/N2UO%20 opt.pdf;** P. Wade, WlGHZ, "Septum Polarizörleriyle VE4MA ve Chaparral beslemeleri", **www.w Ighz.org/antbook/ conf/VE4MA_Chaparral_ septum _ feeds.pdf.; G.** Kollner, DL4MEA, "23 cm ve 13 cm için Super-VE4MA besleme boynuzu tasarlama", *Dubus,* 1/2007 , p 33.

L. Asbrink, SM5BSZ, "The '+' Yapılandırma ve 'X' Yapılandırma **", www.sm5bsz.com/ polarity/simplesw.htm.**

* D. Halliday, KD5RO (şimdi K2DH), "On Ayak TVRO Anteni Kullanarak Mikrodalga EME", *ARRL UHF/Mikrodalga Projeleri El Kitabı, Cilt* 1, 1996; Bay Mattila, VE7CMK, T. Haynes, VE7CNF, "Moonbounce Projesi: Dünya-Ay-Dünya İstasyonu" VA7MM.

* L. Asbrink, SM5BSZ, "Linrad: İletişim Deneycisi için Yeni Olanaklar", *"QEX, Bölüm 1*, Kasım/Aralık 2002 pp 3 7-41; Bölüm 2, Ocak/Şubat 2003 pp 41-48; Bölüm 3, Mayıs/Haziran 2003 pp 36-43 ; Bölüm 4, Eylül/Ekim 2003 pp 29-37; "Yüksek Performanslı Donanımla Linrad", *QEX, Ocak/Şubat* 2004, pp 20-31; "Linrad ana sayfası", **www.sm5bsz.com/ linuxdsp/linrad.htm.**

- Taylor, K1JT, *"MAP65 Sürüm 2:15.* Uluslararası EME Konferansında JT65 için Panoramik, Polarizasyon Eşleştirme Alıcısı, Cambridge, İngiltere, Ağustos 2012); **Fizikte de mevcuttur. princeton.edu/pulsar/KlJT/KiJT _ EME2012.pdf.**

[7]J. Klitzing, W6PQL, **www. w6pql.com/ l_kw_2m_ldmos_amplifier.htm**

[8]Y. Mataka, JA4BLC, "13 cm EME için Tam Spektrum Alıcısı", *Dubus 3/2005*, s 21.

14 Uzay İletişim Terminolojisi Sözlüğü

AMSAT - Radyo Amatör Uydu Şirketi'nin tescilli ticari markası, Washington, DC'de bulunan kar amacı gütmeyen bir bilimsel/eğitimsel organizasyon. İt Amatör Radyo uyduları inşa eder ve işletir ve OSCAR'ın lansmanından bu yana OSCAR programına sponsor olmuştur. 5. (AMSAT, 10605 Concord St, # 304, Kensington, MD 20895; **www.amsat. org)**

Anomalistik dönem Bir uydunun iki ardışık perigee arasındaki geçen zaman.

Anten sıcaklığı - EME sistem değerlendirmesinde kullanılır, anten tarafından anten deseni tarafından ağırlıklandırılan görüş alanındaki tüm gürültü kaynaklarından alınan gürültünün bir ölçüsüdür.

AO- # Uçuşta AMSAT OSCAR uzay aracı için kullanılan işaretleyici, sıra numarası ile .

AOS - Sinyal alımı. Radyo sinyallerinin bir uydudan ilk duyulduğu zaman, genellikle ufkun üzerine çıktıktan hemen sonra.

Apogee - Bir uydunun yörüngesinde Dünya'dan en uzak olduğu nokta.

Perigee argümanı - Yörünge düzleminde bir uydunun perigee noktasını bulan kutupsal açı; yükselen düğüm, geocenter ve perigee arasında çizilmiş; Ve yükselen düğümden uydu hareketi yönünde ölçülür.

Yükselen düğüm - Alt uydu noktasının (SSP) Güney Yarımküre'den ekvatoru geçtiği uydu yörüngesinin yer izindeki nokta Kuzey yarımküreye.

Az-el montajı - Hem azimut hem de yükseklik düzlemlerinde anten konumlandırmasına izin veren bir anten montajı.

Azimuth - Belirli bir noktadan yön (yatay düzlemde yandan yana) Yeryüzünde, genellikle derece cinsinden ifade edilir. Kuzey = 0 ° veya 360 °; Doğu = 90 °; Güney = 180 °; Batı = 270 °.

Dairesel polarizasyon (CP) - İçinde bir elektromanyetik dalga tanımlar Elektrik ve manyetik alanlar dönüyor. Eğer elektrik alan vektörü saat yönünde dönüyorsa, buna sağ el dairesel polarizasyon denir ve eğer elektrik alan saat yönünün tersine dönüyorsa, buna soldaki dairesel polarizasyon denir. Polarizasyon hissi, dalganın hareket ettiği yöne bakarak belirlenir.

Çapraz polarize - Dik açılarda polarizasyonlarıyla hizalanmış veya dairesel polarizasyonun karşıt duyularını kabul eden antenler.

Alçalan düğüm - Alt uydu noktasının (SSP) ekvatoru Kuzey Yarımküre'den Güney Yarımküre'ye geçtiği uydu yörüngesinin yer izindeki nokta.

Desense - Bir problem özelliği Güçlü bir RF sinyalinin alıcıyı aşırı yüklediği ve hassasiyeti azaltan birçok radyo alıcısından.

Doppler etkisi: Verici ve alıcı arasındaki mesafenin değişmesinden kaynaklanan belirgin bir frekans kayması.

Downlink - Üzerindeki frekans Radyo sinyalleri, Dünya'daki istasyonların alımı için bir uydudan kaynaklanmaktadır.

Dünya istasyonu - Bir radyo istasyonu, üzerinde veya Dünya'nın yüzeyine yakın, bir uzay aracına iletmek veya almak için tasarlanmıştır.

Eksantriklik - Orbital parametre Eliptik bir yörüngenin geometrik şeklini tanımlamak için kullanılır; Dışmerkezlilik değerleri e = 0'dan e = 1'e kadar değişir, burada e = 0 bir çemberi tanımlar ve e çok uzun, ince bir elips için 1'e yaklaşır .

EIRP - Etkili izotropik ışıma gücü. Anten referansı dışında ERP ile aynı izotropik bir radyatördür.

Yükseklik - Genellikle belirtilen yerel yatay düzlemin üzerindeki açı derece derece. (0 ° = Bulunduğunuz yerdeki Dünya yüzeyine teğet düzlem; 90 ° = düz yukarı, Dünya düzlemine dik).

EME - Dünya-Ay-Dünya ***(ayrıca bakınız Moonbounce)***

Epoch - Uydu *hareketini tanımlayan belirli bir parametre kümesinin (Kepler elemanları)* tanımlandığı referans zaman.

EQX - Bir uydu yörüngesinin yükselen düğümünün referans ekvator geçişi, genellikle UTC'de ve geçişin boylam derecelerinde belirtilir.

ERP - Etkili yayılan güç. İletim hattı kayıplarından sonra sistem güç çıkışı ve anten kazancı (bir dipole atıfta bulunur) dikkate alınır.

ESA - Avrupa Uzay Ajansı. Avrupa hükümet gruplarından oluşan bir konsorsiyum, uzay araştırmaları ve geliştirme için kaynakları bir araya getiriyor.

Faraday rotasyonu - Dalgalar iyonosferden geçerken radyo dalgalarının kutuplaşmasının bir dönüşü,
Dünya'nın manyetik alanının varlığında.

FO- # - Japon amatör uyduları için kullanılan belirteç, sıra numarası ile. Fuji-OSCAR 12 ve Fuji-OSCAR 20 bu tür ilk iki uzay aracıydı .

Geocenter - Dünya'nın merkezi. ***Coğrafi yörünge*** - Ekvator üzerinde böyle bir yükseklikte (yaklaşık 22.300 mil) bir uydu yörüngesi, uydunun belirli bir noktanın üzerinde sabitlenmiş gibi görünmesi.

Zemin kazancı - Bir antenin önündeki zeminden gelen yansımalar, belirli yükseklik açılarında etkili kazanıma 6 dB kadar ekleyebilir.

Groundtrack - Hayali çizgi
Dünya yüzeyinde subsatellite noktası (SSP) tarafından izlenir.

İnclination - Bir uydunun yörünge düzlemi ile Dünya'nın ekvator düzlemi arasındaki açı.

İncrement - Belirli bir uydunun iki ardışık geçişi arasında yükselen düğümün boylamındaki değişim, yörünge başına derece Batı olarak ölçülür.

İskra - Salyut misyonlarında kozmonotlar tarafından elle başlatılan Sovyet alçak yörünge uyduları. İskra, Rusça'da "kıvılcım" anlamına gelir.

JT65 - EME iletişimi için kullanılan dijital mod.

Keplerian Elements - Klasik
Altı yörünge elemanı sayısından oluşan set
Uydu yörünge hareketlerini tanımlamak ve hesaplamak için kullanılır. Set oluşturuldu
Eğim, Yükselen Düğümün Sağ Yükselişi (RAAN), eksantriklik, perigee argümanı, ortalama anomali ve ortalama hareket, hepsi belirli bir dönemde veya referans yılında, günde ve zamanda belirtilir. Ek olarak, bozunma hızı veya sürükleme
Hesaplamayı hassaslaştırmak için genellikle faktör dahil edilir.

LEO - Düşük Dünya Yörünge gibi uydu
Faz 1 ve Faz 2 OSCARs.

LHCP - Sol el dairesel polarizasyon. ***Terazi solması -*** Ay'ın yüzeyindeki yansıtıcı özelliklerin ve Dünya'daki bir gözlemcinin göreceli geometrisinin değişmesinden kaynaklanan EME sinyallerinin hızlı solması.

LNA - Düşük gürültü amplifikatörü - uydu ve EME iletişimi için anten terminallerine mümkün olduğunca yakın monte edilmiş bir ön amplifikatör.

LOS - Sinyal kaybı - Bir uydunun menzil dışına çıktığı ve ondan gelen sinyallerin artık duyulmadığı zaman. Bu genellikle uydu ufkun altına indikten hemen sonra gerçekleşir.

Ortalama anomali (MA) - Bir uydunun yörüngesi boyunca nerede bulunduğunu göstermek için kullanılan perigee'den başlayarak zamanla eşit olarak artan bir açı. MA genellikle Kepler elemanlarının tanımlandığı referans döneminde belirtilir. Yörünge zamanını AO-10 için Bir dairenin dereceleri yerine 256 parçaya bölünür ve MA (bazen faz olarak adlandırılır) Oto 255'ten belirtilir. Dolayısıyla perigee MA = 0, apogee ise MA = 128'dir .

Ortalama hareket - Bir uydunun bir günde yaptığı yörüngelerin tam sayısını gösteren Kepler elemanı.

Microsat - Depolama ve ileri alma yeteneğine sahip bir dizi küçük amatör uyduya verilen toplu ad (örneğin OSCAR'lar 14-19).

Molniya - İlk olarak Rus Molniya serisinde kullanılan eliptik yörünge tipi, günlük olarak az ya da çok tekrarlayan bir zemin izine sahiptir.

Moonbounce - Sinyallerin alınmadan önce Ay'dan geri döndüğü EME iletişimi için ortak bir isim.

NASA - Ulusal Havacılık ve Uzay Dairesi, ABD uzay ajansı.

Düğüm periyodu - Uydu yörüngesinin iki ardışık yükselen düğümü arasındaki zaman miktarı.

Yörünge elemanları - Keplerian Elements bakınız.

Yörünge düzlemi - Uydu yörüngesini içeren, uzay boyunca uzanan hayali bir düzlem.

OSCAR - Amatör Radyo Taşıyan Yörünge Uydusu.

PACSAT - Paket radyo uydu (Microsat ***ve UoSAT-OSCAR bakınız).***

Parabolik (çanak) anten - Devrim paraboloidinin bir parçası olan bir anten reflektörü. Uyarıldığında yüksek kazanç ve dar ışın genişliği elde etmek için esas olarak UHF ve daha yüksek frekanslarda kullanılır
Yansıtıcıyı aydınlatmak için çanak odağına yerleştirilen çeşitli tahrik elemanlarından biri tarafından.

Pass - Bir uydunun yörüngesi.

Passband - Bir uydu çevirici veya transponder tarafından işlenen frekans aralığı.

Yol kaybı - Toplam yayılan sinyal enerjisine göre verici ve alıcı istasyonlar arasındaki toplam sinyal kaybı.

Perigee - Bir uydunun yörüngesinde Dünya'ya en yakın olduğu nokta.

Periyot - Bir uydunun Dünya hakkında tam bir devrim yapması için gereken süre. ***Anomalistik dönem*** ve ***Nodal dönem.***

Faz İ - Güneş hücreleri ile donatılmamış en eski, kısa ömürlü, düşük Dünya yörüngesi (LEO) OSCAR uydularına verilen terim. Pilleri tükendiğinde, çalışmayı bıraktılar.

Aşama 2 - LEO OSCAR uyduları.
Uzay aracı sistemlerine güç veren ve pillerini şarj eden güneş panelleri ile donatılmış bu uyduların beş yıla kadar dayanabildiği gösterilmiştir (örneğin OSCAR'lar 6, 7 ve 8).

Faz 3 - Çok uzun ömürlü güneş enerjisi sistemleri (örneğin OSCARs 10 ve 40) ile genişletilmiş menzilli, yüksek seçimli yörünge OSCAR uydular.

Aşama 4 - Yerdurağan yörüngelerde önerilen OSCAR uyduları.

Kutupsal Yörünge - Alçak, dairesel bir yörünge, Dünya'nın kutuplarından geçecek şekilde eğimlidir.

Presesyon - AO-10 ve AO-40 yörüngelerin karakteristiği olan bir etki. Uydu apogee SSP yavaş yavaş zamanla değişecektir.

Proje OSCAR - California merkezli grup, Amatör Radyo için alanın potansiyelini ilk tanıyanlar arasında; OSCAR'lardan sorumlu İ İV aracılığıyla.

QRP günleri - Uydular üzerinden çalışan çok düşük güçlü uplink için özel yörüngeler ayrılır.

RAAN - Yükselen Düğümün Sağ Yükselişi. Göksel ekvator boyunca doğuya doğru ölçülen açısal mesafeyi belirten Kepler elemanı, vernal ekinoks ve saat çemberi arasında
Bir uzay aracının yükselen düğümü. Bu, kabaca yükselen düğümün boylamı anlamına gelecek şekilde basitleştirilebilir.

Radyo Sputnik - Rus Amatör Radyo uyduları (bkz ***RS #).***

Referans yörüngesi - Fazın yörüngesi
Bu UTC günü boyunca ilk yükselen düğüm ile başlayan İİ uyduları.

RHCP - Sağ el dairesel polarizasyon. ***RS*** # - Çoğu Rus Amatör Radyo uyduları için kullanılan belirteç (örneğin RS-1 ile RS-15).

Uydu geçişi - Uydunun yakınlarda ve belirli bir yer istasyonunun aralığında "geçtiği" yörünge segmenti.

Sidereal gün - Dünya'nın "sabit" yıldızlara göre ekseni etrafında tam 360 ° dönmesi için gereken süre. Sidereal gün 1436.07 dakika içerir (bkz.

Sidereal ay - Dünya ve Ay, her 27.3 günde bir, bir sidereal ayda bir (sabit yıldızlara göre) karşılıklı yörüngelerini tamamlarlar.

Güneş günü, tanımı gereği, tam olarak 24 saat (1440 dakika) içerir. Güneş günü boyunca Dünya, "sabit" yıldızlara göre ekseni etrafında 360 °'den biraz daha fazla döner (Sidereal ***gününe bakınız).***

Spin modülasyonu - Periyodik genlik, bir uydunun antenlerinin kendi dönüş ekseni etrafında dönmesinden, anten zirvelerini ve boşluklarını döndürmesinden kaynaklanan solma ve tepe noktasıdır.

SSP - Subsatellite noktası. Dünya'nın yüzeyine doğrudan uydu ve coğrafi merkez arasındaki nokta.

Sistem gürültü sıcaklığı - EME sistem değerlendirmesinde kullanılır, anten tarafından toplanan bir gürültü ölçüsü ve alıcıda üretilen gürültü.

Telemetri - Uydu kaynaklı, yerleşik alt sistemlerin performansı veya durumu hakkında bilgi aktaran radyo sinyalleri. Ayrıca bilginin kendisinden de bahseder.

Transponder - Spektrumun bir bölümünde radyo sinyalleri alan, onları güçlendiren, frekanslarını spektrumun başka bir bölümüne çeviren (kaydıran) ve yeniden ileten bir uydu üzerindeki bir cihaz. Doğrusal çevirici olarak da adlandırılır.

UoSAT-OSCAR (UO #) - Koordinasyon altında oluşturulan Amatör Radyo uyduları İngiltere, Surrey Üniversitesi'ndeki radyo amatörleri ve eğitimcileri.

Uplink - Sinyallerin yer istasyonlarından bir uyduya iletildiği frekans.

Görünürlük Çemberi - Dünya üzerinde bir uydu tarafından "görülen" alan aralığı. Buna o uydunun "ayak izi'de denir.

Pencere - İki zeminin satın alma çemberleri arasındaki örtüşen bölge
Belirli bir uyduya atıfta bulunan istasyonlar. Alt uydu noktası pencerenin içindeyken iki istasyon arasındaki iletişim mümkündür.

WSJT-X EME iletişimi için araçlar içeren bir bilgisayar yazılımı paketi.

İçerik

Dijital iletişim

İn bu işletim eki *Steve* Ford, WB8IMY, 2021'in başlarında güncellenen ARRL El Kitabı, çeşitli HF ve VHF dijital modlarında çalışmak üzere istasyon bileşenlerinin montajı ve yapılandırılmasında kullanılan teknikleri tartışıyor. Günümüzün dijital iletişim seçenekleri klasik RTTY, paket radyo ve PSK31 gibi klavye tabanlı modlardan FT8, FT4, JT65, dijital ses, yerel yüksek hızlı multimedya ağları ve internet ile bağlantılı VHF/UHF ağları. İlgili bilgiler **Modülasyon ve Dijital Protokoller ve Modlar bölümlerinde bulunabilir**. Aksi belirtilmedikçe, diğer bölümlere yapılan atıflar, *ARRL El Kitabının basılı versiyonundaki bölümlere atıfta bulunur*.

Amatör dijital iletişim, bugün niş bir etkinlik olarak tarihini çok geride bırakan ana akım bir faaliyettir. II. Dünya Savaşı'nın sonundan 1980'lerin başına kadar, *RTTY olarak bilinen radyoteletip, amatör* radyo dijital moduydu. 1977'den önce amatör bir RTTY istasyonunu ziyaret ettiyseniz, muhtemelen sarı kağıt rulolarıyla tamamlanmış mekanik bir teletype makinesi görürdünüz. Teletip, *bir TU veya terminal birimi olarak bilinen bir arayüz aracılığıyla alıcı-vericiye bağlanmış olabilir. Bir* osiloskop muhtemelen alınan sinyalin uygun şekilde ayarlanması için kullanılan düzeni de süslemiştir.

1970'lerin sonunda uygun fiyatlı mikroişlemci teknolojisi ortaya çıktığında, terminal birimleri de gelişti. Bazıları kendi kendine yeten klavyeler ve video ekranları içeriyordu, bu da mekanik teletipi eski haline getirdi. Kişisel bilgisayarlar geliştikçe, TU'lar için mükemmel arkadaşlar oldular. Bu konfigürasyonda PC, TU'dan alınan verileri görüntüleyen ve iletim için TU'ya veri gönderen "aptal bir terminal'olarak işlev gördü. Bu dönemin TU'ları, jambonların parazit arasında zayıf sinyalleri kopyalamasına izin veren ultra keskin alma filtreleri sundu.

1980'lerin sonlarında, geleneksel terminal birimleri, *çok modlu kontrolörler olarak bilinen gelişmiş mikroişlemci cihazlarına verim vermeye başladı.* Adından da anlaşılacağı gibi, bu kompakt üniteler tek bir pakette, tipik olarak RTTY, paket, AMTOR ve PACTOR olmak üzere birkaç farklı dijital modu ele alır. TU'lar gibi, çok modlu denetleyiciler, aptal bir terminal gibi davranan kişisel bir bilgisayarla iletişim kuran bağımsız cihazlardır. Tüm ağır kaldırma kontrolör ve *firmware olarak bilinen kendi kendine yeten yazılımı tarafından yapılmaktadır.*

1990'ların başında kişisel bilgisayarlar için ses kartları ortaya çıktı. Ses kartları daha güçlü hale geldikçe, jambon potansiyellerini fark etmeye başladı. Doğru yazılımla, bir ses kartı alınan sesi doğrudan radyodan alabilir ve dijital bilgiye çevirebilir. Aynı ses kartı, iletim için çeşitli dijital ses modülasyonu biçimleri de oluşturabilir. İlk "ses kartı modu" PSK3 l, Peter Martinez, G3PLX tarafından geliştirildi. Takip eden yıllarda ses kartları daha güçlü ve çok yönlü hale geldi. Hams, -gelişmelerden yararlanmak için yeni dijital modlar geliştirerek yanıt verdi.

Donanım denetleyicileri hala bizimle, ancak öncelikle tipik bir kişisel bilgisayarın kendi başına sağlayabileceğinden daha fazla işlem kası ve hassas zamanlama gerektiren paket ve PACTOR gibi modlar için kullanılırlar. D-STAR gibi diğer amatör dijital modlar, radyo donanımını özel dijital işleme bellenimi ile birleştiren özel olarak tasarlanmış alıcı-vericilere bağlıdır.

1 Ses aygıtı modları

Ses cihazı teknolojisi amatör HF dijital iletişim dünyasına hakimdir. *Ses kartı terimi yaygın olarak* kullanılmasına rağmen, bu bölümde tartışılan teknikler, günümüzde bilgisayar sistemlerinde son derece yaygın olan anakart gömülü ses çipi setleri ve bir dizi modem alıcı-vericisinde bulunanlar da dahil olmak üzere harici ses işleme cihazları için geçerlidir. Bu donanım uygulamalarından herhangi birine atıfta bulunmak için "ses aygıtı" terimini kullanıyoruz.

Günümüzde kullanılan ses aygıtı modları arasında FT8, FT4, PSK, RTTY, MFSK16, Olivia, JT65, Hellschreiber, MSKl 44, WSPR ve daha fazlası bulunmaktadır. Dijital ses için ses cihazı uygulamaları da vardır, daha sonra bu ekde tartışılmıştır ve İmage **Communications** ekinde tartışılan yavaş taramalı TV için.

Bu 2021'de yazıldığı gibi, FT8 hem sıradan kişiler hem de DXing için en popüler HF dijital iletişim modu haline geldi. Popülerlik ofFT8 rağmen, radyoteletip (RTTY) itiraz için baş HF modu olmaya devam ediyor, ancak FT8 bu uygulamada da ciddi ilerlemeler kaydediyor. Aslında, FT8 olarak bilinen nispeten yeni bir FT4 "kuzeni", özellikle itiraz etmek için tasarlanmıştır.

Diğer tüm HF dijital modları küçük roller oynar, ancak her biri kullanım durumuna bağlı olarak fayda sağlayan özelliklere sahiptir. Örneğin Olivia ve MFSK16, kötü koşullar altında daha sağlam bir kopya sağlar. WSPR, yayılma testi için en popüler moddur. VHF ve üzerinde, *WSJT-X yazılım* paketi özellikle meteor saçılması ve moonbounce çalışması için tasarlanmış modlar sunar. *WSJT-X ücretsiz* ve Windows, Linux ve macOS için kullanılabilir **physics.princeton.edu/ pulsar/kljt/wsjtx.html.**

Söz konusu moddan bağımsız olarak, ses aygıtı kritik bağlantı olarak işlev görür. İt, dijitalden analoğa (D/A) ve analogdan dijitale (AID) dönüştürücü olarak çalışır. *AID rolünde*, ses cihazı alıcı sesini alır ve dijital bilgiye dönüştürür. İletim sırasında, ses cihazı bir D/A dönüştürücü olarak kullanılır, yazılım uygulamasından dijital bilgi alır ve alıcı-vericiye beslenen karşılık gelen bir analog sinyal oluşturur. (AID hakkında daha fazla bilgi için Ve *Dİ* A dönüştürücüleri, bu *El Kitabının DSP ve SDR Temelleri bölümüne bakın.)*

1.1 Ses Cihazlarının Evrimi

Amatör radyo ses cihazı modlarının ilk günlerinde, bilgisayar ses kartı (veya anakart ses yonga seti) **her** amatör istasyonun kritik bileşeniydi. Ancak bugün çoğu amatör uygulama için, ses cihazı bilgisayardan taşındı ve Dış arayüzlere, hatta alıcı-vericilerin içine. **Bakınız Şekil 1.** Sadece radyolar ve bilgisayarlar arasında analog ses sinyallerini geçen geleneksel arayüzlerden ziyade, modem arayüzleri kendi *AID* ve *Dİ A cihazlarını içerir*. Bilgisayara bağlantı - kesinlikle dijital bilgilerin, tipik olarak bir USB kablosuyla aktarılması içindir.

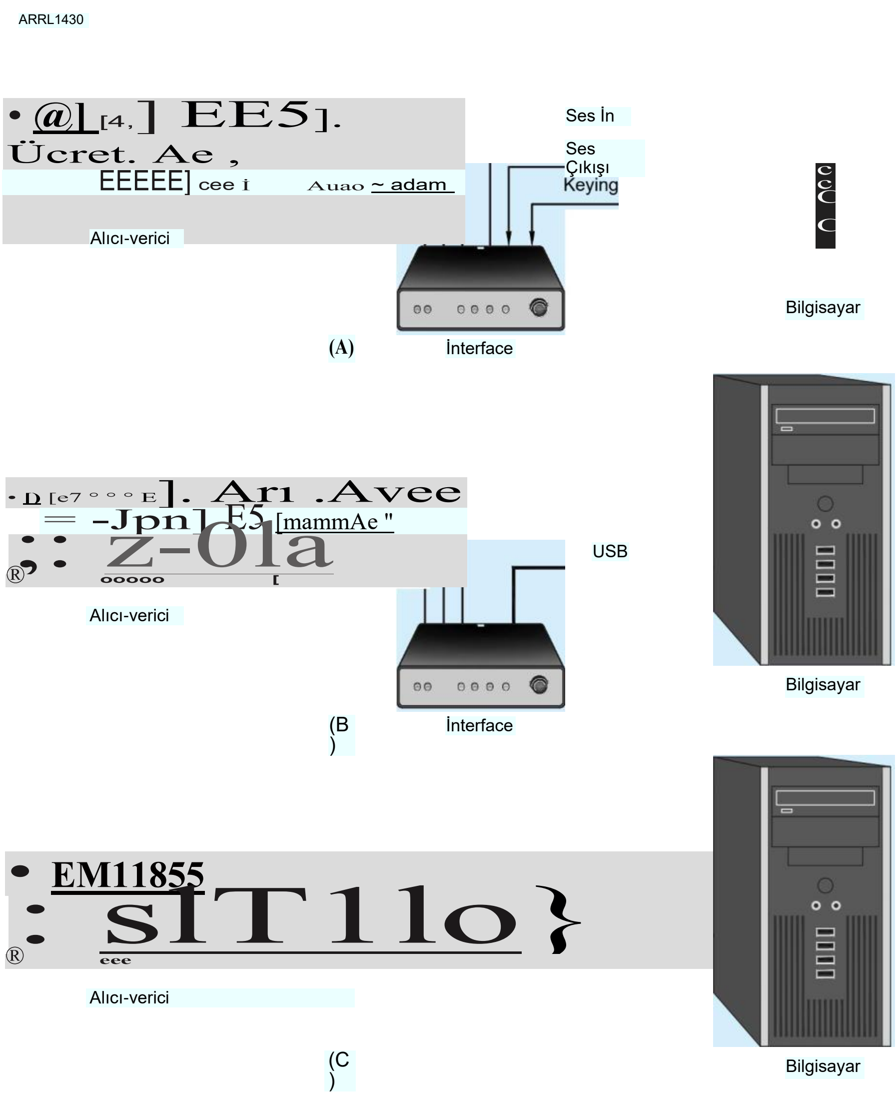
Alıcı-vericiler artıyor- Ustaca bir sonraki adımı atarak *Radyo içine AID ve Dİ* A dönüştürme işlemi getiren. Herhangi bir dış arayüz yoktur; Radyo doğrudan bilgisayara bağlanır. Bu yaklaşımı benimseyen giderek daha fazla sayıda alıcı-verici görmevi bek

AFSKAND FSK

Çoğu ses cihazı modu, - dijital olarak modüle edilmiş RF sinyalleri oluşturmak için bir çeşit frekans ve/veya faz kaydırma anahtarlamasına dayanır. Bu modülasyon, doğrudan bir SSB ses alıcı-vericisine, mikrofon jakında veya bir arka panel aksesuar jakında uygulanan ses aygıtı ses çıkışı ile ses frekanslarında gerçekleşir ve *ses frekansı kaydırma anahtarlaması (AFSK) olarak adlandırılır.*

RTTY, PACTOR İ ve AMTOR sinyalleri AFSK kullanılarak gönderilebilir ve genellikle gönderilir. Bu modları, ayrık *ikili verileri doğrudan* alıcı-vericiye uygulayarak iletmek de mümkündür. Bu teknik - doğrudan *frekans kaydırma anahtarlaması (FSK) olarak bilinir.*

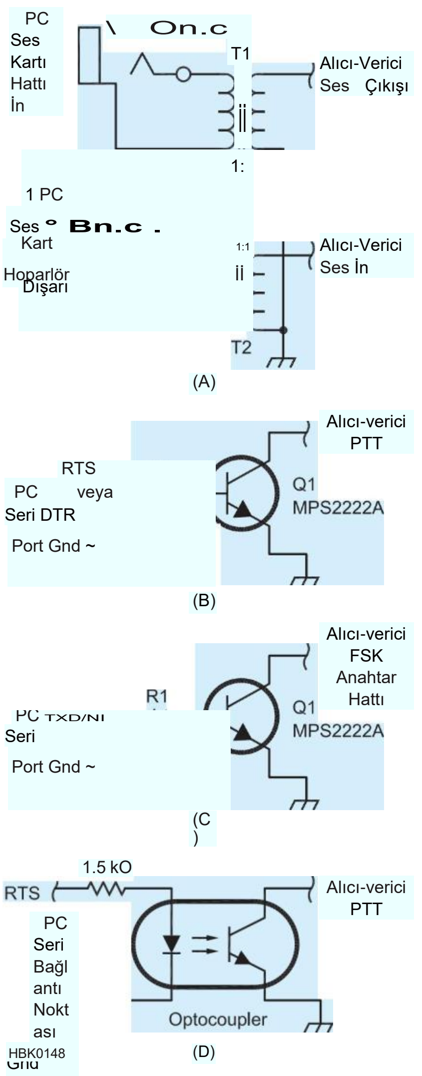
Örneğin, Baudot RTTY'deki her karakter



Şekil 1 - Alıcı-vericinizi bilgisayarınızla arabirim haline getirmek için en yaygın yapılandırmalardan üçü. (A) Uzun yıllar boyunca en yaygın kurulum, bilgisayarın ses kartından ses ileten ve alan, bilgisayarın COM portlarından birinden anahtarlama gönderen/alan ve her şeyi alıcı-vericiye ileten bir arayüze dayanıyordu. sinyal hatlarını izole etti. Bu tür bir arayüz giderek nadirdir. (B) Bu yazıldığı sırada mevcut olan birçok arayüz USB aygıtlarıdır. Tek bir USB kablosu bilgisayara takılır. Sadece bilgisayar ses kartı kullanılmaz, arayüz kendi ses cihazını içerir. Sırayla, arayüz kaynakları radyoya ses iletir, işlemler radyodan ses alır ve anahtarlama iletir/alır. (C) Gelecekte, alıcı-vericilerin kendi bilgisayar arayüzlerini birleştirmeleri nedeniyle arayüzün tamamen ortadan kalktığı görülecektir. Bugün, orta ila yüksek fiyatlı birkaç makine bu özelliği ekledi.

Kod beş bitten oluşur. AFSK ile modüle edildiğinde,'l "biti genellikle 2125-Hz bir tonla temsil edilir ve bir *işaret olarak bilinir. Bir* "0" bit, *boşluk adı verilen 2295-Hz bir tonla temsil edilir.* İşaret ve boşluk arasındaki fark, *vardiya olarak adlandırılan 170 Hz'dir.* Tek taraflı bir alıcı-vericiye uygulandığında, bu AFSK ses sinyali, işaret ve boşluk frekansları arasında ileri geri hareket eden bir RF çıkış sinyali üretir.

Bununla birlikte, FSK'yı destekleyen bir alıcı-verici,



Şekil 2 - Bazı yaygın olarak kullanılan arayüz devreleri. A'da, ses cihazını ve alıcı-verici ses hatlarını izole etmek. T1 ve T2 1:1 ses izolasyon transformatörleri. B'de, alıcı-verici PTT'nizi anahtarlamak için bilgisayar COM portunu kullanmak için basit bir devre ve C'de, FSK anahtarlaması için benzer bir devre. Q1, genel amaçlı bir NPN transistörüdür (MPS2222A, 2N3904 veya eşdeğeri). D'de, radyo ve bilgisayar arasında daha fazla izolasyon sağlamak için bir optokupler kullanılabilir. Üzerinde Bir DB9 seri bağlantı noktası konektörü: RTS, pin 7; DTR, pin 4; TxD, pin 3; GND, pin 5.

Doğrudan bilgisayardan mark/space dijital verilerini kabul edebilir ve bu bilgileri frekans tespit eden RF çıkışını otomatik olarak oluşturmak için kullanır. FSK çalışırken alıcı-vericiye ses sinyali uygulanmaz.

AFSK veya FSK kullanmanın bir avantajı var mı? Yıllar önce, FSK işlemini desteklemeyen alıcı-vericiler genellikle dar İF filtreleme kullanımına izin vermedi. Dar filtreler, AFSK ile kullanılan SSB ses modu için değil, CW için ayrılmıştır. RTTY'yi böyle bir donanımla kullanmak istiyorsanız, AFSK kullanmanız ve daha geniş (2.4 kHz veya öylesine) SSB İF bant genişliği ile mücadele etmeniz veya harici bir ses filtresi eklemeniz gerekiyordu. Öte yandan, FSK özellikli alıcı-vericiler, RTTY operatörünün dar filtreleri seçmesine izin vererek kalabalık bantlarda alıcı girişimini azalttı .

Günümüzün alıcı-vericilerinin çoğu, -herhangi bir çalışma modu ile kullanılabilen İF aşamalarında ayarlanabilir bant genişliği dijital sinyal işleme (DSP) filtreleri sunar. Bu, en azından almak için FSK avantajını etkili bir şekilde ortadan kaldırdı.

Bununla birlikte, FSKremains'in çekiciliği, iletim söz konusu olduğunda. *Düzgün modüle edilmiş bir AFSK sinyali* FSK'den ayırt edilemez, ancak bir ses cihazından bir ses sinyali uygularken bir SSB vericisini aşırı çalıştırmak nispeten kolaydır (bir sonraki bölümde daha fazlası). FSK ile bu asla bir sorun değildir. Sadece bilgisayardan radyoya veri besliyorsunuz; Gerisini radyo halleder .

Bu yüzden birçok RTTY operatörü hala FSK kullanıyor ve bu yüzden alıcı-verici üreticileri hala ürünlerinde FSK modları (bazen DATA veya RTY etiketli) sunuyor. Birkaç ses cihazı arayüzü, FSK verilerinin göründüğü bilgisayar COM portu ile alıcı-verici FSK girişi arasında özel bir TTL devresi sağlayarak FSK'yı destekler. Bu şekilde kullanıldığında, ses cihazı çıkışında bir iletim ses sinyali üretmez. İnstead, RTTY yazılımı, FSK verilerini göndermek için COM portundaki çeşitli hatları anahtarlar.

Seçtiğiniz arayüz FSK'yı desteklemiyorsa, - **Şekil 2'de gösterilen devreyi kullanarak kendi TTL arayüzünüzü oluşturabilirsiniz. Bu** basit devre, COM portuTxDpin'de (pin3 ona9-pinCOMport) görünen veri darbeleri tarafından açılıp kapatılan bir transistör kullanır. Yeni

Bilgisayarlarda seri COM portu olmayabilir. Bir bilgisayar USB portundan FSK anahtarlaması sağlayan çeşitli arayüzler mevcuttur.

FSK alıcı-verici girişlerinin yalnızca ikili FSK'ya dayanan, tipik olarak 170 veya 200-Hz vardiyalı modlar için kullanılabileceğini belirtmek önemlidir. Bu modlar arasında RTTY, PACTOR İ ve AMTOR bulunur. FSK girişini, MFSK16 veya PSK gibi çok frekanslı veya faz kayması modüle edilmiş sinyalleri iletmek için kullanamazsınız.

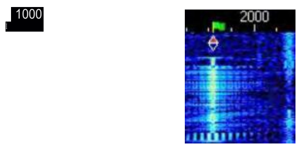
1.3 Ses Düzeylerini İletme

Dijital olarak modüle edilmiş sesi bir alıcı-vericiye uygularken, uygun seviyeleri korumak çok önemlidir. Alıcı-vericinin ses girişini aşırı zorlayarak, alıcı uçta çözmek imkansız olmasa da zor olacak geniş, bozuk bir RF sinyali oluşturabilirsiniz. Böyle bir aşırı modüle edilmiş sinyal, bitişik frekanslarda da önemli bir girişime neden olacaktır.

Ses cihazınızdan iletim ses çıkışını artırırken, alıcı-vericinizdeki ALC göstergesine dikkat edin. ALC, ses sürücüsü seviyesini yöneten otomatik seviye kontrolüdür. Ses sınırlamanın gerçekleştiğini belirten ALC ekranınızı gördüğünüzde veya ekran ALC "aralığını" aştığınızı gösteriyorsa, alıcı-vericiye çok fazla ses besliyorsunuz demektir.

ALC'yi tek başına izlemek her zaman etkili değildir. Birçok radyo, ALC metreyi "nominal" aralığından çıkarmadan tam çıkışa yönlendirilebilir. Bazı radyolar belirli bir seviyenin ötesinde SSB çıkışı sağlamaları istendiğinde kesinlikle doğrusal değildir (bazen bu doğrusal olmama %50 çıkış seviyesinde başlayabilir). Doğrusallık sorununu bir SSB ses sinyaliyle bir dereceye kadar görmezden gelebiliriz, ancak dijital modlarla değil, çünkü anında sonuç bir kez daha sıçramıştır.

Sinyalinizin temiz olup olmadığını anlamanın en basit yolu, birinden size yayında bir değerlendirme yapmasını istemektir. Örneğin, PSK3 **l programları** genellikle "kirli" sinyalleri kolayca algılayabilen bir şelale sesi kullanır. Sıçrama, **Şekil 3'te gösterildiği gibi, birincil sinyalinizin sağına ve soluna uzanan satır satırları olarak görünür.** (Overdriven PSK3 **l** sig -



Şekil 3 - Popüler ses cihazı yazılımına yerleştirilmiş şelale spektrum ekranı, aşırı hızlanmış PSK31 sinyallerini tespit etmeye yardımcı olabilir. Sağdaki sinyalden, 2000 Hz işaretçisinin yakınında, sıçrama olduğunu gösteren çizgilere dikkat edin. Diğer sinyaller uygun şekilde ayarlanmış vericilerdendir .

Nals da sert, tıklama sesi olabilir.)

Eğer sıçradığınız söylenirse, diğer istasyondan ses seviyesini yavaşça düşürürken sinyalinizi gözlemlemesini isteyin. ses cihazı veya pro cessor. Sıçramanın kaybolduğu noktaya ulaştığınızda, tamamen ayarlanırsınız.

Merak etmeyin eğer

Sadece 50 W çıkışta temiz bir sinyal üretebileceğinizi keşfedin. PSK3 l ve diğer birçok ses aygıtı modlarında, 50 Wand 100 W arasındaki performans farkı önemsizdir.

1.4 Ses cihazı yazılımı

Tablo 1'de görebileceğiniz gibi, ses tabanlı dijital modlar için çok sayıda yazılım mevcuttur. Bazı yazılım uygulamaları ücretsizdir, bazıları ise kayıt ve ücret gerektirir.

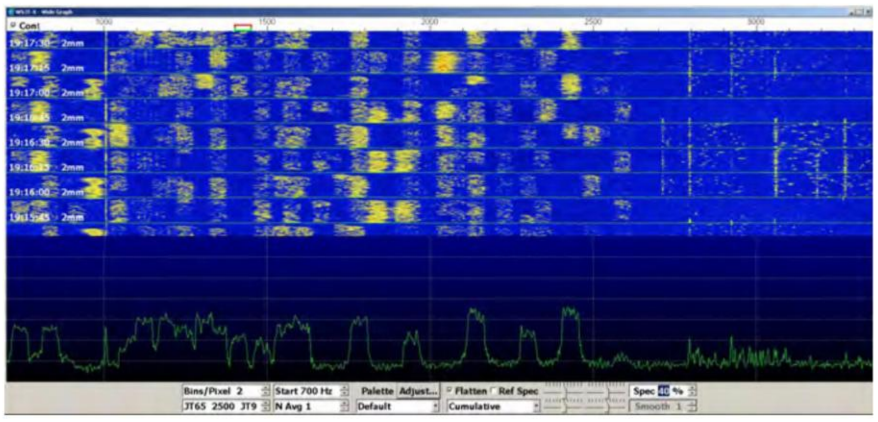
DigiPan (PSK3 l) ve *MMTTY* (RTTY) gibi modlara adanmış uygulamalar vardır. Son yıllarda trend, tek bir uygulamada birçok farklı dijital modu destekleyen çok modlu programlar olmuştur.

Çoğu yazılım uygulaması, alınan ses sinyalinin bant genişliği içinde algılanan tüm sinyalleri işlediği ve gösterdiği panoramik alıma dayanır. "İmzalar" sinyali genellikle - **Şekil 4'te gösterilenler gibi sürekli kayan şelale ekranlarında gösterilir.**

Panoramik alım özellikle PSK3 1 ve FT8/FT4 operatörleri arasında popülerdir, çünkü dar sinyaller nispeten küçük bir frekans aralığında (yaklaşık 2.5 ila 3 kHz, tipik bir SSB filtresinin bant genişliği) kümelenme eğilimindedir. Panoramik alımı kullanarak, bir operatör birbiri ardına şelaledeki bir sinyal izinde fare imlecini tıklayabilir ve her birini tum'da çözebilir.

Panoramik alımın zayıflığı, mümkün olduğunca çok sayıda sinyali görüntülemek için geniş İF filtreleme kullanıldığında ortaya çıkar. Alıcıdaki otomatik kazanç kontrolü (AGC) devresi, bu bant genişliği içindeki her şeye etki eder ve genel sinyal gücüne göre genel kazancı yükseltmek veya azaltmak için çok çalışır. Tüm sinyaller yaklaşık olarak aynı güçte ise, ancak bant genişliği içinde çok güçlü bir sinyal belirirse, AGC telafi etmek için kazancı azaltacaktır. Sonuç, şelale ekranındaki sinyallerin çoğunun aniden ortadan kalkması veya AGC alıcı kazancını düşürdüğü için çok zayıflaması olacaktır. Son derece güçlü bir sinyalin ortaya çıktığı durumlarda, kaya kırıcı dışındaki tüm sinyaller tamamen kaybolabilir.

Alternatif, daha dar İF veya ses filtresi ayarlarını kullanmaktır. Bunlar şelale ekran genişliğini büyük ölçüde azaltacaktır, ancak yakındaki güçlü sinyalleri de kaldıracak veya azaltacaktır.



Şekil 4 - WSJT-X panoramik şelale ekranının bu görünümünde birçok FT8 sinyali görülebilir.

Tablo 1
Ses aygıtı yazılımı

Windows

RTTY

MMTTY - **hamsoft.ca/pages/mmtty.php**
2Tone - **www.rttycontesting.com/downloads/2tone/**
GRITTY - **www.dxatlas.com/gritty/**

Çoklu mod

MixW- **www.mixw.net**
MultiPSK - **f6cte.free.fr/index_anglais.htm**
Ham Radyo Deluxe **-www.hamradiodeluxe.com**
Fldigi - **sourceforge.net/projects/fldigi/files/**

PSK31

DigiPan - **www.apkfollow.com/articles/2020/06/digipan.net.html**
WinWarbler- ***www.dxlabsuite.com1winwarbler***
WinPSK - **www.moetronix.com/ae4jy/winpsk.htm**

FT8,FT4

WSJTX- **physics.princeton.edu/pulsar/k1jt/wsjtx.html**

Dijital ses

FreeDV - **freedv.org**

macOS

MultiMode - **www.blackcatsystems.com/software/multimode.html**
cocoaModem - **www. w7ay.net/site/Applications/cocoaModem/**

Linux

Fldigi - **sourceforge.net/projects/fldigi/files/**

2 Paket radyo

Geleneksel paket radyonun altın çağı geçmiş olmasına rağmen, acil durum iletişimi gibi belirli uygulamalara ayrılmış ağlar şeklinde hala hayatta kalmaktadır. Paket radyonun bir çeşidi, daha sonraki bir bölümde ele alınan Otomatik Paket Raporlama Sisteminde (APRS) popüler kullanımı da bulur.

2.1 Paket TNC

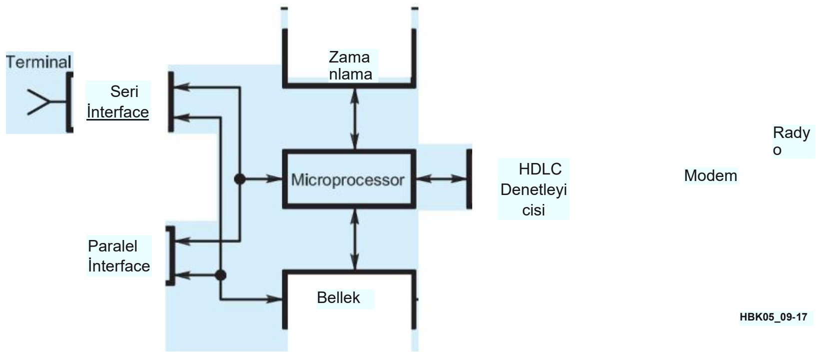
Başlangıçta, genellikle telefon hatları üzerinden iletişim kuran geniş alanlı dijital ağlar için bir protokol wasX25. X.25, verileri kesin olarak tanımlanmış *paketlere veya bilgi çerçevelerine ayırarak çalışır*. Her paket, hataların kontrol edildiği hedef cihaza gönderilir. Eğer hatalar keşfedilirse, alınan verilerin %100 hatasız olduğundan emin olmak için paket tekrar gönderilmelidir.

1980'lerin başında, amatörler X.25'i havadan dijital iletişim için uyarlamaya başladı. Sonuç *AX.25 oldu. Yeni* AX.25 protokolü, gönderen ve hedef istasyon çağrı işaretleri tarafından her mesajı tanımlamasına ve O'dan 15'e kadar bir aralıkta bir İkincil İstasyon İD (SSİD) eklemesine rağmen, aynı şekilde çalıştı.

Bu AX.25 paketlerini oluşturmak ve çözmek için, jambonlar *terminal düğüm denetleyicisini veya TNC'yi icat etti.* TN Cs, verileri birleştirmekten ve sökmekten çok daha fazlasını yapar; Kendi başlarına birer minyatür bilgisayardırlar. Bir TNC, başka rakip sinyallerin olabileceği bir radyo ağı içinde çalışacak şekilde programlanmıştır. Örneğin, aynı frekanstaki herkes için verimi en üst düzeye çıkarmak için, bir TNC diğer veri sinyallerinin varlığını tespit etmek üzere tasarlanmıştır. Gönderilecek bir paketi varsa, ancak frekansta bir sinyal algılarsa, frekans temizlenene kadar bekleyecektir. TNC'ler ayrıca, operatör uzaktayken iletileri depolamak için bir posta kutusu işlevi gibi çeşitli kullanıcı ayarlarına ve diğer özelliklere sahiptir.

Paket radyodaki değişikliklerden bağımsız olarak, TNC hala hayati bir bileşendir**.** Özünde, bir TNC "radyo modem'olarak işlev görür. Telsiziniz ve bilgisayarınız arasında aracı görevi görür. TNC bilgisayarınızdan veri alır, AX.25 paketleri oluşturur ve daha sonra AX.25 biçimlendirilmiş verileri radyo tarafından iletilmek üzere ses sinyallerine dönüştürür. Tersine çalışan TNC, alınan sesi demodüle eder, tekrar veriye dönüştürür, AX.25 paketlerini söker ve sonucu bilgisayara gönderir.

1200-baudapplications For300and, TNC'ler AFSK kullanarak iletim için sinyaller oluşturur. En yaygın olanı, öncelikle VHF'de kullanılan 1200 baud paketidir. 1200 baud'luk bir sinyal oluştururken, bir *işaret* veya 1 bit 1200 Hz'lik bir frekans ile temsil edilir. Bir *boşluk* veya 0 bit, 2200 Hz'lik bir frekansla temsil edilir. Her ardışık işaret arasındaki geçiş veya



Şekil 5- Tipik bir paket radyo TNC'nin blok diyagramı.

uzay dalga formu 1200 baud hızında gerçekleşir. 1200 ve 2200 Hz frekansları ses için kullanılan standart dar bant FM ses geçiş bandına sığar, böylece AFSK sadece 1200 ve 2200 Hz tonları üreterek ve bunları standart bir FM ses vericisinin mikrofon girişine besleyerek gerçekleştirilir.

9600 baud paket için AFSK değil FSK kullanılır. Veri sinyali filtrelenir ve kodlanır ve daha sonra mikrofon amplifikatör aşamasından sonra özel bir bağlantı noktası aracılığıyla doğrudan FM vericisine uygulanır.

Tipik bir TNC'nin blok diyagramı **Şekil 5'te gösterilmiştir.** Bir "terminal'e bağlanan seri bir arayüze sahip olduğunu göreceksiniz. En yaygın olarak, terminal, terminal yazılımını çalıştıran tam teşekküllü bir bilgisayardır. Veriler bilgisayara akar ve bunun tersi de bu arayüz aracılığıyla gerçekleşir. TNC'nin kalbinde mikroişlemci ve ona eşlik eden *High-level Data Link Controller (HDLC) bulunur. Mikroişlemci* - ünitenin beynidir, ancak HDLC paketlerin montajı ve sökülmesinden sorumludur. Modem basitçe budur - bir modülatör (verileri ses tonlarına değiştirerek) ve demodülatör (ses tonlarını verilere geri döndürerek).

Hala birkaç üreticiden satılık TNC'ler bulabilirsiniz. Paket TNC'lerin yerleşik olduğu birkaç alıcı-verici de vardır.

Başka bir çözüm, George Rossopoylos, SV2AGW tarafından geliştirilen AGW Paket Motoru veya AGWPE olarak bilinen bir TNC yazılımıdır. Yazılım şu **adresten indirilebilir www.sv2agw. com/downloads. AGWPE** ve bu makalede açıklandığı gibi bir ses aygıtı arayüzü ile, paket radyoyu bir donanım TNC'si olmadan çalıştırmak mümkündür - birincil paket yazılım uygulamanız *AGWPE ile arayüz oluşturma*

2.2 TNC'ler ve Radyolar

1200 baud için tonlar, uygun bir kablo ile herhangi bir VHF FM ses alıcı-vericisinin mikrofon girişine doğrudan beslenebilir.

9600 baud'daki paket, daha önce belirtildiği gibi, özel bir 9600-baud paket girişine sahip bir FM alıcı-verici gerektirir.

Kendi kablonuzu üretmeyi tercih ederseniz, mikrofon jakının kablolama şeması için alıcı-verici kılavuzunuzu kontrol edin. Çoğu durumda, ses girişi ve bas-konuş (PTT) hattı için ayrı bağlantılar vardır. (TNC, alıcı-vericinizi anahtarlamak için PTT hattını temel alır.) Bazı alıcı-vericiler, mikrofon jakında hoparlör/mikrofon kombinasyonlarıyla kullanılmak üzere alma sesini de sağlar. TNC'ye ses beslemek için bu satırı kullanabilirsiniz. Eğer mevcut değilse, alıcı-vericinin harici hoparlör jakına ayrı bir bağlantı yapmanız gerekecektir.

TNC'nizi kurarken, iletim ses seviyesine dikkat edin. Çok yüksek bir seviye, alıcı istasyonda çözülemeyen bozuk sinyaller yaratacaktır.

İletilen sinyalinizi kontrol etmenin kolay bir yolu, *TNC kalibre etme işlevini kullanmaktır*. Komut moduna (CONTROL-C) geçin ve **cmd: CALIBRATE girin.** İletilen sinyalinizi başka bir teçhizatla dinleyin ve alınan ses seviyesi artmayı durdurana kadar ses seviyesini TN C'den yükseltin. Şimdi alıcıda ses seviyesinin düştüğünü duyana kadar TNC'den gelen sesi azaltın. Biraz daha azaltırsan işin biter. Kalibre etme fonksiyonundan çıkın.

Bazı TNC'lerin kartta bir ses çıkışı ayarı vardır, bazıları ünitenin yan tarafındaki bir delikten erişilebilen bir ayarlamaya sahiptir ve bazıları bir jumper ile seçilebilir iki sabit çıkış seviyesine sahiptir. Bunlardan biri işe yaramazsa, alıcı-vericiyi açmanız ve mikrofonu kontrol altına almanız gerekebilir. Bu gerekliyse, mikrofon kazanç kontrolünü değil, sapma kontrolünü ayarladığınızdan emin olun (sinyalinizin bant genişliğini değiştirebilir).

2.4 TNC Zamanlama

TNC'nin TXDELAY parametresi, - TNC'nin radyoyu anahtarladığı zaman ile gönderime başladığı zaman arasındaki gecikme aralığını belirtir.

ing veri. Normalde 300-400 ms yeterlidir, ancak bazı alıcı-vericilerin anahtarlama hattı tetiklendikten sonra yerleşmesi daha uzun sürer. Bir sorununuz varsa ve sesiniz normal görünüyorsa, TXDELAY'ı 400-600 ms'ye çıkarmayı deneyin.

Yoğun bir ağda, paketler ve paket onayları öfkeli bir hızda ileri geri uçar. Paraziti minimumda tutmanın bir yolu, REZP ve DWAIT parametrelerini PERSIST ve SLOTTİME ile birlikte kademeli yayınlara izin vermek için manipüle etmektir.

RESP, bir paketin alınması ve bir onayın iletilmesi arasındaki zaman gecikmesidir. DWAIT, aktivitenin kanalda en son duyulduğu zaman ile radyonuzun ilettiği an arasındaki gecikmeyi ayarlar. RESP ve DWAIT değerlerini bölgenizde önerilen değerlere ayarlamalısınız (yerel ağı veya PBBS'yi yöneten kişiye danışın). TNC'niz muhtemelen milisaniye yerine "sayım" cinsinden bir değer kabul eder, bu nedenle milisaniye cinsinden doğru zamanlama değerine ulaşmak için uygun değere dönüştürmeyi unutmayın. Örneğin, ayarlanmanız istenirseDWAITto 600msand theunitsofDWAİT for your TNC are 10 ms per count, then you would command DWAİT = 60.

Çoğu TNC, PERSIST ve SLOTTİME adlı komutları içerir ve bu da parazitlenmeyi önlemeye yardımcı olur. PERSIST, -SLOTTİME adı verilen belirli bir zaman aralığında bir paketin iletilme olasılığını belirler. SLOTTİME parametresi, iletim zamanlaması "yuvaları" arasındaki aralığı yönetir. Başlangıçta, PERSIST yaklaşık 64 ve SLOTTİME yaklaşık 10 değerine, yani 100 ms'ye eşit olmalıdır.

FRACK (çerçeve onayı) 6'ya ve RETRY 10'a ayarlanmalıdır. FRACK, yeniden denemeler arasındaki saniye sayısını ayarlar ve RETRY, TNC'nizin bir paket göndermeye ve kazanmaya çalışacağı süreyi ayarlar. Vazgeçmeden ve bağlantıyı kesmeden önce bunu kabul etmek

2.5 İzleme

Bölgenizdeki aktif paket frekansını dinleyerek başlayın. Radyo kablosu bağlıyken, radyonuzu açın ve alıcı sesini yarı yarıya artırın. Bazı TNC'ler, TNC'nin ses aldığını gösteren bir LED göstergesi içerir. LED sönene kadar radyodaki squelch kontrolünü açın. Teçhizatı 144.91 ile 145.09 arasında veya 145.61 ile 145.79 MHz arasında herhangi bir tek sayılı frekansa ayarlayın ve teçhizatı simpleks çalışması için ayarlayın. En iyi seçeneğiniz bir DX PacketCluster aramak veya 144.39 MHz'de APRS etkinliğini izlemeyi denemek olabilir. Vızıldayan paket sinyallerini duyduğunuzda ve ekranınızdaki metni gördüğünüzde, ikramiyeyi vurduğunuzu bileceksiniz.

İzlediğiniz etkinliğin türüne bağlı olarak, saçma görünen şeyleri görebilirsiniz. Eğer izliyorsanızAPRS, sayı dizileri görüyorum. Bunlar enlem/boylam konum raporlarıdır. OnPacketClusters, DX çağrı işaretlerini ve frekanslarını göreceksiniz.

2.6 "Bağlı" vs "Bağlantısız"

TN Cs ve ağları tartışırken, bağlı ve bağlantısız iletişim arasındaki farkı anlamak önemlidir.

Sadece yerel paket iletimlerini izliyorsanız, TNC'niz *bağlantısız bir durumdadır.* Ne görürsen onu alırsın. Bir sinyal gürültü veya parazitle bozulursa, ekranınızda hiçbir şey görmezsiniz (PASSALL işlevini etkinleştirmediyseniz, bu durumda anlamsız görürsünüz). Eğer bağlantısız bir paket iletirseniz, sinyal sadece anteninizi hiçbir yere göndermez. Tiküler. Bazı istasyonlar çözebilir, bazıları çözmeyebilir.

TNC'niz *bağlı bir durumda çalışırken,* her şey değişir. Bağlandığınızda, istasyonunuz'sanal "anlamda başka bir istasyona bağlanır. Bağlı bir durumda, gönderdiğiniz her paket özellikle alıcı istasyon için tasarlanmıştır (başkaları görse bile).

TN C'niz bir paket gönderdiğinde, bir geri sayım saati başlatır. TNC'niz paketin hatasız geldiğine dair bir onay (ACK olarak bilinir) almadan önce saat sıfıra ulaşırsa, aynı paketi tekrar gönderir. Paket sonunda onaylandığında, TNC bir sonraki paketi gönderecektir. Ve böylece gider, birbiri ardına paket. Diğer istasyondaki operatör de size paket gönderiyor olabilir, çünkü bu iletişim süreci aynı anda her iki yönde de akabilir.

Bağlı durumun en büyük avantajı, verilerin hatasız teslim edilmesidir. Bir paket istasyonu diğerine doğrudan veya bir dizi aktarma istasyonu aracılığıyla bağlanabilir. Errorfree de bir dezavantaj olabilir. Spesifik olarak, bağlı bir durum, sinyaller güçlü olduğunda ve parazit minimum olduğunda en iyi şekilde çalışır.

Çok fazla paket kaybedilirse
–Ya hiç gelmeyerek ya da hatalarla gelerek -bağlantı başarısız olacaktır. Bu yüzden AX.25 paket radyo HF bantlarında iyi çalışmaz. Tüm gürültü, solma ve parazitlerle, paketler genellikle rotada yok edilir.

Bağlantısız paketler, esasen aynı bilgileri tekrar tekrar ilettiğiniz uygulamalar için idealdir. Bağlantısız paketler herhangi bir istasyon tarafından çözülebildiğinden, kritik olmayan verileri (garantili hatasız teslimat gerektirmeyen veriler) belirli bir alana yaymanın mükemmel bir yoludur. Bir istasyon bir paketi çözemezse, sadece bir sonrakini bekler. APRS tam olarak bu yaklaşımı kullanır.

3 Otomatik Paket Raporlama Sistemi {APRS)

APRS (aprs.org**) olarak daha iyi bilinen Otomatik Paket/Pozisyon Raporlama Sistemi,** Bob Bruninga, WB4APR. Gerçek şu ki, APRS WB4APR tarafından tescilli bir ticari markadır. APRS'nin arkasındaki orijinal konsept, hareketli nesnelerin izlenmesini içeriyordu ve bugün hala birincil kullanımı. Bununla birlikte, APRS, -jambondan jambona veya APRS internet ağ geçitleri aracılığıyla jambon ve jambon olmayanlar arasında kısa metin mesajlaşma gibi diğer uygulamalar için amatör bir ağ haline gelmek üzere gelişmektedir.

Mobil APRS istasyonları, yerleşik olarak sağlanan verilere dayanarak konumlarını bildirir

Global Konumlandırma Sistemi (GPS) alıcıları. GPS alıcıları, paket radyo TNC'lerine veya *konum kodlayıcıları olarak bilinen basitleştirilmiş paket cihazlarına bağlanır ve* bunlar da alıcı-vericilere bağlanır (bkz. **Şekil 6).** Alıcı istasyonlarda, çeşitli APRS yazılım paketleri konum bilgilerini çözer ve sonuçları **Şekil 7'de gösterilenler gibi bilgisayar tarafından oluşturulan haritalarda simge olarak görüntüler**. Bir istasyon hareket ettiğinde ve yeni bir konum ilettiğinde, simge de hareket eder.

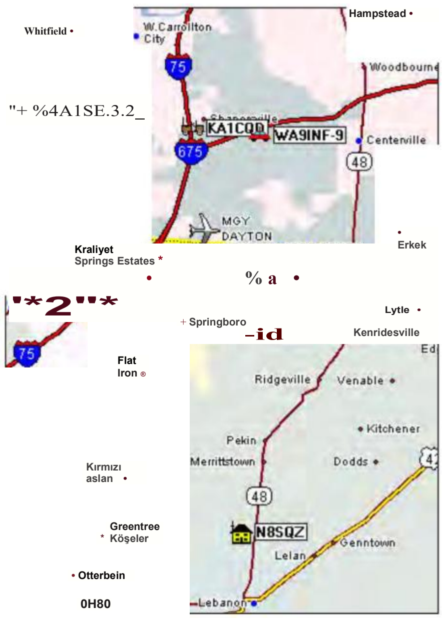
Hemen hemen tüm APRS aktivitesi bugün 1200-baud paket kullanarak 144.39 MHz'de gerçekleşiyor TN Cs ve sıradan FM ses alıcı-vericileri. APRS ağının özellikle aktif olduğu alanlarda, 445.925 MHz'de de trafik duyabilirsiniz. HF'de de bir hareketlilik var.

3.1 APRS İstasyonu Kurulumu

2 metrelik bir FM ses alıcı-vericiniz varsa, APRS istasyonunuzun birincil bileşenine zaten sahipsiniz demektir. Tuneyourradioto 144.39 MHz ve paket iletimlerini dinleyin. Onları duyarsanız, bölgenizde APRS aktivitesi olduğu anlamına gelir. APRS paketlerinin kodunu çözmek için,



Şekil 6 - APRS konum kodlayıcısına bağlı 2 metrelik bir FM el tipi alıcı-verici.



Şekil 7 - *Uİ-View* yazılımı kullanılarak APRS etkinliğinin anlık görüntüsü. Çeşitli mobil ve sabit istasyonları temsil eden simgelere dikkat edin.

Bir TNC'ye veya dahili bir TNC'ye sahip bir alıcı-vericiye ihtiyacınız olacak.

Dahili GPS alıcılarına da sahip olan birkaç paket hazır alıcı-verici vardır. Ancak, tek yapmak istediğiniz APRS aktivitesini izlemekse, bir GPS alıcısına ihtiyacınız yoktur. Eviniz gibi sabit (hareket etmeyen) bir istasyondan yerel APRS ağına katılmak istiyorsanız, yine de bir GPS alıcısına ihtiyacınız yoktur. Sadece ev enlem/boylam koordinatlarınızı belirleyin ve Ev istasyonunuzun ağdaki yerini belirlemek için bunları kullanabilirsiniz. İnternette ev adresinizi doğru enlem ve boylamlara dönüştürecek çok sayıda site var.

APRS istasyonunuzun son bileşeni yazılımdır. APRS istasyonlarının konumlarını ve yayınlarında yer alan diğer bilgileri görüntülemek için yazılıma ihtiyacınız olacak. APRS yazılımı, sabit veya taşınabilir bir istasyondan APRS ağı üzerinden iletişim kurmak istiyorsanız da gereklidir. Bununla birlikte, izleme amacıyla yalnızca APRS işaretçilerini iletmek isteyen mobil istasyonlar için APRS yazılımının gerekli olmadığını unutmayın. Bu işlev, GPS alıcısı ve APRS uyumlu TNC veya izleme cihazı kullanılarak otomatik olarak gerçekleştirilir; Yazılıma bağlı değildir.

En popüler APRS Windows programı - *Uİ-View'dir. U-View,* Roger Barker, G4IDE tarafından yaratıldı. İnternette bulabilirsiniz **www.ui-view.net/.** L6-bit sürümü indirmek için ücretsizdir. 32-bit kayıtlı sürümü kullanmak için, jambonların yerel kanser hayır kurumlarına bağış yapmaları istenir. Ayrıntılar *Vİ- View* web sitesinde mevcuttur. Windows için bir başka değerli program, **bulabileceğiniz PinPoint APRS'dir www.pinpointaprs.com.** Macintosh için, **www.winaprs adresinden MacAPRS mevcuttur.** com. Linux için **sourceforge.net/projects/ xastir/. adresinden indirilebilen Xastir var**

APRS yazılımı, işletim sisteminden bağımsız olarak, paket TNC ile konuşmak, gelen APRS verilerini işlemek ve bilgisayar ekranınızda simgeler oluşturmak için tasarlanmıştır. Uygulama ayrıca iletmek için TNC kullanır APRS verileri. Bu, yazılımın ve TNC'nin aynı baud hızında birbirleriyle iletişim kurması gerektiği anlamına gelir. Her APRS uygulaması, çeşitli TNC'ler için doğru parametreleri programlamak için bir ayar menüsüne sahiptir.

Yazılıma bağlı olarak, günlük kaydı veya mesajlaşma gibi başka özellikler de olabilir. APRS yazılımı hızla değişir, bu nedenle belirli talimatlar için yardım dosyasını veya kılavuzunu kontrol edin.

3.2 Haritalar ve APRS

Hangi APRS yazılımını seçerseniz seçin, kritik bir özellik eşleme işlevinin kendisidir. APRS'den en iyi şekilde yararlanmak için, yazılım haritalarınız mümkün olduğunca kapsamlı olmalı, tercihen ayrıntıları sokak seviyesine kadar gösterebilmelidir.

İndirilebilir APRS yazılım uygulamaları genellikle ayrıntılı haritalarla birlikte gelmez. Ayrıntılı harita dosyaları çok sayıda ve büyük, her APRS programı ile paket pratik değildir. Çoğu uygulama, kullanıcı tarafından oluşturulan özel haritaları içe aktarmak, Microsoft *Streets,* Delorme *Street Atlas* ve *Precision Mapping gibi mevcut ticari haritalama programlarıyla çalışmak üzere tasarlanmıştır.*

Örneğin Vİ-View, *Hassas Haritalama'dan haritaları otomatik olarak yükleyebilir ve görüntüleyebilir. Precision Mapping'i* PC'nize satın alıp kurmanız, ardından - Vİ-View'a küçük bir *Precision Mapping "sunucu"* uygulaması indirip yüklemeniz gerekir.

Her APRS iletimi, alıcı uçta görüntülenecek harita simgesinin türünü tanımlayan karakterler içerir. Sabit bir istasyon işletiyorsanız, APRS yazılımınız simgenizi seçmenize izin verecektir. Geleneksel bir TNC kullanan bir mobil istasyon iseniz, '11 işaretçi ifadenizde seçtiğiniz simgeyi tanımlamanız gerekir. APRS uyumlu TNC'ler size bunu yapma yeteneği verir. APRS konum kodlayıcıları ayrıca üniteyi programlarken simgenizi seçmenize izin verir. Mobil simgeniz bir araba, tekne veya uçak olabilir.

3.3 APRS Konum Kodlayıcıları

Dahili bir TNC ve GPS alıcısı sunan bir alıcı-verici ile kutsanmadıysanız, herhangi bir VHF FM alıcı-verici, bir TNC ve bir GPS alıcısı ile bir mobil APRS istasyonu oluşturabilirsiniz. Her şeyi birbirine bağlayın, bir anten ve güç bağlayın ve ayarlanın. Bununla birlikte, hareket halindeyken jambon için, tam teşekküllü TNC'yi APRS *izleyici olarak da adlandırılan bir APRS konum kodlayıcı ile değiştirmek yaygındır.* Konum kodlayıcı, tek bir amaç için tasarlanmış kompakt bir cihazdır: GPS alıcısından veri almak, APRS paketlerini verilerden birleştirmek ve verici tarafından kullanılmak üzere modüle edilmiş sinyaller oluşturmak. Bazı konum kodlayıcıları tasarımlarında GPS alıcılarını içerir. Hatta küçük içeren komple paketler olan konum kodlayıcıları bulacaksınız

GPS alıcıları ve düşük güçlü FM vericileri.

Bir konum kodlayıcı kullanmak için, - başlangıçta bir TNC'yi programladığınız şekilde programlamanız gerekir. TNC'ler gibi, konum kodlayıcıları programlama için bilgisayar seri veya USB bağlantı noktalarına bağlanır ve çoğu kendi programlama yazılımlarıyla birlikte gelir. Çağrı işaretinizi ve işaret aralığınız gibi diğer bilgileri (konum - kodlayıcısının konumunuzu ne sıklıkta iletmesini istediğinizi) girmelisiniz. Çoğu konum kodlayıcısı, işaret aralığını belirli bir süreye (örneğin, her iki dakikada bir) ayarlamanıza izin verir. Bazı konum kodlayıcıları, belirli bir mesafeden (her mil) sonra veya araç bir comer döndüğünde konum işaretçilerini iletecek şekilde yapılandırılabilir.

3.4 APRS Ağ İpuçları

APRS'nin en önemli özelliklerinden biri, mesajlarını taşımak için AX.25 kullanırken, tüm AX.25 bağlantı odaklı bagajları görmezden gelmesidir. Geleneksel paket radyodan farklı olarak, APRS istasyonları birbirleriyle "bağlantı" kurmazlar. İnstead, APRS paketleri özellikle hiç kimseye, yani *herkese gönderilmez*.

Her APRS istasyonu dijital tekrarlayıcı veya *digipeater olarak işlev görebilir*. Yani, bir paket alırsa, paketi başkalarına yeniden iletir. Diğer digipeaters aynı paketi çözmek gibi, onlar da yeniden iletmek ve daha da yayılacaktır. Bu, *sel olarak bilinir* ve **Şekil 8'de gösterilmiştir.**

Bir APRS kullanıcısı olarak, istasyonunuzu paketlerini belirli Digipeaters çağrı işaretlerine göre. Ama seyahat ederken, hangi digipeaters kullanmanız gerektiğini nasıl belirlersiniz?

YOLLAR VE ALİAZLAR

Paket dünyasında, düğümler ve digipeaters *takma adlara sahip olabilir. Bir* digipeater çağrı işareti WlAW-1 olabilir, ancak digipeater TNC'deki MYALIAS komutunu kullanarak bir takma ad da taşıyabilir. Belki de digipeater takma adı NEWNG olurdu (ARRL HQ'nun Newington'daki ana kasabası anlamına gelir). Paketleri digipeater üzerinden WlAW-1 adresleyerek veya sadece NEWNG'ye adresleyerek yönlendirebilirsiniz. Bir takma adı yanıtlamak üzere ayarlanmış herhangi bir istasyon, çağrı işaretini bilmeseniz bile paketlerinizi otomatik olarak işleyebilir.

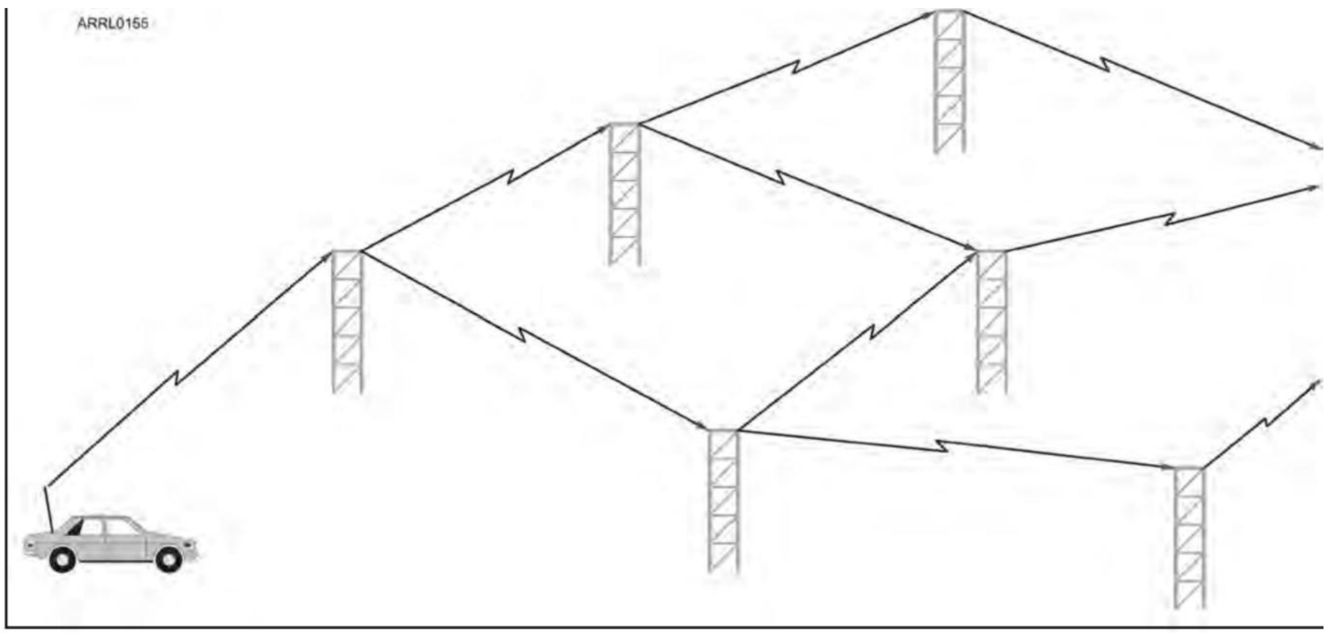
Belirli bir istasyonun belirli bir takma ada sahip olduğu tipik paket takma adlarının aksine, APRS neredeyse tüm istasyonların kullandığı standart digipeater takma adlarını belirtir. Bu, ülkenin herhangi bir yerine seyahat edebileceğiniz ve hala digipeater çağrı işaretlerini bilmeden APRS ağına katılabileceğiniz anlamına gelir. (Aksi takdirde, bir bölgeden diğerine her taşındığınızda 'dhavetoreconfigureyourTNC' yaparsınız.)

En yaygın APRS digipeater takma adı *WIDEn-N'dir*. "N've" N "harfleri sayıları temsil eder. İlk (en soldaki)'n ", kaç tane WIDE digipeater'ın paketlerinizi alabileceğini varsayarak paketlerinizi aktaracağını belirtir. Örneğin, WIDE2, paketlerinizin *iki* WIDE digipeater aracılığıyla iletilmesini istediğinizi söylemekle aynıdır. İkinci "N" İkincil *İstasyon Özdeyişi'dir* (SSID). SSID APRS ağlarında kullanılır Bir paketin ne sıklıkta (ve ne kadar uzakta) tekrarlanabileceğini sınırlamak için.

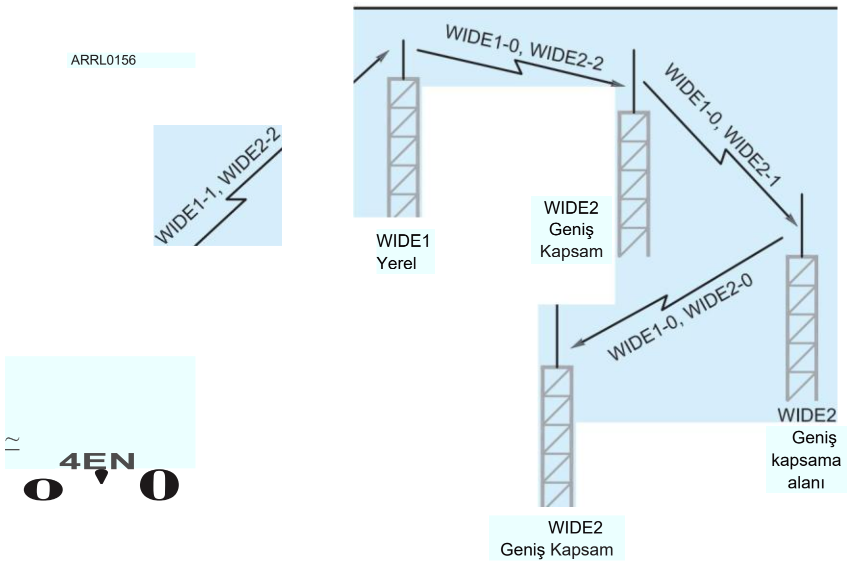
Şöyle olacak. Paketiniz bir WIDEn-N digipeater'ı her geçtiğinde, digipeater yeniden iletirken SSID'den 1 çıkarır. Bir sonraki digipeater, SSID sıfıra ulaşana kadar 1'i çıkarır ve bu sırada paket tekrarlanmaz. Bu, sel yarıçapını sınırlama etkisine sahiptir. **Bakınız Şekil 9.**

APRS ile kullanılmak üzere bir TNC veya konum kodlayıcısı yapılandırdığınızda, bu takma adları kullanarak 11 iletmekte olduğunuz işaret paketlerinin yollarını ayarlayabilirsiniz. Çoğu cihazda bu, bazen basitçe "Yol'olarak adlandırılan UNPROTO parametresi ile gerçekleştirilir. Sabit bir istasyon (örneğin evde bir istasyon) iseniz, setyourpathas **WIDE2-2 (veya** geleneksel bir TNC UNPROTO deyimiyle, APRS VIA WIDE2-2 olarak ayarlayın). Bu, raporlarınızın iki *WIDEn-N* digipeater tarafından iletileceğini ve bu tekrarlayıcıların ötesindeki yayılımı sadece iki yeniden aktarımla sınırlandıracağını belirtir. TNC'nizi her 30 dakikada bir fenere ayarlayın. Sabit bir istasyon için yeterli.

Eğer bir arabadan APRS çalıştırıyorsanız, **WIDEI-1,WIDE2-l deneyin (veyaAPRSVIA WIDE1- l, WIDE2-l)**. WIDEl-1, paketinizin en az bir yerel digipeater veya bir doldurma digipeatercı olarak hareket eden bir ev istasyonu tarafından alınmasını ve en az bir kez aktarılmasını sağlar. WIDE2- l paketinizi başka, muhtemelen daha geniş kapsamlı digipeater'a götürür, ancak bu noktanın ötesindeki yeniden iletimleri sınırlar. Konumunu hızla değiştiren bir istasyon için geniş kapsama alanı oluşturmak için ağ israfı



Şekil 8 - Bu örnekte, bir APRS paketi bir mobil istasyon tarafından iletilir ve yakındaki bir digipeater tarafından yeniden iletilir. Mobil operatörün TNC'sini veya izleyicisinin yolunu nasıl yapılandırdığına bağlı olarak, paket diğer birkaç digipeater tarafından alınacak ve tekrarlanacaktır. Buna sel denir .



Şekil 9 - WIDEn-N sistemini kullanarak, yerel bir ağdaki paket taşmasını sınırlayabilir ve tıkanıklığı büyük ölçüde azaltabiliriz. Bu örnekteki mobil istasyon yolunu WIDE1-1,WIDE2-2 olarak ayarladı. Paketinin ağ üzerinden nasıl yayıldığına ve SSİD numarasının, paketin karşılık gelen bir takma adla bir digipeater aracılığıyla tekrarlandığı her seferinde bir tarafından nasıl azaltıldığına dikkat edin. Üçüncü WIDE2 digipeater'a ulaştığında, sayaçların hepsi sıfıra ulaşır ve digipeating durur .

Her neyse. Hareket halindeki mobil istasyonlar, işaret oranlarını her 60 saniyede bir, mil başına oronce ile sınırlandırmalıdır, hangisi önce gelirse.

İç bölgelerde olmadıkça ve paketlerinizi ağa almak için mevcut her aktarım istasyonuna ihtiyaç duymadığınız sürece, WIDE5-5 yolu gibi son derece geniş bir kapsama alanı oluşturmayın.

Bir başka popüler takma ad'tek devlet "
–SSn-N - paketlerinizin belirli bir duruma veya bir eyalet içindeki alana yayılmasını sınırlamak için. Örneğin, paketleri Connecticut eyaletinde tutmak için, bir yol deyiminde SSn-N takma adını kullanabilirsiniz: CTl-1, CT2-2. Bu yol, yerel Connecticut istasyonlarının (CTl-1) paketleri tekrarlayacağını ve geniş kapsamlı istasyonların (CT2-2) bunları eyaletin büyük bir bölümünde ileteceğini garanti eder. Bununla birlikte, Connecticut dışındaki APRS digipeaters, bu paketlere yanıt vermeyecektir, çünkü CT2-2 takma adı tanımayacaklardır (ancak durumları için bir takma ad tanıyacaklardır). Paketler hala eyalet sınırları boyunca duyulacak, ancak komşu bir eyalette paket etkinliğine eklenmeyecek veya eklenmeyecektir.

4 PACTOR

PACTOR, diğer birçok HF modundan farklı olarak hatasız metin ve dosya aktarımı sunan bir HF dijital iletişim türüdür. PACTOR iletişimi, iki istasyon arasında bir "bağlantı" kurması bakımından paket radyoya benzer. Veriler ayrı çerçevelerde gönderilir ve her çerçeve alıcı istasyon tarafından kabul edilir. Bu hızlı ileri geri değişim PACTOR'un *kendine özgü chirp-chirp-chirp* sinyalini yaratır. Güçlü -kodlama ve sofistike modülasyon teknikleri sayesinde PACTOR, önemli gürültü, solma ve parazit karşısında bile bağlantıyı koruyabilir.

1990'ların başında tanıtılan PACTOR İ, zorlu koşullarda daha hızlı verim sağlayan PACTOR İ ve PACTOR İ'nin yerini almıştır. Hem PACTOR İ hem de İİ, 500-Hz bant genişliklerini kaplayan sinyaller üretir. PACTOR IIİ daha da verimli iletişim sunar, ancak sinyali 2000 Hz'yi aşan bir bant genişliği kaplar.

PACTOR'un en yeni versiyonu, PACTOR IIİ. ile karşılaştırıldığında bile çok daha fazla verim sunan PACTOR İV'dir. Bununla birlikte, bu yazıldığı sırada FCC kuralları, 28 MHz'in altında 300 baud'dan daha yüksek sinyal hızlarına izin vermedi ve PACTOR İV bu sınırı aştı. ARRL, FCC'den aşağıda daha yüksek sinyal oranlarının kullanılmasına izin vermek için kuralları değiştirmesini istedi.

28 MHz, ancak bu yazının yazıldığı sırada, FCC henüz harekete geçmemişti.

Bir PACTOR istasyonu kurmak için, PACTOR modunu içeren bağımsız bir çok modlu denetleyici satın almanız gerekir. Kantronics **(www.kantronics.com)** ve Timewave tarafından üretilen kontrolörler **(www.timewave. com) dahil** PACTOR İ PACTOR İ, PACTOR İ veya İS için, P - ACTOR'un orijinal geliştiricileri olan Special Communications Systems (www.scspte.com) tarafından yapılan bir denetleyici satın almalısınız.

Şekil 10, çok modlu bir kontrolör etrafında inşa edilmiş tipik bir PACTOR istasyonunu göstermektedir. Bilgisayar, bu uygulamadaki denetleyici için yalnızca aptal bir terminal olarak çalışır, bu nedenle özellikle güçlü olması ger

Gerekli olan tek şey, paket TNC'lerindeki bölümde açıklandığı gibi temel terminal yazılımıdır. Daha gelişmiş yazılım uygulamaları daha yumuşak, kullanımı kolay bir arayüz sağlayabilir, ancak bunlar daha yetenekli bilgisayarlar gerektirir .

Bir PACTOR istasyonu, yaklaşık 30 ms içinde iletimden almaya geçebilen bir SSB alıcı-verici gerektirir. Çoğu modem HF alıcı-vericisi bu gereksinimi karşılayabilir, -ancak hepsini değil. *QST dergisi* Product Reviews bu spesifikasyonu tüm HF alıcı-vericileri için test eder. Kontrolör tarafından sağlanan iletim sesi, standart prosedür olan AFSK'yı çalıştırmak için mikrofona veya aksesuar jakına beslenebilir, ancak PACTOR İ de FSK kullanarak çalışabilir.



Şekil 10 - Çok modlu bir kontrolöre sahip bir PACTOR istasyonu. PACTOR BİLGİ ve PAC operasyonu için kontrolör SCS Corporation tarafından üretilmiş bir model olmalıdır.

5 Yüksek Hızlı Multimedya (HSMM)

IEEE 802.11 standartlarını kullanan kablosuz ağ, son birkaç yılda patlayıcı bir büyüme kaydetti. Kafeler, fast-food restoranları, oteller, havaalanları ve diğer birçok yüksek trafikli yerler artık kablosuz internet (WiFi) erişim noktaları içeriyor. Bazı sıcak noktalar ücretsiz internet erişimi sunarken, diğerleri kredi kartınızla ödenecek bir erişim ücreti alır.

Kablosuz ağlar evde de popülerdir.
Bir ev ağı kurmak, geniş bant internet bağlantısından veri akışını yönetmek için bir kablosuz yönlendirici kurmak kadar basittir. Yönlendirici, bir veya daha fazla geleneksel masaüstü bilgisayarın kablolu (genellikle Ethernet) erişim yoluyla geniş bant bağlantısına dokunmasına izin verirken, aynı anda interneti bir veya daha fazla dizüstü bilgisayarda kablosuz olarak kullanılabilir hale getirir.

Tüm bu ev ağ cihazları - yönlendiriciler, kablosuz erişim kartları vb. - miliwatt cinsinden ölçülen RF çıkışlarına sahip lisanssız FCC Bölüm 15-düzenlenmiş alıcı vericilerdir. Kanal frekanslarının bir kısmı iki amatör radyo bandıyla örtüşüyor: 2.4 ve 5.8 GHz. Bu, jambonların onları Bölüm 97 kurallarımız altında "alıcı-vericiler'olarak çalıştırabileceği anlamına gelir. Belirli frekanslar için Tablo 2'ye bakın.

Tüketici sınıfı yönlendiriciler, düşük kayıplı koaksiyel kablo ve kazanç antenleri kullanarak, jambonlar bu 2.4 veya 5.8 GHz frekanslarında hızlı bir şekilde yüksek hızlı, uzun mesafeli kablosuz ağlar kurabilir. Bu tür işletim, *yüksek hızlı multimedya veya HSMM olarak adlandırılır .*

HSMM ile amatörler aynı anda birkaç farklı modu çalıştırabilir ve genellikle yapar. HSMM genellikle IP tabanlıdır ve yeterli bant genişliği verildiğinde, radyo amatörleri internette yapılan HSMM ile aynı şeyleri yapma yeteneğine sahiptir.

• *Ses:* Bu teknik olarak dijital sestir, çünkü - birçok amatör radyoyu bağlamak için kullanılan EchoLink ve IRLP ağlarına benzer bir İP

Tablo 2
Amatör Bantlarda Kablosuz Ağ Frekansları

Kanal merkezi frekansı	
1	2.412 GHz
2	2.417 GHz
3	2.422 GHz
4	2.427 GHz
5	2.432 GHz
6	2.437 GHz
Kanal	*Merkez Frekansı*
132	*5.660* GHz
136	5.680 GHz
140	5.700 GHz
149	5.745 GHz
153	5.765 GHz
157	5.785 GHz
161	5.805 GHz
165	5.825 GHz

Tekrarlayıcılar internet üzerinden. (VoİP daha sonraki bir bölümde ele alınmıştır.)

• *Video:* Hareket ve renkli video modları, amatör dijital video (ADV) olarak adlandırılır. Bu, dijital amatör televizyondan (DATV) ayırt etmektir. DATV, *eğlence kalitesi TV gibi nispeten yüksek çözünürlüklü video elde etmek için donanım dijital kodlayıcı kod çözücüleri (CODEC) kullanır.* HSMM radyodaki genel uygulama, çok daha küçük bant genişliklerinde video iletişim kalitesi sinyalleri elde etmek için çok daha ucuz (genellikle ücretsiz) bir PC tabanlı yazılım video kodeği kullanmaktır.

• *Metin:* Bir klavye aracılığıyla metin alışverişi genellikle HSMM radyoda kullanılır, ancak benzer şekilde internet veya paket radyo adıyla çağrılır: *Sohbet modu* ve ağda bir sunucu varsa, e-posta da değiştirilebilir.

• *İmage:* Dosya aktarım protokolü (FTP) kullanarak İmage dosya aktarımları, internette olduğu gibi yapılabilir.

• *Hareketli video:* MPEG dosyalarının FTP'si, kısa video kliplerin tek yönlü video akışını sağlayabilir.

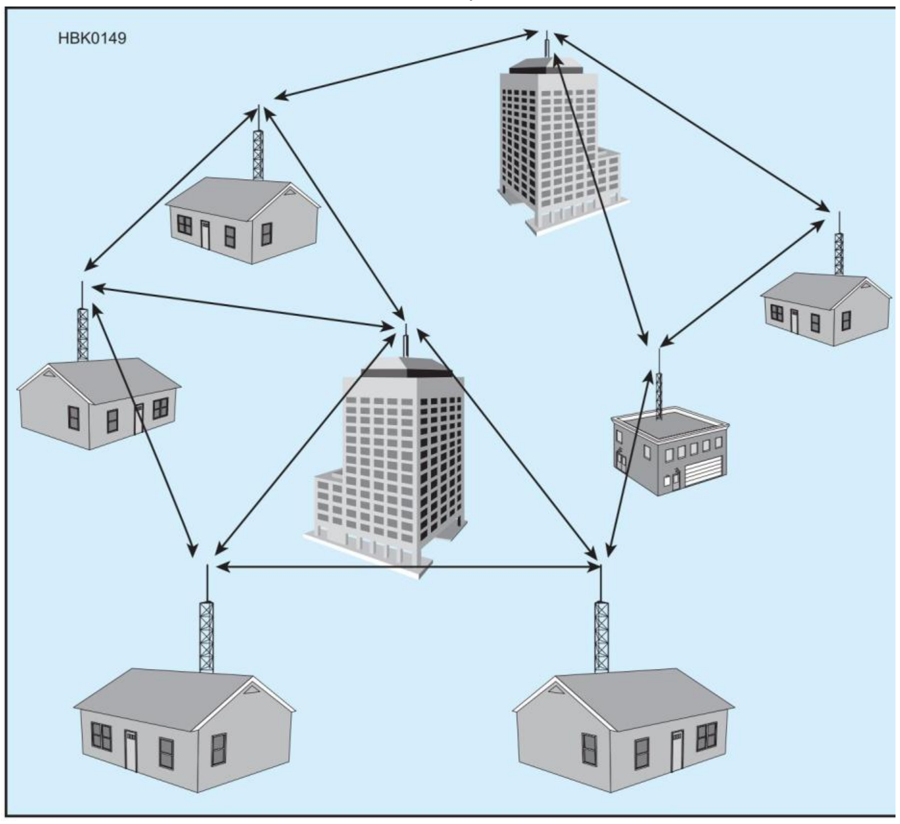
• *Uzaktan kumanda:* İndividual cihazlar ve hatta komple istasyonlar uzaktan kontrol edilebilir.

• *Mesh ağı: Bir* mesh, her istasyonun bir röle olarak işlev gördüğü ve tüm ağın geniş bir alanı kaplamasına izin veren kablosuz bir kooperatif iletişim altyapısıdır. **Şekil 11'e bakınız.** Bu tür bir altyapı merkezi olmayan (merkezi sunucu olmadan) veya merkezi olarak yönetilen (merkezi bir sunucu ile) olabilir. Her ikisi de oldukça ucuz ve güvenilirdir. İndividual mesh istasyonları (düğümler), yakındaki düğümlerden veri iletmek için tekrarlayıcı görevi görür. Güvenilirlik, her düğümün birkaç başka düğüme bağlı olmasından kaynaklanmaktadır. İfone düğümü, donanım arızası veya başka bir nedenden dolayı ağdan düşer, komşuları sadece başka bir yol bulur. Kapasite sadece daha fazla düğüm ekleyerek artırılabilir. HSMM düğümleri kullanılarak oluşturulan ağ ağları *HSMM-MESH veya BroadbandHamnet - (www.broadband-hamnet.org) olarak bilinir.*

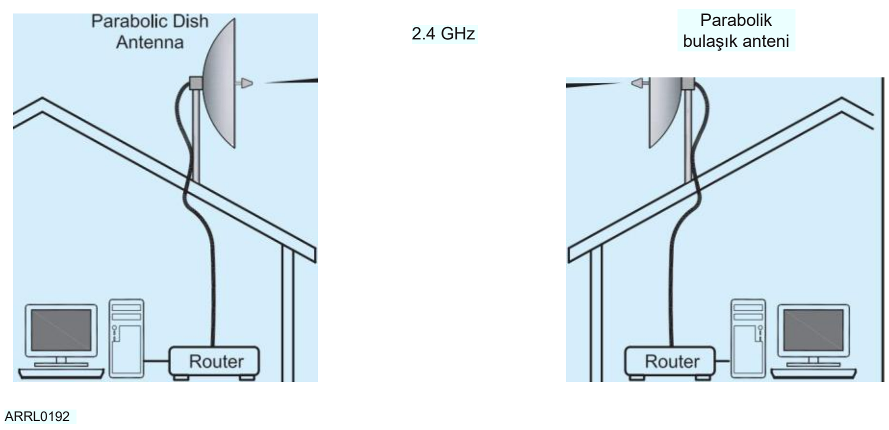
5.1 Temel HSMM Radyo İstasyonu

Basitlik adına, bir ana bilgisayar/istemci yapılandırmasında çalışan iki istasyonlu bir HSMM kurulumunu tartışacağız. **Şekil 12'ye bakınız.**

Bu yazının yazıldığı sırada, HSMM uygulamaları için en popüler kablosuz yönlendiricilerden biri-



Şekil 11 - Bir HSMM Mesh veya Broadband-Hamnet, ağ oldukça merkezi değildir. İndividual mesh istasyonları (düğümler), yakındaki düğümlerden veri iletmek için tekrarlayıcı görevi görür. Bir düğüm ağdan düşerse, diğer düğümler trafiği otomatik olarak yeniden yönlendirir.



Şekil 12 - Bu, iki istasyon arasındaki tipik bir HSMM bağlantısının basitleştirilmiş bir diyagramıdır. Bu örnekte yüksek kazançlı parabolik çanak antenlerin kullanıldığını unutmayın.



Şekil 13 - RP konektör adaptörleri.

Tions, Linksys model WRT54GL. İt, bir kablosuz erişim noktasından (AP) veya bir yönlendiriciyle birleştirilmiş hub'dan oluşan bir kombinasyon birimidir. Diğer yönlendiricilerde olduğu gibi, ana bilgisayarınız veya dizüstü bilgisayarınız standart bir Ethernet kablosu kullanarak doğrudan ona bağlanır. Eğer PC de internete bağlıysa, o zaman bir *ağ geçidi işlevini de yerine getirebilir* .

WRT54GL, bellenim yükseltmelerini destekleyen Linux tabanlı bir modeldir. HSMM-aktif amatörler, özel uygulamaları (örgü ağ gibi) desteklemek için kendi WRT54GL bellenimlerini oluşturuyorlar. WRT54GL Linksys'in hayal edemeyeceği şekilde etkili bir şekilde "değiştiriyorlar"! Bununla birlikte, HSMM'yi keşfetmek için bir WRT54GL kullanamazsınız. Herhangi bir kablosuz yönlendirici yapacaktır. WRT54GL avantajı sadece yaygın olarak kullanılabilir ve kolayca değiştirilebilir olmasıdır .

Yönlendiricinizi HSMM için yapılandırmanın ilk adımı, hem esnek hem de

Üniteyle birlikte gelen antenler ve bunları yüksek kazançlı bir yönlü anten sistemi ile değiştirin. Bir kazanç antenini bağlamak için, RP (ters polarite) konektörlerine aşina olacaksınız. Bu konektörler dışarıdan erkek konektörler gibi görünür, ancak merkez iletken için bir pim yerine bir sokete sahiptirler. RP konektörleri, üreticiler tarafından, Bölüm 15 sahiplerinin ekipmanı WiFi sertifikalı olmadığı şekilde kullanmalarını engellemek için kullanılır.

Lisanslı radyo amatörleri olarak, amatör - gruplar içindeki özel gereksinimlerimizi yerine getirmek için sistemi değiştirebiliriz. Harici bir anten için koaksiyel kablo bağlamak için, uygun konektörlere sahip bir adaptör kısa jumper kablo tertibatı kullanabilirsiniz. **Şekil 13'te gösterilen adaptörün** bir ucunda RP konnektörü, diğer ucunda ise standart SMA konnektörü bulunur.

Kablosuz cihazlarda genellikle iki anten portu vardır. Bunlar *alan çeşitliliği için kullanılır. Kablosuz* cihaz normalde belirli bir anda en iyi sinyali alan anteni otomatik olarak seçer. Hangisine bağlanıyorsunuz?

Kablosuz yönlendiriciden iletilen sinyal her zaman aynı anten portundan çıkar. İt değişmiyor. Başka bir deyişle, çoğu kablosuz - cihaz alan çeşitliliğini alıcı tarafta kullanır ve iletimde kullanmaz. Bazı erişim noktaları/kablosuz yönlendiriciler, iletim için kullanılan anten portunu manuel olarak (yazılım yoluyla) seçmenize izin verecektir. Açık bir seçenek olmadığında, hangi antenin RF çıkış gücüne sahip iletim anteni portu olduğunu tespit etmenin bazı yollarını bulmanız gerekecektir. Kazanç anteninize bağlanacak port budur.

Düşük kayıplı koaksiyel kablo kullandığınızdan emin olun ve koşuyu mümkün olduğunca kısa tutun. Bu frekanslarda koaksiyel kablo kaybı oldukça yüksek olabilir, bu nedenle yönlendiriciyi doğrudan antene monte etmek, bağlamak genellikle daha iyidir.

Çok kısa bir kablo uzunluğu boyunca. Oradan Ethernet kablosunu bilgisayarınıza geri çalıştırabilirsiniz.

YAZILIM CONFIGURATION

Yönlendirici üreticisinin ağ yapılandırma yazılımını veya işletim sisteminizin bir parçası olan yapılandırma aracını kullanmanız gerekecektir. Bazı yönlendiriciler, özellikle uygun olan internet tarayıcıları aracılığıyla kullanıcı dostu erişim sunar. Yaklaşım ne olursa olsun, amaç yönlendiricinizin ayarlarına erişmek ve değiştirmektir.

SSID: AP/kablosuz yönlendirici ana bilgisayar yazılımı, birçok Bölüm 15 istasyonunun biraz daha yüksek güvenlik için kapattığı bir SSID (Service Set İdentifier) ile sağlanır. Ancak radyo amatörleri **ONU bırakmalıdır.** çağrı işaretinizi SSID olarak girin ve istasyon tanımlaması için kullanın. İt, çağrınızı sürekli olarak yayınlar, böylece otomatik ve sabit istasyon kimliği sağlar. Bu alanda kullanılabilecek 32 karakter vardır, böylece boşluklar ve noktalama işaretleri de dahil olmak üzere grubunuzun adı gibi daha fazla bilgi de girilebilir. Yayını etkinleştirmek istiyorsanız, routerasks İf, tıklayın **EVET. (HSMM** dünyasındaki SSID'nin paket radyo topluluğundaki SSID'den biraz farklı bir anlamı olduğunu unutmayın. Paket kullanıcıları arasında SSID ikincil istasyon olarak tanımlanır .)

ESSID: Bazı üreticiler, SSID'nin belirli bir kablosuz AP/yönlendirici için değil, ağınızın adı olduğu gerçeğine vurgu yapmak için SSID yerine bu terimi kullanır.

Erişim Noktası Adı: Bu alan kullanıma sunulduğunda (varsayılan olarak boştur) bir açıklama girmeniz içindir. Bu, ağınızda SSİD olarak çağrı işaretinizle birden fazla AP dağıttıysanız kullanışlı olabilir. Onları ayırt etmenizi sağlar. Aksi takdirde, boş bırakın.

Kanal: Diğer hizmetlere mümkün olduğunca müdahale etmekten kaçınmak için, kanal seçimine de bakmamız gerekir. Çoğu HSMM - aktivitesi, 2.4 GHz jambon tahsisi içindeki 1 ila 6 arasındaki kanalları kullanarak 2, 4 GHz üzerinde yoğunlaşmıştır.

Kanal 6'dan kaçınmak muhtemelen en iyisidir. En yaygın üretici varsayılan kanal ayarıdır ve %80 veya daha fazla sayıda ev kablosuz yerel alan ağı (WLAN) için kullanacaktır. Kanal **1,** kalan üreticilerin çoğu tarafından varsayılan kanal olarak kullanılır, bu nedenle bundan da kaçının. Sonuç, çoğu radyo amatörünün, bölgelerinde çalışan bir WISP (Kablosuz İnternet Servis Sağlayıcısı) olup olmadığına bağlı olarak 3 veya 4 kanallarını kullanmasıdır. Genellikle bir WISP, bu ara kanallardan birini, geri taşıma veya diğer amaçlar için oldukça yönlendirici bir antenle kullanacaktır. Eğer öyleyse, WISP ile koordine etmek ve WISP tarafından özel olarak kullanılandan ziyade başka bir kanal kullanmak isteyebilirsiniz. Bu mükemmel bir çözüm değil çünkü

Tüm çakışmalardan, ancak güçlü sinyalinizin çoğunu herhangi birinin evinden, işinden veya hükümet WLAN trafiğinden uzak tutmak iyi niyetli bir çabadır.

WEP: Wired Equivalent Privacy'nin kısaltmasıdır. Basında okuduğunuz tüm korku hikayelerine rağmen, bu şifreleme yöntemi, ekonomik olarak kimlik doğrulamaya ulaşmak için yeterli araçtan daha fazlasını sağlar ve böylece çoğu serbest yükleyiciyi seyahat dışı tutar. Ülkede yaşıyorsanız, bu yeteneği etkinleştirmeniz gerekmeyebilir. Kentsel bir ortamda, amatör bir radyo istasyonundan kaynaklandığından emin olmak için ağ üzerinden gelen her trafik bitini sürekli olarak izlemeniz gerekmemesi muhtemelen iyi bir şeydir. Trafiği aynı frekans bandını paylaşan başka bir servisle karıştırmak, acil durumlar dışında genel kabul gören bir uygulama değildir. Bu nedenle, HSMM radyo istasyonlarının iletimlerini şifrelemesi genellikle gereklidir. Bu, iletimin anlamını gizlemek veya bilgiyi gizlemek değildir. Amatör HSMM uygulamalarında, WEP'i kullanmanın amacı sadece jambon olmayanların erişimini engellemektir. Amatör HSMM ağları, diğer jambonların kullanması için şifreleme anahtarlarını açıkça yayınlar.

Çoğu kablosuz yönlendirici, genellikle dörde kadar birden fazla WEP anahtarının kullanılmasına izin verecektir. Bu, farklı istemci istasyonlarının farklı erişim yetkisine sahip olması için cihazı yapılandırmanıza izin verecektir. Örneğin, kulüp üyeleri bir erişim seviyesine sahip olabilirken, ziyaret eden bir radyo amatörüne daha az erişim verilebilir. Çoğu HSMM radyo grubunun sadece bir WEP anahtarı vardır ve herkes bunu alır.

WEP veya kullanılan diğer anahtarın uzunluğu söz konusu olduğunda, asıl amacımızın kablosuz cihazlarda zaten mevcut olan basit ve ekonomik bir kimlik doğrulama aracı sağlamak olduğunu unutmayın. Başka bir deyişle, sadece Bölüm 97 istasyonlarının ve Bölüm 15 istasyonlarının HSMM radyo düğümümüzle otomatik olarak ilişkilendirilmesini veya otomatik bağlanmasını sağlamaktır. WEP anahtarı ne kadar kısa olursa o kadar iyidir. Bu, kullanımı ve hatırlanması kolaylaştırır. 2000 yılı civarında HSMM radyo deneyleri sırasında, mümkün olan en kısa anahtar (5 karakter) kullanıldı :
HSMM-

Kimlik Doğrulama Türü: Bazı yönlendiriciler, *paylaşılan anahtar, açık sistem* ve *her ikisi gibi kullanmak istediğiniz kimlik doğrulama türünü isteyecektir.* HSMM radyo düğümünüze erişmek isteyen WEP/WPAkeywithallradioamateurs'u paylaşacağınız için SHARED KEY'e tıklayın.

DHCP: Bazı yönlendiriciler, Dinamik Ana Bilgisayar Yapılandırma Protokolü'nün etkinleştirilmesini isteyip istemediğinizi soracaktır. Bu, İP adreslerini atayan işlevdir. Web sitenizde DHCP işlevinin başka bir kaynağı yoksa, bu işlevi etkinleştirin.

Anten Seçimi: Çift antenli bir kablosuz

yönlendirici, bir anten seçmenizi isteyecektir. Varsayılan değer normalde alan çeşitliliği almaktır. Çünkü bir bağlantı kuracağız

Dış kazanç anten, bir seçim yapmak istiyorum. Aksi takdirde, hangi antenin gerçek iletim anteni olduğunu tanımlamanız ve daha önce tartışıldığı gibi besleme hattını bu bağlantı noktasına bağlamanız gerekecektir.

Mac Adres Filtresi: Bazı kablosuz yönlendiriciler bu güvenlik önlemine izin verir, ancak bunu yönetmek zahmetlidir, bu nedenle - bu işlevi etkinleştirmekle uğraşmamanız önerilir. Daha önce tartışılan yönergeleri kullanarak WEP veya başka bir şifreleme yöntemi kullanın.

Çıkış Gücü: Bazı kablosuz yönlendiriciler, bu güç seviyesini genellikle 100 mW'a kadar ayarlamanıza izin verir. Diğer tüm radyo amatör operasyonlarında olduğu gibi, görevinizi gerçekleştirmek için gereken minimum gücü kullanın.

LİHK 'NIN UZAK UCU

HSMM bağlantısının istemci ucundaki bilgisayarın ayrı bir yönlendirici değil, yalnızca bir kablosuz ağ adaptörüne sahip olması gerekir. Bu alıcı-vericiler/kablosuz adaptör kartları genellikle üç biçimde gelir:

1) Bir form PC kartı olarak adlandırılır. Daha önce bunlara PCMCIA kartları deniyordu, ancak daha yeni terminoloji onları dizüstü bilgisayar PC kartları olarak adlandırmak.

2) Başka bir alıcı-verici/adaptör türü, **Şekil 14'te gösterildiği gibi bir USB arayüzü ile birlikte gelir.** Bu genellikle çoğu HSMM istasyonu için üstün bir arayüz olarak kabul edilir. Bunun nedeni, alıcı-vericinin kalitesi ile değil, PC kartlarında bulunan küçük konektörlerin kırılgan doğası ile ilgilidir. Sık sık takmak ve çıkarmak için tasarlanmamışlardır. Aşırı bakım olmadan, kolayca tom olabilir.

3) Linksys ve diğer üreticiler de genişletme yuvası için benzer kartlar üretir



Şekil 14 - HSMM bağlantısının istemci ucunda, basit bir kablosuz alıcı-verici/adaptör yapacaktır.

Masaüstü bilgisayarınızın arkasında da.

Seçtiğiniz cihazdan bağımsız olarak, çıkarılabilir bir antene veya bir tür harici anten portuna sahip olmalıdır.

Bir HSMM radyo ağındaki AP/kablosuz yönlendiriciye bağlanmak için, en uçtaki kablosuz bilgisayar kullanıcı (ları), ad-hoc modundan çıkmalı ve işletim yazılımlarında altyapı modu olarak adlandırılan modu girmelidir. İnfrastructure modu, bilgisayar istasyonunuzun bağlanmak istediği radyo ağını (ana bilgisayar istasyonunun çağrı işareti) belirtmenizi gerektirir, bu nedenle bilgisayarınızı, bağlanmak istediğiniz AP/kablosuz yönlendiriciye atadığınız SSİD'yi tanıyacak şekilde ayarlayın .

Daha önce açıklandığı gibi, kartı veya arabirim anten konektörünü antene giden eş eksenli kabloya bağlamak için bir adaptör kullanmanız gerekebilir. Öte yandan, çoğu 2.4 GHz anten standart bir dişi N serisi konektörle birlikte gelir.

Test etmek için yakındaki bir radyo amatörüyle takım kurun. İlk testinizi aynı odada, bağlantının çalıştığından emin olarak birlikte yapın. Ardından, ayrı istasyon konumlarınıza giden mesafeleri artırdıkça, - uygun bir yerel FM simpleks frekansı kullanarak koordine edebilirsiniz. Birbirinden uzaklaştıkça yönlü anten yönlendirmesine yardımcı olmak için bu iletişime giderek daha fazla ihtiyaç duyacaksınız.

5.2 Çalışan yüksek güç

Bazı radyo amatörlerinin, daha yüksek güçte çalışırlarsa, HSMM radyo istasyonlarından daha iyi menzil elde edeceklerini düşünmeleri cazip geliyor. Bu her zaman böyle değildir. 2.4 veya 5.8 GHz'de çalışırken aralık belirlemede birçok faktör vardır. Bunlardan ilki ve en önemlisi arazi (topoloji) ve yol engellerinin döşenmesidir. Ek güç çalıştırmanın bu engellerden herhangi birini düzeltmesi olası değildir.

İkincisi, sinyal bağlantı marjlarını iyileştirmek için daha yüksek güç çalıştırmak, genellikle anlamlı sonuçlar elde etmek için bağlantının her iki ucunda da yapılmasını gerektirir.

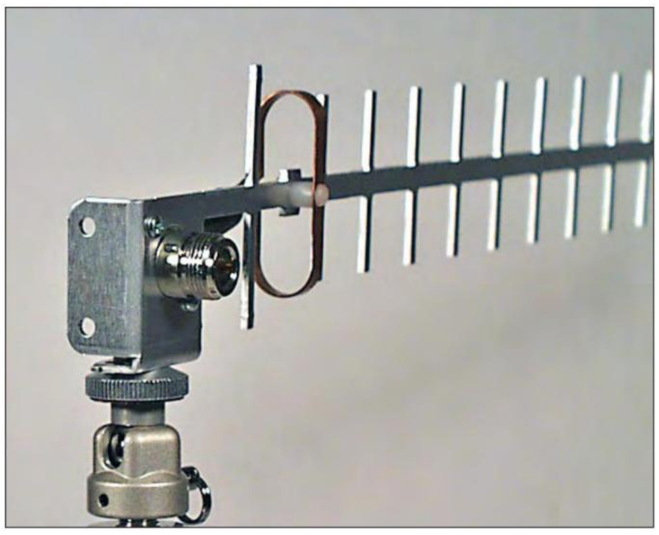
Üçüncüsü, 802.11 ile kullanılmak üzere çoğu RF amplifikatörü, **Şekil 15'te gösterildiği gibi BDA (iki yönlü amplifikatör) tipindedir.** Hem gelen sinyali hem de giden sinyali yükseltirler ve bu tür cihazlardan maksimum etkinlik elde etmek için antene mümkün olduğunca yakın monte edilmeleri gerekir.

Dördüncüsü, bu tür ucuz geniş bant cihazlarından gelen 802.11 sinyalleri genellikle önemli yan bantlarla birlikte gelir. Bu amplifikasyon için uygun birincil RF değildir. - Bu yan bantları azaltmak ve sıçramayı önlemek için sisteme ayarlanmış bir RF kanal filtresi eklenmelidir.

Ayrıca, HSMM radyo istasyonunuz bir OSCAR uydu yer istasyonunun veya grubun diğer lisanslı kullanıcısının bitişiğindeyse, kanal 4'e geçmek veya hatta



Şekil 15 - 2.4 **GHz çift yönlü amplifikatör.**



Şekil 16 - Bu MFJ 2.4 GHz Yagi gibi yönlü antenler, HSMM bağlantıları için en iyisidir.

Kanal 5. Bu durumda, yalnızca QRM'ye neden olmaktan kaçınmak için değil, aynı zamanda bazı güçlendirilmiş yan bantlarınızın 2450 MHz'de duran amatör bandın dışına çıkmasını önlemek için ayarlanmış bir çıkış filtresi gerekli olabilir.

Bağlantının her iki ucunda daha yüksek anten kazancı yerine daha yüksek güç kullanmayın. Mümkün olan en yüksek anten sistemi kazancı ve yönlülüğünü elde etmek için tüm makul çabalar alındıktan sonra güç ekleyin.

5.3 HSMM Anten Seçenekleri

Belirli bir HSMM için en iyi anten tasarımını belirleyen birkaç faktör vardır

Radyo uygulaması. En yaygın olarak, HSMM istasyonları dikey polarizasyon yerine yatay kullanır, çünkü daha iyi çalışır. Ek olarak, çoğu Bölüm 15 istasyonu dikey olarak polarize edilmiştir, bu nedenle bazen bandı paylaşan iki farklı hizmet arasında başka bir küçük engel sağladığı düşünülmektedir. Çok yollu yayılma ile bu kutuplaşma değişiminin ne kadar gerçek izolasyon sağladığı şüphelidir.

Daha da önemlisi, çoğu HSMM radyo istasyonu...

Tionlar çok yönlü antenler yerine yüksek yönlü antenler (Şekil 16) kullanırlar. Yönlü antenler önemli ölçüde daha fazla kazanç ve dolayısıyla daha iyi sinyal-gürültü oranları sağlar, bu da 802.11 modülasyonları durumunda daha yüksek oranlı veri çıkışı ve daha fazla aralık anlamına gelir. Daha yüksek veri akışı, daha fazla multimedya radyo - kapasitesine dönüşür. Son derece yönlü antenler ayrıca amatörlerin kullanıcılardan **diğer** yönlere karışmasını önlemeye yardımcı olur.

6 Otomatik Bağlantı Kuruluşu (ALE)

Otomatik bağlantı kurma (ALE), başarılı bir iletişim bağlantısı kurmak için dijital teknikleri içeren bir "sistem'dir. ALE *kendi başına bir dijital mod değildir,* ancak birincil yazılım ses cihazı tabanlıdır.

ALE'yi anlamak için, HF yayılımının nasıl değiştiğini düşünün. Bir grup bir saat içinde bir yolu açabilir, ancak diğerini kapatabilir. Bir sinyal bir bantta tamamen okunabilir, ancak diğerinde duyulmaz olabilir. Bunu akılda tutarak, HF bantlarında iletişim kurmak isteyen biri New York City'de diğeri Los Angeles'ta olmak üzere iki istasyon hayal edin (bakınız Şekil **17). Temel** yayılma kuralları, hangi bantların en iyi olabileceği konusunda genel bir fikir verir, ancak yolun her iki ucundaki operatörler, kıtalararası bir yolu destekleyen bir frekans bulana kadar birkaç bant üzerinde deney yapmak zorunda kalacaklardır.

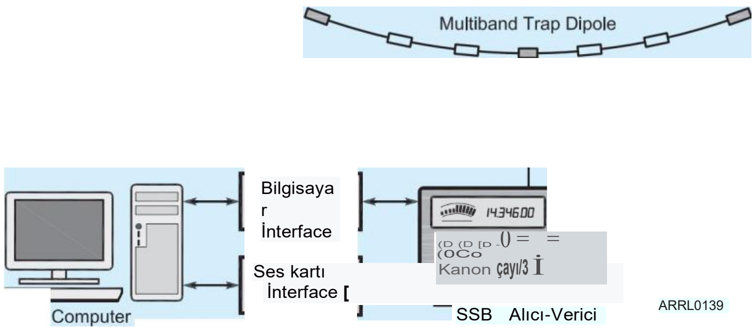
ALE, bu işlemi otomatikleştirerek, bilgisayar kontrolü altındaki istasyonların, - temas kurulana kadar birbirlerini farklı bantlarda otomatik olarak çağırmalarını sağlar. Örneğin, New York'taki operatör, alıcı istasyonun çağrı işaretini bazı olası frekanslarla birlikte ALE yazılımına girerek ALE çağrısını başlatır. Çağrı işareti *Seçici Çağrı* veya SELCAL olur. ALE yazılımı, alıcı-vericiyi kuyruktaki ilk frekansa geçirir ve seçilen SELCAL'ı iletir. Yanıt yoksa, yazılım alıcı-vericiyi başka bir frekansa adım atacak ve tekrar deneyecektir.

Aynı zamanda, alıcı istasyon

Los Angeles, belirli ALE frekanslarını otomatik olarak tarıyor ve çağrı işaretini dinliyor. Sonunda çağrı işaretine benzeyen bir şeyi çözdüğünde, ALE veri patlaması - aramanın birkaç tekrarını içerdiğinden taramayı durdurur ve dinler. Sonunda tam çağrı işaretini çözdüğünde, Los Angeles



Şekil 17 - ALE çağrı istasyonu tipik olarak bir frekans listesi üzerinden tarar ve alıcı istasyona bir yol bulunana kadar her birini çağırır.



Şekil 18 - Optimum bir ALE istasyonu bilgisayar kontrollü bir alıcı-verici ve çok bantlı bir anten sistemine sahiptir. Bu örnekte, istasyon çok bantlı bir tuzak dipol anteni kullanıyor. Frekans kontrolü için bilgisayar ve alıcı-verici arasında ayrı bir arayüze ihtiyaç olduğunu unutmayın.

İstasyon, bir bağlantı kurulduğunu doğrulamak için New York City istasyonuna bir'el sıkışma "sinyali gönderir. Tüm tarama durur ve ALE yazılımı operatörleri istasyonlarına çağırmak için bir alarm verir.

ALE, birçok istasyonun çağrılar için hazır olabileceği hem rutin hem de acil durum uygulamalarında HF net çalışması için iyi bir araçtır. ALE'yi, otomatik olarak tarayan dijital olarak kodlanmış bir susturucuyla bir VHF FM tarama alıcısına benzer olarak düşünün.

Çağ! tekrarlayıcılar. Doğru kodu duymadığı sürece, radyo sessiz kalır. Amatör ALE ile tek tek istasyonları veya tüm istasyon gruplarını arayabilirsiniz.

HF ses için seçici bir arama sistemi olarak uygulamasına ek olarak, ALE metin ve görüntü alışverişi için saf bir dijital mod olarak da kullanılabilir.

AMATÖR ALE YAZILIMI

ALE ordu tarafından kullanılmış ve Yıllardır hükümet ve jambon genellikle - hükümet ALE standartlarını benimsemiştir: FED-STD-1045 veya MIL-STD 188-141. 2001 yılında ALE, Charles Brain, G4GOU tarafından PCALE yazılımının piyasaya sürülmesiyle amatör radyo dünyasının dikkatini çekti. *PCALE* sadece alıcı-vericinizi kontrol etmekle kalmaz, ALE sinyallerini çözmek ve iletim için üretmek için bilgisayarınızın ses cihazını kullanır. ALE için bir istasyon montajı açısından, iki koşul yerine getirildiğinde en iyi şekilde çalışır: **1)** çok bantlı bir HF anten sisteminiz var; ne kadar çok bant o kadar iyi; Ve 2) HF alıcı-vericiniz bilgisayar tarafından kontrol edilebilir.

ALE'yi sadece bir frekansta kullanabilmenize rağmen, istasyonunuz bilgisayar kontrolü altında birden fazla bantta çalışabildiğinde ALE'nin gerçek gücü devreye girer. Tipik bir kurulum **Şekil 18'de gösterilir** ve bir radyo kontrol arayüzü ve bir ses aygıtı arayüzü içerir. *PCALE* radyonuzu kontrol ederek, otomatik olarak frekansları değiştirecek, yazılıma programladığınız kadar bant ve frekansı izleyecektir. Amatör radyo için PCALE ve ALE ile ilgili en son bilgiler için, bir internet araması yapın. Tüm ALE iletimlerinin USB kullandığını unutmayın. ALE otomatik kontrol çalışan istasyonlar için kurallara uygun olarak kullanılmalıdır.

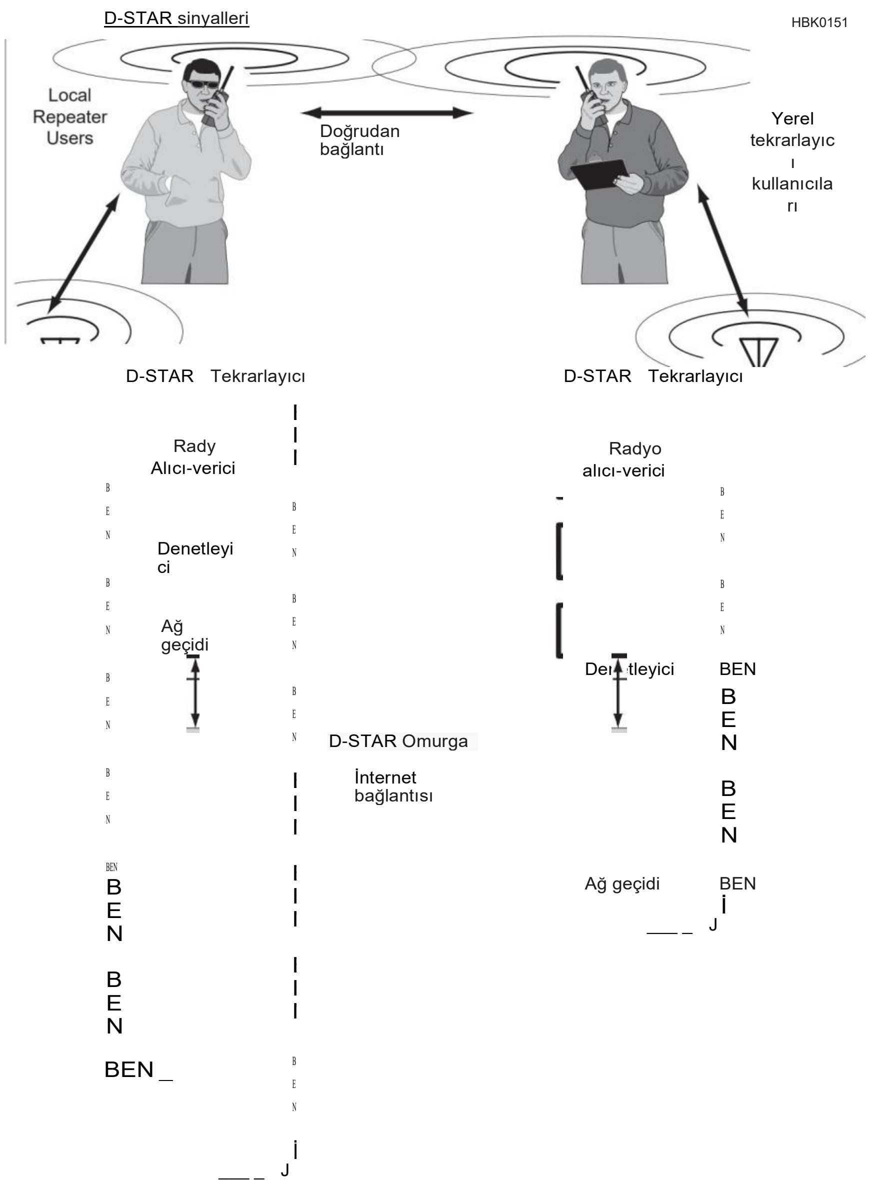
7 D-STAR

D-STAR dijital protokolü, 2001 yılında amatör radyo için dijital teknolojileri araştırmak üzere Japon Posta ve Telekomünikasyon Bakanlığı tarafından finanse edilen bir proje olarak başladı. Araştırma komitesi, Japon amatör radyo üreticileri ve Japonya Amatör Radyo Ligi (JARL) temsilcilerini içeriyordu. JARL, D-STAR protokolünün yayıncısıdır.

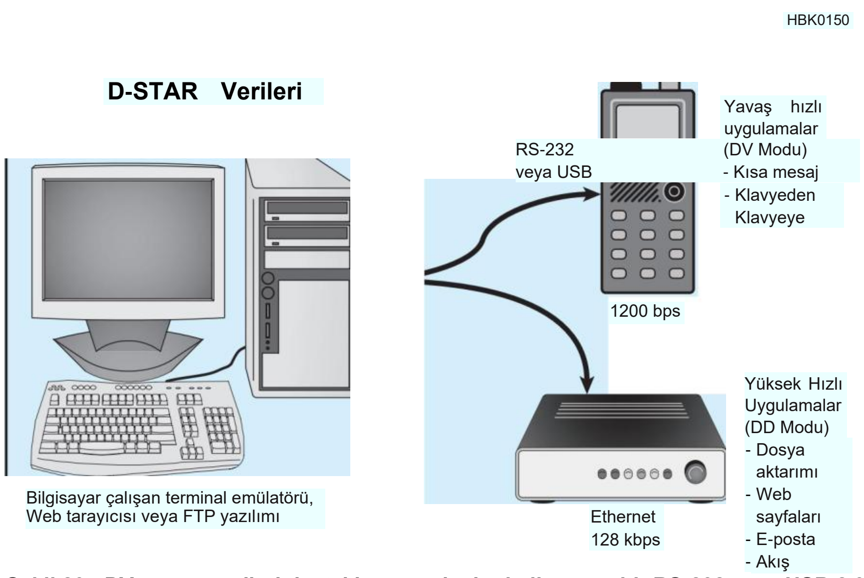
Tüm radyo üreticileri D-STAR ekipmanı geliştirmekte serbesttir, ancak bu yazının yazıldığı sırada İcom ve Kenwood, ABD amatör pazarı için bunu yapan tek şirketlerdir. Hiçbir şirket orijinal D-STAR protokolüne sahip değildir.

7.1 D-STAR nedir?

D-STAR'ın birincil uygulaması dijital sestir, ancak sistem metin, ses veya görüntü dahil olmak üzere her türlü veriyi işleyebilir. **Şekil 19'da gösterildiği gibi, bir** D-STARnetwork



Şekil 19 - Bir D-STAR ağı çeşitli şekillerde olabilir. D-STAR uyumlu - alıcı-vericiler doğrudan (simpleks) veya geniş kapsama alanı için bir D-STAR tekrarlayıcı aracılığıyla iletişim kurabilir.



Şekil 20 - DV ses ve verileri destekleyen radyolar kullanıcıya bir RS-232 veya USB 2.0 arayüzü sunar.

Birkaç şekil alabilir. D-STAR uyumlu alıcı-vericiler doğrudan (simpleks) veya geniş kapsama alanı için bir D-STAR tekrarlayıcı aracılığıyla iletişim kurabilir. D-STAR sinyalleri, geleneksel analog tekrarlayıcılarla değiştirilmeden tekrarlanamaz.

D-STAR sistemi dijitalleştirilmiş ses ve dijital verileri taşır, ancak işi iki farklı şekilde yapar. Birleştirilmiş bir ses ve veri modu (DV) ve yüksek hızlı yalnızca veri akışı (DD) vardır. D-STAR kullanıcısı açısından, veri ve ses farklı oranlarda taşınır ve farklı şekillerde yönetilir, ancak hava üzerinden bit akışları olarak taşınır.

7.2 Dijital Ses ve Düşük Hızlı Veri (DV)

D-STAR codec bileşeni, AMBE 2020 codec bileşenini kullanarak analog sesi dijitalleştirir. AMBE, Gelişmiş Çoklu Bant Kodlaması anlamına gelir ve 2020, D-STAR tarafından kullanılan varyasyonu belirtir.

AMBE, sesi çeşitli farklı merkezlerde dijitalleştirebilir. D-STAR sistemi, anlaşılırlık ile verilerin radyo bağlantısı üzerinden iletilmesi gereken hız arasında iyi bir uzlaşma sağlayan 2.4 kbit/s hızı kullanır. Ek olarak, AMBE, alıcı codec bileşeninin iletim sırasında ortaya çıkan hataları düzeltmesini sağlayan ses verilerine bilgi ekler. Net sonuç, sayısallaştırılmış ses akışının verileri 3,6 kbit/s hızında taşımasıdır.

Dijitalleştirilmiş ses bilgisiyle birlikte D-STAR'ın DV modu da 1200 bit/s'de 8 bit dijital veri taşıyor. Bu veriler D-STAR protokolünde kalan bant genişliği ile senkronizasyon için kullanılır Radyo üreticisi tarafından kullanılmak üzere. İcom, D-STAR RE başlığının tekrarlarını, 20 karakterli ön panel mesajını ve aşağıda açıklandığı gibi seri verileri taşımak için kalan bant genişliğini kullanır.

DV ses ve verileri destekleyen radyolar, **Şekil 20'de gösterildiği gibi kullanıcıya bir RS-232 veya USB 2.0 arayüzü sağlar.** (RS-232 arayüzü RxD, TxD ve topraklama - "üç telli" bağlantı ile sınırlıdır.) Bu tür arayüzler üzerinden veri alışverişi yapabilen herhangi bir bilgisayar terminali veya programı, D-STAR'ın DV modu özelliklerini "radyo kablosu'olarak kullanabilir.

D-STAR'ın DV modu veri akışını değiştirilmemiş bir "ham" formatta işlediğinden, akışını yönetmek için veri alışverişi yapan ekipman veya programlara bağlıdır.

7.3 Yüksek Hızlı Veri (DD)

D-STAR'ın yüksek hızlı veri moduna *D-STAR DD denir.* Bu mod analog ses sinyalini dijitalleştirmez. Yalnızca veri paketleri, RF bağlantısı üzerinden 128 kbit/s'lik bir ham veri hızında yarı dupleks olarak gönderilir, ancak paket başlığını ve paketler arasındaki gecikmeyi içerdiğinden, *net veri hızı* biraz daha düşüktür. DV modunda olduğu gibi, veriler değiştirilmeden iletilir, bu nedenle akış kontrolü her uçtaki uygulamalara bırakılır. DD modu iletişimini destekleyen telsizler DV modunu da destekleyebilir.

Kullanıcılar, bir Ethernet arabirimi ile DD modunu destekleyen bir radyoya, bilgisayar ağ ekipmanlarında bulunan normal RJ-45 modüler jakı ile bağlanır. DD modu arayüzü, geleneksel bir İP ağ bağlantısı gibi bilgisayar ekipmanlarına bakar. Özellikle, DD modu arayüzü bir Ethernet "köprüsü'dür. Bu, web tarayıcılarının ve diğer internet yazılımlarının, standart bilgisayar ağına bağlıymış gibi normal çalışmasına izin verir.

DD modunun net veri hızı, yüksek hızlı çevirmeli internet bağlantısıyla karşılaştırılabilir veya daha iyidir. Çevirmeli internet üzerinden çalışacak herhangi bir akış medya modu muhtemelen D-STAR üzerinde iyi performans gösterecektir.

Yüksek sinyal hızı ve 130-kHz bant genişliği ile FCC düzenlemeleri, D-STAR DD'nin 902 MHz ve daha yüksek bantlarda çalışmasını kısıtlar.

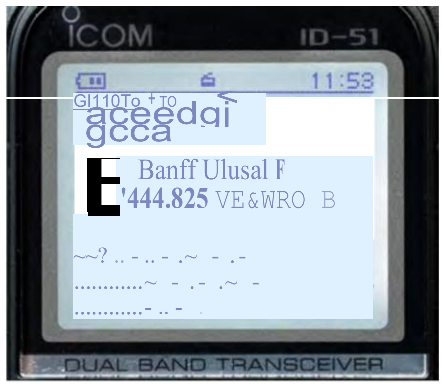
7.4 D-STAR Telsizler

Şu anda, Kenwood tek bir D-STAR uyumlu el alıcı-verici, model TH-D74A, 2 metre ve 70 santimetre için sunuyor.

İcom D-STAR telsizleri, mobil/baz alıcı-vericiler ve el tipi alıcı-vericiler olarak çeşitli modellerde mevcuttur. 1.2 GHz'de çalışan ID-1 baz/mobil alıcı-verici dışında, İcom D-STAR alıcı-vericileri 2 m, 70 cm veya her ikisinde de çalışacak şekilde tasarlanmıştır. İcom D-STAR alıcı-vericileri hem dijital hem de analog işlemi destekler, bu da gerektiğinde geleneksel analog FM iletişimi için de kullanılabilecekleri anlamına gelir. Bir örnek - **Şekil 21'de gösterilmiştir.**

Bir uygulama için en uygun D-STAR radyoyu belirlemek için, ilk adım gereksinimleri anlamaktır:

- İs DD modu işlemi gerekli (yüksek hızlı veri)? Eğer öyleyse, DD modunu destekleyen tek radyo ID-1.
- Hangi bantlar gereklidir? Bu, bölgenizdeki aktiviteye bağlı olacaktır. Eğer veriler hareket halindeyken iletilecekse, daha yüksek - frekanslar daha az iletim hatasına neden olacak ve net veri değişim oranını artıracaktır. (Not: DD işlemine yalnızca 902 MHz ve daha yüksek frekanslarda izin verilir.)



Şekil 21 - İcom ID-51A bir D-STAR işlevselliği ile 2 metre/70 cm el tipi.

• Yüksek güç gerekli mi? Daha yüksek güç tabanı/mobil telsizler kullanmak, daha güçlü sinyal gücü ve daha az veri transmisS10n hatası ile sonuçlanacaktır.

• İf verileri iletilecek, hangi veriler Bilgisayarın arayüzü var mı?

• Düşük hızlı veriler için hata düzeltme (DV modu), veri alışverişinde kullanılan veri iletişim programlarının sorumluluğundadır. Yazılımı dikkatlice değerlendirdiğinizden emin olun kullanmak niyetindesin.

D-STAR hakkında daha fazla bilgi, *ARRL El Kitabının Dijital Protokoller ve Modlar ve Tekrarlayıcılar bölümlerinde bulunabilir.*

8 DMR: Dijital Mobil Radyo

Dijital Mobil Radyo (DMR) yeni bir teknoloji değildir, ancak nispeten yeni olan amatör radyo topluluğu tarafından benimsenmesidir. DMR'nin kökenleri polis, yangın ve benzeri gibi ticari ve kamu hizmeti uygulamalarındadır. Amatörler, 2 metre ve 70 santimetre DMR alıcı-vericilerini jambon frekansları için yeniden programlayarak yeniden amaçlamaya başladılar ve aynısını ticari DMR tekrarlayıcılarla yaptılar. Birçok DMR tekrarlayıcı internete bağlıdır ve küresel bir ağ oluşturur. Sonuç, son birkaç yılda DMR aktivitesinde önemli bir büyüme olmuştur. Ek olarak, bu yazının yazıldığı sırada, birkaç üretici, artan popülaritesinin tanınması için amatör radyo pazarına DMR alıcı-vericileri pazarlıyordu.

DMR hakkında daha fazla bilgi, *ARRL El Kitabının Dijital Modlar ve Protokoller ve Tekrarlayıcılar bölümlerinde bulunabilir.* DMR protokolüne W2XAB tarafından kapsamlı bir giriş, DMR kullanarak çalışma ve DMR için gerekli ekipman http://www.raqi.ca/-ve2rae/**DM R www.raqi.ca/-ve2rae/ dmr/Amatör Radyo Kılavuzu mevcuttur. pdf.**

8.1 DMR Avantajları

Dijital Mobil Radyo, diğer VHF/UHF dijital modlarına kıyasla spektral olarak verimlidir. Bir DMR tekrarlayıcı, 12.5 kHz bant genişliği içinde eşzamanlı iki dijital konuşmayı destekleyebilir. Tekrarlayıcı, veri kanalları arasında hızla geçiş yapmak için TDMA - Time Domain Multiple Accession - kullanarak bunu başarır. Bir DMR tekrarlayıcı iki kullanılabilir zaman dilimine sahiptir, bu da iki kişinin tekrarlayıcıyı aynı anda ve aynı frekansta etkili bir şekilde kullanabileceği anlamına gelir. Anahtarlama o kadar hızlıdır ki, sinyaller sorunsuz ve az kesinti ile tekrarlanır. İfboth - timeslots kullanımdadır, kullanıcılar iletmeye çalıştıklarında "meşgul'bir bip sesi duyarlar.

Diğer bir avantaj, bir DMR tekrarlayıcısının dijitale ek olarak analog FM yayınlarını destekleme yeteneğidir. Bu faktör, DMR'nin benimsenmesine ek bir destek sağlamıştır.

8.2 DMR TalkGroups

Bir DMR tekrarlayıcı genellikle birkaç TalkGroups sunacak ve bunlar sadece "sohbet" "Bir eyaleti veya bölgeyi kapsayan odalar. İnternet bağlantısı sayesinde, TalkGroups da dünyaya yayılabilir. Farklı DMR tekrarlayıcıları farklı TalkGroups'a bağlanır, bu nedenle bu bilgiyi yerel tekrarlayıcılarınızı kullanan jambonlardan elde etmenize yardımcı olur.

8.3 Lugs ve Programlama ~ Kod

Sadece frekans çifti ve muhtemelen bir CTCSS tonu gerektiren bir analog FM tekrarlayıcıdan farklı olarak, bir DMR tekrarlayıcı, kullanıcının alıcı-vericisinin, istenen tekrarlayıcının çağrı işaretini ve "Renk Kodunu" iletmesini gerektirir. DMR alıcı vericileri, CodePlug olarak bilinen bir veri dosyası kullanılarak bu bilgilerle programlanmalıdır. Neyse ki, CodePlugs ve programlama yazılımı kolayca çevrimiçi, genellikle ücretsiz olarak kullanılabilir. En iyi yaklaşım, yardım için yerel DMR kullanıcılarıyla iletişim kurmaktır. CodePlugs'ı yalnızca bölgenizdeki DMR tekrarlayıcıları için değil, aynı zamanda bulunduğunuz bölge boyunca nerede bulacaklarını bilirler.

9 Sistem füzyonu

System Fusion, Yaesu tarafından geliştirilen tescilli bir C4FMbased dijital sistemdir. "Füzyon" kelimesinin kullanılması, Fusion donanımının analog veya C4FM dijital sinyalleri algılayabilmesi ve gerektiğinde otomatik olarak bir moddan diğerine geçiş yapabilmesi, analog ve dijital işlevselliği etkili bir şekilde "kaynaştırması" gerçeğine bir referanstır. Analog/dijital algılama ve anahtarlama operatöre tamamen şeffaftır ve herhangi bir operatör işlemi gerektirmez.

Otomatik anahtarlama işlevi sayesinde, bir System Fusion tekrarlayıcı, analog FM -kullanıcıları üzerinde çok az etkisi olan mevcut bir analog FM tekrarlayıcıyı değiştirebilir. Bir Fusion tekrarlayıcı, onları üreten alıcı-verici türüne bakılmaksızın tüm analog sinyalleri tekrarlayacaktır. Gerçek, FM Kullanıcılar, tekrarlayıcının bir System Fusion alıcı-vericisinden dijital bir sinyal aktarması dışında bir fark görmeyeceklerdir. Bu örnekte, analog kullanıcılar bir uğultu sesi duyacaktır.

DMR veya D-STAR alıcı-vericilerinin aksine, Yaesu System Fusion alıcı-vericileri, -alıcı-verici ilk kez açıldığında kişinin çağrı işaretine girmenin ötesinde ayrıntılı programlama gerektirmez. Bir Fusion tekrarlayıcı ile bir Fusion alıcı-verici kullanmak, Bas-Konuş düğmesini sıkmak kadar basittir. Bir System Fusion tekrarlayıcısının "analog tarafı", bazı durumlarda CTCSS tonları gerektirebilir ve elbette, bunların analog FM kullanımı için alıcı-vericide programlanması gerekir.

ÇeşitliYaesu System Fusion vardır Alıcı-vericiler ve yetenekleri modelden modele farklılık gösterir, ancak hepsi analogdan dijitale otomatik olarak geçiş yapabilir. Temel bir Fusion radyo, dijital ve analog FM'i destekler, ancak genellikle daha yüksek ve daha düşük kaliteli dijital ses modları içerir. (Thehigherqualitymode biraz daha fazla bant genişliği tüketir ve marj sinyali koşullarında "düşmelere" karşı daha savunmasız olabilir.) Daha pahalı alıcı-vericiler, diğer verilerin yanı sıra görüntü gönderme ve alma yeteneğini de ekler. Ayrıca, internete bağlı tekrarlayıcılar aracılığıyla küresel Yaesu WIRES-X ağına erişim sağlarlar.

System Fusion hakkında daha fazla bilgi, *ARRL El Kitabının Dijital Modlar ve Protokoller ve Tekrarlayıcılar bölümlerinde bulunabilir.*

10 HF Dijital Ses

D-STAR, VHF + bantlarındaki baskın dijital ses/veri sistemi iken, HF bantlarında operasyonda çok farklı iki sistem bulunabilir. Biri özel donanım kullanırken, diğer ikisi ses cihazlarına ve yazılımlara güveniyor. Hepsi HF SSB alıcı-vericileri gerektirir, ancak VHF SSB'de (hatta FM) de kolayca kullanılabilirler.

10.1 AOR ve AMBE

AOR Corporation, 2004 yılında sahneye bir HF dijital ses ve veri "modem'ile çıkan ilk jambon üreticisiydi. Temel tasarım, Charles Brain, G4GUO tarafından oluşturulan bir Vocoder protokolüne dayanmaktadır. Protokolü, Digital Voice Systems tarafından geliştirilen tescilli bir konuşma kodlama standardı olan AMEE olarak bilinen Advanced Multi-Band Excitation'ın kullanılmasını içerir. Brain'in protokolü 2400 bit/s'de çalışır ve 3600 bit/s veri akışını etkili bir şekilde üretmek için İleri Hata Düzeltme eklenir. Bu veri akışı daha sonra 36 taşıyıcılarda, 62,5 Hz aralıklı, 2 bit/sembolde 50 QPSK kullanarak sembollerde/s'de iletilir. Bu, protokole yaklaşık 2250 Hz'lik bir toplam RF bant genişliği verir (analog tek yan bant iletimi için 2700-3000 Hz'e kıyasla).

ARD9800 **(Şekil 22) gibi AOR üniteleri mümkün** olduğunca "tak ve çalıştır'olarak tasarlanmıştır. Mikrofonunuzu ön panel jakına takmanız ve ardından modemi alıcı-vericinizin mikrofon girişine takmanız yeterlidir. Bir ön panel anahtarı dijital kodlamayı veya analog iletimi seçer, böylece ünite dijital konuşmalar için kullanılmadığında hatta tutulabilir. Alıcı tarafında, modem bir AMBE iletiminin senkronizasyon sinyalini otomatik olarak algılar ve otomatik olarak dijital moda geçer. Sese ek olarak, AOR modemleri dijital veri (tipik olarak görüntüler) gönderebilir.

AOR AIR 'DE

AOR dijital ses net ve sessiz, bir HF frekansında duymak alışılmadık bir şey. 14.236 MHz civarında ayarlayın ve muhtemelen AORAMBE sinyallerini duyacaksınız. Tıslama sesine benziyorlar.

2004 yılında QST Product Review testi sırasında ARRL Lab, kod çözmenin yaklaşık 1 0dB SIN'ye kadar katı olduğunu keşfetti. **Bununla birlikte**, dijital ses ya hep ya hiç önerisidir ve bu seviyenin altında sinyaller kırılmaya başlar. Sonuç, bu dönemlerde mutlak sessizliktir. Alınan sinyale verilen interferans da benzer bir sonuç verdi.

Havadaki ortak yaklaşım, konuşmayı analog SSB'de başlatmak, ardından dijitale geçmektir. Her iletim, bas-konuş düğmesine basıldıktan sonra bir saniye senkronizasyon patlaması ile başlar. Diğer istasyon senkronizasyon sinyalini kaçırırsa, ses çözülmez ve iletim analog beyaz gürültü gibi ses çıkarır. Bu, başarılı iletişim için doğru frekansta olmanız ve iletimin başlangıcında almaya hazır olmanız gerektiği anlamına gelir. Ancak, senkronizasyon iletimi sırasında solma veya parazit varsa,

Takip eden sinyal çözülemiyor.

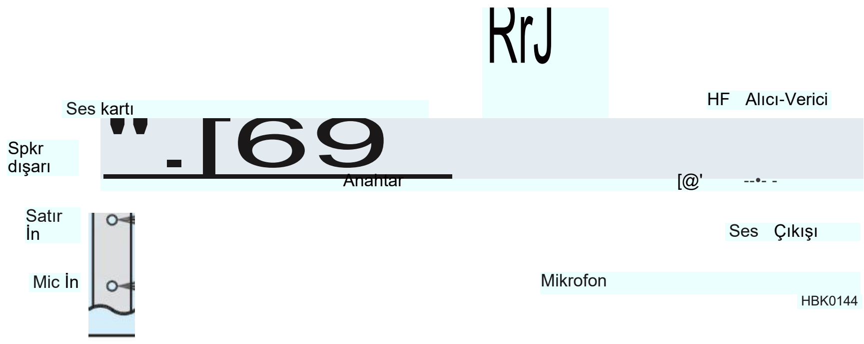
Birkaç ek adım, AOR modemlerle başarı şansını artıracaktır.

- Her iki istasyonun da
Aynı frekansta, yaklaşık 100 Hz.
- İF alma filtrelerini 3 kHz veya daha geniş olarak ayarlayın.
- Modem ses girişini aşırı zorlamayın.
- Alıcı-verici konuşma sıkıştırmasını kapat.
- Radyoyu aşırı çalıştırma. Eğer ALC metre herhangi bir aktivite gösterirse, modemin çıktısını azaltın.

Alıcı-verici görev döngüsü, normal SSB'ye kıyasla dijital sesi çalıştırdığınızda önemli ölçüde daha yüksek olacaktır. Radyonuza zarar vermemek için, çıkışınızı %25 ila %50 oranında azaltmak iyi bir fikirdir.

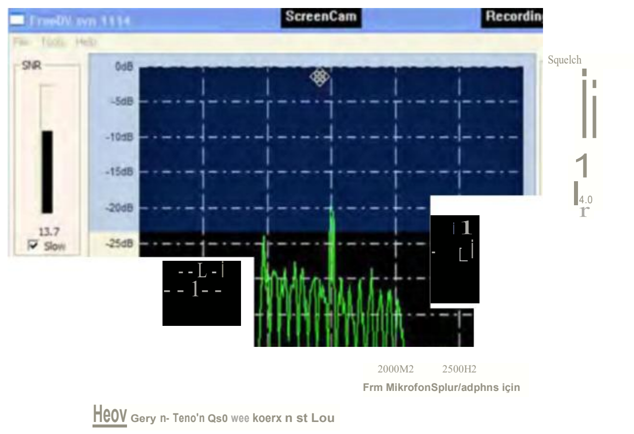
10.2 FreeDV

FreeDV, Windows, Linux veya OS X için açık kaynaklı bir yazılım tabanlı HF dijital ses sistemidir **(Şekil 23).** İt, amatör dijital ses göndermek ve almak için bir bilgisayar ses cihazı veya yerleşik ses yonga seti kullanmak üzere tasarlanmıştır. Aktivite esas olarak 14.236 MHz'de HF üzerindedir. Yazılıma ek olarak, ihtiyacınız olan



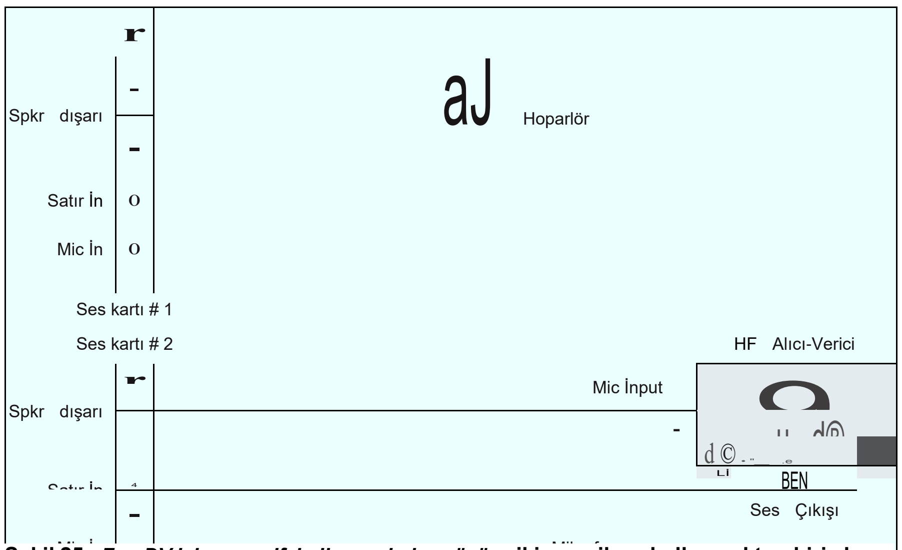
Şekil 24 - *FreeDV'yi kullanmak için tek ses aygıtı yaklaşımı,* iletimden almaya geçerken ses akışını değiştirme araçlarını gerektirir.

Şekil 23 - *FreeDV dijital* ses yazılımı. **[N9SJA fotoğraf]**





Şekil 22 - AOR ARD-9800 dijital ses modemi.



Şekil 25 - *FreeDV için en zarif, kullanımı kolay çözüm,* iki ses cihazı kullanmaktır - biri alınan sinyali işlemek ve diğeri iletim sinyalini üretmek için.

Radyo, bilgisayar ve bu makalede daha önce tartışılan ses aygıtı arayüzlerinden biri. *FreeDV yazılımını indirip yükleyerek başlayın* **freedv.org.** Aynı web sitesinde Kurulum ve çalışmayı açıklayan belgeleri bulacaksınız.

Almak için ihtiyacınız olan tek şey, radyonuzun ses çıkışı ile LNE arasında bir kablo **Ses** cihazınızın İNPUT'u. Ses cihazı kontrol yazılımınıza girmeniz ve LNE İNPUT kazancını artırmanız gerekebilir. Şelale ekranındaki sinyal çok parlak ise, kazanç kontrolünü azaltın.

FreeDV ile iletim, istasyon kurulumunuz açısından, özellikle yalnızca bir ses cihazınız varsa, biraz daha karmaşıktır**. (Şekil 24)** Ses cihazınızdan gelen ses çıkışı, almak için kulaklığınıza veya PC hoparlörlerinize uygulanmalıdır, ancak *aynı* çıkış, iletim için alıcı-vericinizi de beslemelidir, bu nedenle ses çıkışı için bir anahtar gereklidir. Daha kolay, daha zarif yaklaşım iki ayrı ses cihazı kullanmaktır**. (Şekil 25)** İkinci ses cihazının üst düzey olması gerekmez; Bu uygulama için ucuz bir USB ses cihazı kullanabilirsiniz.

Rowetel SMl000 FreeDV adaptörü ile yazılım ve bilgisayar yaklaşımına bir alternatif mevcuttur. SMl000, tüm FreeDV sistemini bir el muhafazasına entegre ederek, bilgisayar olmadan dijital sesin keyfini çıkarmanızı sağlar. Bu yazının yazıldığı sırada, SMl000 201 ABD Doları karşılığında mevcuttu. http://www.rowetel.com/Daha fazla bilgi için www.rowetel.com bakın.

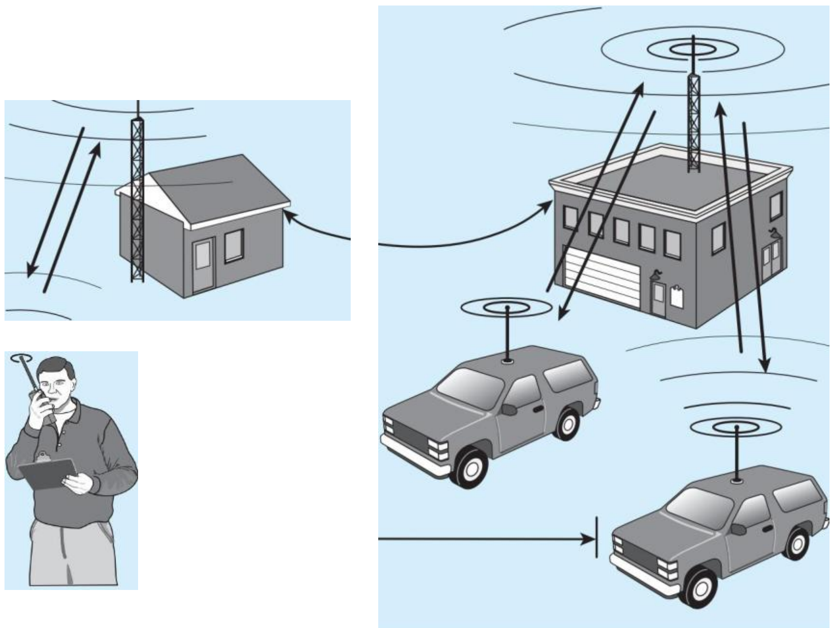
11 Echolink, IRLP ve WIRES-X

HF'de dünya çapında iletişim, temel bir VHF FM kurulumundan daha güvenilir yayılma ve daha önemli radyo ve anten gereksinimleri gerektirir. HF radyo bağlantıları yerine internet bağlantılarını kullanarak, mütevazı bir telsize sahip bir jambon (hatta el tipi bir alıcı-verici), günün veya gecenin herhangi bir saatinde yüzlerce hatta binlerce mil uzaklıktaki istasyonlarla güvenilir bir şekilde iletişim kurabilir **(Şekil 26).**

Amatör internet bağlantısının en yaygın biçimi, *VoİP - Voice* over İnternet Protocol - teknolojisini kullanarak ses alışverişini içerir. Bu, internet telefon hizmetleri ve *Skype, TeamSpeak* ve diğerleri gibi çevrimiçi sesli "sohbet" uygulamaları tarafından kullanılan aynı teknolojidir. Amatör radyo ses bağlantısının üç versiyonu ABD'de popüler hale geldi: EchoLink, IRLP ve WIRES-X.

11.1 EchoLink

Jonathan Taylor, KlRFD tarafından geliştirilen Echo Link yazılımı, Windows PC'ler için tasarlanmıştır, ancak bir Mac sürümü de vardır. Bir ses cihazına yüklenen yazılımla...

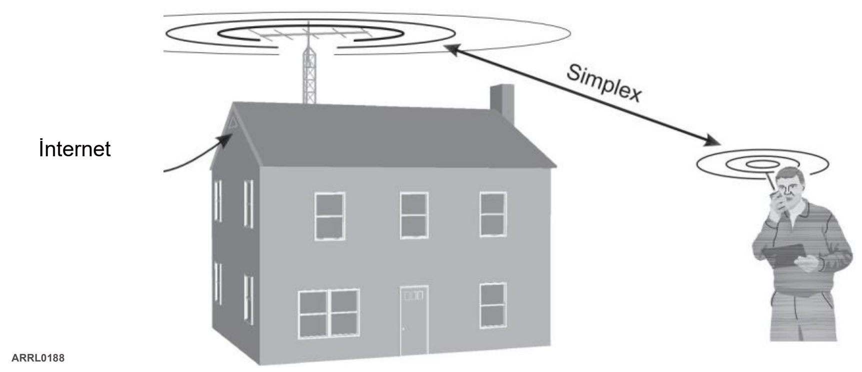


Şekil 26 - İnternet VoİP bağlantısı, tekrarlayıcı kullanıcılarının diğer tekrarlayıcılar aracılığıyla ileten diğer amatörlerle konuşmalarını sağlar.

Donanımlı bilgisayar, herhangi bir jambon, başkalarının radyo ile erişebileceği bir EchoLink düğümü oluşturabilir. Hams ayrıca radyo kullanmadan doğrudan ağa katılabilir. Sadece mikrofon/kulaklıkları bilgisayarlarına takarlar .

Her Echo Link düğümüne en fazla altı basamak uzunluğunda olabilen bir sayı atanır. RF kullanıcıları, önce bağlantıyı bir tekrarlayıcı veya simpleks düğümü üzerinde etkinleştirmek için gereken DTMF kodunu göndererek Echo Link ağına erişir. **(Şekil 27)** Tabii ki, bu bir DTMF tuş takımı ile donatılmış bir alıcı-verici gerektirir. Bağlantı kurulduktan sonra, iletişim kurmak istedikleri EchoLink tekrarlayıcısının, bağlantısının veya kullanıcısının numarasını iletmek için tuş takımını tekrar kullanırlar.

Ağa doğrudan (radyo olmadan) erişen jambonlar, kişiyi veya sistemi seçer

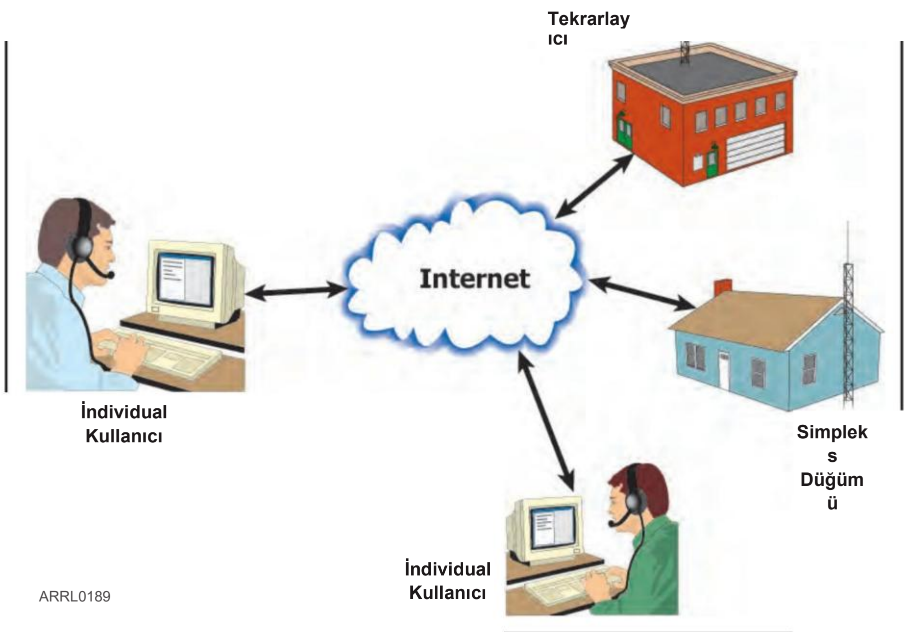


Şekil 27 - Tipik bir Echolink simplex düğümü.

Yazılım listesindeki adına tıklayarak iletişim kurmak istiyorlar **(Şekil 28).** EchoLink ağı, - düğüm ve kullanıcı konumlarını ve çalışma durumunu gösteren çeşitli sunucularda sürekli olarak güncellenen veritabanlarını korur. Ağ sunucuları ayrıca, birçok kullanıcının doğrudan erişim veya radyo yoluyla "buluşabileceği've birlikte konuşabileceği konferansı da destekler.

Echo Link üç farklı kaynak grubu arasındaki iletişimi destekler:

• Tekrarlayıcılar: Bu genellikle sitede bir bilgisayar ve EchoLink üzerinden internete bir VoİP bağlantısı olan bir VHF/UHF FM tekrarlayıcıdır. EchoLink işlevi açıldığında, tekrarlayıcıdan gelen ses EchoLinknetwork'te kullanılabilir ve bunun tersi de geçerlidir.



Şekil 28 - Bazı Echolink kullanıcıları için radyo yoktur (en azından konuşmanın sonunda).

İnternet VoİP bağlantısı, tekrarlayıcı kullanıcıların diğer tekrarlayıcılar aracılığıyla iletimde bulunabilecek veya doğrudan bağlantı kurabilecek diğer amatörlerle konuşmalarını sağlar.

• *Bağlantılar:* Tekrarlayıcı kodlara benzer, ancak **tam** tekrarlayıcı işlevselliği olmadan simpleks frekanslarda çalışır. Bunlar genellikle bilgisayarlara bağlı FM alıcılarıdır. İstasyon kurulumuna bağlı olarak, kapsama alanları bir mahalle ile sınırlı olabilir veya tüm bir ilçeyi kapsayabilir.

• *Kullanıcılar: Bu* kesinlikle RF içermeyen bir bilgisayar-bilgisayar VoİP bağlantısıdır. Başka bir deyişle, operatör bir mikrofon/kulaklık takarak bilgisayarının önünde oturuyor.

EchoLink'in "RF tarafındaki'tüm arayüz, radyo ile gönderme ve alma arasında geçiş yapmak için kullanılan bir ses aygıtı arabirimi ile bilgisayar ses cihazına ve seri bağlantı noktasına bağlantılar ile işlenir - PSK gibi ses aygıtı tabanlı dijital iletişim tarafından kullanılan aynı kurulum.

ECHOLİNK SECURITY

Erişim izni verilmeden önce, bir EchoLink düğümü oluşturan veya ağa doğrudan bağlanan her jambon, EchoLink kayıt işlemi sırasında kimlik ve lisans kanıtı sağlamalıdır. - Doğrulandıktan sonra, her EchoLink düğümü veya kullanıcısı, oturum açmak için çağrı işaretiyle birlikte bir şifre sağlamalıdır. Bir QSO için her bağlantı yapıldığında, EchoLink sunucuları iletişim başlamadan önce hem göndereni hem de alıcıyı doğrular. Bir tekrarlayıcı veya bir simpleks düğümü aracılığıyla EchoLink ağına bağlanmak için telsizlerini kullanan jambonların doğrulanması veya bir şifre sağlaması gerekmez. Bu sadece tekrarlayıcı veya bağlantı istasyonları için veya doğrudan bağlananlar için gereklidir.

İt, EchoLink'i yalnızca belirli istasyon türlerinden bağlantıları kabul edecek şekilde yapılandırmak mümkündür: tekrarlayıcılar, bağlantılar, kullanıcılar veya üçü. Ayrıca, erişime izin verilmeyecek olan herhangi bir sayıda "yasaklı" çağrı işaretinin bir listesini de ayarlayabilirsiniz. Ek olarak, karşılıklı kontrol operatörü ayrıcalıklarına veya üçüncü taraf trafik kısıtlamalarına uymak için uluslararası çağrı işareti önekine göre bağlantıları engelleyebilir veya kabul edebilirsiniz.

İn Sysop modu, varsayılan olarak, EchoLink istasyon bağlandığında çağrı işareti ile her istasyonu duyurur. (Kullanıcı, gerektiğinde otomatik olarak oluşturulan bir ses veya CW İD programlayabilir.) EchoLink yazılımı, bağlantıdaki tüm etkinliklerin ayrıntılı günlüklerini ve (isteğe bağlı olarak) dijital kayıtlarını otomatik olarak üretir.

E-posta programları, dosya paylaşım programları ve web tarayıcıları gibi yazılımların aksine, Echo Link'in bilgisayarınıza zarar verebilecek dosyaları veya "ekleri" iletmek için herhangi bir yolu yoktur. Bilinen bir EchoLink vakası yok

Bir bilgisayar virüsünü kabul etmek veya yaymak. Tabii ki, internete bağlı herhangi bir PC her zaman bir tür internet güvenlik donanımı veya yazılımı ile korunmalıdır.

11.2 IRLP

IRLP, İnternet Radio Linking Project'in kısaltmasıdır. EchoLink gibi, IRLP de VoİP bağlantıları kurmak için interneti kullanır. Fark, IRLP'nin yalnızca tekrarlayıcılarda veya simpleks frekanslarında RF düğümleri aracılığıyla erişime izin vermesidir (tüm IRLP düğümleri merkezi bir internet sunucusu aracılığıyla birbirine bağlanır). IRLP ağına erişmek için bir radyo kullanmanız gerekir.

Tipik bir IRLP düğümü, özel IRLP donanım ve yazılımı aracılığıyla internete bağlı bir alıcı-vericiden oluşur. Bu, IRLP yazılımını çalıştıran bir Linux bilgisayarı ve bir IRLP arabirim kartı veya Linux bilgisayarını, IRLP yazılımını ve arabirimini tek bir pakette birleştiren bir anahtar teslimi "gömülü" IRLP birimi gerektirir. IRLP yazılımı, taşıyıcıyla çalışan susturucu (COS) veya sürekli ton kodlu alt duyulabilir susturucu sinyalleri (CTCSS) kullanarak VoİP ses akışını kontrol eder. COS mevcut olduğunda, bilgisayar bunu IRLP arayüz kartı aracılığıyla algılar.

Operatör, radyo üzerinden gönderilen DTMF sinyallerini kullanarak IRLP ağına (örneğin bir tekrarlayıcıda) bağlanır. EchoLink'te olduğu gibi, operatörün DTMF tuş takımına sahip bir telsizi olması gerektiği anlamına gelir. Gerçek erişim kodu düğümün sahibi tarafından belirlenir. Kullanıcı, IRLP bağlantısını açmak için doğru DTMF dizisini gönderir, ardından iletişim kurmak istediği uzak düğümün dizisini gönderir. Bu, başka bir durumda veya uzak bir simpleks düğümünde bir tekrarlayıcı olabilir. Görebilirsiniz **status.irlp adresindeki mevcut IRLP düğümlerinin bir listesi. net/.**

İşte tipik bir IRLP bağlantısına bir örnek:

- Alıcı-verici PTT'ye basın ve istasyonunuzu tanımlayın. Örneğin, "Bu WB8IMY, Steve Wallingford, Connecticut, ABD'de 8880 numaralı düğüme bağlanıyor".
- Ardından, DTMF tuş takımındaki # 8880 (bu örnekte 8880 nodu) tuşuna basın, PTT'yi bırakın ve node connect duyurusunu bekleyin. Duyuru, sesinizin artık uzak düğüme ulaştığını gösterir. Belirli bir kişiyi arayabilir veya sadece sohbet etmek için etrafta birinin olup olmadığını sorabilirsiniz .
- Bittiğinde, PTT, "WB8IMY serbest bırakma düğümü 8880'gibi bir duyuru yapın ve ardından bağlantıyı kesmek için DTMF tuş takımındaki # 73 tuşuna basın. IRLP düğümü bağlantıyı keser ve düğüm şimdi farklı bir düğüme, reflektöre bağlanabilir veya başka bir kullanıcıyı bekler .

IRLP ve EchoLink ağlarını köprülemek için devam eden (EchoIRLP olarak bilinen) bir proje olduğunu belirtmek ilginçtir.

11.3 WIRES-X

WIRES-X - Geniş Kapsama İnternet Tekrarlayıcı Geliştirme Sistemi - Vertex Standard (Yaesu) tarafından oluşturulan bir VoİP ağıdır. İt, işlevsel olarak IRLP'ye benzer (merkezi bir internet sunucusu aracılığıyla yönetim dahil), ancak düğümler ve tekrarlayıcılar bir Vertex Standard HRI-100 arabirimi ve Windows işletim sistemi altında çalışan bir bilgisayar aracılığıyla bağlanır. Vertex Standart alıcı-vericileri WIRES-X iletişimi için gerekli değildir, ancak IRLP'de olduğu gibi, tüm erişim RF üzerinden olmalıdır. WIRES-X ayrıca Yaesu System Fusion net- Otomatik yönlendirme ve diğer birçok özellik için tekrarlayıcıların çalışması.

Ev istasyonları (simpleks düğümleri), tekrarlayıcılar veya ikisinin bir kombinasyonunu kullanan iki WIRES-X operasyonel konfigürasyonu vardır:

SRG - Kardeş Radyo Grubu. WIRES-X içinde kapalı grup işlemleri için ideal olan küçük (maksimum 10 düğüm) bir ağda çalışırsınız. Ağ içinde, tüm düğümler aynı tekrarlayıcı düğüm listesini kullanarak çalışır, böylece yalnızca bu 10 düğümlü ağdaki istasyonlara bağlanabilirsiniz. Maksimum sadece on düğüm olduğundan, bu düğümlerden herhangi birine erişim, çağırırken tek bir DTMF tonu kullanarak mümkündür. Her iletimin başında, bu tek DTMF tonu, çağıran düğüm ile çağrılan düğüm arasındaki iletişimi kilitler, ancak yerel (bağlı olmayan) iletimler de, iletimin başlangıcındaki DTMF tonunu atlayarak mümkündür.

FRG - Friends Radyo Grubu. WIRES-X FRG sunucusu ile kayıtlı herhangi bir tekrarlayıcıyı arayabilirsiniz. FRG işlemi durumunda, erişim için altı haneli bir DTMF kodu gerekir ve bağlantı kurulduktan sonra bu kodun tekrar gönderilmesine gerek yoktur (buna LOCK modu denir), operatör bağlı olmayan iletimler yapmak istemiyorsa (UNLOCK modu), bu durumda altı basamaklı kod her iletimin başında gönderilmelidir (örneğin, alıcı-vericinin DTMF Autodial özelliği kullanılarak). Önceden ayarlanmış İO-tekrarlayıcı B, C ve D listelerine grup araması da mümkündür.

SRG, felsefede, aynı grupla düzenli olarak konuşma eğiliminde olduğunuz yerel FM ses tekrarlayıcısına benzer. FRG, dünya çapında bir tekrarlayıcı grubunu ve baz istasyonlarını birbirine bağlayan IRLP'ye benzer.

12 FT8 ve FT4

"WSJT modlarına" atıfta bulunan birini duyduğunuzda, Dr. Joe Taylor, **KIJT tarafından oluşturulan WSJT yazılım paketinde yer alan dijital çalışma modlarından bahsediyorlar. WSJT** - şimdi *WSJT-X olarak bilinir* ve bir protokol tasarımcıları ve programcıları ekibi tarafından desteklenir - her biri belirli bir uygulama için kendi güçlü yönlerine sahip birkaç farklı mod sunar.

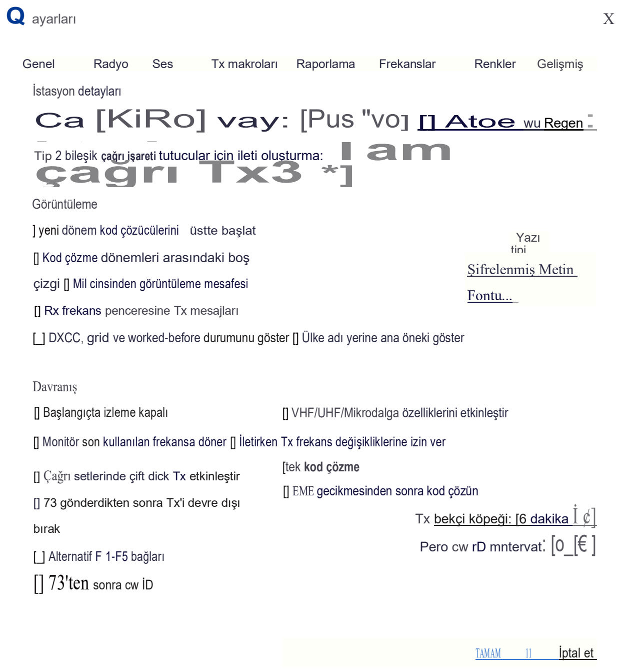
WSJT, moonbounce iletişimi için bir yazılım koleksiyonu olarak başladı. Pulsarları ve diğer uzak astronomik nesneleri inceleyen Nobel Ödüllü bir bilim adamı olarak Joe, ay yüzeyinden gelen sinyalleri yansıtırken karşılaştıkları zayıf sinyallere büyük ilgi duyuyor. Joe'nun yazılımı, zayıf sinyalleri gürültüden ayırmak ve sahip oldukları bilgileri çözmek için modem masaüstü ve dizüstü bilgisayarların gücünden yararlanıyor. zaptetmek. Sadece bir ses kartı veya ses yonga seti ve bir alıcı-verici arayüzü ile *WSJT,* mütevazı istasyonlara sahip jambonların VHF meteor saçılma iletişiminin ve hatta moonbounce'un tadını çıkarmasını mümkün kıldı. Joe'nun icadından önce, jambonların bu faaliyetleri sürdürmek için antenlere, alıcı-vericilere ve amplifikatörlere büyük yatırımlar yapması gerekiyordu. *WSJT'nin ortaya çıkışı,* başka türlü karşılayamayan birçok kişi için heyecan verici bir faaliyet dünyası açtı.

Ancak, birisinin HF bantlarında JT65 olarak bilinen WSJT modlarından birinin kullanılması durumunda ne olacağını merak etmesi uzun sürmedi. HF'deki dijital iletişim, aya ve arkaya bir sinyal almak kadar zor değil, bu yüzden büyüleyici sonuçlar elde etmek için bol miktarda "performans marjı" olacağı düşünülüyordu. Kimsenin şaşırmaması için, bunun doğru olduğu ortaya çıktı. Bir kullanarak JT65 olarak bilinen JT65A varyantı, bir tel dipol antenine birkaç watt JT65-modulated RF bile kıtalararası ve hatta küresel iletişim ile sonuçlandı.

JT65, kısa sürede popüler bir HF dijital çalışma modu haline geldi ve 2016 yılına kadar PSK3 bile gölgede bıraktı. Daha sonra, 2017'de, yeni bir mod içeren bir WSJT-X sürümü piyasaya sürüldü: FT8.

FT8 bir roket gibi havalandı. İt, JT65 birçok faydasını sundu, ancak çok daha hızlı ve biraz yarı otomatik bir moddu. 2017'nin sonunda FT8, HF bantlarında en çok kullanılan dijital mod haline geldi.

Kuzeni JT65 gibi, FT8 "konuşma" modu değildir. Aslında ortada bir konuşma falan yok. İnstead, tek yaptığın iletişim kurmak ve telefon etmek.



Şekil 29 - *WSJTX ayarları* ekranı. Üst kısımdaki sekmeler ayarlamanıza izin ver İşletim tercihlerinizi artırın, ekran görünümünü özelleştirin ve yazılımı alıcı-vericinizle arayüz haline getirin.

İşaretler, sinyal raporları ve bilgi alındığında bildirimler içeren ızgara kare konumları. Peki, FT8 gibi modların çekiciliği nedir?

- "Dürüst", objektif sinyal raporları sağlarlar. Yazılım otomatik olarak bir sinyal-gürültü (SNR) ölçümü yapar ve diğer operatör için bir rapor oluşturur. Sinyal gücü dB (desibel) olarak ifade edilir. Örneğin, bir -25 dB sinyali oldukça zayıfken, + 4 dB sinyali çok güçlüdür. Bu raporlar, sinyalinizin ne kadar iyi alındığına dair gerçek bir fikir verir. Bu, antenleri test ederken veya yayılmayı incelerken çok önemlidir .
- FT8 performansı, 5 W'yi bir tavan antenine ileten biri gibi minimal bir istasyonun bile, diğer ülkelerdeki istasyonlarla temaslar da dahil olmak üzere çok sayıda temas kurabileceği şekildedir.
- Borsaları, ARRL DX Century Club (DXCC) gibi ödüllere uygulanabilecek geçerli kişiler için gereken tüm bilgileri sağlar.

Ve FT8 için, başka bir cazibe hızdır.
Bir FT8 temasını 90 saniyeden biraz daha kısa sürede tamamlamak mümkündür.

12.1 FT8 ile Başlamak

FT8 kullanmaya başlamak için önce *WSJT-X'i indirip yüklemeniz gerekir.* Çoğu jambon Microsoft Windows işletim sistemini kullanırken, physics.princeton adresinde macOS ve Linux için WSJT-X sürümlerini de bulacaksınız**. edu/pulsar/kljt/wsjtx.html.** Kullandığınızdan emin olun Sürüm 2.0 veya üstü -earlier l .x sürümleri yeni sürümle uyumlu değildir ve hiç kimse çalışamaz.

WSJT-X'i başlattığınızda, iki pencere görürsünüz: ayarlar, seçenekler ve çözülmekte olan bilgiler için menüler içeren bir ana pencere ve birleşik şelale ve spektrum ekranı için ayrı bir pencere. Her pencere monitörünüzde taşınabilir ve tercihinize ve monitörün çözünürlüğüne uyacak şekilde yeniden boyutlandırılabilir. Daha sonra bu iki pencerede.

Öncelikle, *WSJT-X'i kullanmadan önce,* yazılımı ayarlamanız gerekir. Sol üst kısımda, FILE menü seçeneğine tıklayın ve Şekil 29'da gösterilen ekranı açmak için SETTİNGS'yi seçin (veya sadece F2 klavye kısayoluna basın).

STATİON DETAILS bölümünde, istasyonunuz için MY CALL: ve MY GRID: bölümlerini girmeniz gerekecektir. Eğer ızgara karenizi bilmiyorsanız, Dave Levine, K2DSL, **www.levinecentral.com/ham/grid square'de kullanışlı bir hesap makinesine sahiptir. PHP.**

DISPLAY altında, yayındayken kodu çözülmüş metni takip etmeyi kolaylaştırmak için ilk iki seçeneği işaretleyin. Mil cinsinden mesafeyi göstermek için üçüncü kutuyu işaretleyin (kilometre olarak işaretlenmemiş). İletilen iletilerinizi alma frekansı penceresinde göstermek için dördüncü kutuyu işaretleyin. (Bu şekilde, bir QSO'dayken, gönderdiğiniz ve aldığınız şeyleri gösteren alternatif çizgiler görebilirsiniz. Daha sonra bu konuda daha fazla.) **DISPLAY** bölümündeki önemli bir özellik, tercih ettiğiniz fontun boyutuna ve türüne uymak için tıklayabileceğiniz FONT ve DECODED TEXT FONT düğmeleridir.

BEHAVİOR altında üçüncü ve dördüncü seçenekleri kontrol edin. **CALL SETS TX ENABLE 'DA DOUBLE CLICK'i kontrol edin,** böylece iletmek istediğinizde sürekli olarak ENABLE TX düğmesine basmanız gerekmez. Bu bölümün geri kalanındaki talimatlar, **DOUBLE CLICK ON CALL SETS TX ENABLE** kutusunu işaretlediğiniz varsayımı altında yazılacaktır. Ayrıca, bir tür emniyet vanası olan DISABLE TX AFTER SENDNG 73'ü kontrol edin, temasınız 73 mesajla tamamlandıktan sonra bile sürekli iletimlerinizi önleyin. *WSJT-X* belgelerindeki diğer seçenekleri okuyabilirsiniz, ancak bunlar en önemlileridir.

RADIO sekmesi altında, radyonuzu iletim - moduna geçirme yöntemini seçebilirsiniz. **PTT YÖNTEM kutusunda bulabilirsiniz. CAT** kontrolünü seçerseniz, alıcı-vericiniz için doğru iletişim protokolünü (üstteki açılır **RİG menüsünü kullanarak),** seri (COM) bağlantı noktası numarasını, COM bağlantı noktası veri hızını ve hemen soldaki CAT CONTROL kutusundaki oranınız için eşlik değerlerini seçmelisiniz. CAT'i radyonuz açık olmadan etkinleştirirseniz *veya WSJT-X* yanlış COM bağlantı noktası veya hız ayarı nedeniyle radyonuzla iletişim kuramazsa, programın bir hata mesajı oluşturacağını ve devam edemeyeceğinizi unutmayın.

Bilgisayarınızdan gelen sese yanıt veren VOX anahtarlamalı bir arayüz kullanıyorsanız veya alıcı-vericinizin kendi VOX devresi ile alıcıdan iletime geçmesine izin vermek istiyorsanız, PTT METHOD kutusunda VOX (sesle çalışan anahtar)'ı seçin.

Bazı alıcı-vericiler CAT bağlantısı üzerinden gönderme/alma anahtarlaması (PTT) yapacaktır. Telsiziniz bunlardan biriyse, PTT seçeneğiniz olarak CAT'i seçin. Aksi takdirde, anahtarlama cihazınız için RTS veya DTR ve bir COM bağlantı noktası numarası seçin. Çoğu durumda bu, bu kitapta daha önce tartıştığımız arayüzlerden biri olacaktır. PTT ve/veya CAT devrenizin çalıştığından emin olmak için kullanabileceğiniz bir TEST PTT düğmesi ve TEST CAT düğmesi vardır.

CAT kontrolü, *WSJT-X'i* herhangi bir modda çalıştırmak için gerekli değildir, ancak son derece kullanışlıdır. Örneğin, çalışma frekansınızı seçmek için ana penceredeki açılır menüyü kullandığınızda, alıcı-vericiniz otomatik olarak bu frekansa geçecektir.

Bir sonraki adım, **AUDIO** sekmesini seçmek ve hem **İNPUT (alma) hem de** OUTPUT (iletme) olan SOUND CARD cihazını seçmektir. Ses almak için MONO'yu ve iletmek için BOTH'yi (sol ve sağ kanallar) seçmek isteyebilirsiniz. Radyo ve bilgisayarınız için uygun olanı seçebilirsiniz, ancak dikkatli olun; Örneğin, daha önceki Kenwood HF SSB radyolarından bazıları, USB pinlerinde sol ve sağ kanal sesini tersine çevirir, bu nedenle çıkış sesi için BOTH'ı seçmeniz gerekebilir.

Ayrıca seçme seçeneğiniz de var

LOGGNG QSO **seçenekleri ve** kopyaladığınız istasyonları PSKReporter web sayfasına **(www.pskreporter.info/pskmap) bildirmek.** Bu, çeşitli modlarda tüm bantlarda alınan dijital mod sinyallerini takip eden değerli bir araçtır. İstasyon bilgisayarınızda internet bağlantınız varsa, ENABLE PSKREPORTER SPOTTIANG kutusunu işaretlediğinizden emin olun.

Kurulum sözlerinden çıkıp ana pencereye döndüğünüzde, MODE **menüsünden FT8 seçin** ve DECODE hızını seçin. FAST **kod çözücüsünü seçmek** çoğu bilgisayar için iyi çalışacaktır. Çok hızlı bir makine ile kutsanmışsanız, daha zayıf sinyalleri çözmenize izin verecek NORMAL veya DEEP'i seçebilirsiniz. Ancak, bu daha fazla zaman alır ve sonuçların monitörünüzde görünme hızını geciktirebilir.

1 2.2 Pencerelerde gezinme

WSJT-X'i başlattığınızda, iki pencere görürsünüz: ayarlar, seçenekler ve çözülmekte olan bilgiler için menüler içeren bir ana pencere ve birleşik şelale ve spektrum ekranı için ayrı bir pencere. Her pencere monitörünüzde taşınabilir ve tercihinize ve monitörün çözünürlüğüne uyacak şekilde yeniden boyutlandırılabilir.

ŞELALE/SPECTRUM DISPLAY WİNDOW

Şekil 30, WSJT-X *şelale/spektrum* penceresini, 14.074 MHz (üst yan bant) için VFO seti ile kaydedildiği şekilde göstermektedir. Ekranın üst %80'i alınan sinyalleri gösteren bir şelale iken, alt %20'si spektrum penceresi olarak adlandırılır ve geçiş bandındaki sinyallerin gücünü gösterir.

Şelalenin üstündeki sayılar, 200 Hz ila 2500 Hz arasındaki ses frekanslarını (zift) temsil eder ve alıcı SSB genişliğinde bir bant genişliği filtresi için ayarlanır. (Bu sadece geçiş bandının bir kısmı. Alıcı-verici filtrenize bağlı olarak 3000 Hz veya daha geniş olarak ayarlanabilir.) Şelaledeki dikey eksen 15 saniyelik aralıklarla zamanı temsil eder. (FT8 kişiler, 15 saniyelik iletimi, 15 saniyelik dinlemeyi dikkatlice takip eder.)

Spektrum penceresindeki dikey eksen sinyal gücünü (dB) temsil eder. Şelale hızını, frekans aralığını, başlangıç frekansını, ortalama desenini ve diğer parametreleri ayarlamak için seçenekler vardır, ancak bunları şimdilik varsayılan ayarlarında bırakabilirsiniz.

Her FT8 sinyalinin sinyal gücü, ortalama gürültü tabanına göre tepe genliği ile tahmin edilebilir. Şelalenin içinde, en güçlü sinyaller katı bir portakal gibi görünür. İki FT8 sinyali genellikle frekans olarak bir miktar örtüşür, ancak yazılım bireysel mesajları ayıran mükemmel bir iş çıkarır.

MAİN WİNDOW OVERVİEW

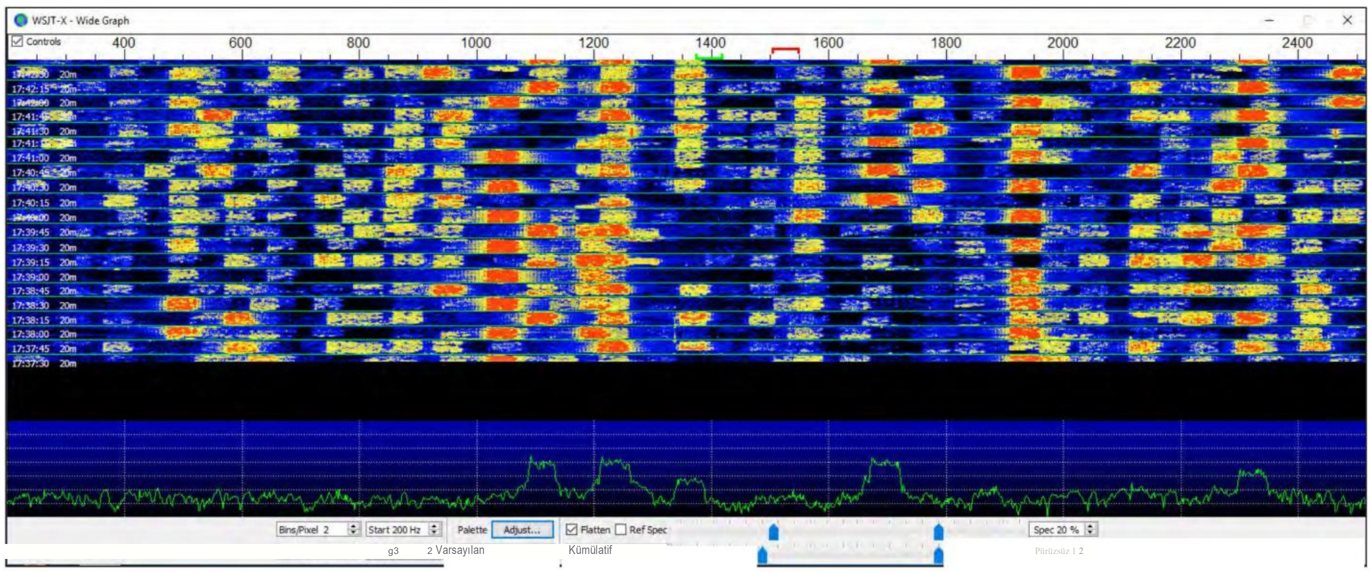
Şekil 31, öğleden sonra KiRO'da 20 metrede (14.074 MHz) etkinliği göstermektedir. Soldaki BAND ACTIVITY penceresi, kopyalanan istasyonları gösterir. Grubun meşgul olduğunu, Kuzey Amerika, Avrupa ve Afrika'daki istasyonların bir karışımının temsil edildiğini unutmayın .

20m etiketli gri çubuk, en son 15 saniyelik dinleme döneminin başlangıcını işaret eder. Aşağıda kopyalanan her istasyonu gösteren çizgiler bulunmaktadır. Soldan sağa, her satır UTC'de zamanı gösterir (saat, dakika, ikinci örnek için, 204300). Daha sonra alınan sinyal gücü (dB'de SNR) **ve daha sonra** DT, Aldığınız istasyon ile kendi bilgisayarınızın saati arasındaki zaman farkı (saniye cinsinden). FREQ sütunu, alınan istasyonun Hz'deki geçiş bandı içindeki ses frekansıdır. MESAJ sütunu, bu sırayla neyin gönderildiğini gösterir. Bu durumda, CQ'lar, diğer istasyonları arayan istasyonlar ve birbirlerine sinyal raporları veya onayları gönderen istasyonların bir karışımı. Yalnızca CQ'yu arayan alınan istasyonları göstermek için pencerenin hemen altındaki CQ ONLY kutusunu işaretleyin.

RX FREQUENCY **penceresi,** alıcı imleciniz tarafından seçilen frekansta veya çok yakınında etkinlik gösterir. İlk beş satır, Z81D'dan üç iletim ve bu frekansta EA5BFA çağıran Z81D'dan iki iletim gösterir. Vurgulanan son satır, KiRO'nun geçiş bandında daha yüksek bir frekansta Z81D çağırmasıdır. TX MESSAGES TO RX FREQUENCY WİNDOW, SETTİNGS'de kontrol edildiği için burada görünür.

Her satır 15 saniyelik bir zaman aralığını temsil eder ve çizgi, neler olup bittiğini takip etmeye yardımcı olmak için renk kodludur. Renk kodlaması ayarlarda ayarlanabilir. Örneğin, bu durumda yeşil CQ'yu çağıran başka bir istasyonu temsil eder, sarı yayınlarınızı temsil eder ve kırmızı diğer istasyonların size aktarımlarını temsil eder.

BAND ACTIVITY ve RX FREQUENCY pencerelerinin altındaki gri düğme sırasında, WSJT-X *MONITOR* **düğmesi** almak için ve ENABLE TX düğmesi iletmek için devreye alınmalıdır. HALT **TX iletimi anında** durdurur ve TUNE vericiyi kontrol etmek ve güç seviyelerini ayarlamak için katı bir taşıyıcı gönderir. DECODE, en son zaman diliminin bir kodunu zorlar, **ERASE** bir veya her iki pencereyi temizler ve LOG **QSO bir** pencere açar



Şekil 30 - 14.074 MHz (üst yan bant) için VFO seti ile kaydedilen WSJTX şelale/spektrum penceresi. Şelalenin üzerindeki sayılar 200 Hz ila 2500 Hz arasındaki ses frekanslarını (zift) temsil eder. Yatay çizgiler 15 saniyelik aralıkları temsil eder. Her bulanık "kare" FT8 bir iletimi temsil eder (sinyal ne kadar güçlü olursa, "kare" o kadar parlak olur).

Bağlantıyı kaydetmek için.

KilRO'nun bir kişi sırasında göndereceği mesajlar sağ alt kısımdaki GENERATE STD MSGS bölümünde gösterilir ve otomatik olarak oluşturulur. Bu durumda, Kl RO **BAND** ACTIVITY penceresinde Z81D bir kod çözücüyü tıkladığında, yazılım gösterilen mesajları oluşturdu. Mesajlar, istenen düğmenin yanındaki düğmeye tıklayarak manuel olarak gönderilebilir. **Soldaki AUTO SEQ** kutusunu işaretlerseniz, bir kişi başlatıldığında ve çalıştığınız istasyondan doğru yanıt alındığında mesajlar otomatik olarak doğru sırayla gönderilir. Bu bölümde daha sonra iletişim kurma konusunda daha fazla ayrıntıya sahip olacağız.

Bu pencerenin en alt solunda, şu anda 50 dB'yi okuyan, alınan tüm ses sinyallerinin (teçhizatınızdaki bir S-metre gibi) toplam gücünü gösteren 0 ila 90 arasında bir dikey ölçek. Çok fazla veya çok az alınan ses istemiyorsunuz. En sağdaki PWR kaydırıcı, iletim gücünüzü ayarlamak içindir.

Alınan sinyal göstergesinin üstünde, bandı manuel olarak seçmek için bir açılır menü - bulunur ve bunun sağında, *WSJT-Xto'yu ayarladıysanız, radyonun mevcut VFO frekansını gösteren bir pencere bulunur*. Bu pencerede doğru frekansa sahip olmak, kişileri kaydetmek veya verilerinizi çevrimiçi veritabanlarına göndermek için çok önemlidir.

Frekans penceresinin altında, aradığınız istasyonla ilgili bilgiler ve bunun altında geçerli tarih ve saat bulunmaktadır. İçin

Tarih ve saatin sağında, iletme ve alma ses frekanslarınızı geçiş bandı içinde ayarlama ve sinyal raporunu otomatik olarak oluşturulan rapordan değiştirme seçenekleri bulunur. Ayrıca, iletimlerinizi tek ve çift bölümler arasında değiştirmek için bir onay kutusu da vardır (örneğin, belirli bir dakikada, 00 saniyeden başlamak bile, 15 saniyeden başlamak tek).

HOLD TX FREQ onay kutusu sadece - birini ararsanız veya biri sizi ararsa, alma frekansınız diğer istasyonun iletim yaptığı noktaya hareket eder, ancak iletim frekansınız olduğu yerde kalır. **CALL 1ST kutusunu işaretleyin** ve birden fazla istasyon sizi arıyorsa, yazılım otomatik olarak ilk çözülene yanıt verecektir.

Radyonun VFO'sunun FT8 çalışan "sulama deliği" frekansına ayarlanmış olduğunu unutmayın (bu örnekte, 14.074 MHz). Radyonun görüntülenen taşıyıcı frekansı değiştirilmez veya ayarlanmaz.

12.3 Zamanın Önemi

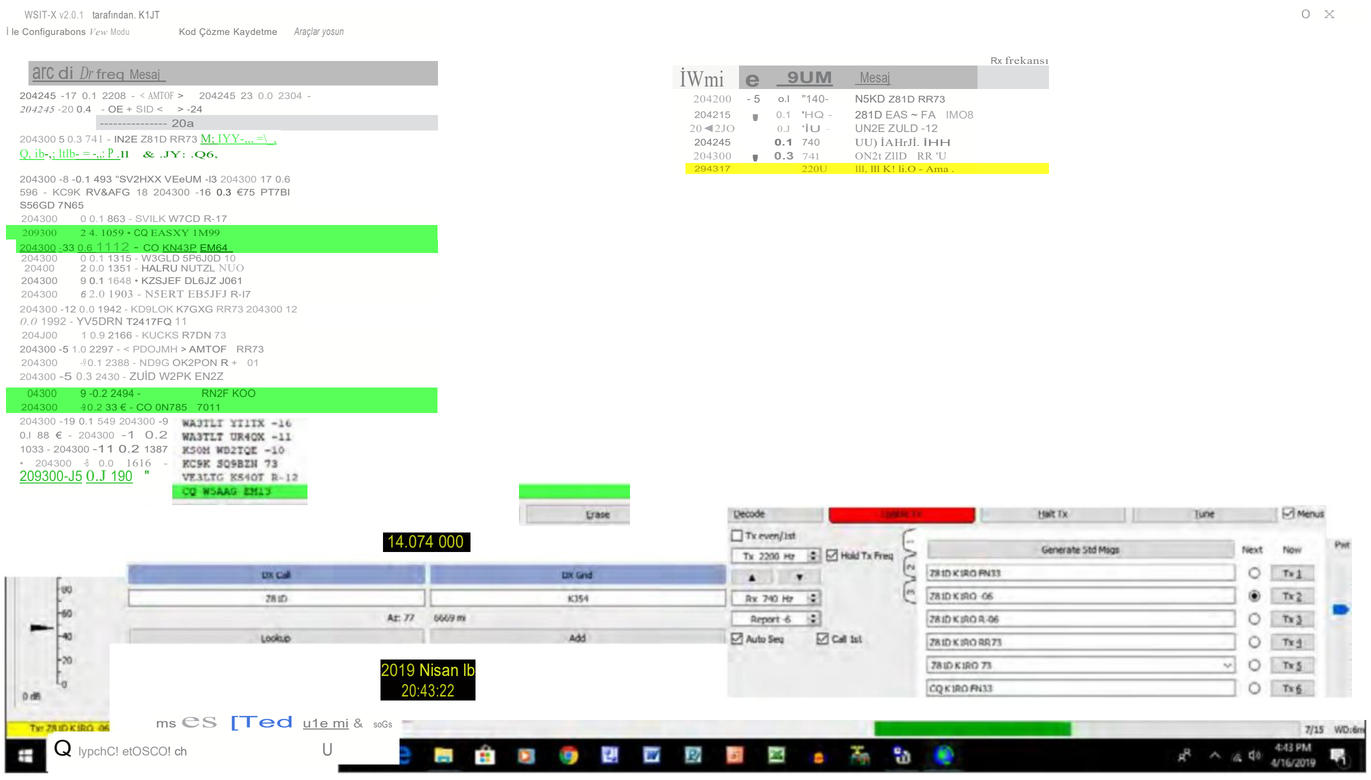
Her *WSJT-X çalışma* modunda, kritik bir bileşen zamandır. Yazılım, veri sinyallerinin ne zaman mevcut olacağını "bilmek" için sıkı zaman senkronizasyonuna bağlıdır, böylece çözülebilirler. Bilgisayarınızın saatinin diğer istasyonların saatleriyle tam olarak eşleşmesi gerekmez, ancak 2 saniyeden daha kısa bir sürede senkronize edilmesi gerekir - ne kadar yakın olursa o kadar iyidir. Bilgisayar saatiniz senkronizasyondan çok uzaksa, sinyalleri çözemezsiniz.

Kodu çözülmüş sinyallere baktığınızda, DT sütunundaki sayılara dikkat edin. Sayıların çoğunun 1'den büyük olduğunu fark ederseniz, saat bilgisayarınızın diğer istasyonlarla senkronize edilmediğini gösteren bir ipucu.

Neyse ki, Windows, İnternet aracılığıyla zaman kaynaklarıyla otomatik olarak senkronize edilen yerleşik zaman kalibrasyonuna sahiptir. Bununla birlikte, deneyimim, senkronizasyon gerektiği kadar sık gerçekleşmez ve sonuç olarak, PC'nizin zamanı sadece birkaç gün sonra bir saniye kadar kayabilir.

Neyse ki, Windows, internet üzerinden zaman kaynaklarıyla otomatik olarak senkronize olan yerleşik zaman kalibrasyonuna sahiptir. Bununla birlikte, deneyimlerime göre, senkronizasyon olması gerektiği kadar sık gerçekleşmez ve sonuç olarak, PC'nizin zamanı sadece birkaç gün sonra bir saniye kadar kayabilir. Benim tavsiyem periyodik olarak yeniden senkronize etmeye "zorlamak". *Windows 10'da,* örneğin, Denetim **Masası'nı açın** ve **TIME&LANGUAGE üzerine tıklayın. Tarih ve** saat **ekranında, Saatinizi Senkronize Edin etiketli bir bölüm göreceksiniz.** Saatin en son ne zaman senkronize edildiğini görebilir ve **Sync Now'a tıklayarak senkronizasyonu zorlayabilirsiniz.** Her ameliyat seansından önce bunu yapmanız gerekmez, ancak zarar vermez.

Daha uygun bir alternatif, **<u>www.thinkman adresinden indirebileceğiniz ücretsiz zaman senkronizasyonu uygulaması Dimension 4'tür.</u> com/dimension4/.** Uygulamayı İnstall ve böylece yükler ve arka planda sürekli çalışır ne zaman başlatırsanız kurmak



Şekil 31 - FT8 modunda WSJT-X ana ekranı, 20 metrede sinyalleri çözüyor.

Bilgisayar. Bir başka popüler alternatif *Meinberg NTP* **(www.meinbergglobal.com/english/sw/ntp.htm)**

12.4 FT8 ile Yayında

Menü öğeleri ayarlanmış ve kaydedilmişken, yapılacak bir sonraki şey bir frekans seçmek ve etkinliği dinlemektir. Onları duyduktan sonra FT8 tonların tatlı yavaş seslerini kaçıramazsınız. Genellikle grupta 2 kHz daha yüksek olan daha yavaş JT65 tonlarından çok daha kısa bir ton süresidir.

Radyonuz bir tane sunuyorsa dar bir geçiş bandı 500 Hz filtresi seçmeyin. İF geçiş bandınızı 2 ila 3 kHz'lik normal bir telefon görüşmesi için ayarlayın. Bu, alıcı geçiş bandı boyunca dağılmış her sinyali görmenizi sağlayacaktır.

Bunu söyledikten sonra, daha dar bir bant genişliği kullanmak isteyebileceğiniz zamanlar vardır. Örneğin, geçiş bandında son derece güçlü bir istasyon varsa, bu sinyal AGC'nizin alıcı kazancınızı önemli ölçüde azaltmasına ve daha zayıf sinyallerin kaybolmasına neden olabilir. Bir filtreyi değiştirmek, güçlü sinyali engellemeye yardımcı olabilir.

Neve ruse konuşma işleme ve asla gürültü battaniyelerini veya gürültü azaltma yazılımını açmayın. İletim sinyalinizi bozar ve sırasıyla sinyalleri alırlar. Ayrıca, alıcı-vericinizin bir AGC ayarı varsa, "hızlı'olarak ayarlayın.

Alıcı-vericinizi maksimum RF çıkışı için ayarlayın (birçok radyo için genellikle 100 W) ve USB veya USB-Veri moduna yerleştirin. Şelale ekranının boş bir alanında farenizi tıklatarak başlayın. Sen 'llnoticethatthered/şelale yukarıda yeşil parantez bu konuma hareket edecektir. Ardından, WSJT-X *ana* penceresindeki TUNE düğmesine tıklayın. Eğer her şeyi doğru ayarladıysanız, *WSJT-X* alıcı-vericinizi anahtarlamalı ve sürekli bir ton iletmelidir.

Farenizi ana pencerenin sağ tarafındaki PWR slayt kontrolüne hızlıca tıklayın ve aşağı sürükleyin. Alıcı-vericinizin RF güç çıkışını ve ALC ölçümünü izleyin. ALC göstergesi görmeyene veya ALC ölçüm cihazı görünene kadar PWR kontrolünü aşağı doğru sürüklemeye devam edin.

minimal bölge içinde olduğunu gösterir.

RF çıkışınız olması gerektiğini düşündüğünüz yere düşene kadar PWR kontrolünü sürüklemeye devam edin. Kesinlikle 100 W'a ihtiyacınız yok, ama ne kadar çok? Birçok FT8 meraklısı, asla 30 W'dan fazla iletmemeniz gerektiğini söylüyor; diğerleri daha da azını öneriyor. Cevap gerçekten anten sisteminize bağlıdır. Yagi gibi bir kazanç anteni kullanıyorsanız, 30 W veya daha azı uygun olacaktır. Öte yandan, arka bahçenizde oturan bir HF mobil kırbaç gibi zayıf bir anten kullanıyorsanız, çimlerin içinde birkaç radyal tel varsa, etkili olmak için 50 W'tan daha fazlasına ihtiyacınız olabilir. Benim tavsiyem çok düşük başlamak ve ne tür sinyal raporları aldığınızı görmek. Çoğu istasyondan sürekli olarak zayıf raporlar alırsanız, bu muhtemelen gücü artırmanız gerektiğine dair güçlü bir ipucudur.

Ayarladıktan sonra, çalışmaya hazırsınız, ancak ilk temasınızı yapmadan önce, sadece dinleyerek ve gözlemleyerek başlayın. Fark edeceğiniz ilk şey, yayınların sadece 13 saniye sürdüğü ve yayınlar arasında iki saniyelik bir duraklama olduğu. Bu, her bir gönderme veya alma döngüsünün uzunluğunun toplam 15 saniye olduğu anlamına gelir.

Değişimleri gözlemlerken, muhtemelen ortaya çıkan bir model görüyorsunuz. FT8 değişimleri genellikle, her zaman olmasa da, katı bir sırayı takip eder. Bu böyle gider, 21:02:00 UTC'de başlar. İki istasyon arasında bir değişim olduğunda, verici istasyonun - çağrı işaretinin sağdaki olduğunu unutmayın.

21:02:00 - CQ WB8IMY FN3 l
WB8IMY ızgara kare FN31 CQ gönderir.

21:02: 15- WB8IMYN1NAS EN72 NlNAS cevap verir ve WB8IMY ızgara kare EN72 olduğunu söyler .

21:02:30-NlNAS WB8IMY -11 WB8IMY
bir sinyal raporu ile yanıtlar
-11 dB.

21:02: 45- WB8IMY NİNAS R-15 NlNAS, "R'ile WB8IMY'dan gelen sinyal raporunu ve ardından bir sinyal raporunu (-15) kabul eder.

21:03:00-NlNAS WB8IMY RRR
WB8IMY "RRR" yani "Roger, roger, roger" gönderir. Her şey alındı ve değişim tamamlandı.

21:03: 15- WB8IMY NlNAS 73
NlNAS 73 - en iyi dileklerini gönderir.

21:03:30-NlNAS WB8IMY 73 WB8IMY 73'ünü de gönderiyor. Temas sona erdi.

Tüm temas sadece 90 saniye içinde tamamlandı, baştan sona. Tabii ki, bu her şeyin yolunda gittiğini varsayar. Eğer alımı bozan gürültü, solma veya parazit varsa, bir değişimin tekrarlanması gerekebilir ve bu daha uzun sürer. Bununla birlikte, iyi sinyal koşullarında, çoğu temas iki dakikadan daha kısa sürede tamamlanır. **Şekil 32,** KilRO ve K9IG arasındaki bir teması ve ardından KilRO çalışma WV0I göstermektedir.

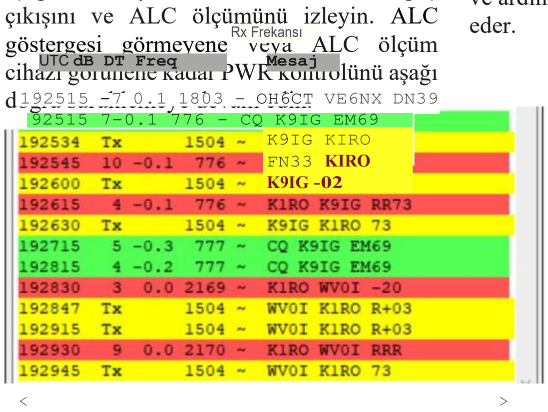
MAKNG İLETİŞİM

Eğer FT8 rahatça izliyorsanız, bir temas denemenin zamanı geldi. CQ'yu arayan birine dikkat et. Renklerinizi *WSJT-X'te nasıl ayarladığınıza bağlı olarak, bir* CQ yeşil gölgeli metin olarak görünebilir. Otomatik sekansı **(AUTO SEQ)** boX kontrol ettiğinizden emin olun.

FT8 geleneksel CW veya SSB işleminden biraz farklı olduğunu unutmayın. Ses geçiş bandında herhangi bir yerde başka bir istasyonu arayabilirsiniz ve bölünmüş frekanslı kişiler (farklı iletim ve alma ses frekansları) çok yaygındır. İletim frekansınızı net bir noktaya ayarlamak ve HOLD TX FREQ'un aktarımlarınızı, aktarım yaptıkları başka bir istasyonu aramaya çalışmak yerine, bu açık noktada tutmasını sağlamak iyi bir fikirdir.

Bir CQ gördüğünüzde, metin üzerinde farenizi hızla çift tıklatın. *WSJT-X,* - alıcı-vericinizi anahtarlayarak ve diğer istasyonun çağrı işaretini, çağrı işaretinizi ve ızgara karenizi göndererek yanıt vermelidir. Şimdi arkanıza yaslanın ve izleyin; *MSJT-X* gerisini halleder.

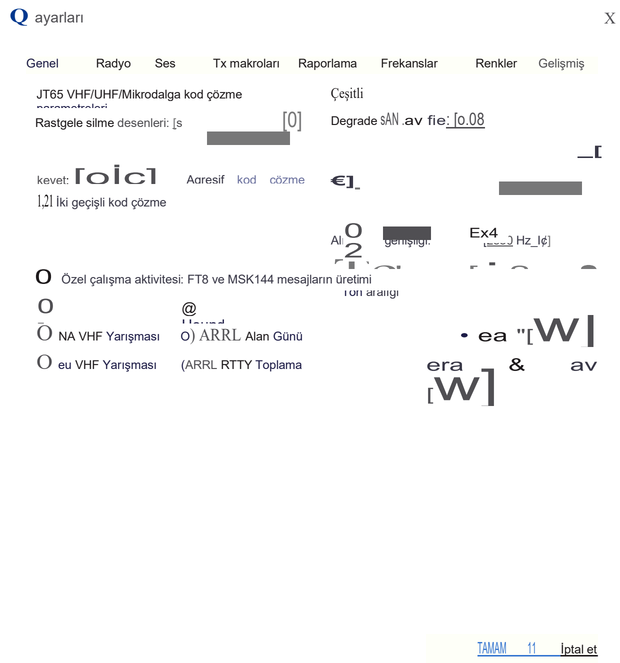
Otomatik çalışma, *WSJT-X'in doğru* metni doğru zamanlarda almasına bağlıdır. Eğer yaparsa, doğru yanıtı seçecektir.



Şekil 32 - Şebeke FN33 K1 RO istasyonunda etkinliği gösteren WSJTX Rx Frekans penceresi. İkinci satırdan başlayarak: Şebekedeki K9IG EM69 776 Hz'de CQ'yu çağırır. K1RO 1504 Hz'de ileterek cevap verir. K9IG gönderir K1RO
-02 dB raporu. K1RO bir R (roger) ile yanıt verir ve + 10 dB rapor gönderir. K9IG bunu kabul eder ve 73 (RR73) gönderir. K1RO son 73'ü gönderdi. K9IG CQ'yu iki kez daha arar. K1 RO'nun, K9İG'nin CQ frekansına geçmek yerine 1504 Hz net bir frekansta iletildiğini unutmayın .
Daha sonra, K1RO'lar 2169 Hz'e frekans atlamaları alır, çünkü WV ~ İ oraya çağırdı ve -20 dB raporu gönderdi. K1 RO, hala iletiliyor 1504 Hz, bir + 03 raporunu (R + 03) kabul eder ve gönderir. K1 RO, WV ~ İ'den bir yanıt duymadı ve bu iletimi tekrarladı. Bu sefer, WV ~ İ'den bir RRR onay raporu alınır, böylece K1 RO kişiyi tamamlamak için 73 gönderir .



Şekil 33 - K1 RO tamamlandığında K9IG ile iletişim (yani, raporlar her iki yönde de gönderildi ve alınan bildirimler), WSJT-X *kayıt* penceresi, kişiyi kaydetmek için açıldı. *WSJT-X* iletişim bilgilerini saklar Diğer kayıt yazılımlarına veya ARRL'nin Dünya Seyir Defteri gibi çevrimiçi veritabanlarına transfer için hem metin hem de ADIF formatında.



Şekil 34 - *WSJT-X* Ayarları menüsündeki Gelişmiş sekmesi, Fox/Hound DXpedition modu, ARRL Field Day veya ARRL RTTY Roundup gibi yarışmalar gibi özel işletim faaliyetlerini ayarlamak için kullanılır.

ve otomatik olarak gönderin. Parmağını bile kıpırdatmana gerek yok. İstasyon size yanıt verdiğinde, *WSJT-X* tum olarak yanıt vermelidir.

Ancak bazen işler planlandığı gibi gitmez. İstasyon bir sinyal raporu gönderebilir, ancak onayınızı ve raporunuzu almaz. Belki bir müdahale oldu ya da koşullar aniden değişti. Eğer öyleyse, istasyonun sinyalinizin raporunu tekrarladığını ve *WSJT-X'in* diğer istasyonun sinyalinin raporunu tekrar göndererek yanıt verdiğini görebilirsiniz. Diğer istasyonun WSJT-Xis'i bunu otomatik olarak yapıyor çünkü metninizi ilk kez çözmedi. WSJT-X'in tekrar denemesini bekleyin. Şansla, istasyon bir sonraki denemede düzgün bir şekilde alacak ve çözecektir.

Kişi tamamlandığında, genellikle 73 mesajla, **TX'i etkinleştir düğmesinin** artık vurgulanmadığını fark edeceksiniz. Ayarlar menülerinde bu istemi etkinleştirdiyseniz, kişiyi WSJT-Xlog'unuza eklemek için bir uyarı alabilirsiniz (bkz. **Şekil 33).**

CALLING CQ DENEYİN

Birkaç bağlantı kurduktan sonra, CQ'yu kendiniz aramayı deneyin. Bir kez daha, **AUTO SEQ kutusunu işaretleyin, ancak** bu sefer hemen sağındaki CALL 1ST kutusunu da işaretlemeniz gerekir. **CALL 1ST kutusu** önemlidir, çünkü *WSJT-Xknow'un* CQ'nuza ilk çözülmüş yanıtlayıcıya otomatik olarak yanıt vermesini sağlar. Bu kutuyu işaretlemezseniz, kişi sırasını başlatmak için yanıt veren bir istasyondan metin satırına çift tıklamanız gerekir.

Şelale penceresinde kimsenin sinyal göndermediği bir nokta seç. Bu noktada farenizi çift tıklayın ve kırmızı/yeşil parantezler bu konuma atlayacaktır.

Şimdi **GENERATE STD MSGS penceresine bakın** Farenizi, CQ mesajınız olması gereken TX 6 düğmesinin hemen solundaki alt satırdaki daireye tıklayın. **ENABLE TX düğmesine tıklayın** ve *JSJT-X* iletmeye başlamalıdır. Eğer bir iletim döngüsünün ortasında veya sonunda başlarsanız, ilk iletim kısa olabilir. *WSJT-X,* CQ iletimini tekrar göndermeden önce bir sonraki döngünün tamamlanmasını bekleyecektir.

Alma döngüleri sırasında *WSJT-X,* çağrı işaretinizi, başka bir istasyonun çağrı işaretini ve bir ızgara karesini içeren metin için "izliyor'olacak - başka bir deyişle, bir cevap! Kimse cevap vermezse, *WSJT-X* tekrar CQ gönderecektir. Birisi cevap verdiğinde, rahatlayıp izlerken otomatik olarak teması tamamlama "dansından" geçecektir.

EK ÖZELLIKLER

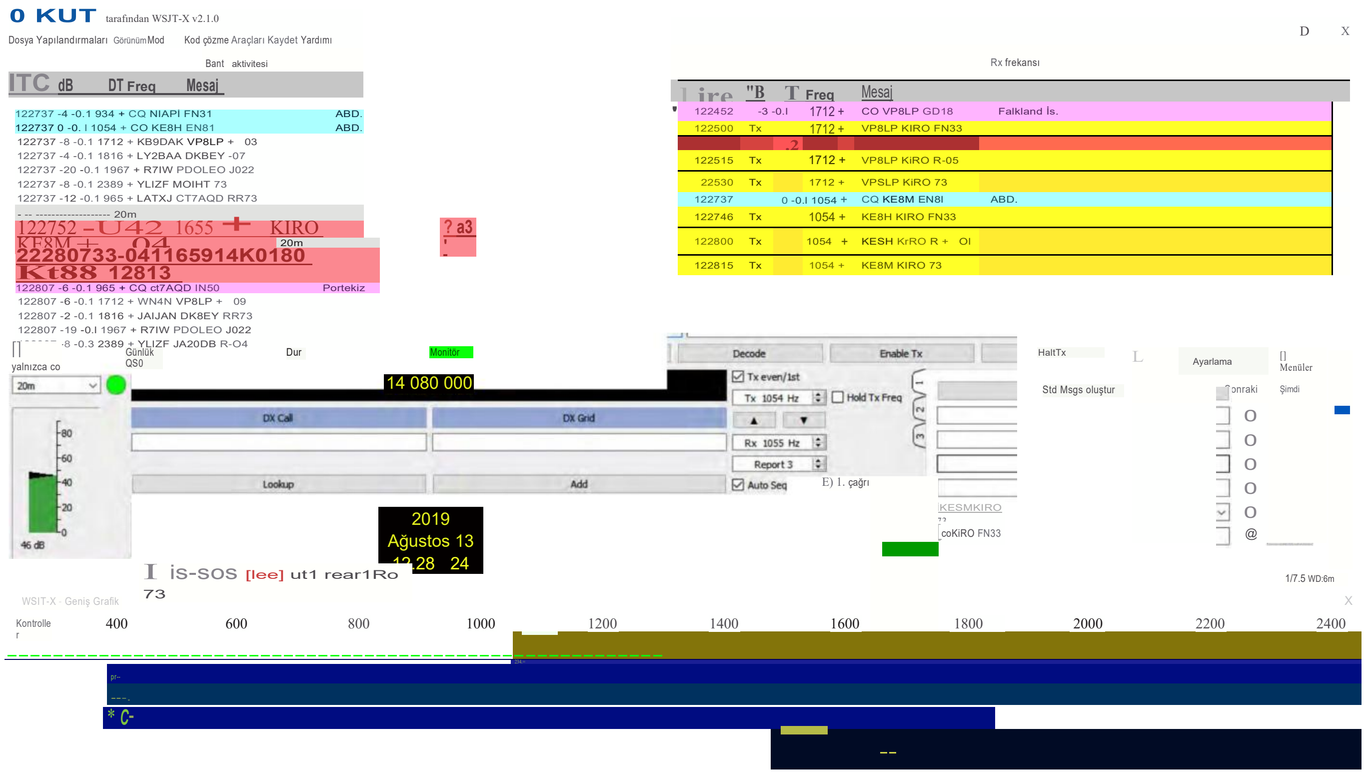
WSJT-X yazılımı sürekli olarak gelişmektedir ve basılı bir kitabın sayfaları içinde bilgi sağlamak neredeyse imkansızdır. Örneğin, **SETTİNGS'deki ADVANCED sekmesinde (bkz. Şekil 34),** *WSJT-X'in sonraki sürümleri,* DX yığınlarını işlemek için "Fox/Hound" yapılandırmasını ekledi. DX istasyonu - sözde "tilki" - geçiş bandında düşük iletir ve temas peşinde olanlar - "tazılar" - 1000 Hz'in üzerindeki diğer frekanslar arasında yayılır. Tilki aynı anda birden fazla istasyona cevap verebilir ve temas oranını büyük ölçüde artırabilir. Tilki/tazı operasyonları genellikle normal FT8 sulama deliklerinin dışındaki frekanslarda gerçekleşir.

Yarışma uygulamalarına özgü, etkinlik için doğru değişimi göndermeyi sağlayan bir yapılandırma da vardır. Şu anda, VHF yarışmaları (ızgara kareleri), ARRL RTTY Roundup (RST ve eyalet) ve ARRL Field Day (giriş sınıfı ve ARRL bölümü), bu değişim formatlarından birini kullanan diğer kuruluşlar tarafından desteklenen yarışmaların yanı sıra desteklenmektedir. WSJT-X, NIMM + *Logger gibi bazı yarışma günlüğü/istasyon yönetimi yazılımlarıyla iletişim kurabilir.*

FT4 12,5

WSJT-X Sürüm 2.1, özellikle yarışma için tasarlanmış yeni bir modla piyasaya sürüldü: FT4 **(bkz. Şekil 35).** İtis withFT8 dB 3 ,5 karşılaştırıldığında daha az hassastır ve bant genişliğinin 1,6 katı gerektirir, ancak QSO oranının iki katı için potansiyel sunar. Bu bölümde açıklandığı gibi WSJT-X'i kurduktan sonra, FT4 denemeye hazır olacaksınız. Borsalar FT8 ile aynı, sadece çok daha hızlı. FT4 ayrıca çeşitli yarışmaların kurallarına göre gerekli olan metin değişimlerini de destekler.

Bu yazının yazıldığı sırada, FT4 yarışma uygulamaları için FT8 ile birlikte kullanılıyordu. ARRL RTTY Roundup gibi yarışmalar, geleneksel RTTY'nin yanı sıra FT8/FT4 çalışması için kategoriler sunar. Dünya çapında Digi DX Yarışması ve FT Roundup sadece FT8/FT 4 modları içindir. Bu modlar için diğer yarışmalar da kırpılıyor.



Şekil 35- FT4, yarışma için optimize edilmiş, 7.5 saniyelik diziler kullanır. Operasyon FTS'ye benzer.

13 Bibliyografya ve Referanslar

KITAPLAR

S. Ford, WB8IMY, *HF Digital, 2nd Edition ile Yayına Başlayın* (ARRL, 2018).

T. Popiel, KW5GP, *Amatör Radyo için Yüksek Hızlı Multimedya* (ARRL, 2016)

U. Taylor, KlRFD, *VoİP: Radyo Amatörleri için İnternet Bağlama* (ARRL, 2009).

J. Burningham, W2XAB, *Dijital Mobil Radyo Amatör Radyo Rehberi*. ***www.*** **trbo.org/docs/ Amatör _ Radyo _ Rehber _ to_DMR.pdf**

ARTICLES

B. Feierman, K3EUI, "FT8 Devrimine Katıl", *QST,* Jan 2018, pp 41-44.

C. Ford, WB8IMY, "JT65 - 'Müzikal' Modu", *QST, Nisan* 2011, pp 45-46. (Geri bildirim: Haziran *2011 QST, p* 64)

S. Franke, K9AN; B. Somerville, G4WJS; J. Taylor, KlJT, "FT4 ve FT8 İletişim Protokolleri*", QEX, JuV* Ağustos 2020, pp 7-17.

M. Kionka, KI0GO, "Amatör Radyo için Proje 25", *QST, Eylül* 2008, pp 36-38.

P. Loveall, AE5PL "D-STAR Uncovered", *QEX,* Kasım/Aralık 2008, sayfa 50-56 .

M. Maeda, JRlAQN, "FT8'i Kim Kullanıyor*?", QST,* Feb 2019, pp 72-74 .

P. Martinez, G3PLX, "PSK31: Yeni Bir Radyo-Teletip Modu", *QEX, Juli Aug* 1999, pp 3-9 .

E. Muns, Ed, W0YK, "FT4 and FT8 Contesting", Digital Contesting, *NCJ,* Mayıs/Haziran 2020, s 29.

F. Ostrowski, KI5FJ, "FT8, ile Alınan Performansı Değerlendirme" Teknik Yazışma, *QST, Mayıs* 2021, s 52.

D. Schier, **Kl** UHF, "Bir Ses Kartının İçeriği ve Çıkışları", *QST,* Ekim 2003, pp 33-36.

E. Taylor, KiJT, "WSJT: VHF Meteor-Scatter Communication için Yeni Yazılım", *QST,* Aralık 2001, pp 36-41 .

F. Taylor, KiJT, "FT8 **in** the ARRL RTTY Roundup", *QST,* Ocak 2019, pp 72-73.

G. Taylor, KiJT; S. Franke, K9AN; B. Somerville, G4WJS, "Work the World with WSJT-X, Part 1: Operating Capabilities", *QST,* Oct 2017, pp 30-36.

J. Taylor, KiJT; Franke, K9AN; B. Somerville, G4WJS, "Çalışmak WSJT-X ile Dünya, Bölüm 2: Kodlar, Modlar ve Kooperatif Yazılım Geliştirme *", QST, Kasım* 2017, pp 34-39.

J. Taylor KlRFD, "Amatör Radyo için Bilgisayar Ses Kartları", Ürün İnceleme, *QST,* Mayıs 2007, pp 63-69 .

İçerik

Dijital temel bilgiler

ARRL El Kitabı'nın bu eki, dijital teori temellerini ve bazı uygulamaları sunar. Amatör Radyo'daki bu teori. Temel bilgiler sayısal matematiği, sayı sistemlerini, mantık aygıtlarını ve basit dijital devreleri içerir. Daha sonra, bu basit devrelerin uygulanması entegre devrelerde, ailelerinde ve arayüzlemede incelenir. Son olarak, dijital mantık, gömülü - mikrodenetleyiciler ve kişisel bilgisayarlara arabirim içeren bazı Amatör Radyo uygulamaları tartışılmaktadır. Bu materyal Dale Botkin, N ~ XAS tarafından yazılmıştır ve Christine Montgomery, KG ~ GN ve Paul Danzer, N1 İİ tarafından önceki baskılarda malzeme üzerine inşa edilmiştir.

1 Dijital vs Analog

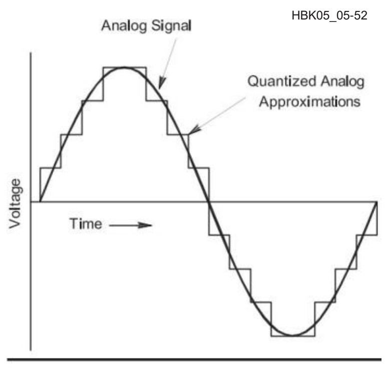
Bir analog sinyal, voltaj, akım, frekans, bir kadranın konumu veya başka bir koşul veya değerin sonsuz değişken bir göstergesini temsil edebilir. Örnek olarak, bir hacim kontrolü olarak bir potansiyometre kullanmak, bir sinyalin hacmi üzerinde sonsuz değişken kontrol sağlayacaktır. İn teorisi, üretilebilecek hacim farkının sınırı yoktur. Kontrol 1'den 10'a kadar işaretlenmiş olsa da, gerçek değerin 0 ile 10 arasında bir yerde bir gerçek sayı ile temsil edilmesi gerekir. Aralarında sonsuz sayıda ayar vardır.

En basit haliyle, bir dijital sinyal basitçe bir değer veya giriş sinyalinin açık veya kapalı durumunu gösterir. Örneğin, CW vericinizi (veya ses vericinizin PTT anahtarını) anahtarlamak için kullanabileceğiniz düz anahtar, açık veya kapalı bir ikili sinyal üretir. Bir durumda verici bir çeşit çıkış sinyali üretir; Diğer devlette yok. Başka bir örnek basit bir ışık anahtarıdır. Işık ya açık ya da kapalı. Bu iki durumu O'yu kapalı ve 1'i açık olarak kullanarak temsil ediyoruz.

Dijital elektronik, daha karmaşık görevleri gerçekleştirmek için birkaç veya daha fazla basit açık/kapalı dijital durumu birleştirdiğimizde daha ilginç hale gelir. Örneğin, nispeten basit bir dijital devre, anteni bir PTT veya başka bir anahtarlama sinyaline bağlı olarak vericiye veya alıcıya bağlayabilir. Vericinin durumuna bağlı olarak bir ön amfiyi açıp kapatabilir, iletirken hoparlörü sessize alabilir ve hatta seçilen frekans bandına göre bir anten seçebilir. Bu görevlerden herhangi birini yapmak için özel bir dijital entegre devre (çip) gerekmez; Bipolar transistörleri veya MOSFET'leri, doygunluğa yönlendirilmiş, açma/kapama anahtarları olarak kullanabiliriz. Bunun gibi basit devreler genellikle röleler veya diyotlar ile bile uygulanabilir. Önemli olan sistemin dijital olmasıdır. "Neredeyse verici" veya "PTT anahtarı kısmen basılı" durumu yoktur - açık veya kapalıdır .

Dijital elektroniğin çok kullanışlı bir yönü, açık/kapalı durumlarını süresiz olarak koruyabilen basit devreler inşa etme yeteneğimizdir.
bazı olaylar onların değişmesine neden olur. Bunlar *Flip-flop* devreleri, daha sonraki kullanım için bilgi depolayan kayıtlar veya olayları sayan sayaçlar oluşturmak için çeşitli kombinasyonlarda kullanılabilir ve gerektiğinde okunabilir veya sıfırlanabilir. Bu devrelerin tümü, modem mikroişlemcisine ulaşana kadar daha büyük gruplar halinde birleştirilebilir. Bir mikroişlemci birçok kaynaktan gelen giriş sinyallerini kabul edebilir, karmaşık veri depolama ve matematiksel hesaplamalar yapmak için depolanmış bir programı takip edebilir ve analog devrelerle çok daha zor olacak şeyleri yapmak için kullanabileceğimiz çıktı üretebilir.

Öyleyse önceki paragraftan ses kontrolü örneğimizi tekrar gözden geçirelim. Bir ses kontrolümüz olduğunu varsayalım, ancak bunu destekleyecek bir dijital sisteme girdi olarak kullanılır. Duce çıkışı istenen seviyede. Bu oldukça



Şekil 1 - **Bir analog sinyal ve analog yaklaşımı. Analog dalga formunun sürekli değişen voltaja sahip olduğunu ve yaklaşık dalga formunun ayrı adımlardan oluştuğunu unutmayın.**

Modem ekipmanlarında yaygın olan, ister amatör ister tüketici donanımı olsun. Kontrol artık dijital olduğundan, sonsuz sayıda değere sahip olamayacağımızı biliyoruz. Bununla birlikte, basit bir açma/kapama ses kontrolü çok yararlı olmayacaktır. Dijital elektroniği kullanarak, "kapalı've" tamamen açık "arasındaki aralığı, ihtiyaç duyduğumuz kadar çok ayrı adıma ayırabiliriz. Yeterli adımlarla, ekipmanın kullanıcısına orijinal analog con-

Gerçek kontrolü dijital tutarken trol.

Kodlamayı kullanarak, sonraki sayfalarda tartışıldığı gibi, iki ikili değer (kapalı ve açık veya O ve 1) herhangi bir sayıda gerçek değeri temsil edebilir. Şekil **1,** bir analog sinyalin (bu durumda bir sinüs dalgası) kontrastını ve dijital yaklaşımını göstermektedir. Dört pozitif ve dört negatif değer sinüs dalgasına bir yaklaşım olarak gösterilir, ancak herhangi bir sayıda kodlanmış değer adımı bir yaklaşım olarak kullanılabilir .

Dalgaya yaklaşmak için ne kadar çok değer kullanılırsa, gerçek dalga formuna o kadar yaklaşabilirsiniz.

Bu bölümdeki odak noktası dijital teori olsa da, birçok devre ve sistem hem dijital hem de analog bileşenleri içerir. Çoğu zaman, bir tasarımcı dijital teknoloji, analog teknoloji veya bir kombinasyon kullanmak arasında seçim yapabilir.

2 numara sistemleri

Bazıları jambon da olan bilgisayar hobileri etrafında olsaydınız, "Dünyada 10 çeşit insan var: ikili anlayanlar ve anlamayanlar" yazan bir tişört veya tampon etiketi görmüş olabilirsiniz. Bu geçmişte sizi şaşırttıysa, bu bölümü okuduktan sonra geri kalanımızla gülebileceksiniz.

Dijital elektroniği anlamak için öncelikle ikili numaralandırma sistemini anlamanız gerekir. Herhangi bir sayı sistemi iki farklı özelliğe sahiptir: bir *sembol kümesi* (rakamlar veya rakamlar) ve bir taban *veya radix*. Bir *sayı, en* soldaki hanenin *en önemli hane (MSD) ve* en sağdaki hanenin en az *önemli hane (LSD) olduğu bu hanelerin bir koleksiyonudur.* Bu sayının değeri, rakamlarının ağırlıklı toplamıdır. *Ağırlıklar,* sistemin tabanı ve basamağın ondalık noktaya göre konumu ile belirlenir.

Bu tanımlar tüm teknik terimlerle garip görünse de,

Ondalık sistem örneğinde görüldüğünde daha tanıdık. Bkz. **Tablo 1.** Bu, hepimizin aşina olduğu "geleneksel" sayı sistemidir. Her gün kullandığımız taban - İO veya ondalık numaralandırma sisteminde, kullanılan rakamlar O'dan 9'a kadardır. Ağırlıklar on: En sağdaki sütun için 100 veya 1, 10! Ya da bir sonraki sütun için 10, 10? Ya da sonraki için 100 ve benzeri. Böylece 548 sayısı beş yüz, dört on ve sekiz birleri temsil eder. Bu durumda, 5 MSD ve 8 LSD'dir. Bu kavramı anladıktan sonra, base-2, base-8 ve hatta base-16 gibi 10'dan farklı tabanlar kullanan numaralandırma sistemlerine uygulanabilir.

2.1 İkili

İkili bir taban-2 sayı sistemidir ve bu nedenle iki sembolle sınırlıdır: {0, 1}. Ağırlık faktörleri şimdi 29, 2l ve 2 gibi 2'nin güçleridir. Örneğin, ondalık sayı, 163

Ve eşdeğer ikili sayısı, 10100011, **Tablo 2'de gösterilmiştir.**

Bir ikili sayının rakamları *artık bitlerdir (ikili* rakamın kısaltması). MSD *en önemli bit (MSB) ve* LSD en *az önemli bit (LSB)'dir. Dört bit bir nibble yapar (bazen* nybble olarak yazılır) ve iki nibble veya sekiz bit bir *byte yapar. Bir kelimenin uzunluğu* donanıma bağlıdır; Genellikle iki veya dört bayttan oluşabilir, ancak bazen başka sayıda bit olacaktır. Bu gruplamalar, daha sonra açıklanan onaltılık gösterime dönüştürülürken kullanışlıdır. Herkesin bir - bit, bir nibble (yazımdan bağımsız olarak) ve bir baytın anlamı üzerinde hemfikir olmasına rağmen, *kelimenin anlamının* değişebileceğini hatırlamak önemlidir.

İkili olarak saymak, ondalık veya başka bir sayı sistemi için kullanacağımız aynı deseni izler. XXX üç basamaklı ikili sayı düşünün. Önce sağ kolumu doldur.

İkili numaras ı	*Ondalık eşdeğeri*
0000	0
0001	

Sütun, ondalık değerden çok daha hızlı dolduruldu, çünkü 10 yerine sadece iki değer var. Ama ondalık bir sayıyla yaptığımız gibi, şimdi sağ sütunu 0'a sıfırlıyoruz, bir sonraki kolonu 1 arttırıyoruz ve devam ediyoruz.

Tablo 1
Ondalık sayılar

Örnek: 548

Rakam = 5; Ağırlık = 10; Pozisyon = 2

			+ 8(100) +
548	5(102)	+ 4(101)	8(1)
	5(100)	+ 4(10)	+ 8
	500	+ 40	8
	5 MSD	4	LSD

Tablo 2
Ondalık ve İkili Sayı Eşdeğerleri

163	128	+	0	+	32	+	0	+	0	+0	+	2+	1	ondalık
	1(128)	+	0(64)	+	1(32)	+	0(16)	+	098	•49%	+	1(2)	+1 (1)	
	1(27)	+	0(26)	+	1(25)	+	0(24)	+	0(2)	+0(2)	+	1(21)	+1(20)	
10100011	1		0				0		0	0			1	binary
	MSB												LSB	

Nibble | Nibble

Bayt = 8

0010 2
0011 3

Şimdi ilk iki sütun dolu, bu yüzden her ikisini de 0'a sıfırlayın ve sonraki sütunu 1 artırın ve devam edin:

0100 4
0101 5
0110 6
0111 7
1000 8
1111 15

Ve böyle

2.2 Onaltılık

Onaltılık veya onaltılık, taban-16 sayı sistemi, bilgisayar sistemlerinde ikili sayılara ve ikili sayılardan dönüştürme kolaylığı ve uzun ls ve Os dizelerinden biraz daha insan dostu olması nedeniyle yaygın olarak kullanılmaktadır. Bir taban-16 sayısı 16 sembol gerektirir. Ondalık sistemde ayarlandığı gibi normal matematiksel sayımızın yalnızca 10 hanesi (0'dan 9'a kadar) olduğundan, bir dizi ek yeni sembol gereklidir. Hex, on altı sembol kümesinde hem sayıları hem de karakterleri kullanır: {0, 1, 2, 3, 4, 5,6, 7, 8, 9, A, B, C, D, E, F}. Burada, A'dan F'ye kadar olan harfler sırasıyla 10'dan 15'e kadar ondalık eşdeğerdir: A = l0, B = l l, C = l2, D = l3, E = 14 ve F = l5. Yine ağırlıklar 16, [2] 16've 16 gibi tabanın güçleridir.

Önceki paragraftaki dört bitlik ikili liste, bireysel 16 hex hanesinin dört bitlik bir ikili sayı ile temsil edilebileceğini gösterir. Bir bayt sekiz ikili basamağa eşit olduğundan, iki altıgen basamak bir bayt sağlar - 8 ikili basamağın eşdeğeri. Binary'den hex'e dönüşüm bu nedenle basitleştirilmiştir. İkili bir sayı alın, sağdan başlayarak dört ikili basamaklı gruplara bölün ve dört ikili basamağın her birini ayrı bir değere dönüştürün.

Hex'ten binary'e dönüşüm eşit derecede uygundur; Her onaltılık basamağı dört bitlik ikili eşdeğeri ile değiştirin. Örnek olarak, 163 ondalık sayısı Tablo 2'de ikili 10100011 olarak gösterilir. İkili sayıyı dört kişilik gruplara bölün, böylece 1010 ondalık 10 veya "A" altıgene eşdeğerdir ve 0011 ondalık 3'e eşdeğerdir, böylece ondalık sayı 163, onaltılık A3'e eşdeğerdir.

2.3 İkili Kodlu Ondalık (BCD)

İkili sayı sistemi gösterimi, hızlı iç hesaplamalar için en uygun formdur, çünkü - sayıdaki her bit için doğrudan bir matematiksel ilişki vardır. Bir insan kullanıcıyla arayüz oluşturmak için - genellikle giriş ve çıkışları ondalık sayılar açısından görmek isteyen - diğer kodlar daha kullanışlıdır. İkili *Kodlu Ondalık (BCD)* sistemi, kullanıcı odaklı dijital sistemler için girişler ve çıkışlar için ikili değerleri ondalıktan ve ondalıktan dönüştürmek için basit bir yöntemdir. Bir kullanıcıya çıktı sunmanın en yaygın yönteminin yedi segmentli LED ekranlar aracılığıyla olduğu günlerde, BCD yaygın olarak kullanıldı. Artık çoğunlukla bilgiyi ondalık formda kolayca sunabilen güçlü mikroişlemciler kullandığımız için, BCD bir zamanlar olduğu kadar yaygın değildir. Bununla birlikte, eski dijital ekipmanı kullanırken veya onarırken BCD ile karşılaşabilirsiniz. Ayrıca dijital voltmetrelerde kullanılması amaçlanan bazı çiplerde de kullanılır .

BCD sisteminde, her ondalık basamak karşılık gelen 4-bit ikili sayı olarak ifade edilir. Diğer bir deyişle, 0 ile 9 arasındaki ondalık basamaklar 0000 ile 1001 arasındaki bit dizeleri olarak kodlanır. Sayının okunmasını kolaylaştırmak için, her 4 bitlik grup arasında bir boşluk bırakılır. Örneğin, 163 ondalık sayısı Tablo 3'te gösterildiği gibi 0001 0110 0011 BCD sayısına eşdeğerdir**.**

BCD ve önceki sayı sistemleri arasındaki önemli fark, ondalık 10 ile başlayarak, BCD'nin ağırlıklı bir toplamın standart matematiksel ilişkisini kaybetmesidir. BCD sadece bir kesme onaltılık. Ondalık 10 ila 15 için 1010 ila 1111 arasındaki 4 bitlik kod dizelerini kullanmanın yerine, BCD 0001 0000 ila 0001 0101 kullanır. BCD'den uzaklaşmamızın nedenlerinden biri de

2.4 Dönüşüm teknikleri

Bir sayıyı ondalıktan başka bir sayı sistemine dönüştürmenin kolay bir yolu, kalanları kaydederek tekrarlanan bölme işlemidir Sağdaki kulede. Dönüştürülen sayı, o zaman, kuleyi okuyan kalanlardır. Bu teknik, 163 ondalık sayısının onaltılık ve ikili dönüşümleri için Tablo 4'te gösterilmiştir.

Örneğin, ondalık 163'ü onaltıya dönüştürmek için, 16'ya kadar tekrarlanan bölünmeler gerçekleştirilir. Birinci bölüm 163/16 = 10 kalan 3'ü verir. Kalan 3 sağdaki sütuna yazılır. İkinci bölüm 10/16 = 0 kalan 10'u verir. 10 decimal = A hex olduğundan, A sağdaki kalan sütuna yazılır. Bu bölme işlemi tamamlansın diye 0'ın bir böleni verdi. Kalanlar sütununu okurken, sonuç A3 olur. Bu teknikteki en yaygın hata, En Önemli Rakamın altta bittiğini unutmaktır .

Kısaca belirtilmesi gereken başka bir teknik daha da kolay olabilir: ikili ve/veya altıgen mod seçeneğine sahip bir hesap makinesi kullanın. Bilimsel ve programlama kullanımına yönelik birçok ucuz ve hazır hesap makinesi, sayı sistemleri arasında kolayca dönüşecektir. Ek olarak, kullanılan işletim sisteminden bağımsız olarak her tür kişisel bilgisayar için hesap makinesi programları mevcuttur.

Bu teknik için bir uyarı: bu bölüm negatif ikili sayıları tartışmıyor. Hesap makineniz size beklediğiniz cevabı vermezse, sayıyı negatif olarak yorumlamış olabilir. Bu, sayının ikili formunun MSB'sinde, ikili modun varsayılan boyutu için en yüksek (en soldaki) bit gibi 1 olduğunda gerçekleşir. Negatif ikili sayıları zor yoldan öğrenmekten kaçınmak için, hesap makinenize ikili veya altıgen olarak bir sayı girdiğinizde her zaman önde gelen bir 0 kullanın.

Tablo 3
İkili Kodlanmış Ondalık Sayı Dönüştürme

	0 0 0	0 0	0 0	**BCD**
	1(20) (1)	1(22) + 1(21) (4 + 2)	1(21) + 1(20) (2 + 1)	
163	1	6	3	**ondalık**

Tablo 4
Sayı sistemi dönüşümleri

Hex		*Kalan*		*İkili*	*Kalan*	
16	l163			2 1163		
	110	3	LSB	81	1	LSB
	l0	A	MSB	140	1	
				20	0	
				110	0	
				15	0	
				12	1	
				11	0	
				0	1	MSB
A3 hex				1010 0011 ikili		

3 İkili Durumların Fiziksel Temsili

3.1 Durum seviyeleri

Çoğu dijital sistem ikili sayı sistemini kullanır, çünkü birçok basit fiziksel sistem en kolay iki durum seviyesi (0 ve **1) ile tanımlanır.** Örneğin, iki durum bir iletişim iletiminde "açık've" kapalı "veya" işaret've "boşluk'u temsil edebilir. Elektronik sistemler, durum seviyeleri fiziksel olarak voltajlarla temsil edilir. Tipik bir seçim 0 = 0 V durumudur Durum 1 = 5 V

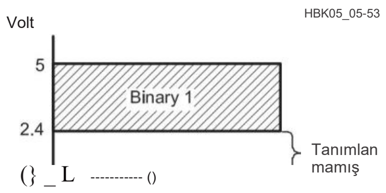
Bu kesin voltaj değerlerini elde etmek gerçekçi olmadığından, daha pratik bir seçim, aşağıdaki gibi bir dizi değerdir:
Durum 0 = 0.0 - 0.4 V
Durum 1 = 2.4 ila 5.0 V

Şekil 2, durumların voltaj seviyelerine göre bu temsilini göstermektedir. İki ikili durum arasındaki tanımlanmamış bölge, *geçiş bölgesi* veya *gürültü marjı olarak da bilinir.*

3.2 Geçiş süresi

Şekil 2'deki ikili 0 ile ikili 1 arasındaki boşluk, durumda bir değişikliğin anında gerçekleşmediğini gösterir. Devletler arasında bir geçiş dönemi vardır. Bu geçiş süresi, kablolardaki ve diğer bileşenlerdeki başıboş kapasitansı şarj etmek veya boşaltmak için geçen sürenin bir sonucudur, çünkü voltaj bir - kapasitör boyunca anında değişemez. (Tellerdeki başıboş indüktans da bir etkiye sahiptir, çünkü bir indüktörden geçen akım anında değişemez.) 0'dan 1'e geçiş *yükselme zamanı olarak adlandırılır* ve genellikle darbenin son değerinin %10'undan son değerinin %90'ına yükselme zamanı olarak belirtilir. Benzer şekilde, 1'den 0'a geçiş, %10 ile %90 arasında bir tanımla düşme zamanı olarak adlandırılır. Bu zamanların aynı olmaması gerektiğini unutmayın. **Şekil 3A,** sıfır zamanlı anahtarlama ile ideal bir sinyal veya darbe gösterir. Şekil 3B, düzgün bir eğrideki durumlar arasında değiştiği için tipik bir darbe gösterir.

Yükselme ve düşme süreleri, kullanılan mantık ailesine ve bir devredeki konuma göre değişir. Geçiş zamanının tipik değerleri - mikrosaniyeden nanosaniye aralığındadır. Bir devre, tellerde dağıtılmış indüktanslar ve kapasitanslar veya



Şekil 2 - Seçilen voltaj seviyeleri aralığı ile ikili durum 1 ve O'nun gösterimi.

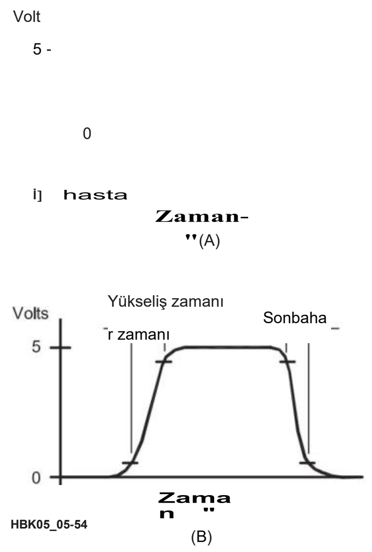
PC kartı izleri, nabız kaynaktan uzaklaştıkça yükselme ve düşme sürelerinin artmasına neden olabilir. Yükselme ve düşme sürelerinin radyo tasarımcısının ilgisini çekmesinin bir nedeni, bir dijital devrede RF gürültüsü üretme olasılığıdır.

3.3 Yayılma gecikmesi

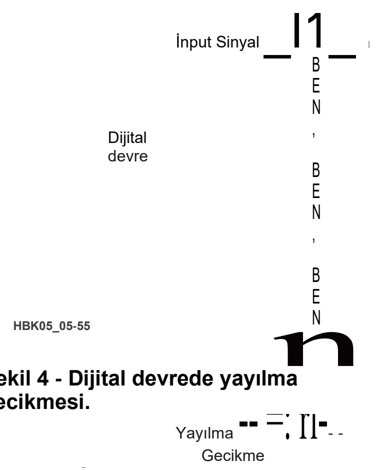
Yükseliş ve düşüş zamanları sadece bir darbe içindeki bir ilişkiyi tanımlar. Bir devre için, devreye bir darbe girişi devre boyunca yayılmalıdır; **Başka bir** deyişle, sonunda devre çıkışına ulaşana kadar devredeki her bileşenden geçmelidir. Bir devreye giriş sağlamak ve çıkışta bir yanıt görmek arasındaki zaman gecikmesi *yayılma gecikmesidir* ve **Şekil 4 ile gösterilmiştir.**

Modern anahtarlama mantığı için, tipik yayılma gecikmesi değerleri **l ila** 15 nanosaniye aralığındadır. (Bir tel veya baskılı devre kartı izi boyunca yayılma gecikmesinin inç başına yaklaşık 1.0 ila 1.5 ns olduğunu hatırlamak yararlıdır.) Yayılma gecikmesi, kümülatif geçiş sürelerinin yanı sıra transistör anahtarlama gecikmelerinin, reaktif eleman şarj sürelerinin ve sinyallerin tellerden geçme süresinin bir sonucudur. Karmaşık devreler, farklı yollardan farklı yayılma gecikmeleri, darbelerin tam olarak aynı anda bir yere ulaşması gerektiğinde sorunlara neden olabilir.

Bu gecikmelerin dijital cihazlar üzerindeki etkisi, dijital darbelerin hızına bakılarak görülebilir. Çoğu dijital cihaz *saat kullanır*



Şekil 3 - (A) İdeal bir dijital darbe ve (B) durumlar arasındaki kademeli geçişi gösteren tipik bir gerçek darbe.



Şekil 4 - Dijital devrede yayılma gecikmesi.

Nabızlar. İki darbenin aynı anda veya aynı zamana çok yakın bir mantık devresine ulaşması gerekiyorsa, iki sinyalin yol uzunluğu iki ila üç inçten farklı olamaz. Bu, yüksek hızlı mantık tasarımları için çok önemli bir tasarım sorunu olabilir.

4 Kombinasyonel mantık

Dijital sayıları fiziksel olarak temsil etmek için voltaj seviyelerini kullanmanın bir yolunu tanımladıktan sonra, yararlı devreler tasarlamak için dijital sinyal teorisini uygulayabiliriz. Dijital devreler, istenen bir ikili çıkış veya çıkış kombinasyonu üretmek için ikili girdileri birleştirir. Os ve ls'nin bu basit kombinasyonu, basit anahtarlardan güçlü bilgisayarlara kadar her şeyi uygulayarak çok güçlü hale gelebilir.

Bir dijital devre iki tipten birine girer: kombinasyonel mantık veya sıralı mantık. *Bir kombinasyonel mantık devresinde*, çıktı yalnızca *mevcut girdilere bağlıdır (yayılma* gecikmesini göz ardı edersek). Aksine, *sıralı bir mantık devresinde*, çıkış mevcut girdilere, *önceki girdi dizisine* ve genellikle bir saat sinyaline bağlıdır. Bu bölümün sonraki bölümlerinde bazı devreler incelenecektir

Burada kurulan temelleri kullanarak inşa edilmiştir.

4.1 Boole Cebiri ve Temel Mantıksal Operatörler

Kombinasyonel devreler, ikili işlemleri gerçekleştiren mantık kapılarından oluşur. Mantık kapıları ikili sayıları manipüle eder, bu yüzden

Mantık kapılarının nasıl çalıştığını anlamak için ikili sayılar. *Boole cebiri,* ikili dijital devreleri tanımlamak ve tasarlamak için kullanılan matematiksel sistemdir. İt, adını sistemi geliştiren matematikçi George Boole'den almıştır. Standart cebirin temel işlemleri vardır: toplama, çıkarma, çarpma ve bölme. Benzer şekilde, Boole cebrinin *mantıksal işlemler adı verilen bir dizi temel işlemi vardır:*
Değil, ve ve veya .

Bu operatörlerin fonksiyonu bir Boolean denklemi veya bir doğruluk tablosu ile tanımlanabilir. Bir Boolean *denklemi,* girişleri ve bunlar üzerinde gerçekleştirilen işlemleri temsil ederek bir operatörün işlevini açıklar. Bir denklem "B = A" biçimindeyken, *bir ifade* "A" biçimindedir. Bir atama denklemi olduğunda, girişler ve işlemler sağda görünür ve sonuç veya çıktı soldaki değişkene atanır .

Bir *doğruluk tablosu,* tüm olası girdileri ve ilgili çıktıları listeleyerek bir operatörün işlevini açıklar. Doğruluk tabloları bazen Ts ve F'lerle (doğru ve yanlış için) veya ilgili eşdeğerleri, ls ve Os ile yazılır. İn şirket veri kitapları (bir şirketin ürettiği mantık cihazlarının katalogları), doğruluk tabloları genellikle Hs ve Ls ile yazılır (yüksek ve düşük için). Rakamlarda, 1 yüksek ve 0 düşük anlamına gelecektir. Bu gösterime pozitif mantık denir. Farklı mantık türlerinin anlamı ve neden yararlı oldukları daha sonraki bir bölümde tartışılmıştır.

Her Boole operatörü ayrıca onunla ilişkili iki devre sembolüne sahiptir. ARRL ve diğer ABD yayınları tarafından kullanılan geleneksel sembol, rakamların her birinde üstte görünür; Örneğin, Şekil 7'deki DEĞİL fonksiyonu için üçgen ve kabarcık. Geleneksel semboller, küçük bir daire *veya kabarcık, her zaman* "DEĞİL'i temsil eder. (Bu *kabarcığa* durum göstergesi denir.)

Geleneksel sembolün hemen altında görünen yeni ANSI/IEEE Standart sembolüdür. Bu sembol her zaman içinde gösterimler bulunan kare bir kutudur. Bu yeni sembollerde, küçük bir üçgen bayrak "DEĞİL'i temsil eder. Yeni gösterim, karmaşık bir fonksiyonun ayrıntılı mantık çizimini daha basit bir blok sembolüyle değiştirme girişimidir. Yeni sembollerin benimsenmesi sivilceli olmuştur ve bu nedenle temel mantık işlevleri için geleneksel sembolleri ANSI/IEEE sembollerinden daha fazla görme olasılığınız daha yüksektir.

4.2 Ortak kapılar

Şekil **5, 6** ve 7, üç temel Boole işlemi için doğruluk tablolarını, Boole cebiri denklemlerini ve devre sembollerini göstermektedir:
Ve, ya da değil, sırasıyla. Tüm kombinasyonel mantık fonksiyonları, ne kadar karmaşık olursa olsun, bu üç operatör açısından tanımlanabilir. Her doğruluk tablosu kelimelere dönüştürülebilir. İki girişli AND kapısı için doğruluk tablosu "C çıkışı'olarak ifade edilebilir.

LOGİC SEMBOL | BOOLEAN EQUATION | GERÇ EK TABLO

D-

: = C] --c

C = A • B
C = AB

A	B	C
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

VE

HBK05_05-56

Şekil 5 - İki girişli VE kapısı.

LOGİC SEMBOL | BOOLEAN EQUATION | GERÇ EK TABLO

ED

C = A + B

A	B	C
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1

VEYA

HBK05_05-57

Şekil 6 - İki girişli OR kapısı .

LOGİC SEMBOL | BOOLEAN EQUATION | GERÇ EK TABLO SU

Yap
"
EH-

B = A

A	B
0	1
1	0

NOT
(İNVERTER)

HBK05_05-58

Şekil 7 - İnverter.

Sadece girdilerin her ikisi de 1 s olduğunda 1'dir. "Bu, C çıkış sütununu inceleyerek görülebilir - bir 0'da kalır ve yalnızca giriş sütunu A ve giriş sütunu Bare her ikisi de tablonun son satırı olduğunda 1 olur.

NOT işlemi aynı zamanda *inversiyon, negasyon veya kompleman olarak da adlandırılır.* Bu işlevi uygulayan devre *invertör veya inverting tamponu olarak adlandırılır.* - NOT için en yaygın gösterim bir barovera değişkeni veya ifadesidir. Örneğin, NOT A, A olarak gösterilir. Bu, "A Değil" veya "Bir çubuk'olarak okunur. Daha az yaygın bir gösterim, "A asal'olarak okunan A'ya göre A'yı göstermektir. Ayrıca, şematik diyagramlarda ve bileşen veri sayfalarında, önde gelen bir ünlem işareti gibi veya sembol-! A veya # A "A Değil" anlamına gelen çeşitli başka ifadeler de göreceksiniz.

Ters çevirme arabelleği ve daha sonra kapsanan girmeyen arabellek yalnızca bir giriş ve çıkışa sahipken, birçok kombinasyonel mantık öğesi birden fazla girişe sahip olabilir. Kombinasyonel bir mantık elemanının iki veya daha fazla girişi ve bir çıkışı olduğunda, buna *akik denir.* ("Kapı" terimi bir dizi farklı ama özel teknik kullanımlar. Kapının birçok tanımının açıklığa kavuşturulması için, daha sonra bu bölümde Eşzamanlılık ve Kontrol Sinyalleri bölümüne bakın.) Basitlik için, çoklu giriş elemanları için şekiller ve doğruluk tabloları, yalnızca iki giriş için işlemleri, minimum sayıyı gösterecektir. Bununla birlikte, ikiden fazla girişi olan kapıların olması oldukça yaygındır. Üç, dört veya sekiz giriş kapısı, iki giriş kapısı ile aynı şekilde çalışır.

Bir AND fonksiyonunun çıktısı yalnızca *tüm* girişler 1 ise 1'dir. Bu nedenle*,* girdilerden herhangi biri 0 ise, çıktı 0'dır. Bir AND için gösterim ya C = A • B'de olduğu gibi girişler arasında bir nokta (•), ya da C = AB.D'de olduğu gibi girişler arasında bir hiçtir.

OR kapısı, bir veya daha fazla girişin 1 olup olmadığını algılar. Başka bir deyişle, girdilerden herhangi biri 1 ise, OR kapısının çıkışı 1'dir. Bu, birden fazla girdinin 1 olabileceği durumu içerdiğinden, OR işlemi bir İNCLUSİVE OR olarak da bilinir. OR işlemi, *en az bir* girişin 1 olup olmadığını algılar. Sadece tüm girişler 0 ise, çıktı 0'dır. Bir OR için gösterim, C = A + B'de olduğu gibi, girişler arasında bir artı işaretidir (+). Bu denklemi "C, A ORB'ye eşittir'olarak okuyun.

4.3 Ek kapılar

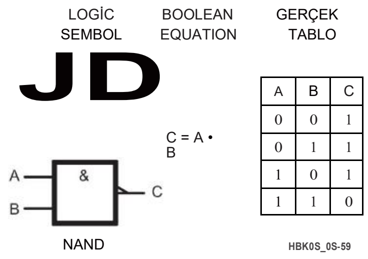
Daha karmaşık mantıksal fonksiyonlar, temel mantıksal operatörlerin kombinasyonlarından türetilir. Bu işlemler - NAND, NOR, XOR ve noninverter veya arabellek - sırasıyla Şekil 8 ila 11'de gösterilmiştir. Daha önce olduğu gibi, her biri bir doğruluk tablosu, Boole cebiri denklemi ve devre sembolleri ile tanımlanır. Ayrıca daha önce olduğu gibi, noninverter hariç, her ikisi de gösterilen ikisinden daha fazla girdiye sahip olabilir.

NAND kapısı (NOT AND kısaltması), bir AND kapısına ve ardından bir NOT kapısına eşdeğerdir. Böylece, çıktısı AND çıktısının tamamlayıcısıdır: Çıktı, yalnızca tüm girişler 1 ise 0'dır. Girdilerden herhangi biri 0 ise, çıktı 1 olur.

NOR kapısı (NOT OR'un kısaltması), bir OR kapısına ve ardından bir NOT kapısına eşdeğerdir. Böylece, çıktısı OR çıktısının tamamlayıcısıdır: Girdilerden herhangi biri 1 ise, çıktı 0'dır. Sadece tüm girişler 0 ise, çıktı 1'dir.

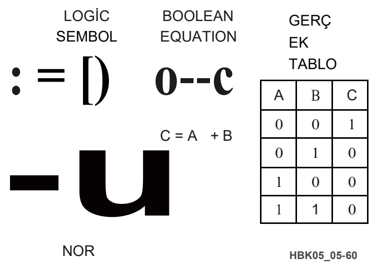
Şimdiye kadar yapılan işlemler, bir tasarımcının iki genel durumu belirlemesini sağlar: **(1)** *tüm* girdilerin istenen bir durumu varsa veya (2) *en az bir girdi* hasadesiredstate ise. TheXORandXNORgates, bir tasarımcının istenen bir durumun yalnızca bir girdisinin mevcut olup olmadığını belirlemesini sağlar .

XOR kapısı (EXCLUSİVE OR olarak okunur) bir OR ve bir NAND kapısının birleşimidir. İt, girdilerden biri ve sadece biri 1 durumuysa, 1 çıktısına sahiptir. Aksi takdirde çıkış 0'dır. XOR'un sembolü EB'dir. "+" VEYA sembolünü düşünürseniz bunu hatırlamak



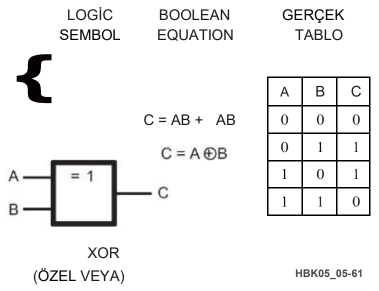
A	B	C
0	0	1
0	1	1
1	0	1
1	1	0

Şekil 8 - İki girişli NAND kapısı .



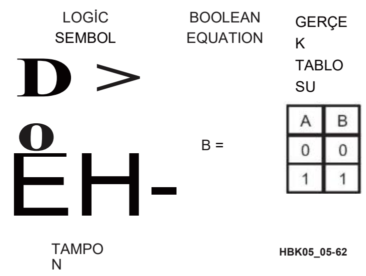
A	B	C
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	0

Şekil 9 - İki girişli NOR kapısı .



A	B	C
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0

Şekil 10 - İki girişli XOR kapısı .



A	B
0	0
1	1

Şekil 11 - Kesişmeyen arabellek.

Sadece bir tane için bir "O'ile kapatılır.

XOR kapısı aynı zamanda "yarım ekleme'olarak da bilinir, çünkü ikili aritmetikte" taşıma "işleminden başka her şeyi yapar. Aşağıdaki örnekler, iki girişli bir XOR için olası ikili eklemeleri göstermektedir.

A	0	0	1	1
B	0			1
Sum		1	0	0

XNOR kapısı (EXCLUSİVE olarak okunur) NOR), XOR geçidinin tamamlayıcısıdır. Girdilerden biri ve sadece biri 1 ise çıktı 0 olur. Çıkış 1, ifall girişleri 0 veya birden fazla giriş 1'dir.

NONNVERTERS (TAMPONLAR)

Tampon, amplifikatör veya *sürücü olarak da bilinen bir noninverter,* ilk bakışta hiçbir şey yapmıyor gibi görünüyor. Sadece bir girdi alır ve aynı çıktıyı üretir. Gerçeklik, sinyalin diğer özelliklerini, mevcut seviyeyi yükseltmek gibi yararlı bir şekilde değiştiriyor. Mantıksal işlemler için yararlı olmasa da, bir invertörün uygulamaları, bir dizi geçidi veya röle gibi başka bir devreyi sürmek için yeterli akım sağlamayı içerir; İki mantık ailesi arasındaki arabirim; İstenilen nabız yükselme süresini elde etmek; Ve darbelerin uygun zamanda gelmesi için hafif bir gecikme sağlar.

TRİ-DEVLET KAPILARI

Normal şartlar altında, bir mantık elemanı diğer birçok mantık elemanını yönlendirebilir veya besleyebilir. Tipik bir AND kapısı diğer 10 kapıyı kullanabilir veya besleyebilir. Buna *fan-out denir. Bununla birlikte*, bazı istisnalar dışında, tek bir tele yalnızca bir kapı çıkışı bağlanabilir. Belirli bir teli beslemek için iki olası sürüş kaynağınız varsa, muhtemelen bir sayı VEYA geçit içeren bir mantık ağı kullanılmalıdır.

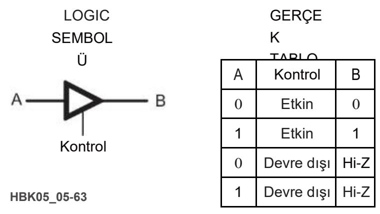
Bilgisayarlar da dahil olmak üzere birçok uygulamada, veriler *veri yolu adı verilen bir dizi kablo üzerinde dahili olarak yönlendirilir.* Otobüsteki veriler birçok devreden veya sürücüden gelebilir ve diğer birçok cihaz otobüste dinliyor olabilir. OR kapılarının ağının her bir otobüs telini sürme ihtiyacını ortadan kaldırmak için, *üç durumlu* kapılar olarak bilinen bir dizi kapı kullanılır .

Üç durumlu bir kapı için sembol ve doğruluk tablosu **Şekil 12'de gösterilmiştir.** Üç durumlu bir kapı, daha önce açıklanan ortak kapılardan herhangi biri olabilir, ancak bir ek kontrol kablosu ile. Bu kurşun etkinleştirildiğinde (bunu etkinleştirmek için bir 0 veya 1'e izin verecek şekilde tasarlanabilir) kapı, bu tür bir kapının doğruluk tablosuna göre normal şekilde çalışır. Bununla birlikte, kapı etkinleştirilmediğinde, çıkış yüksek bir empedansa (Hi-Z) gider ve çıkış teli söz konusu olduğunda, kapı mevcut değildir.

Bir veri yolu kablosundan veri göndermek zorunda olan her cihaz, üç durumlu bir kapıdan veri yolu kablosuna bağlanır. Bununla birlikte, sadece bir cihaz, üç durumlu kapısı aracılığıyla etkinleştirildiği sürece, diğer tüm bağlı üç durumlu kapılar mevcut değildir .

4.4 Boole teoremleri

Bir devrenin analizi bir mantık diyagramı ile başlar ve daha sonra bir devre açıklaması türetir. Dijital devreler, bu açıklama bir doğruluk tablosu veya mantıksal denklem şeklindedir. The



A	Kontrol	B
0	Etkin	0
1	Etkin	1
0	Devre dışı	Hi-Z
1	Devre dışı	Hi-Z

Şekil 12 - Tri-State kapısı.

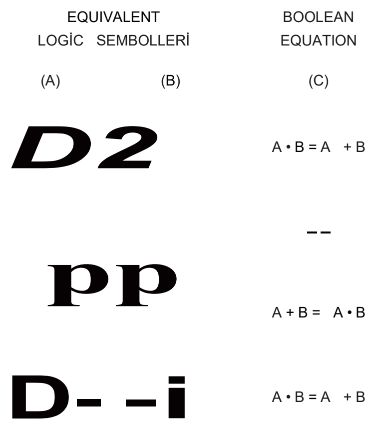
Bir devrenin sentezi veya tasarımı tersine gider: gayri resmi bir açıklama ile başlar, bir denklem veya doğruluk tablosu belirler ve ardından doğruluk tablosunu istenen yanıtı uygulayacak bileşenlere genişletir. Bu işlemlerin her ikisinde de karmaşık bir mantıksal denklemi basitleştirmemiz veya genişletmemiz gerekir.

Bir denklemi manipüle etmek için matematiksel *teoremleri kullanırız.* Teoremler, doğru olduğu kanıtlanmış ifadelerdir. Boole cebirinin teoremleri, komütivite ve ilişkilendirilebilirlik gibi standart cebirinkilere çok benzer. Boole cebri teoremlerinin ispatları bir giriş dijital tasarım ders kitabında bulunabilir.

BASİC TEOREMLERİ

Tablo 5, tek bir değişken için teoremleri listeler ve **Tablo 6,** iki veya daha fazla değişken için teoremleri listeler. Bu tablolar Boolean teoremleri tarafından sergilenen ikilik ilkesini göstermektedir: Her teorem, tüm AND'leri OR'larla ve tüm ls'leri Os ile değiştirdikten sonra ifadenin hala doğru olduğu bir ikiliye sahiptir.

Tablolar ayrıca Boolean işlemlerinin önceliğini de gösterir: parantez içinde belirtilmediğinde işlemlerin gerçekleştirilme sırası. En yüksekten en düşüğe, öncelik değildir ve sonra ya da değildir. Örneğin, dağılma yasası "A + B • C? Bu eşdeğerdir



Şekil 13 - DeMorgan Teoreminden Eşdeğer Kapılar: A sütunundaki her kapı B sütunundaki karşı kapıya eşdeğerdir. C sütunundaki Boolean denklemleri resmi olarak eşdeğerleri belirtir.

"A + (B • C)". (B • C) etrafındaki parantez, bir AND operasyonunun bir OR operasyonundan daha yüksek önceliğe sahip olması nedeniyle dışarıda bırakılabilir. Boole cebiri için öncelik, standart cebirin konvansiyonuna benzer: bir güce yükseltmek, sonra çarpma, sonra toplama .

DeMorgan'ın Teoremi

Boole cebirindeki en kullanışlı teoremlerden biri DeMorgan Teoremidir:

A • B = A + B

ve çift

A + B = A • B

Tablo 5
Boole Cebiri Tek Değişken Teoremleri

İdentities:	A • 1 = **A**	A + O = A
Boş öğeler:	A • O = 0	A + 1 = 1
Ldempotence:	A • A = A	**A + A =**
Tamamlayıcılar:	A • A = O	A + A = 1
İnvolution:	(A) = A	

Tablo 6
Boole Cebiri Çok Değişkenli Teoremler

Komütativite:	A • B = B • A A + B = B + A
İlişkilendirilebilirlik:	(A • B) • C = A • (B • C) (A + B) + C = A + (B + C)
Dağıtım:	(A + B) • (A + C) = A + B • C A • B + A • C = A • (B + C)
Kaplama:	A • (A + B) = A A + A • B = A
Birleştirme:	(A + B) • (A + B) = A A • B + A • B = A
Konsensüs:	A • B + A • C + B • C = A • B + A • C (A + B) • (A + C) • (B + C) = (A + B) • (A + C) A + AB = A + B

Tablo 7
DeMorgan Teoremi

(A) A • 6 = A + 6
(B) A + 6 = A· E
(C)

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
A	B	A	B	A • B	A • B	A + B	A + B	A • B	A +
0	0	1	1	0	1	0	1	1	1
0	1	1	0	0	1	1	0	0	1
1	0	0	1	0	1	1	0	0	1
1	1	0	0	1	0	1	0	0	0

(A) ve (B) DeMorgan Teoreminin ifadeleridir. (C)'deki doğruluk tablosu bu ifadelerin kanıtıdır: (A) 6 ve 10 sütunlarının ve (B) 8 ve 9 sütunlarının eşdeğerliği ile kanıtlanmıştır.

Tablo 7'deki doğruluk tablosu bu ifadeleri kanıtlamaktadır. DeMorgan Teoremi, büyük bir ifadenin tamamlayıcısını basitleştirmenin bir yolunu sunar. Ayrıca, bir tasarımcının **Şekil 13'te gösterildiği gibi bir dizi eşdeğer kapıyı değiştirmesini sağlar.**

Eşdeğer kapılar, dualite ilkesinin Boolean denklemleri için olduğu gibi sembollerle çalıştığını göstermektedir: sadece AND'leri OR'larla değiştirin ve kabarcıkları değiştirin. Örneğin, NAND kapısı - bir inverter kabarcığı tarafından takip edilen bir AND kapısı - iki inverter kabarcığı tarafından önce bir OR kapısı haline gelir. DeMorgan Teoremi önemlidir, çünkü herhangi bir mantıksal fonksiyonun invertörler ve AND kapıları veya invertörler ve OR kapıları kullanılarak uygulanabileceği anlamına gelir. Ayrıca, DeMorgan Teoremini kullanarak kabarcıkların yerleşimini değiştirme yeteneği, daha sonra tartışılacak olan karışık mantıkla başa çıkmada yararlıdır.

POSİTİVE VE NEGATİVE LOGİC Bu bölümdeki şekillerde gösterilen doğruluk tabloları pozitif mantık için çizilmiştir. Pozitif *mantık veya yüksek doğru,* daha yüksek bir voltaj doğru (mantık 1) anlamına gelirken, daha düşük bir voltaj yanlış (mantık 0) anlamına gelir. Bu aynı zamanda *aktif yüksek olarak da adlandırılır :* Bir sinyal adlandırılmış bir eylem gerçekleştirir veya "yüksek" veya 1 olduğunda bir durumu gösterir. Negatif *mantık* veya *düşük doğru, daha düşük bir* voltaj doğru (1) ve daha yüksek bir voltaj yanlış (0) anlamına gelir. *Aktif bir düşük sinyal* bir eylem gerçekleştirir veya "düşük" veya 0 olduğunda bir durumu gösterir.

İn her iki mantık türü, true = 1 ve false = 0; Ancak doğru, yüksek veya düşük anlamına gelir. Şirket veri defterleri genel doğruluk tabloları için çizilir: yüksek için bir H ve düşük için bir L. (Bazı tablolarda "umursamama" durumu için bir X de vardır. "Umursama", çıktının bu değişkenin durumuna bağlı olmadığı anlamına gelir.) Tablonun işlevi, pozitif mantık veya negatif mantık için yorumlanıp yorumlanmadığına bağlı olarak değişebilir.

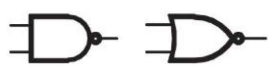
Cihaz veri sayfaları genellikle pozitif mantık kuralı gösterir veya pozitif mantık varsayılır. Bununla birlikte, bir İC'ye bir sinyal, üzerinde bir çubukla temsil edilir, bu teldeki "etkinleştirme'nin aktif olduğunu gösterir - negatif mantık anlamına gelmez (0 V = mantıksal 1) kullanılır! Benzer şekilde, bir mantık elemanının girişindeki bir kabarcık da genellikle aktif düşük anlamına gelir. Bunlar karışıklık kaynağı olabilir.

Şekil 14, farklı mantık türleri için yorumlandığında genel bir doğruluk tablosunun nasıl farklı olduğunu göstermektedir. Aynı doğruluk tablosu iki eşdeğer kapı verir: pozitif mantık fon[illegible] ve [illegible]

A	B	C
L	L	H
L	H	H
H	L	H
H	H	L

A	B	C
0	0	1
0	1	1
1	0	1
1	1	0

A	B	C
1	1	0
1	0	0
0	1	0
0	0	1



(A) (B) (C)
True = 1 = Yüksek Doğru = 1 = Düşük

Şekil 14 - (A) Genel bir doğruluk tablosu, (B) pozitif mantık için bir doğruluk tablosu ve NAND sembolü ve (C) negatif mantık için bir doğruluk tablosu ve NOR sembolü.

Negatif mantık bir NOR kapısı işlevi verirken bir NAND kapısı.

Bu kapıların DeMorgan Teoremindeki eşdeğer kapılara karşılık geldiğini unutmayın. Giriş veya çıkış terminalindeki bir kabarcık, - aktif bir düşük cihazı gösterir. Kabarcıkların yokluğu aktif bir yüksek cihazı gösterir.

Kabarcıklar gibi, sinyal adları da mantık durumlarını belirtmek için kullanılabilir. Bu isimler, bir eylemin kontrolünü (GO ,/ENABLE) veya bir koşulun tespitini (READY ,/ERROR) göstererek bir devrenin anlaşılmasına yardımcı olabilir. Eylem veya durum, sinyal aktif durumunda. Bir sinyal aktif durumda olduğunda, *iddia edilir;* Etkin durumunda olmayan bir sinyale *negated* veya *deassisted denir.*

Bir ön ek, bir sinyalin etkin durumunu kolayca gösterebilir. Aktif düşük sinyallerden önce/, İ,! Gibi bir sembol gelir. veya # (örneğin/READY veya! READY). Aktif düşük sinyaller de CL gibi bir aşırı puan ile gösterilir. Aktif yüksek sinyallerin ön eki veya aşırı puanı yoktur. Örnek olarak, daha sonra bu bölümde bir flip-flop için doğruluk tablosuna bakın. Standart uygulama, sinyal adının ve giriş piminin eşleşmesidir (aynı aktif seviyeye sahiptir). İçin Örneğin, kabarcıklı (aktif düşük) bir giriş/READY olarak adlandırılırken, kabarcıksız (aktif yüksek) bir giriş READY olarak adlandırılır. Çıkış sinyali adları her zaman aygıt çıkış piniyle eşleşmelidir.

Bu bölümde, aksi belirtilmedikçe pozitif mantık kullanılır. Karışık mantık kullanmak kafa karıştırıcı olsa da, bazı avantajları vardır. DeMorgan Teoremi ile birleştirilen karışık mantık, mevcut kapıların daha etkili kullanımını teşvik edebilir. Ayrıca, iyi seçilmiş sinyal adları ve kabarcıkların yerleştirilmesi daha anlaşılır mantık diyagramlarını teşvik edebilir .

5 Sıralı mantık

Önceki bölüm, çıktıları yalnızca mevcut girdilere bağlı olan kombinasyonel mantığı tartıştı. Aksine, *sıralı mantık* devrelerinde, yeni çıktı sadece mevcut girdilere değil, aynı zamanda mevcut çıktılara da bağlıdır. Mevcut çıkışlar önceki giriş ve çıkışlara bağlıydı ve daha önceki çıkışlar daha önceki giriş ve çıkışlara bağlıydı. Böylece, mevcut çıkışlar önceki *giriş sırasına bağlıdır* ve sistemin *belleği vardır.* Çıktıların yeni girdilerin bir parçası haline gelmesi, *geri bildirim olarak bilinir.*

5.1 Eşzamanlılık ve Kontrol Sinyalleri

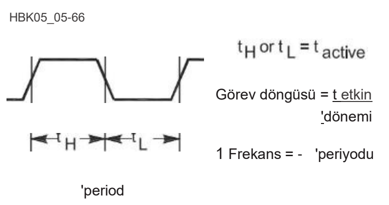
Bir kombinasyonel devre bir dizi girdi verildiğinde, çıkışların devreden çıkışa geçtiği bir yayılma gecikmesinden sonra beklenen değerleri alır. Bununla birlikte, sıralı bir devrede, devre boyunca seyahat daha karmaşıktır. İlk girdilerin ve bir yayılma - gecikmesinin uygulanmasından sonra, çıktılar ortaya çıkan durumu alır; Ancak daha sonra çıktılar geri akmaya başlar ve ikinci bir yayılma gecikmesinden sonra yeni çıktılar ortaya çıkar. Aynı şey üçüncü bir yayılma gecikmesinden sonra da olur. Nanosaniye aralığındaki yayılma gecikmeleriyle, devre etrafındaki bu döngü hızla ve sürekli olarak yeni çıktılar üretir. Bir kullanıcının çıktıların ne zaman geçerli olduğunu bilmesi gerekir.

İki tür sıralı devre vardır: senkron devreler ve asenkron devreler, geçerli çıktılar için farklı şekilde analiz edilir. *Asenkron işlemde,* çıkışlar yayılma gecikmesinden hemen sonra girişlere yanıt verir. Düzgün çalışması için, bu tür bir devre sonunda *kararlı bir duruma ulaşmalıdır:* girişler ve beslenen geri çıkışlar, yeni çıkışların aynı kalmasına neden olur. Geri beslemesiz girişler değiştirildiğinde, geri besleme döngüsünün sonunda yeni bir kararlı duruma ulaşması gerekir. Genel olarak, bu tip çıktılogik son girdi değişene kadar geçerli değildir, Ve tüm yayılma gecikmelerinin gerçekleşmesi için yeterli zaman geçti.

İn *senkron çalışma*, çıkışlar yalnızca belirli zamanlarda durum değiştirir. Bu zamanlar belirli bir giriş sinyalinin varlığı ile belirlenir: bir saat, geçiş, mandal veya etkinleştirme. Eşzamanlılık önemlidir, çünkü uygun zamanlamayı sağlar: Kontrol sinyali bir durum değişikliğine neden olduğunda gerekli olan tüm girişler mevcuttur.

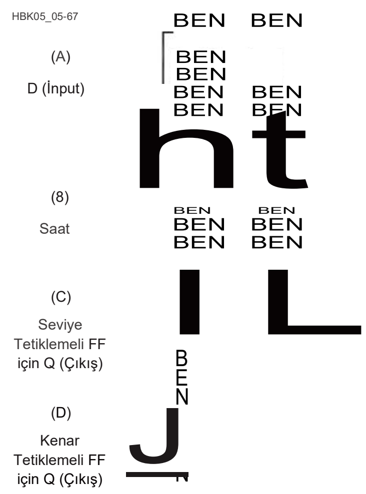
KONTROL SİGNALLARI

Bazı yazarlar, farklı kontrol sinyalleri için anlamları biraz değiştirir. Aşağıdakiler, ortak kullanımların kısa bir örneğidir, ayrıca isim, fiil ve sıfat için kullanımları gösterir. Bir *devrenin etkinleştirilmesi* genellikle kontrol sinyalinin iddia edilen seviyeye gitmesi anlamına gelir ve devrenin durumu değiştirmesine izin verir. *Mandal* bellek anlamına gelir: bir mandal devresi biraz bilgi depolayabilir. Bir mandal sinyali, bir devrenin mevcut durumunu süresiz olarak tutmasına neden olabilir. *Kapının* birkaç anlamı olabilir, bazıları senkron kontrolle ilgisizdir. Örneğin, bir kapı, bir devre boyunca diğer sinyallerin geçişini tetiklemek için kullanılan bir sinyal olabilir. Bir kapı, bu bölümde daha önce kullanıldığı gibi, iki veya daha fazla giriş ve bir çıkış içeren bir mantık devresi de olabilir. Tabii ki, "kapı'da başka bir bölümde açıklandığı gibi bir FET elektrotlarından biri olabilir. *Geçiş yapmak, 1'den* O'ya veya Tam tersi. Bir *saat* sinyali, düzenli bir oranda geçiş yapan sinyaldir.



Şekil 15 - **Saat sinyali terimleri. Görev döngüsü aktif bir yüksek sinyal için tu/İpERiop ve aktif bir düşük sinyal için ti/tpERiop olacaktır.**

Saat kontrolü, mantık devrelerini senkronize etmenin en yaygın yöntemidir, bu nedenle **Şekil 15'te gösterildiği gibi bazı ek terimlere sahiptir.** Saat *periyodu,* aynı yöndeki ardışık geçişler arasındaki süredir*; Saat frekansı periyodun karşılıklıdır. Bir nabız* veya *saat kenesi, bir* saat periyodundaki ilk kenar veya bazen periyodun kendisi veya periyodun ilk yarısıdır. *Görev döngüsü,* saat sinyalinin iddia ettiği seviyede olduğu zamanın yüzdesidir. Saat darbelerinin kullanımının yaygın bir uygulaması, girişi yalnızca bir saat fazında etkinleştirilecek şekilde bir mantık devresiyle sınırlamaktır; Yani girişler saat bir mantığa dönüşmeden önce gerçekleşir 1.



Şekil 16 - Bir **D flip-flop için seviye tetiklenen vs edgetriggered: (A) D girişi ,**
(B) saat girişi, (C) tesviye için çıkış Q: saat 1 olduğunda devre yanıt verir. (D) kenar tetiklemeli için çıkış Q: devre sadece saatin yükselen kenarında yanıt verir. D girişindeki kısa negatif darbenin kenar tetiklemeli flip-flop tarafından çoğaltılmadığına dikkat edin.

Çıktılar ancak bu noktadan sonra örneklenir; Belki bir sonraki saat 0 mantığına geri döndüğünde.

Bir senkron devrenin kontrol sinyaline tepkisi *statik* veya *dinamiktir*. *Statik, kapılı veya seviye tetiklemeli kontrol,* kontrol - sinyali aktif veya iddia edilen seviyede olduğunda devrenin durumunu değiştirmesine izin verir. Dinamik *veya kenar tetiklemeli kontrol,* devrenin yalnızca kontrol *sinyali* onaylanmadan iddia edilenden değiştiğinde durumu değiştirmesine izin verir. Geleneksel olarak, bir kontrol sinyali, sinyal yüksek veya yükselen kenarda ve ters durumda aktif düşük olduğunda durum değişiklikleri meydana gelirse aktiftir. Böylece, pozitif mantık için, konvansiyon enable = 1 veya enable O'dan 1'e gider. O'dan 1'e olan bu geçişe *pozitif kenar tetiklemesi denir ve* devre kutusunun içindeki küçük bir üçgen ile gösterilir. 1'den 0'a ters geçişe yanıt veren bir devre, üçgen ile bir kabarcık tarafından gösterilen negatif kenar tetiklemesi olarak adlandırılır.

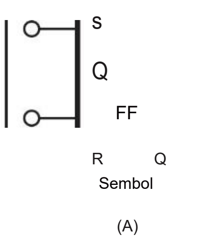
Bir devrenin seviye tetiklenmiş veya edgetrigged olup olmadığı, **Şekil 16'da gösterildiği gibi çıkışını etkileyebilir.** D girişi, gürültüden kaynaklanabilecek bir aksaklık olarak adlandırılan çok kısa bir darbe içerir. Çıktıdaki farklı sonuçlar, gürültünün nasıl hatalara neden olabileceğini göstermektedir. Özel tasarımımızın

5.2 Flip-Flop

Parmak arası terlikler sıralı devrelerin temel yapı taşlarıdır. *Flip-flop,* iki kararlı duruma sahip bir cihazdır: *set durumu* (1) ve *sıfırlama veya temizlenmiş durum* (0). Flip-flop, uygun girişi uygulayarak iki durumdan birine veya diğerine yerleştirilebilir. Parmak arası terliklerin yaygın bir kullanımı bir bit bilgi saklamak olduğundan, bazıları mandal terimini - flip-flop ile değiştirilebilir şekilde kullanır. N-bit numarasını tutan bir dizi örnek veya parmak arası terliğe register denir. Kapılar özel sembollere sahipken, çoğu ardışık mantık bileşeninin şematik sembolü, devre adı veya kısaltması, sinyal adları ve iddia kabarcıkları olan dikdörtgen bir kutudur. Flip-flop için, sinyal adları bir flip-flop ve türünü belirtmek için yeterli olduğundan, devre adı genellikle ihmal edilir. Dört temel parmak arası terlik türü S-R, D, T ve J-K'dir. - Bugün amatörler için en yaygın parmak arası terlikler J-K ve D-parmak arası terliklerdir; Diğerleri gerekirse bu iki çeşidi kullanarak sentezlenebilir. Tablo 8, bu dört tip parmak arası terlik için sembollerin ve doğruluk tablolarının bir özetini sunar.

TRIGGERİNG BİR FLIP-FLOP

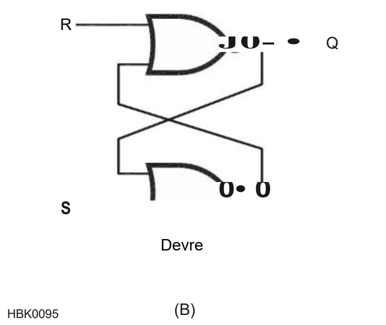
S-R (Set-reset) flip flop artık genel olarak mevcut olmasa veya kullanılmasa da, temel flip-flop işlemleri ve tetikleme hakkında bilgi sağlar. İt de nadir değildir



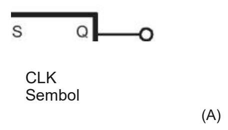
s	R	Q	a
0	0	Q	a
0	1	0	1
1	0	1	0
1	1	?	?

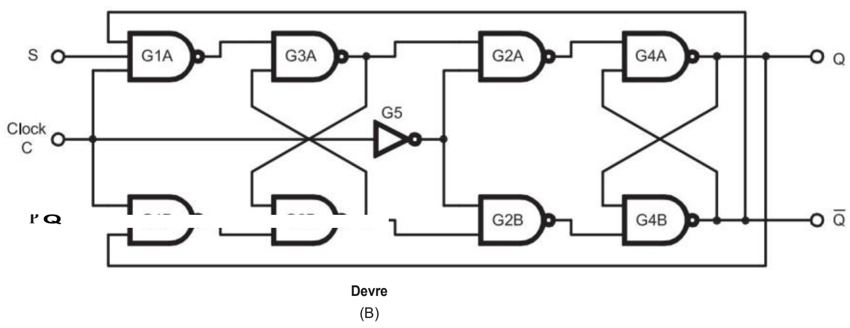
Durum tablosu

(C)



Şekil 17 - Kilitlenmemiş S-R Flip-Flop . (A) şematik sembol. (B) devre diyagramı. (C) durum tablosu veya doğruluk tablosu .

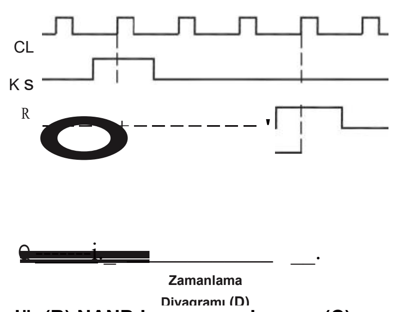




s	R	CLK	Q	a
X	X	0	q	q
0	0	1	q	q
0	1	1	0	1
1	0	1	1	0
1	1	1	?	?

HBK05_05-69

Doğruluk tablosu (C)



Şekil 18 - Master-Slave Flip-Flop. (A) mantık sembolü. (B) NAND kapısı uygulaması. (C) doğruluk tablosu. (D) zamanlama diyagramı .

Anahtar kontağı ayıklama gibi işler için kapılardan S-R parmak arası terlikler oluşturun. Şekil **17,** bir S-R flip flop sembolü ve doğruluk tablosu, NOR kapılarını kullanan bir mantık uygulaması ile birlikte gelir. Doğruluk tablosunun gösterdiği gibi, bu temel uygulama, flip-flop'u Q veya set durumuna koymak için set girişi üzerinde pozitif veya mantık 1 girişi gerektirir. Girişi çıkarın ve flip flop Q durumunda kalır, bu da flip-flop'tan beklenen şeydir. S girişi bir mantık 1 girdisi alana kadar flip-flop değişim durumu yapmaz ve sıfırlama veya Q = 0 durumuna gider .

Girişin kısa bir darbe veya bir seviye olabileceğini unutmayın; Minimum bir süre boyunca orada olduğu sürece (kullanılan kapıların yayılma gecikmesi ile belirlenir), flip-flop yanıt verecektir. Buna karşılık, Şekil **18'deki saatli S-R flipflop,** hem S hem de R girişlerinde pozitif bir seviye ve pozitif bir saat darbesi gerektirir. Saat darbesi, flip-flop'u tetiklemek için S veya R girişi ile ANDed. Bu durumda, gösterilen flip-flop bir dizi NOR kapısı ile uygulanır.

Son tetikleme yöntemi kenar tetiklemedir. Burada, Şekil 18'in zamanlama şemasında gösterildiği gibi saat darbesini kullanmak yerine, saat darbesinin sadece kenarı kullanılır. Kenar tetiklemeli flip-flop, gürültü ile ilgili bir sorunu çözmeye yardımcı olur. Kenar tetikleme, bir devrenin kendisine yanıt verdiği süreyi en aza indirir.



Temizl	Hazır	Saat	D	Q	a
0	1	X	X	0	1
1	0	X	X	1	0
0	0	X	X	1	1
1	1	_ ı	1	1	0
1	1	_ ı	0	0	1

X = 1 veya 0

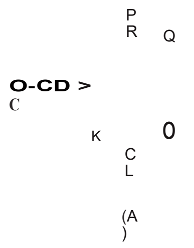
Kullanılmayan devlet

Pozitif kenar tetiklemeli D flip-flop için Doğruluk Tablosu

HBK05_05-70

(C)

Şekil 19 - (A&B) D flip-flop. (C) Pozitif kenar tetiklemeli D flip-flop için bir doğruluk tablosu.



Hazır	Temizl	J	K	C	Q	Q̄	
0	1	X	X	X	1	0	
1	0	X	X	X	0	1	
0	0	X	X	X	1	1	Kullanılmayan
1	1	0	1	L	0	1	
1	1	1	0	1, 1		0	
1	1	0	0	X	Q	Q	Unhanaed Devlet
1	1	1	1	-ı	Geçiş		

JK flip-flop doğruluk tablosu (B)

HBK05_05-71

Şekil 20 - (A) JK flip-flop. (B) JK flip-flop doğruluk tablosu .

girdiler: Bir saat darbesinin nanosaniye geçişi sırasında meydana gelen bir aksaklık olasılığı uzaktır. Kenar tetiklemenin bir yan yararı, saat periyodu başına yalnızca bir yeni çıktı üretilmesidir. Kenar tetikleme, flip-flop'un doğruluk tablosunun saat sütununda küçük bir yükselen kenar veya düşen kenar sembolü ile gösterilir. Ayrıca saat üçgeni yerine şematik sembolün içinde de görünebilir.

USTA/KÖLE FLİP-FLOP

Şimdiye kadar gösterilen basit flipflop ile ilgili önemli bir sorun, ne zaman geçerli bir çıktı olduğu sorusudur. Bir flip-flop'un durumu değiştirmesine neden olan girdi aldığını varsayalım; Aynı zamanda bu flip-flop'un çıktısı başka bir mantık elemanını kontrol etmek için örnekleniyor. Burada, çıktının değiştiği gibi örneklenmesinin gerçek bir riski vardır ve bu nedenle çıktının geçerliliği tartışmalıdır.

Bu soruna bir çözüm, çıktılarını değiştirmeden önce girdilerini örnekleyen ve depolayan bir devredir. Böyle bir devre, iki flip-flopun seri olarak yerleştirilmesiyle inşa edilir; Her iki flip-flop da ortak bir saat tarafından tetiklenir, ancak ikinci flip-flop'un saat girişindeki bir invertör, yalnızca ilk flip-flop iddia edilmediğinde iddia edilmesine

İlk veya ana flip-flop, yalnızca saat yüksek olduğunda, girişleri örneklemek ve depolamak için değişebilir. İkinci veya köle flip-flop, girişini ustadan alır ve saat düşük olduğunda değişir. Bu nedenle, saat **1 olduğunda,** girdi örneklenir; Sonra saat O olduğunda, çıktı üretilir. Şematik sembolün saat girişinde, saat **düşük olduğunda çıktının göründüğünü hatırlatan bir kabarcık görünebileceğini unutmayın**. Bu, TTLstyle J-K parmak arası terlikler için gelenekseldir, ancak CMOS cihazları için farklı olabilir.

Master/slave yöntemi, giriş değişikliklerinden çıkış değişikliklerini izole eder ve seri beslemeli devrelerin problemini ortadan kaldırır. Ayrıca, saat periyodu başına yalnızca bir yeni çıktı sağlar, çünkü köle flip-flop yalnızca tek örneklenmiş girişe yanıt verir. Bununla birlikte, bir sorun hala ortaya çıkabilir, çünkü ana flip-flop iddia edilirken birden fazla kez değişebilir; Böylece, ustanın yanlış zamanda örnekleme potansiyeli vardır. Ayrıca, flip-flop'un gürültüden etkilenme potansiyeli de vardır.

NAND kapılarından sentezlenen bir master-slave, S-Rclock girişi flip-flop, Şekil 18B, mantık sembolü olan Şekil 18A. Mantık sembollerinden, çıktının negatif giden bir saat kenarında değiştiğini söyleyebilirsiniz.

G 3A ve G 3 B ana set-rest flipflop ve G4A ve G4B köle flip flop oluşturur. Giriş sinyalleri S ve R, G lA ve G lB kapılarından saatin pozitif gidiş kenarı tarafından kontrol edilir. G2A ve G2B, köle flip-flop'a girişleri kontrol eder; Bu girişler master flip-flop'un çıkışlarıdır. Not GS saati tersine çevirir; Böylece, pozitivegoing - kenarı yeni verileri ana flip-flop'a yerleştirirken, saatin diğer kenarı ustanın çıktısını aşağıdaki negatif saat kenarındaki köleye aktarır.

D FLIP-FLOP

Bir D (veri) flip-flop olduğunda, flip-flop etkinleştirildiğinde veri girişi çıkışlara aktarılır. D girişindeki mantık seviyesi, saat pozitif olduğunda Q'ya aktarılır; Q çıkışı bir sonraki pozitif saat darbesine kadar bu mantık seviyesini korur (bkz **Şekil 19). Hakikat** tablosu bu operasyonu özetler. İf D = **1 bir** sonraki saat nabzı Q = 1 yapar. İfD = 0, bir sonraki saat darbesi Q = 0 yapar. Bir D flip-flop, bir bit bilgi depolamak için kullanışlıdır. D flip-flop koleksiyonu bir kayıt oluşturur.

J-K FLIP-FLOP

Şekil 20A'da şematik olarak gösterilen J-K flip-flop, beş girişe sahiptir. Gösterilen birim hem pozitif aktif girişleri (J ve K girişleri) hem de negatif aktif girişleri kullanır (C veya saat, PR veya ön ayar ve CL veya açık girişlerdeki kabarcıklara dikkat edin). Bu girişlerle hemen hemen diğer herhangi bir tür offlip-flop sentezlenebilir.

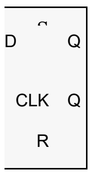
Şekil 20B'in doğruluk tablosu bir açıklama sağlar. Satır **1 ve 2,** önceden ayarlanmış ve açık girişleri ve bunların kullanımını gösterir. Bunlar aktif düşüktür, yani bir (ve sadece bir) mantık 0'a gittiğinde, flip-flop, bir S-R veya set-reset flip-flop gibi tepki verir. PR'yi bir mantık 0 yapın ve CL'ye bir mantık 1 bırakın ve flip-flop Q = 1 durumuna (satır 1) girer. Tersini yapın (satır 2) - PR = **1, CL = 0 ve** flip-flop bir Q '= 1 durumuna geçer. Bu iki girdi kullanıldığında, J, K ve Care X olarak işaretlenir veya umursamaz, çünkü PR ve CL girişleri bunları geçersiz kılar. Hat 3, R-S flip-flop'un kullanılmayan durumuna karşılık gelir.

Satır 5, J = 1 ve **K** = 0 ise, bir sonraki saatin yüksekten düşük setlere Q = 1 ve Q '= 0 olduğunu gösterir. Alternatif olarak, 4. çizgi J = 0 ve **K =** 1 kümelerini Q = 0 ve Q '= 1 olarak gösterir. Bu nedenle, J'ye bir sinyal uygulanırsa ve ters çevrilmiş sinyal K'ya gönderilirse, **J-K** flip-flop, girişini yankılayan bir D flip-flop'u taklit eder.

J-Kflip-flop'un en benzersiz özelliği satır 7'dir. Hem J hem de Kare al'a bağlanırsa, her saat 1'den O'ya geçiş, flop-flop'u çevirir veya değiştirir. Bu nedenle, J-Kflip-flop, bir dalgalanma sayacında olduğu gibi bir T flip-flop olarak kullanılabilir (aşağıdaki **Sayaçlar** bölümüne bakın.)

Tablo 8

D Flip-Flop		
Q (t)	Q (t + 1)	D
0	0	0
0	1	1
1	0	0
1	1	1



Q (t)	Q (t + 1)	S	R
0	0	0	X
0		1	0
	0	0	1
		X	0

HBK0920

Q

T Flip-Flop		
Q (t)	Q (t + 1)	D
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0

JK Flip-Flop			
Q (t)	Q (t + 1)	S	R
0	0	0	X

S

Q

J

5.3 Flip-Flops COUNTERS

Grupları

Sayaç yapmak için parmak arası terlik grupları birleştirilebilir. Sezgisel olarak, bir sayaç O durumunda başlayan ve 1, 2, 3 durumlarından m'ye kadar dizilen bir devredir, burada m mevcut maksimum durum sayısıdır. M durumundan sonraki durum sayacı 0'a döndürür. Bu, en yaygın sayacı tanımlar: *o zaman-bit ikili sayacı, n* çıkışları 2n = m durumlarına karşılık gelir. Böyle bir sayaç Şekil **21'de gösterildiği gibi n flip- floptan yapılabilir. Bu şekil** eşzamanlılık türlerinin her biri için uygulamaları gösterir. Her iki devre de veri sayımını bir aşamadan diğerine geçirir. Asenkron sayaç, Şekil 21 A'da, saat de sahneden sahneye geçirilir ve devre *ripple* veya *ripple-carry olarak adlandırılır.*

J-K flip-flop gerçeği tablosu, PR (Preset) ve CL (Clear) ile hem pozitif hem de bu nedenle işlemi etkilemediğini, J ve **K bir** mantık 1 bağlıysa flipflop'un geçiş yapacağını göstermektedir. Şekil 2 lA: İlk aşamanın **J ve K girişleri** kalıcı olarak bir mantık 1'e bağlıdır ve sonraki her aşamanın J ve K girişleri işlem aşamasının Q'suna bağlıdır. Bu, doğrudan bir dalgalanma sayacı uygulaması sağlar.

Tasarım asenkron sayaç biraz daha ilgili. İt, belirli bir sayı için, tüm aşamalar değişirken bir sonraki aşamayı aynı saat kenarında değiştirecek koşulların belirlenmesinden oluşur.

Bunu göstermek için, Şekil 21'in ikili sayma tablosuna dikkat edin. Sağ sütun sayacın en alt aşamasını temsil eder. İt, her satırda 1 ile O arasında değişir. Böylece, ilk aşamada J ve K girişleri mantık 1'e bağlanır. Bu, sayma tablosunun gerektirdiği değişimi sağlar.

Sayacın orta sütunu veya ikinci aşaması, alt aşama 1 (C, E ve G satırları) olduktan hemen sonra durum değiştirir. Bu nedenle, en düşük aşamanın Q çıkışı ikinci aşamanın J ve K girişlerine bağlıysa, en düşük aşamanın çıkışı 1 olduğunda, ikinci aşama bir sonraki saat darbesinde geçiş yapar.

Son olarak, üçüncü sütun (üçüncü aşama) hem ilk aşama hem de ikinci aşama hem ls (D satırı) olduğunda geçiş yapar. Böylece VE ilk iki aşamanın Q çıkışlarını ve daha sonra üçüncü aşamanın J ve K girişlerine bağlayarak, ilk iki aşama 1 s olduğunda üçüncü aşama geçecektir.

Senkron sayaçların kablolamasını belirlemek için resmi yöntemler vardır. Yukarıdaki çizim, bu türden bir sayaç tasarlamak için kullanılabilecek manuel bir yöntemdir. Senkron sayacın avantajı, herhangi bir anda, saat darbesi geçişi dışında, tüm karşı aşama çıkışlarının *doğru olması* ve flip flop'lardan yayılma nedeniyle gecikmenin bir sorun olmamasıdır.

Senkron sayacı, Şekil 21B, her aşama ortak bir saat sinyali tarafından kontrol edilir.

Bu ilk sayaç örneğinde çok sayıda varyasyon vardır. Çoğu sayıcının sayımı 0'a kadar temizleme yeteneği vardır. Bazı sayaçlar ayrıca istenen sayıma önceden ayarlanabilir. Açık ve önceden ayarlanmış kontrol girişleri genellikle eşzamansızdır - saat kullanılmadan çıkış durumunu değiştirirler. Sayaçlar yukarı (artış) veya aşağı (azalma) sayabilir. Her iki yönde de saymak için yukarı/aşağı sayaçlar kontrol edilebilir. Sayaçların standart sayılar dışında dizileri olabilir, örneğin bir BCD sayacı.

Sayaçlar ayrıca her saat döngüsünde durumu değiştirmekle sınırlı değildir. Bir n-bit sayacı

Bu durum sadece m saat darbeleri bir *bölücü* veya *m bölmek* sayacı denir sonra değiştirir. Hala 20 = m durumu vardır; Bununla birlikte, p saat darbelerinden sonraki çıkış şimdi p *İm'dir.* Farklı bölmeli m sayaçlarını birleştirmek, neredeyse istenen herhangi bir sayıma neden olabilir. Örneğin, bir taban 12 sayacı bir bölü 2 ve bir bölü 6 sayacından yapılabilir; Bir temel 10 (on yıl) sayacı, bir bölme-2 ve bir BCD bölme-5 sayacından oluşur .

Bu sayaçların çıktıları ikilidir. Ondalık formda çıktı üretmek için, bir sayacın çıkışı bir ikili-todecimal dekoder çipine ve/veya bir LED ekrana sağlanacaktır.

REGİSTERS

Parmak arası terlik grupları, genellikle D parmak arası terliklerle uygulanan kayıtlar yapmak için birleştirilebilir. Bir *kayıt,* n bit bilgiyi depolar ve bu bilgiyi bir saat darbesine yanıt olarak verir. Kayıtlar genellikle asenkron olarak 1 olarak ayarlanır ve O yeteneklerine temizlenir .

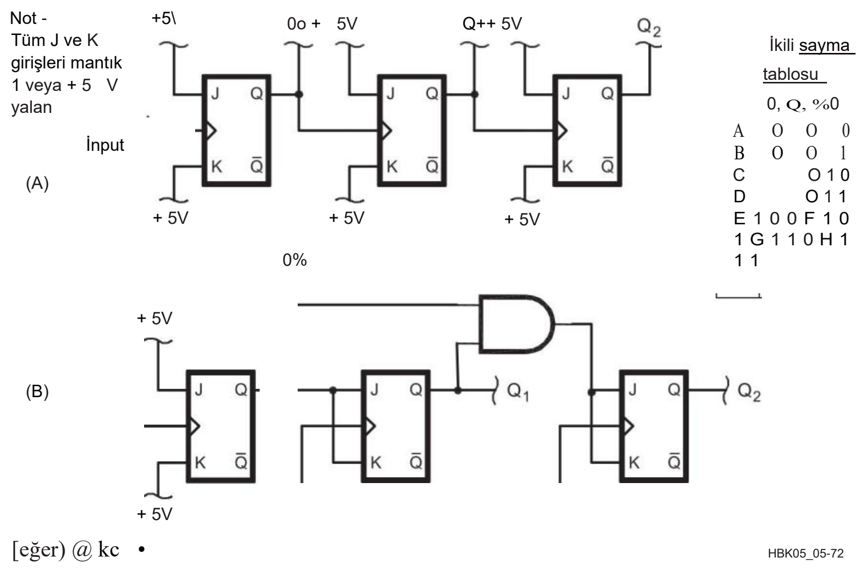
Depolama kaydı

Bir depolama kaydı, geçici bilgileri, örneğin gelen bilgileri veya ara sonuçları depolar. Boyut, bir bilgisayar tarafından işlenen temel bilgi boyutu ile ilgilidir: 8 bit veya *bayt kaydı için 8 flip-flop* veya bir *kelime kaydı için 16 bit.* ***Şekil* 22,** 8 bitlik bir depolama kaydı için tipik bir devre ve şematik sembolleri göstermektedir.

Shift Kaydı

Shift kayıtları ayrıca bilgileri depolar ve bir saat sinyaline yanıt olarak sağlarlar, ancak bilgilerini farklı şekilde ele alırlar: Bir saat darbesi meydana geldiğinde, her bir flip-flop sonucunu çıkışa iletmek yerine, flip-floplar verilerini birbirlerine aktarır, yukarı ve aşağı satır. Örneğin, yukarı modunda, her flip-flop önceki flip-flop çıktısını alır. Sol kaydırıcıda flip-flop DO ile başlayan bir veri biti, kayıttan çıkana kadar D1'e, sonra D2'ye ve benzerlerine taşınır. İf a O, en az anlamlı bit olan DO'ya girdi, her saat darbesinde, son veri biti kaydırıldığında, kayıt tüm Os'ları içerir.

Vardiya kayıtları sol değiştiriciler, sağ değiştiriciler olabilir veya her iki yönde de kayması kontrol edilebilir. En genel form olan *evrensel bir kaydırma kaydı,* dört durum için iki kontrol girişine sahiptir:
Basılı tutun, Sağa kaydır, Sola kaydır ve Yükle. Çoğu ayrıca önceden ayarlanmış, net ve paralel yük için asenkron girişlere sahiptir. Vardiya kayıt birincil kullanımı seri veya tersi paralel bilgi dönüştürmektir. Bir vardiya kaydı için ek kullanımlar, verileri geciktirmek veya senkronize etmek ve bir sayıyı bir faktör 21 ile çarpmak veya bölmektir. Kayıt kontrol girişlerinin Tutma özelliğinden yararlanarak veriler geciktirilebilir. Vardiya kayıtlarıyla çarpma ve bölme en iyi örnekle açıklanabilir: 4 bitlik bir vardiya kaydının şu anda 1000 = 8 değerine sahip olduğunu varsayalım. Doğru bir değişim



Şekil 21 - J-K flip-flop kullanarak üç bitlik ikili sayaç: (A) asenkron veya dalgalanma, (B) senkron.

Yeni paralel çıktıda sonuçlar 0100 = 4 = 8/2. İkinci bir sağ kayma sonucu 0010 = 2 = (8/2)/2 olur. Birlikte 2 sağ vardiya 2 ile bir bölme gerçekleştirdi. Genel olarak, sağa n kere kaydırmak 20'ye bölmeye eşittir. Benzer şekilde, sola kayma 20 ile çarpılır. Bu, derleyici yazarlarının bir bilgisayar programının daha hızlı çalışmasını sağlamak için yararlı olabilir.

5.4 Multivibratörler

Multivibratörler, üç çeşidi olan genel bir devre türüdür: bükülebilir, monostabl ve hayret verici. Tek gerçek dijital multivibratör, iki kararlı duruma sahip olan bükülebilir. Flipflop, *bükülebilir bir multivibratördür: iki* durumunun her ikisi de stabildir; Bir kararlı durumdan diğerine harici bir sinyal ile tetiklenebilir. Diğer iki multivibratör çeşidi kısmen analog devreler ve kısmen dijitaldir. Çıkışları bir veya daha fazla darbe olsa da, dahili işlem kesinlikle analogdur.

MONOSTABLE MULTİVIBRATOR

Monostable veya tek seferlik bir multivibratör, geri bildiriminde bir enerji depolama elemanına sahiptir

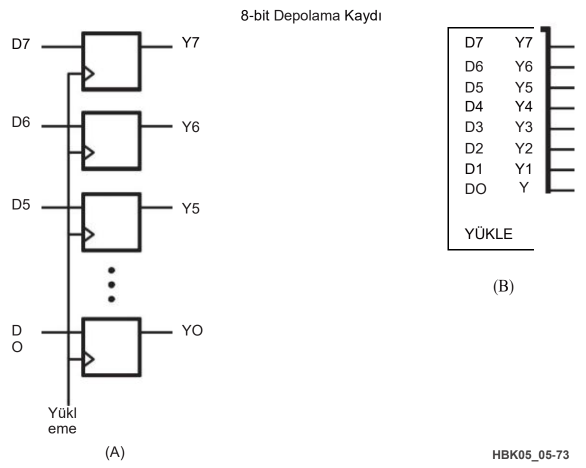
Yollar, bir kararlı ve bir quasistable durum ile sonuçlanır. İt, yarı kararlı durumuna değiştirilebilir veya tetiklenebilir; Daha sonra bir zaman gecikmesinden sonra kararlı duruma döner. Böylece, tetiklendiğinde, tek atışlı çoklu vibratör bir süre boyunca bir darbe çıkarır, T.

Bir sinyal darbesinin hassas olmayan üretimi için kullanılan çok yaygın bir entegre devre, 555 zamanlayıcı İC'dir. **Şekil 23,** tek atışlı bir multivibratör olarak bağlı bir 555'i göstermektedir. Tek atış, tetikleyici giriş ve zemin arasında negatif giden bir darbe ile etkinleştirilir. Tetik darbesi çıkışın (Q) pozitif olmasına ve kapasitör C'nin direnç R üzerinden şarj olmasına neden olur. C boyunca voltaj V cc'nin üçte ikisine ulaştığında, kapasitör hızla toprağa boşaltılır ve çıkış 0'a döner. Çıktı, tarafından belirlenen bir süre için mantık 1'de kalır

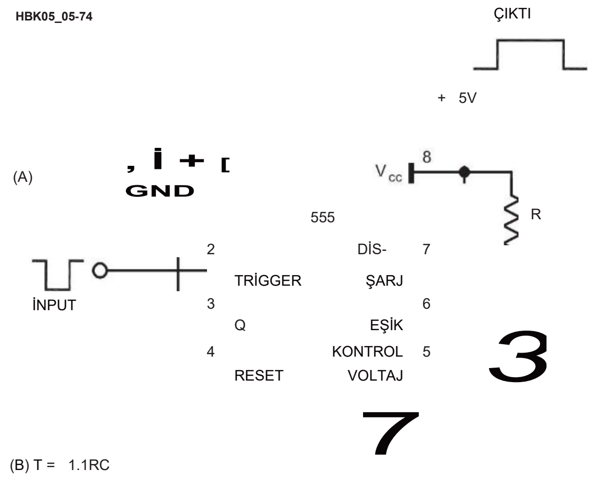
$$T = 1.1 \quad RC$$

nerede:
R = ohm cinsinden direnç ve
C = farad cinsinden
kapasitans.

Bu devrenin çok yaygın, ancak yine de hassas olmayan bir uygulaması, gecikmeli bir darbenin üretilmesidir. 50 µs darbe üretmek için bir gereklilik varsa, ancak bir tetikleyiciden 20 ms gecikmeli olarak iki 555 kullanılabilir. Üstün bir multivibratör olarak yapılandırılan ilk 555, -20 ms'lik darbeyi üretir ve 20 ms'lik darbenin arka kenarı, tum'da 10 µs darbesini üreten ikinci bir 555'i tetiklemek için kullanılır. 5 5 5 zamanlayıcı ve ilgili devreler hakkında daha fazla bilgi için Devreler ve Bileşenler bölümüne bakın.



Şekil 22 - Sekiz bitlik bir depolama kaydı: (A) devre ve (B) şematik sembol.



Şekil 23 - (A) Monostable multivibratör olarak bağlı 555 zamanlayıcı. (B) T'nin saniye cinsinden darbe süresi, R'nin ohm ve C'nin farad cinsinden olduğu değerleri hesaplamak için denklem.

ASTABLE MULTİVIBRATOR

Astable veya serbest çalışan bir multivibratör, geri besleme yollarında iki enerji depolama elemanına sahiptir ve bu da iki yarı kararlı duruma neden olur. İt sürekli dış uyarma olmadan bu iki durum arasında geçiş yapar. Böylece, şaşkın multivibratör bir dizi darbe çıkarır. Devre bileşenlerini uygun şekilde seçerek, bu darbeler istenen frekans ve genişlikte olabilir.

Şekil 24, astable bir multivibratör olarak bağlı bir 555 zamanlayıcı İC'yi göstermektedir. Kapasitör C, Rl ve R2 aracılığıyla üçte iki V cc'ye şarj olur ve R2 aracılığıyla üçte bir V cc'ye deşarj olur. Rl: R2 oranı, darbenin iddia edilen yüksek görev döngüsünü ayarlar: 'UiGH/' PERİOD Çıkış frekansı şu şekilde belirlenir:

$$f = \frac{1}{(Rl + 2\,R2)\,C}$$

nerede:

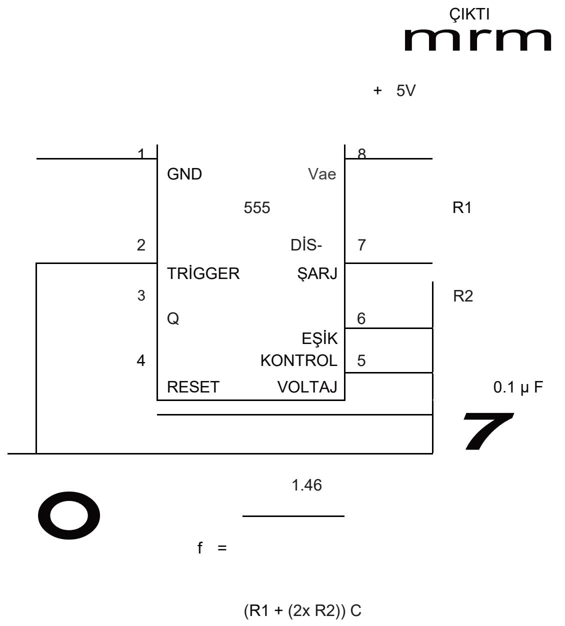
Rl ve R2 ohm, C farad

ve

F hertz içinde.

Rl ve R2 dirençleri için üretim toleransı nedeniyle %50 görev döngüsü üretmek zor olabilir. %50'lik bir görev döngüsünü sağlamanın bir yolu, astable multivibratörü - 2f'de çalıştırmak ve daha sonra bir geçiş flip-flop ile 2'ye bölmektir.

Astable multivibratörler ve özellikle 555 entegre devresi çok sık



Şekil 24 - (A) Bir astable multivibrator olarak bağlı bir 555 zamanlayıcı. (B) Faradlarda R1, R2 ve C değerlerini hesaplamak için denklemler, burada f Hertz'deki saat frekansıdır.

Saat darbeleri üretmek için kullanılır. Bu çok ucuz ve minimum donanım yaklaşımı olmasına rağmen, ceza sıcaklık ile stabilitedir. Frekans ve nabız beri

Boyutlar dirençler ve kapasitörler tarafından ayarlanır, sıcaklık ile sürüklenir ve bir dereceye kadar bileşenlerin yaşlanması zamanla değişikliklere neden olur. Bu, L-C kontrollü VFO'ların tasarımcılarının karşılaştığı problemden farklı değildir.

6 Dijital Entegre Devreler

Entegre devreler (İC'ler) dijital mantık cihazlarının temel taşıdır. Modem - teknolojisi, elektroniklerin boyut olarak daha küçük ve daha az ve daha az pahalı olmasını sağlamıştır. Günümüzün karmaşık dijital ekipmanlarının çoğunun ayrık transistörler ve ayrık bileşenlerle inşa edilmesi imkansız olacaktır.

Bir İC, tek bir ünite olarak üretilen bileşenlerin ve iletkenlerin minyatür bir elektronik modülüdür. Tek gördüğünüz seramik veya siyah plastik bir paket ve dışarı çıkan gümüş renkli pimler. Paket, genellikle silikon, bir kapı, flip-flop veya kod çözücü gibi mantık işlevlerini yerine getirmek için bir elektrik akımı yürütecek şekilde oluşturulmuş (imal edilmiş) bir malzemedir.

Her nesil İC bir öncekini aştığı için, buna göre sınıflandırıldılar.

Tek bir çipteki kapı sayısına bağlı. Bu sınıflandırmalar kabaca şöyle tanımlanır:

Küçük ölçekli entegrasyon (SSI):
Bir çip üzerinde 10 veya daha az kapı.

Orta ölçekli entegrasyon (MSI):
10-100 kapı.

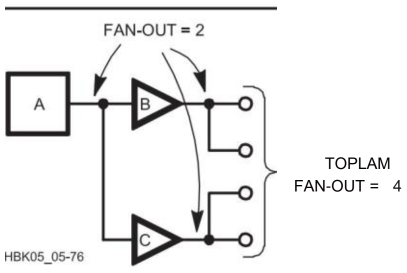
Büyük ölçekli entegrasyon
(LSI): 100-1000 kapı.

Çok büyük ölçekli entegrasyon
(VLSI): 1000 veya daha fazla kapı.

SSI ve MSI mantık yongaları, çok basit görevleri yerine getirmek için devreler oluşturmak için hala yararlı olsa da, bunların programlanabilir mantık dizileri ve mikrodenetleyiciler ile birlikte veya tamamen değiştirildiğini görmek daha yaygındır. Birçok durumda, "tutkal mantığı'olarak adlandırılan daha küçük mantık devrelerini göreceksiniz.

6.1 Mantık Ailelerinin Karşılaştırılması

Bir devre için cihaz seçerken, bir tasarımcı birçok aile ve mantığın alt aileleri arasında seçim yapmakla karşı karşıyadır. Hangi mantık alt ailesinin belirli bir uygulama için doğru olduğunun belirlenmesi, arzu edilen birkaç özelliğe dayanır: mantık hızı, güç tüketimi, fan çıkışı, gürültü bağışıklığı ve maliyet. Pratik açıdan bakıldığında, bugün mevcut ve ortak kullanımda olan birincil İC aileleri CMOS'tur ve TTL uzak bir ikinci sıradadır. Bu aileler içinde, özellikle hız ve güç tüketimi alanlarında, bireysel devre yetenekleri ile ilgili yapılabilecek takaslar vardır. En mantolama koşulları dışında, normal ticari sınıf sıcaklık derecesi amatör için yapacaktır



Şekil 25 - Fan çıkışını artırmak için kullanılan yönlendirmeyen tamponlar: A Kapısı (fan çıkışı = 2), her biri 2 fan çıkışı olan B ve C olmak üzere iki tampona bağlanır. Sonuç tamamen fanout

hizmet.

FAN-OUT

Fan-out, 7400, 74LS veya 74S gibi TTL mantık aileleriyle çalışırken aşina olmanız gereken bir terimdir. Bir kapı çıkışı sadece sınırlı miktarda akım sağlayabilir. Bu nedenle, tek bir çıkış sadece sınırlı sayıda inputs sürebilir. Sürüş yeteneğinin ölçüsü fan çıkışı olarak adlandırılır, tek bir çıkış tarafından sürülebilen girdi sayısı (aynı alt ailenin) olarak ifade edilir. Aksi takdirde arzu edilen bir mantık ailesi yeterli fan çıkışına sahip değilse, **Şekil 25'te gösterildiği gibi fan çıkışını artırmak için yönlendirmeyen arabellekler kullanmayı düşünün.**

Başka bir yaklaşım, bir CMOS mantık ailesi kullanmaktır. Bu aileler tipik olarak 20 ila 25 mA kaynak veya batan çıkış sürücülerine ve mikroamper aralığında giriş akımı sızıntısına sahiptir. Bu nedenle, bu cihazları kullanırken fan çıkışı nadiren bir sorundur.

NOISE İMMUNITY

Gürültü marjı Şekil'de gösterilmiştir
2.İkili durumlar için voltaj seviyelerinin seçimi gürültü marjını belirler. Eğer boşluk çok küçükse, sahte bir sinyal kolayca yanlış durumu üretebilir. Bununla birlikte, çok büyük bir boşluk daha uzun, daha yavaş geçişler üretir ve böylece anahtarlama hızlarını azaltır.

Devre empedansı, özellikle gürültü radyo vericileri gibi harici kaynaklardan geliyorsa, gürültü bağışıklığında da rol oynar. Düşük empedanslarda, belirli bir voltaj seviyesini değiştirmek için daha yüksek empedanslardan daha fazla enerjiye ihtiyaç vardır.

6.2 Bipolar mantık aileleri

Dijital mantık İC'lerinin iki geniş kategorisi *bipolar* ve *metal oksit yarı iletkendir (*MOS). Her türü üretmek için çok sayıda üretim tekniği geliştirilmiştir. Hayatta kalan, ticari olarak temin edilebilen her ailenin kendine özgü avantajları ve dezavantajları vardır ve pazarda kendi özel nişini bulmuştur. Ancak tasarımcı, - bazen bu nişin basitçe

Eski ürünlerin bakımı devam ediyor. Oldukça eski ve genellikle yeni tasarımlar için uygun olmayan makul fiyatlar için hala çok eski mantık aileleri mevcuttur.

Bipolar yarı iletken İ C'ler genellikle NPN bağlantı transistörlerini kullanır. (Bipolar İ C'ler PNP transistörleri kullanılarak üretilebilir, ancak NPN transistörleri daha hızlı devreler yapar.) Erken bipolar mantık MOS mantığından daha hızlı ve daha yüksek güç tüketimine sahipken, üretim teknolojisi geliştikçe hız farkı büyük ölçüde ortadan kalktı.

Bipolar mantık cihazlarının birkaç ailesi vardır ve bu ailelerin bazılarında alt aileler vardır. En çok kullanılan bipolar mantık ailesi transistör-transistör mantığıdır (TTL). Başka bir bipolar mantık ailesi olan Emitter Coupled Logic (ECL), son derece yüksek hıza ancak yüksek güç tüketimine sahiptir.

TRANSİSTOR-TRANSİSTOR LOGİC (TTL)

TTL ailesi 1960'larda, 1970'lerde ve 1980'lerde yaygın bir kabul gördü çünkü erken MOS ve CMOS mantığına kıyasla hızlıydı ve iyi gürültü bağışıklığına sahipti. Birkaç on yıl boyunca en çok kullanılan mantık ailesi idi. TTL mantığı günümüzde yeni tasarımlar için yaygın olarak kullanılmasa da, TTL yongaları için tasarlanan cihaz numaralandırma sistemi daha yeni teknolojiler için günümüze kadar gelmiştir. Ayrıca sık sık TTL, özellikle daha sonra düşük güç, daha yüksek hız TTL alt ailelerini, kullanabileceğiniz ve onarabileceğiniz çeşitli ekipmanlarda göreceksiniz.

TTL Alt Aileler

Orijinal standart TTL, önceki diyot-transistör mantığı (DTL) ve direnç-transistör mantığı (RTL) üzerinde büyük bir gelişme olan bipolar transistörler ve "totem-kutup" çıkışlarını kullandı (bkz Şekil 26A ve B). Yine de, TTL mantığı boşta bile oldukça fazla güç tüketiyordu ve bunun nasıl olacağı konusunda sınırlar vardı.

Birçok girdi tek bir çıkış tarafından yönlendirilebilir. Daha sonraki sürümler, anahtarlama hızını büyük ölçüde artırmak için Schottky diyotları kullandı ve azaltılmış güç gereksinimleri getirildi.

TTL İC tanımlama numaraları 54 veya 7 ile başlar 54 öneki, -55 ila 125 ° C arasında genişletilmiş bir askeri sıcaklık aralığını, 74 ise 0 ila 70 ° C arasında bir ticari sıcaklık aralığını belirtir. TTL cihaz numarasının ortasındaki sonraki harfler TTL alt ailesini gösterir. Alt aile tanımının ardından 2, 3 veya 4 haneli bir cihaz tanımlama numarası gelir. Örneğin, 7400 standart bir TTL NAND kapısı ve 7 4LS00 düşük güçlü bir Schottky NAND kapısıdır (NAND kapısı, TTL çipidir). TTL alt ailelerinin kısmi bir listesi şunları içerir :

	74xx	Standart TTL
H	74Hxx	Yüksek hızlı
L	74Lxx	Düşük güç
S	74Sxx	Schottky
F	74Fxx	Fairchild gelişmiş
		Schottky Düşük güç
LS 74LSxx AS		Schottky Gelişmiş
74ASxx ALS		Schottky Gelişmiş
74ALSxx		Düşük güçlü Schottky

Her alt aile, hız ve güç tüketimi arasında bir uzlaşmadır. **Tablo 5.9** bu özelliklerden bazılarını göstermektedir. Hız-güç ürünü yaklaşık olarak sabit olduğundan, daha az güç tüketimi genellikle daha düşük hız ile sonuçlanır ve bunun tersi de geçerlidir. Gelişmiş düşük güçlü Schottky cihazları (ALS, F) hem daha yüksek hız hem de daha düşük güç tüketimi sunar. Tarihsel olarak, hız-versuspower ticaretine ek bir husus, maliyet ticareti olmuştur. Amatör için, bu neredeyse bir zamanlar olduğu gibi bir faktör değildir, çünkü bileşen maliyetleri daha yeni, daha hızlı, daha düşük güçlü parçalar için nispeten düşüktür.

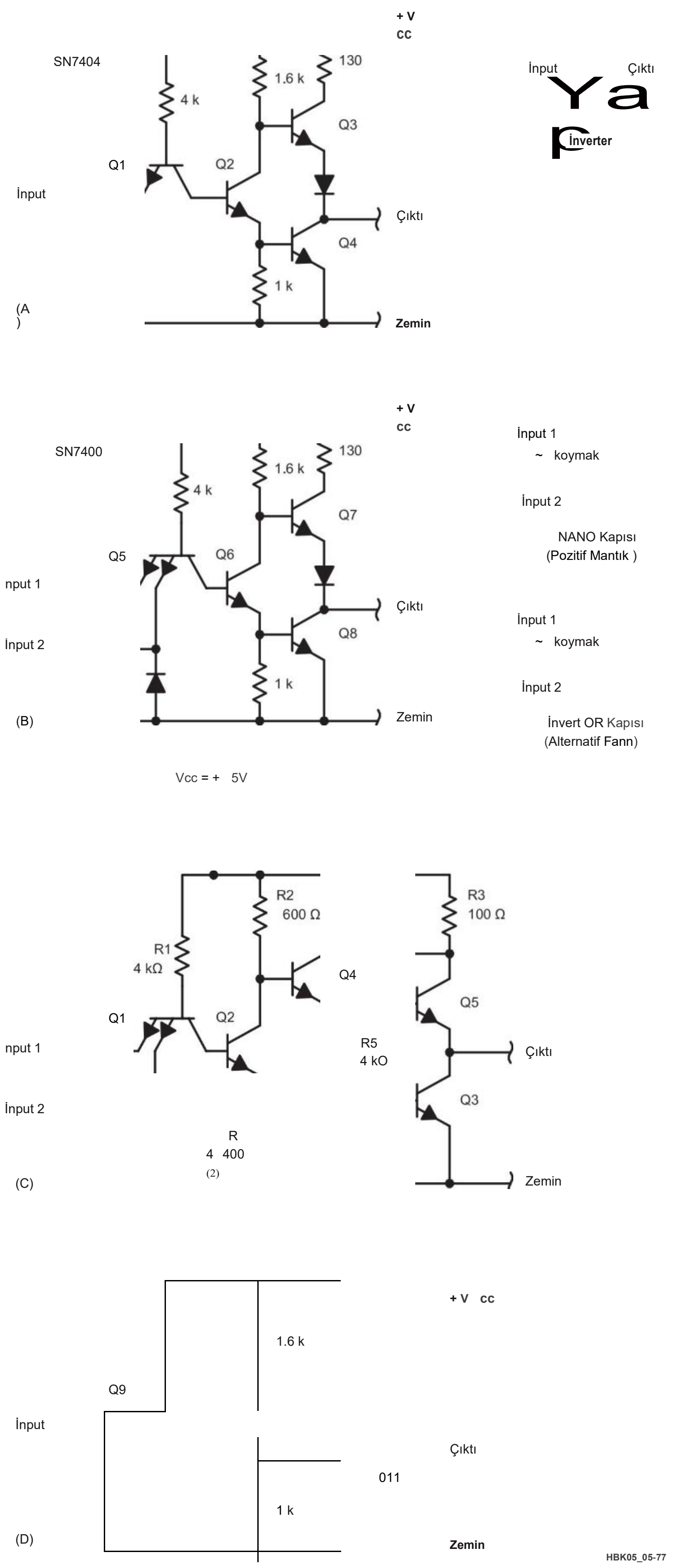
Bir TTL kapısı durum değiştirdiğinde, çektiği akım miktarı hızla değişir. Akımdaki bu değişiklikler, anahtarlama tran-

Tablo 9
TTL ve CMOS Alt Aile Performans Özellikleri

TTL Aile	*Yayılma Gecikmesi (ns)*	*Kapı Başına Güç Tüketimi (mW)* 10	*Hız Güç Ürünü (pico-joules)*
		1	90
Standardı	9	22	33
L	33	20	132 60
H	6	8.5	25.5
S	3	2 20	18
F	3	1.3	32
LS	9		6.5
AS	1.6		
ALS	5		

CMOS *Ailesiyle Çalışma*

5 < *Vac* < 5.5 *V*		*f = 100 kHz*	*f = 1 MHz*	*f = 10 MHz*	*f = 100 kHz*	*f = 1 MHz*	*f = 10*
HC	18	0.0625	0.6025	6.0025	1.1	10.8	108
HCT	18	0.0625	0.6025	6.0025	1.1	10.8	108
AC	5.25	0.080	0.755	7.505	0.4	3.9	39
ACT	75	0.080	0.755	7.505	0.4	3.6	36



Sients, güç kaynağı hattında görünür ve diğer cihazların yanlış tetiklenmesine neden olabilir. Bu nedenle, güç otobüsü yeterince ayrıştırılmalıdır. TTL devrelerinin uygun şekilde ayrıştırılması için, cihaz anahtarlama ve manyetik kuplajın neden olduğu geçici akımları en aza indirmek için her cihazın yakınında V cc'den toprağa 0.01 ila 0.1 µF kapasitör bağlayın. Bu kapasitörler düşük endüktanslı, yüksek frekanslı RF kapasitörler olmalıdır (seramik kapasitörler tercih edilir). Ek olarak, toplam Vcc veri yolu hattının sürekli değişen İce gereksinimlerini karşılamak için V cc'den tahtanın bir yerine toprağa büyük değerli (50 ila 100 µF) bir kapasitör bağlanmalıdır. Bunlar genellikle düşük endüktanslı tantal kapasitörlerdir.

Darlington ve Açık Toplayıcı Çıkışları

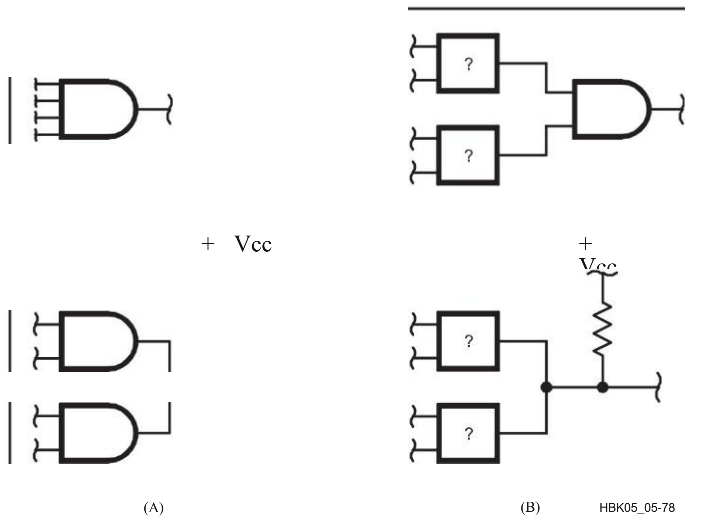
Şekil 26C ve D, totem-kutup konfigürasyonundan farklılıklar göstermektedir. Bunlar sırasıyla Darlington transistör çifti ve açık toplayıcı konfigürasyonudur.

Darlington çifti konfigürasyonu, tek transistör Q4'ü iki transistör, Q4 ve *QS ile değiştirir. Etki,* yüksek devlette daha fazla akım kaynağı sağlama yeteneği sağlamaktır. Bunun iki faydası vardır: **(1)** yükselme süresi azalır ve (2) fan çıkışı artar.

Hem totem-kutup hem de Darlington konfigürasyonlarındaki çıkıştaki transistör (ler) aktif pull-up sağlar. Transistör (ler) i atlamak ve pasif pull-up için harici bir direnç sağlamak açık kollektör konfigürasyonunu verir. Bu yapılandırma, ne yazık ki, nispeten büyük bir dış direnç kullanılması gerektiğinden, yavaşlama süresine neden olur. Bununla birlikte, teknik bazı çok kullanışlı uygulamalara sahiptir: diğer cihazları sürmek, kablolu mantık yapmak, mantık cihazları arasında otobüs ve arabirim yapmak .

Bir 5-V kaynağı dışında ihtiyaç duyulan cihazlar, cihazı harici direnç yerine koyarak açık kolektör çıkışı ile çalıştırılabilir. Örnek cihazlar arasında LED'ler, röleler ve solenoidler bulunur. Röle bobinleri ve solenoidler gibi induktif cihazlar, bobin boyunca bir koruma diyotuna ihtiyaç duyar. Bu tür uygulamalarda açık kolektör çıktılarının mevcut derecelendirmelerine dikkat etmelisiniz. Bazı röleleri veya diğer yüksek akım yüklerini çalıştırmak için bir anahtarlama transistörüne ihtiyacınız

Şekil 26 - Örnek TTL devreleri ve eşdeğer mantık sembolleri: (A) bir invertör ve (B) bir NAND kapısı, her ikisi de totem-kutup çıkışları ile. (C) Darlington çıkışlı bir NAND kapısı. (D) Bir NAND kapısı Açık toplayıcı çıkışıyla. (Sendikasyon direnç değerleri tipiktir. Transistörlerin İdentification sadece metin referans içindir. Bunlar ayrık bileşenler değil, silikon kalıbın parçalarıdır.)



Şekil 27 - Çıktılar İki - opencollector-çıkış VE kapısının Birlikte kısa devre (tel ANDed) bir çıkış üretmek için 4 girişli VE kapısından elde edilenle aynı.

Kapılı İC mantığı yerine kablolu mantık, çıkışları tel-VE ile bağlayarak. Bu, tasarımcıya potansiyel olarak tasarımı basitleştiren bir AND kapısı kazandırabilir. Wire-ANDed çıkışları, tek bir harici pull-up direncine bağlı birkaç açık kollektör çıkışıdır. O zaman toplam çıkış, yalnızca tüm aşağı açılır transistörler KAPALI olduğunda (tüm bağlı çıkışlar yüksek olduğunda) ve bağlı çıkışların bir AND'sini etkin bir şekilde gerçekleştirdiğinde yüksek olacaktır. Bağlı çıkışlardan herhangi biri düşükse, harici dirençten sonraki çıkış düşük olacaktır. **Şekil 27**, açık kolektör çıkışlarının tel VE inmesini göstermektedir .

Kablo VEed konsepti, ortak bir otobüsü paylaşan birkaç cihaza uygulanabilir. Herhangi bir zamanda, bir cihaz dışındaki tüm cihazların yüksek empedans (oft) çıkışı vardır. Kontrol devresi ile etkinleştirilen kalan cihaz, veri yolu çıkışını yönlendirir .

Açık kollektör çıkışları, TTL kapılarının diğer mantık ailelerinden kapılara arabirimi için de kullanışlıdır. TTL çıkışları minimum yüksek seviye of2.4 Vanda maksimum düşük seviye 0.4 V. TTL olmayan devreleri sürerken, bir çekme direnci Pozitif kaynağa bağlı (tipik olarak 2.2 k © 2) yüksek seviyeyi 5 V'a yükseltebilir. Daha yüksek bir çıkış voltajı gerekiyorsa, açık kollektör çıkışındaki bir çekme direnci, çip çıkış voltajı ve akım maksimumları aşılmadığı sürece 5 V'dan büyük bir pozitif kaynağa bağlanabilir .

Üç Durumlu Çıktılar

Açık kollektör çıktıları veri yolu paylaşımını gerçekleştirebilirken, daha popüler bir yöntem üçlü çıktı veya tristatlı cihazlardır. Üç durum, Hi-Z veya *yüzer olarak da adlandırılan düşük, yüksek ve yüksek empedanslıdır.* Yüksek impedans - durumundaki bir çıkış, muhtemelen küçük bir sızıntı akımı dışında, devreden ayrılmış gibi davranır. Üç durumlu cihazların ek bir devre dışı bırakma girişi vardır. Enable girişi aktif olduğunda, aygıt Normalde olduğu gibi yüksek ve düşük çıkışlar; Etkinleştirme etkin olmadığında, cihaz yüksek empedans durumuna geçer.

Veri yolu, genellikle veri aktarımı için kullanılan yaygın bir kablo kümesidir. Üç durumlu bir otobüsün birbirine bağlı birkaç üç durumlu çıkışı vardır. Kontrol devresi ile, otobüsteki tüm cihazlar ancak biri yüksek empedans durumunda çıkışlara sahiptir. Kalan cihaz etkinleştirilir, otobüsü yüksek ve düşük çıkışlarla çalıştırır. Çıkış cihazlarından yalnızca birinin herhangi bir zamanda etkinleştirilebilmesine dikkat edilmelidir, çünkü aynı anda bağlı yüksek ve düşük çıkışlar yanlış bir mantık voltajına neden olabilir. (Aynı anda birden fazla sürücünün etkinleştirilmesi durumuna *veri yolu çekişmesi denir.)* Ayrıca, V cc'den yüksek sürücüden düşük sürücüye kadar büyük akım tahliyesi, devreye zarar verebilir veya genel sistem davranışını etkileyebilecek gürültü darbeleri üretebilir.

Kullanılmayan TTL İnputs

Bir tasarım, yalnızca bir n + m giriş kapısı mevcut olduğunda bir n-giriş kapısına ihtiyaç duyabilir. Bu durumda, yabancı girişler için önerilen çözüm, ekstra girişlere çıkışı etkilemeyecek sabit bir değer vermektir. Girişin toprağa bağlanmasıyla düşük bir giriş kolayca sağlanır. Girişi topraklanmış bir invertör veya bir çekme direnci ile yüksek bir giriş sağlanabilir. Çekme direnci, güce doğrudan bir bağlantı yerine tercih edilir, çünkü direnç akımı sınırlar, böylece devreyi geçici voltajlardan korur. Genellikle, 1-k © ila 5-k © direnç kullanılır; Tek bir l-k © direnç 10 girişe kadar işleyebilir .

Tüm girdileri düzgün bir şekilde ele almak önemlidir.

Tasarım analizi, bağlantısız veya yüzen bir TTL girişinin genellikle yüksek olduğunu, ancak kapasitif olarak bağlanmış az miktarda gürültü ile kolayca düşük değiştirilebileceğini gösterecektir.

6.3 Metal Oksit Yarı İletken (MOS) Mantık Aileleri

Bipolar cihazlar kavşak transistörlerini kullanırken, MOS cihazları alan etkili transistörleri (FET'ler) kullanır. MOS, basit cihaz yapısı, küçük boyut (yüksek yoğunluk) ve üretim kolaylığı ile karakterizedir. MOS devreleri NOR kapısını NAND yerine beygir yongası olarak kullanır. MOS aileleri, özellikle CMOS, düşük güç tüketimi ve yüksek hızları nedeniyle günümüzde çoğu dijital cihazda yaygın olarak kullanılmaktadır.

P-KANAL MOS (PMOS)

Üretilecek ilk MOS cihazları, elektrik akımını pozitif yüklerin (deliklerin) akışı ile ileten PMOS'du. PMOS güç tüketimi bipolar mantıktan çok daha düşüktür, ancak çalışma hızı da daha düşüktür. PMOS'un tek yaygın kullanımı, düşük hızın kabul edilebilir olduğu ve düşük güç tüketiminin ve düşük maliyetin arzu edildiği hesap makineleri ve saatlerdeydi. PMOS, önemli ölçüde daha yüksek anahtarlama hızları sunan NMOS ile değiştirildi.

N-CHANNEL MOS (NMOS)

Geliştirilmiş üretim teknolojisi ile NMOS uygulanabilir hale geldi ve gelişmiş performans ve TTL uyumluluğu sağladı. NMOS'un hızı PMOS'un en az iki katıdır, çünkü delikler yerine elektronlar akımı taşır. NMOS ayrıca PMOS'tan daha büyük bir kazanıma sahiptir ve daha küçük transistörlerin kullanımıyla daha büyük ambalaj yoğunluğunu destekler. NMOS, -CMOS tarafından neredeyse tamamen eskimiştir.

COMPLEMENTARY MOS (CMOS)

CMOS, yüksek gürültü bağışıklığı ve düşük güç tüketimi elde etmek için hem P kanalı hem de N kanalı cihazlarını aynı alt tabaka üzerinde birleştirir: Kapı başına 1 mW'den az ve bekleme sırasında ihmal edilebilir güç. Bu, CMOS'un pille çalışan ekipmanlarda yaygın olarak kullanılmasından kaynaklanmaktadır. CMOS kapılarının yüksek empedansı onları elektromanyetik girişime duyarlı hale getirir, ancak özellikle iflong izleri söz konusudur. Giriş ve çıkış arasında uzun bir iz ¼ -wavelength düşünün. Çıkış düşük empedanslı bir noktadır, bu nedenle iz bu noktada etkili bir şekilde topraklanır. Devre çalışmasını bozan yüksek RF potansiyellerini ¼ -wavelength uzakta alabilirsiniz .

CMOS cihazlarının dikkate değer bir özelliği, mantık seviyelerinin besleme voltajlarının birkaç milivolt içinde salınmasıdır. İnputswitching eşiği, besleme voltajının yaklaşık yarısı kadardır (Vpp V, s). Bu özellik, giriş sinyalinde veya güç kaynağı hatlarında yüksek gürültü bağışıklığına katkıda bulunur. CMOS giriş-akım sürücü gereksinimleri şunlardır:

Ufacık, bu yüzden fan çıkışı harika, en azından düşük hızlı sistemlerde. Yüksek hızlı sistemler için, giriş kapasitansı dinamik güç dağılımını arttırır ve fan çıkışını sınırlar.

CMOS Alt Aileler

Çok sayıda CMOS alt ailesi mevcuttur. TTL gibi, orijinal CMOS da büyük ölçüde gelişmiş teknolojiler kullanılarak daha sonraki alt ailelerle değiştirildi; Buna karşılık, teknoloji geliştikçe bunlar daha yeni ailelerle değiştirilecektir. 4000 serisi olarak adlandırılan orijinal aile, 40 veya 45 ile başlayan numaralara ve ardından belirli cihazı belirtmek için iki veya üç numaraya sahiptir. 4000B ikinci nesil CMOS'tur. Tanıtıldığında, bu aile düşük güç tüketimi sunuyordu, ancak oldukça yavaştı ve TTL ile arayüzü kolay değildi.

Daha sonra CMOS alt aileleri gelişmiş performans ve bazı durumlarda TTL - uyumluluğu sunar. Basitlik için, daha sonraki alt ailelere TTL numaralandırma sistemine benzer numaralar verildi, aynı önde gelen numaralar, 54 veya 74, ardından alt aileyi belirten 1 ila 4 harf ve belirli cihazı gösteren 5 kadar sayı verildi. Alt aile harfleri genellikle CMOS olarak ayırt etmek için bir "C" içerir.

Aşağıda, mevcut bazı CMOS aygıt ailelerinin bir açıklaması verilmiştir. Belirli bir üretici tarafından sunulan önemli sayıda aile olduğundan ve sık sık tanıtılan yeni aileler olduğundan, bu bilgi hiçbir şekilde ayrıntılı değildir. İC tedarikçilerinin ve üreticilerinin Web sitelerinin bir kontrolü, tasarımcıya gereksinimlerini karşılamak için eksiksiz bir seçim seçeneği sunacaktır.

4000 C *TTL'nin standart CMOS CMOS versiyonları*

Günümüzde büyük ölçüde eskimiş olan 74C alt ailedeki cihazlar, 7 400 TTL ailesindeki en popüler parçaların çoğunun pin ve fonksiyonel eşdeğerleridir. Belirli bir devredeki tüm TTLIC'leri 74C-series CMOS ile değiştirmek mümkün olabilir, ancak bu aile dikkatli tasarım hususları olmadan bir devrede TTL ile karıştırılmamalıdır. C serisindeki cihazlar genellikle 4000 serisinden %50 daha hızlıdır.

HC 74HCxx Yüksek hızlı CMOS

74HC alt ailedeki cihazlar, Düşük güçlü Schottky (LS) TTL'ye benzer hız ve sürücü özelliklerine sahiptir, ancak daha iyi gürültü bağışıklığı ve büyük ölçüde azaltılmış güç tüketimi vardır. Yüksek hız öncekinden daha hızlı anlamına gelir
CMOS ailesi, 4000 serisi.

HCT 74HCTxx Yüksek Hızlı CMOS, TTL uyumlu

Bu alt ailedeki cihazlar
CMOS sistemlerine TL arayüzü. HCT
Girişler TTL seviyelerini tanırken, out
Puts CMOS uyumludur. HCT yongaları, CMOS

Yaygın olarak, pin uyumlu LS TTL muadilleri için daha düşük güçlü, açılan değiştirmeler olarak kullanılır.

AC 74ACxxxxx Gelişmiş CMOS

Bu ailedeki cihazlar yayılma gecikmelerini azaltır, sürücü özelliklerini artırır ve standart CMOS'tan daha yüksek hızlarda çalışabilir. Gelişmiş Düşük Güçlü Schottky (ALS) TTL cihazlarıyla karşılaştırılabilirler.

ACT 74ACTxxxxx Gelişmiş CMOS, TTL uyumlu

Bu alt aile, AC serisinin geliştirilmiş performansını TTL uyumlu girdilerle birleştirir.

AHCT 74AHCTxxxx Gelişmiş Yüksek Hızlı CMOS, TTL Uyumlu

Bu alt aile HC ve HCT'den önemli ölçüde daha hızlıdır, ancak anahtarlama hızında ACT'den sadece biraz daha hızlıdır. İt, AC/ACT'den daha düşük çıkış sürücü kapasitesine sahiptir.

Yeni CMOS alt aileleri düzenli olarak tanıtılmaktadır. Akım hareketi voltajı düşürmektir; 5 V'un birkaç yıl öncesine kadar en yaygın besleme voltajı olduğu yerlerde, 3.3 V ve daha düşük kaynaklar daha yaygın hale geliyor. Birçok yeni mikroişlemci, -mikrodenetleyici ve akıllı çevre çipler 3.3 V mantık gerektirir.

LVC 74LVCxxxx Düşük Voltaj CMOS

Bu alt aile, 5 V yerine 3.3 V kaynağı kullanır İt, düşük yayılma gecikmesi (tipik 5 ns altında), son derece düşük besleme akımı, sağlam çıkış sürücüsü yetenekleri ve 5-V TTL uyumlu girişler sunar.

ALVC 74ALVCxxxx Advancedlow Voltaj CMOS

EvenfasterthanLVC, bu aile 3 ns altında ise yayılma gecikmeleri sunuyor. Mevcut talepler biraz daha yüksek, ancak yine de 5V CMOS'tan daha düşük.

vex 74VCXxxxx Düşük voltajlı CMOS

Bu aile tedarik voltajlarında çalışır

1.8 veya 3.6 V. Yüksek anahtarlama hızları ve düşük yayılma gecikmeleri sunar, TTL uyumlu arabellekli girişlere sahip değildir.

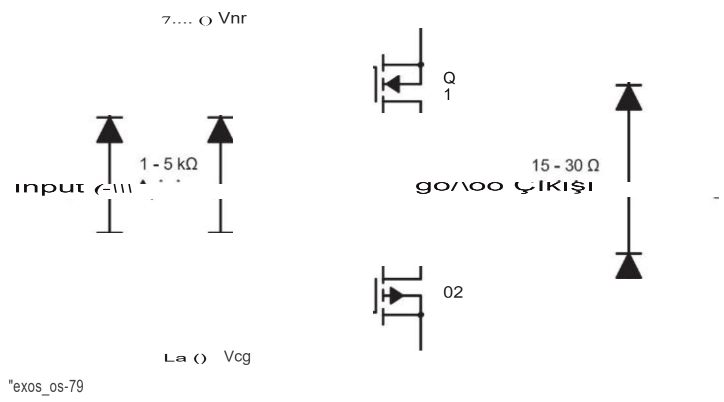
TTL'de olduğu gibi, her CMOS alt ailesi, belirli bir tasarım için uygun veya uygun olmayan özelliklere sahiptir. Dikkate alınan her alt aile hakkında tam bilgi için üreticinin veri defterlerine başvurmalısınız.

CMOS Devreleri

CMOS mantık invertörünün basitleştirilmiş bir diyagramı **Şekil 28'de gösterilmiştir.** Giriş düşük olduğunda, Q2 direnci düşüktür, bu nedenle V cc'den yüksek bir akım akar - Q 1 S direnci yüksek olduğundan, Q2 çıkıştan akımı alır ve düşük çeker. Giriş yüksek olduğunda, bunun tersi gerçekleşir: Q1'in direnci düşüktür, Q2'ler yüksektir ve Q 1 kaynakları çıkışa akmaktadır, bu da onu yüksek tutmaktadır. Diyotlar devreyi statik yüklere karşı korur.

Özel hususlar

Giriş ve çıkış koruma devrelerindeki diyotların bazıları üretim sürecinin doğal bir parçasıdır. Bununla birlikte, koruma devrelerinde bile, CMOS İC'ler statik yüklerden kaynaklanan hasarlara karşı hassastır. Statik hasara karşı korunmak için, pimler bazen diğer bileşenlerle yapıldığı gibi strafor içine yerleştirilmemelidir. İnstead, süngerimsi bir iletken köpük, genellikle siyah veya pembe renkte, bu amaç için kullanılabilir. Bir CMOS İC'yi koruyucu malzemesinden çıkarmadan önce, vücudunuzun topraklandığından emin olun. İC'leri kullanmadan önce neredeyse herhangi bir büyük metal nesneye dokunmak, -vücudunuzdaki herhangi bir statik yükü boşaltmak için muhtemelen yeterlidir. Bazı insanlar topraklanmış bir metal nesneye dokunmayı veya 10-MQ bir direnç yoluyla üç telli bir ac çıkışının zemin terminaline bağlı iletken bir bilezik kullanmayı tercih eder. Duvar prizleri her zaman düzgün şekilde kablolanmadığından, zemin terminali ile dokunabileceğiniz metal nesneler arasındaki voltajı ölçmelisiniz. Direnç 1-MQ için bir 10-MQ aracılığıyla kendinizi toprağa bağlamak sınırlayacaktır



invertörünün Şekil 28 - İnternal yapısıdır.

Vücudunuzdan akabilecek herhangi bir akım.

Tüm CMOS girişleri bir giriş sinyaline bağlanmalıdır. Bir pozitif besleme voltajı veya toprak uygundur ifaconstant girişi istenir. Kullanılmayan kapılarda bile belirlenemeyen CMOS girişleri, kapı çıkışlarının salınmasına neden olabilir. Salınımlı kapılar yüksek akım çeker ve aşırı ısınabilir ve kendi kendini imha edebilir.

CMOS İ C'lerin düşük güç tüketimi onları uydu uygulamaları için çekici hale getirdi, ancak standart CMOS cihazlarının düşük radyasyon seviyelerine (kozmik ışınlar, gama ışınları ve X ışınları) duyarlı olduğu kanıtlandı. Daha sonra, 10 ° radları tolere edebilen radyasyonla sertleştirilmiş CMOS İC'ler, onları uzay uygulamaları için uygun hale getirdi. (Bir rad, 10'a eşdeğer emilen iyonlaştırıcı radyasyon dozları için bir ölçüm birimidir? Kilogram başına joule.)

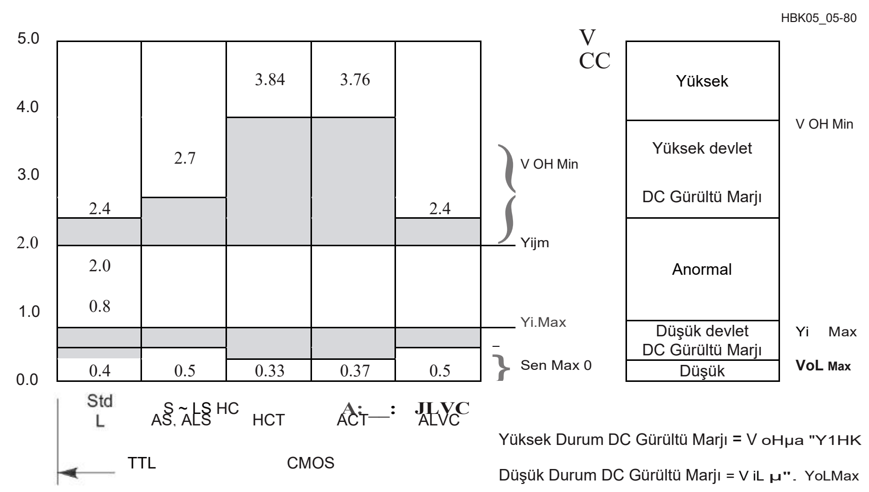
ÖZET

Her biri kendi avantajları ve dezavantajları olan birçok mantık İC'si vardır. Uygulamadan bağımsız olarak, mantık devreleri tasarlarken güncel ürün özellikleri sayfalarına ve üretici literatürüne danışın. İC veri sayfaları, uygulama notları, veri defterleri ve daha fazlası İC üreticilerinden Web siteleri aracılığıyla edinilebilir. Bir arama motoru kullanarak ve birkaç anahtar kelime spesifikasyonu girerek, uygulama notlarını, öğreticileri ve bir dizi başka bilgiyi

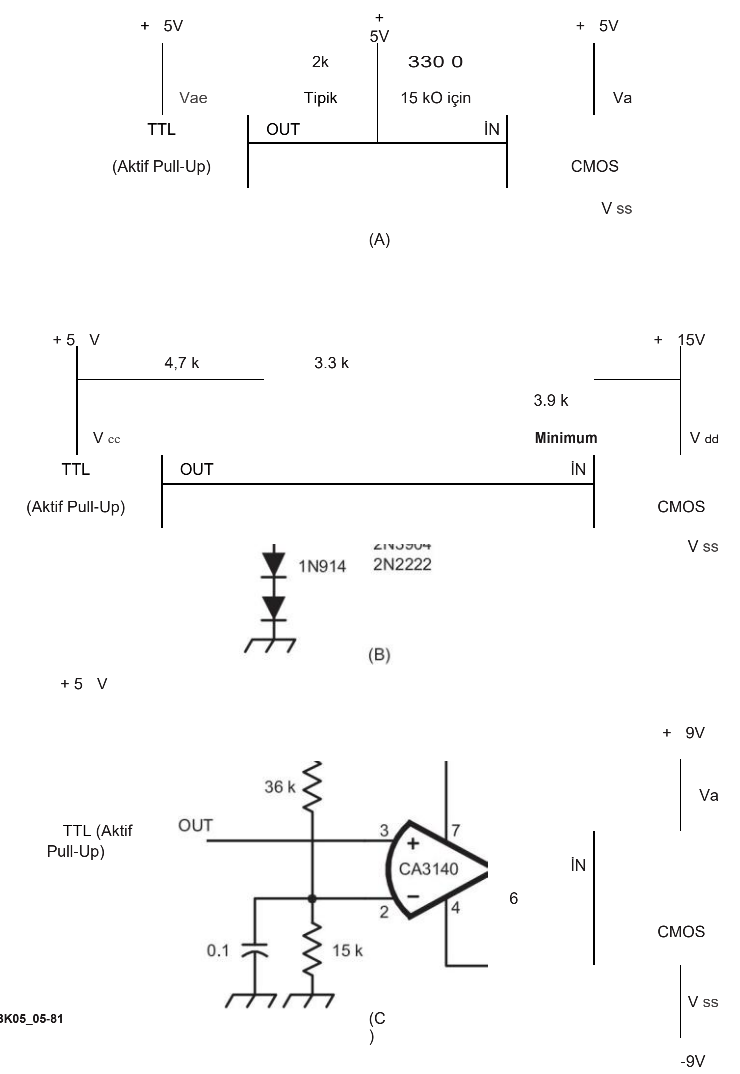
6.4 İnterfacing Mantık Aileleri

Her yarı iletken mantık ailesinin belirli uygulamalarda kendi avantajları vardır. Bir tasarım farklı mantık ailelerinden İ C'leri karıştırdığında, tasarımcı her mantık ailesinin tanıdığı farklı voltaj ve akım gereksinimlerini hesaba katmalıdır. Tasarımcı, bir mantık ailesinin bittiği ve diğerinin başladığı nokta arasında uygun arayüzün var olmasını sağlamalıdır. Her cihazın belirli giriş/çıkış (I/0) özelliklerinin bilgisi gereklidir ve güvenilir dijital arayüzler sağlamak için genel iç yapı bilgisi istenir. Her ortak mantık ailesi için tipik iç yapılar gösterilmiştir. **Şekil 29,** farklı TTL ve CMOS aileleri için mantık seviyesi değişikliklerini göstermektedir. Üreticinin özellikleri için veri sayfalarına başvurulmalıdır.

Genellikle, tasarımcının güç tüketimini veya hızını optimize etmek isteyip istemediğine bağlı olarak birden fazla dönüşüm şeması mümkündür. Genellikle bir kalite diğeri için takas edilmelidir. Aşağıdaki bölümde bazı özel mantık dönüşümleri tartışılmaktadır. İki mantık sistemi arasında bir elektrik bağlantısının mümkün olmadığı durumlarda, bazen bir optoizolatör kullanılabilir.



Şekil 29 - Bazı TTL ve CMOS aileleri için mantık düzeylerindeki farklılıklar.



Şekil 30 -TTL - CMOS arabirim devreleri: (A) yukarı çekme direnci, (B) ortak taban seviye değiştirici ve (C) op amp karşılaştırıcı olarak yapılandırılmıştır.

TTL DRIVNG CMOS

TTL ve düşük güçlü TTL, harici bir çekme direnci olmadan 74C serisi CMOS'u doğrudan ticari sıcaklık aralığı üzerinden sürebilir. Bununla birlikte, 4000 serisi CMOS'u doğrudan kullanamazlar ve RC serisi cihazlar için bir çekme direnci önerilir. **Şekil 30A'da gösterildiği gibi TTL kapısının çıkışı ile V cc arasında bağlanan çekme direnci,** Yüksek çıkışı V DD'ye eşit hale getirerek uygun çalışmayı ve yeterli gürültü marjını sağlar· Düşük çıkış voltajı da etkileneceğinden, Direnç değeri, hem istenen yüksek hem de düşük voltaj aralıkları göz önünde bulundurularak seçilmelidir. 1.5 k © - 7 k © aralığındaki direnç değerleri en kötü koşullarda tüm TTL aileleri için uygun olmalıdır. Daha büyük bir direnç, CMOS kapısının mümkün olan maksimum hızını azaltır; Daha düşük bir direnç daha uygun bir RC ürünü üretir, ancak artan güç dağılımı pahasına .

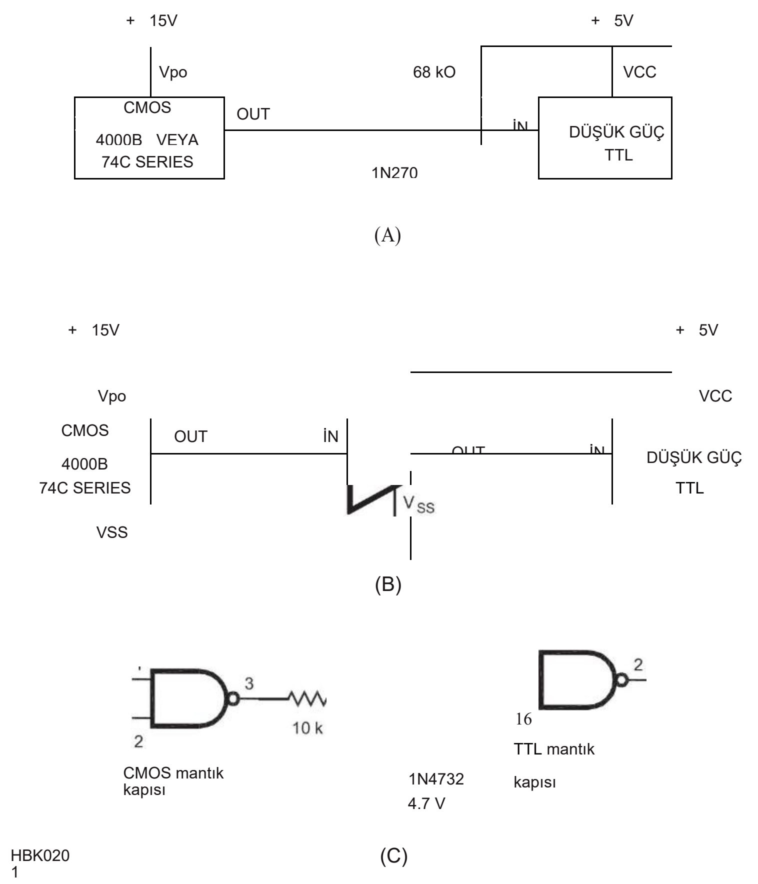
HCT serisi ve ACT serisi CMOS cihazları, CMOS olmayan cihazları bir CMOS sistemine bağlamak için özel olarak tasarlanmıştır. Bir HCT cihazı, CMOS olmayan (genellikle TTL) ve CMOS cihazı arasında basit bir tampon görevi görür ve uygun bir HCT cihazı mevcutsa bir mantık fonksiyonu ile birleştirilebilir.

CMOS cihazı + 5 V dışındaki bir güç kaynağından çalışırken, TTL arayüzü daha karmaşıktır. Oldukça basit bir teknik, CMOS girişinden CMOS güç kaynağına kadar bir çekme direnci ile CMOS girişine bağlı bir TTL açık toplayıcı çıkışı kullanır. Şekil 30B'de gösterilen başka bir yöntem, ortak temel seviye değiştiricidir. Seviye değiştirici, TTL çıkış sinyalini + 15 V CMOS sinyaline çevirirken, her iki kapının da tam gürültü bağışıklığını korur. TTL'den CM OS'ye çift güç kaynağı kullanarak mükemmel bir dönüştürücü, Şekil 30C'de gösterildiği gibi bir karşılaştırıcı olarak bir operasyonel amplifikatör yapılandırmaktır. AnFET op amp gösterilir, çünkü çıkış voltajı genellikle raylara (+ ve - besleme voltajları) bir bipolar cihazdan daha yakın sallanabilir .

CMOS DRIVNG TTL

Bazı CMOS cihazları (çoğu modem 5 V ile çalışan CMOS mantık ailesi dahil) TTL yüklerini doğrudan yönlendirebilir. CMOS'un çıkış voltajları TTL'nin giriş gereksinimleri ile uyumludur, ancak TTL'nin giriş-akım gereksinimi, bir CMOS cihazının tek bir çıkıştan (fan çıkışı) sürebileceği TTL yük sayısını sınırlar.

CMOS'u TTL'ye çevirmek, CMOS + 5 V dışında bir voltajda çalışırken biraz daha karmaşıktır. Şekil **31A'da bir teknik gösterilmiştir.** Diyot, yüksek çıkış durumundayken CMOS kapısından gelen yüksek voltajı bloke eder. Bir germanyum diyot tercih edilir, çünkü daha düşük ileri gerilim - düşüşü daha yüksek gürültü bağışıklığı sağlar



Şekil 31 - CMOS - TTL arayüz devreleri. (A) farklı besleme voltajları kullanıldığında seçilen bloke edici diyot. Her iki cihaz da bir + 5 V kaynağı. (B) CMOS girmeyen tampon İC. (C) Direnç/Zener devresi voltajı 7 V'de TTL girişine bağlar .

Düşük durumdaki TTL cihazı için. Diyot ters taraflı olduğunda 68-kQ direnç girişi yüksek çeker.

Şekil 31C'de gösterilen basit bir direnç/Zener devresi de kullanılabilir. Bu, voltajı 7 V'deki TTL girişine bağlar.

TTL daha düşük bir besleme voltajı kullanırken CMOS'u TTL'ye bağlamak için özel olarak tasarlanmış iki CMOS cihazı vardır. CD4050, giriş yüksek voltajının besleme voltajını aşmasına izin veren kesintisiz bir tampondur. Bu özellik, CD4050 Şekil 3 lB'de gösterildiği gibi doğrudan CMOS ve TTL cihazları arasında bağlanmasını sağlar. CD4049, CD4050 ile aynı özelliklere sahip bir ters çevirme arabelleğidir.

5 V DRİVİNG 3.3 V LOGİC

3.3 ila 3.6 V kaynaklarla çalışan düşük voltaj mantığı giderek daha yaygın hale geliyor. Bu mantık ailelerinin bazıları 5 V toleranslı girdilere sahiptir ve doğrudan TTL seviyeleri tarafından yönlendirilebilir; Diğerleri, girişleri besleme voltajında veya altında tutmak için tamponlama gerektirir. Çıkış seviyeleri, TTL seviyesi girdilerini her koşulda güvenilir bir şekilde sürmek için yeterli olabilir veya olmayabilir. TTL uyumlu tamponların (74LVC, 74ALVC) giriş sinyallerinde kullanılması bu cihazları çalıştırmak için güvenli bir yoldur. Düşük mantık voltajları uyumlu olduğundan, basit bir Zener kelepçe düzenlemesi de yeterli olabilir .

3.3 V DRİVİNG 5 V LOGİC

Çoğu 3.3 V mantık ailesinin çıkış voltajları, TTLlevel cihazlarının girişlerini çalıştırmak için yeterlidir. Bazı durumlarda, 3.3 V gücündeki bir cihazın yüksek seviyeli çıkış voltajı, TTL seviyesindeki cihazın giriş aralığının alt ucuna yaklaşabilir. Bu durumlarda, 3 ,3 V'ye bir çekme direnci genellikle yeterli olacaktır. İC veya transistör arabelleği kullanmak da mümkündür.

6.5 Programlanabilir mantık

Dijital mantık tasarımları gittikçe daha karmaşık hale geldikçe, uygulamalarının boyutu ve güç tüketimi arttı. PLD'ler *(Programlanabilir Mantık Cihazları),* tasarımcının özel çipler üretmenin masrafı ve gecikmesi olmadan uygulamaya özgü mantık üretmesine izin vermek için tanıtıldı. Daha önce açıklandığı gibi, bir mantık devresinin tasarımı

bir açıklama ile başlar; Bu açıklama bir denklemi belirlemek için kullanılır; Daha sonra denklem bileşenlere genişletilir. Programlanabilir mantıkla, denklemleri kendileri uygulayarak, onları genel bir kapılar dizisine programlayarak bu süreci kısaltabiliriz.

Yıllar boyunca çeşitli programlanabilir mantık cihazları aileleri tanıtıldı. En erken Programlanabilir Dizi Mantığı (PAL) yongaları, girişleri, ara bağlantıları ve çıkışları belirli bir tasarıma göre dahili sigortaları üfleyerek yapılandırılabilen bir dizi kapıdan oluşur. PAL'leri, daha fazla kapıya ve daha esnek İ/O pin mantığına sahip olan Generic Array Logic (GAL'ler) izledi. GAL'ler ayrıca silinebilir ve yeniden programlanabilir.

Daha sonraki gelişmeler Alan Programlanabilir Kapı Dizisine (FPGA) ve diğer programlanabilir mantık dizileri. Bu cihazlar birkaç yüz ila milyonlarca mantık kapısı ve binden fazla İ/O pini içerebilir. Kapılar arasındaki bağlantılar ve dolayısıyla cihazın işlevi karmaşık program kodu ile belirlenir. PLD'ler, tüm mikroişlemci çekirdeklerine kadar ve dahil olmak üzere çok sayıda bireysel SSI, MSI ve hatta LSI yongalarını değiştirmek için yapılabilir.

7 Analog-Dijital İnterfacing

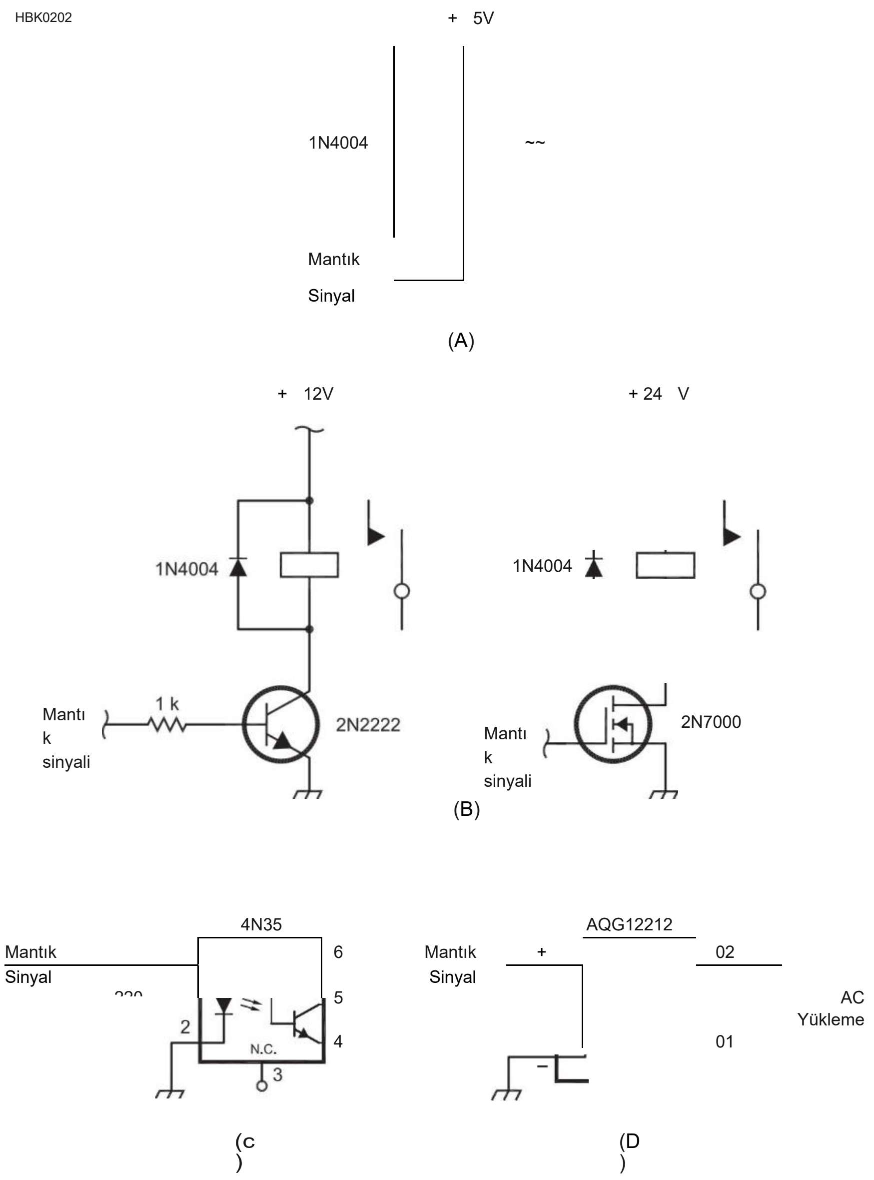
Çoğu zaman, mantık devreleri ya mantıksal olmayan kaynaklardan sürülmeli ya da sürülmelidir. Çok yaygın bir gereksinim, yüksek (+ 5 V ile karşılaştırıldığında) bir voltajın varlığını veya yokluğunu algılamak veya belki de 120 V ac cihazını açmak veya kapatmak veya motoru bir anten rotatöründe hareket ettirmektir. Benzer bir sorun, kulübedeki iki farklı birimin arabirim haline getirilmesi gerektiğinde ortaya çıkar, çünkü indüklenen ac voltajları veya toprak döngüleri istenen sinyallerde sorunlara neden olabilir .

Bu tür devreleri arayüzlemenin yavaş ama güvenli bir yolu bir röle kullanmaktır. Bu, mantık devreleri ve yük arasında mutlak izolasyon sağlar. **Şekil 32A** bu bağlantıyı sağlamanın doğru yolunu göstermektedir. Röle bobini, sürüş mantığı devresinden mevcut akımdan daha az çekmek için seçilir. Diyot, çoğunlukla bir 1N914 veya eşdeğer anahtarlama diyotu, endüktif yükün mantık devresini geri döndürmesini ve muhtemelen onu yok etmesini önler.

Yük gereksinimlerini karşılayan *ve* doğrudan mantık çıkışından sürülebilen bir bobine sahip bir röle bulmak genellikle mümkün değildir. Şekil 32B, mantık kapıları ile daha yüksek güç rölelerinin kullanılmasına izin vermek için transistör kullanmanın iki yöntemini göstermektedir.

Optoizolatörler ve katı hal röleleri gibi elektro-optik bağlayıcılar da bu devre arabirimi için kullanılabilir. Şekil 32C, elektriksel olarak izole edilmesi gereken iki mantık devresi setini arabirim yapmak için bir optoizolator kullanır ve Şekil 32D, bir ac hattı kaynağını yüksek akım yüküne kontrol etmek için bir katı hal rölesi kullanır. Bu örneğin, giriş tarafında iç akım sınırlaması olan bir katı hal rölesi kullandığını unutmayın; LED girişi yaklaşık 300 © 2 empedansa sahiptir. Bazı cihazlar LED akımını ayarlamak için bir seri direnç gerektirebilir; Rölenin veya işlemcinin G/Ç pininin aygıt sınırlarını aşmamak için daima aygıt veri sayfasına bakın. Optiosolatorlar hakkında daha fazla bilgi için Devreler ve Bileşenler [illegible]

Giriş olarak mantık seviyelerinden daha yüksek voltajlara sahip sinyalleri güvenli bir şekilde kullanmak için, aynı basit direnç ve buna benzer Zener diyot devresi



Şekil 32- Gerçek dünya yüklerini süren mantık için İnterface devreleri. (A) bir mantık çıkışından bir röleyi sürmek; (B) mevcut kapasiteyi artırmak için bir bipolar transistör veya MOSFET kullanmak; (C) elektriksel izolasyon için bir optoizolatör kullanmak; (D) ac yüklerini anahtarlamak için bir katı hal rölesi kullanarak.

Şekil 31C'de gösterilen giriş voltajını kabul edilebilir bir seviyeye sıkıştırmak için kullanılabilir. Giriş sinyalini kabul edilemez şekilde yüklemeyecek bir direnç değeri seçmek için özen gösterilmelidir.

7.1 Analog-Dijital Dönüştürücüler

Elbette gerçek dünyadaki tüm sinyaller dijital değildir. Örneğin, analog bir sensörün tam voltajını bilmek veya bir şeyin seviyesini (ışık, su, akım veya başka bir giriş) ölçmek genellikle arzu edilir. Benzer şekilde, bir analog çıkış, analog alanda daha iyi bırakılan şeyleri kontrol etmek veya göstermek için oldukça yararlı olabilir. Bu nedenle iki tür dönüştürücümüz var. Analog-dijital dönüştürücü (ADC) ve dijital-analog dönüştürücü (DAC) bizim için bu görevleri yerine getirir ve genellikle kullanımı oldukça kolaydır. ADC'ler ve DAC'ler hakkında ek bilgiler **Devreler ve Bileşenler** bölümünde bulunabilir.

ADC VE DAC DİGİTAL İNTERFACES

ADC ve DAC yongaları için İnterface'ler genellikle seri veya paralel olarak sınıflandırılır. Seri arayüzler hız, karmaşıklık ve işlem için gerekli kablo sayısına göre değişebilir. Seri bir arayüz, herhangi bir uzunluktaki verileri barındırmak için az sayıda işlemci I/0 pini gerektirme avantajına sahiptir. ADC'niz 8, 10 veya 12 bit sağlıyor olsun, aynı az sayıda I/0 sinyali kullanılır. ADC ve DAC yongaları için kullanılan en yaygın seri arayüzlerden bazıları şunlardır:

Seri Çevresel İnterconnect (SPİ). Bu dört telli, senkron veri yolu ve protokol kullanımı Ortak bir CLK sinyali, artı master-to-slave (Master Out-Slave İn veya MOSİ) ve slave-to-master (Master İn-Slave Out veya MISO) için veri hatları. Birden fazla cihaz, her biri kendi Slave Select (SS) sinyalini sağlayarak kullanılabilir. Hızlar, ana ve bağımlı aygıtların yeteneklerine bağlı olarak 70 Mbit/s'ye kadar çıkabilir.

Mikrodalga. SPİ'nin bu önceki öncülü, aynı sinyalleri kullanarak SPİ'nin yarım çift yönlü bir alt kümesini uygular.

İnter-İC İletişim (I2C) otobüsü. Başlangıçta Philips tarafından geliştirilen bu senkronize iki telli veri yolu ve protokol, bir çift açık drenaj hattı, Seri Saat (SCL) ve Seri Veri (SDA) kullanır. İletişim bir ana düğüm tarafından kontrol edilir, ancak otobüse bağlı birden fazla ana olabilir. Birçok çevresel cihaz bir I2C veri yoluna bağlanabilir; Bir köle ile iletişimi başlatmak için usta tarafından bir cihaz adresi gönderilir. Hızlar 10 kbit/s (düşük hız) ila 100 kbit/s (standart) ila 400 kbit/s (yüksek hız) ve daha yüksektir.

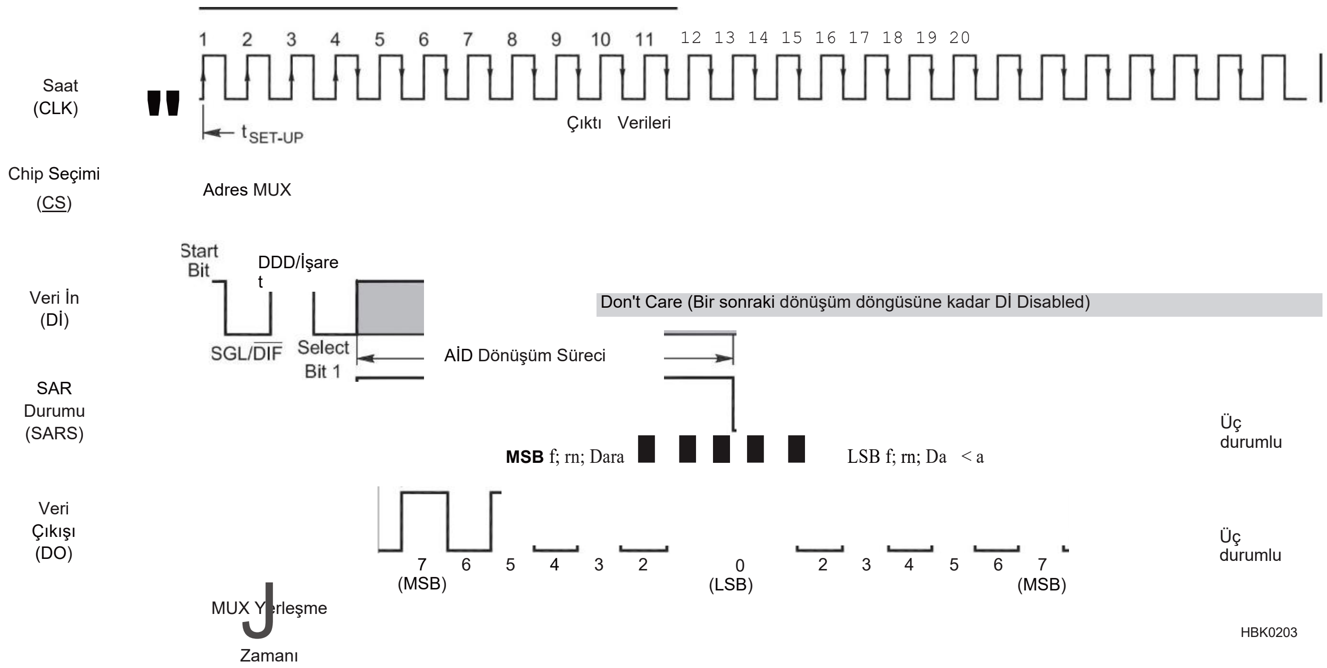
Paralel arayüzler genellikle sekiz veya daha fazla veri çizgisine, ayrıca bir çip seçme, okuma/yazma ve kesme kontrollerine sahiptir. Okuma ve yazma sinyalleri ayrı olabilir veya tek bir okuma/yazma sinyali olabilir - örneğin WR için düşük ve RD için yüksek veya tam tersi. Kesme sinyali, CPU'ya bir dönüşüm döngüsünün sonunu belirtmek için kullanılabilir. Bu şekilde, işlemci dönüştürücüye bir dönüşüm başlatmasını söyleyebilir, ardından dönüşüm tamamlanana kadar işleme devam edebilir. Bu, ADC veya DAC'nin convers1on'unu tamamlamasını beklemeden daha fazla işlem yapılmasına izin verebilir.

PROGRAMİ VE COMMUNICATION

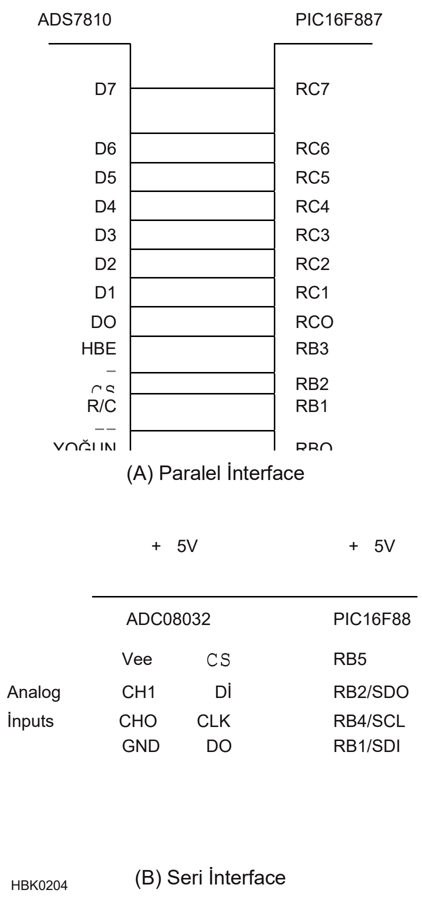
Birçok ADC yongası, birden fazla analog girişi örneklemek ve sayısallaştırmak için bir çip kullanmanıza izin veren çoklu girişlere sahiptir. Bu cihazlarda, tek bir dönüştürücü var, ancak dahili olarak değiştirilebilen birkaç giriş var. Ek olarak, girdileri tek uçlu veya diferansiyel olarak programlayabilmek yaygındır. Popüler ADC0832 durumunda, örneğin, iki analog giriş pimini iki ayrı giriş olarak veya tek bir diferansiyel giriş olarak kullanabilirsiniz. ADC083 8 bunu sekiz tek uçlu veya dört diferansiyel girişe genişletir. ADC0832 durumunda, modlar karıştırılabilir. Bu, gerektiğinde çeşitli tekli ve diferansiyel giriş kombinasyonlarının kullanılmasına izin verir.

Girdilerin programlanması ve seçilmesi, dönüştürme döngüsünün başlangıcında işlemciden ADC'ye bir dizi bit gönderilerek yapılır. **Şekil 33,** ADC0834 ADC ile kullanılan sinyal zamanlamasının bir diyagramını göstermektedir. ADC0834 durumunda, dört bitlik bir seri, CPU tarafından tek uçlu veya diferansiyel modu, girişin polaritesini ve dört girişten (veya iki giriş çiftinden) hangisinin seçileceğini seçmek için ADC'ye gönderilir. Dördüncü biti takiben ADC dönüşümünü başlatır ve elde edilen verileri CPU'ya göndermeye başlar. Bu ailedeki diğer çipler ve farklı üreticilerin birçoğu benzer bir şema kullanıyor; CPU tarafından gönderilen program bitlerinin sayısı, mevcut giriş sayısına bağlıdır.

Bazı yongalar da veri formatı için yapılandırılabilir. Örneğin, 12 bit ADC



Şekil 33 - **ADC0834 zamanlama diyagramı. Bu cihaz hakkında daha fazla bilgi National Semiconductor veri sayfasından edinilebilir.**



Şekil 34 - Mikrodenetleyici arayüzüne AID dönüştürücü: (A) paralel; (B) seri.

12 yerine toplam 13 veri biti için bir işaret biti göndermek için programlanabilir olabilir. Veriler önce LSB veya MSB gönderilebilir. Bazı yongalar paralel veya seri veri aktarımı için yapılandırılabilir; Bu seçim genellikle modu seçmek için bir pimi veya pimleri yüksek veya düşük çekerek yapılır. Her durumda, cihaz veri sayfasının dikkatli bir şekilde okunması, dönüştürücünün projenize başarılı bir şekilde entegre edilmesi için en iyi bahistir.

MIÇO KONTROLCÜNÜZE İNTERFACİNG

Muhtemelen harici bir ADC'yi mikro denetleyicinize arayüzlemenin en basit yolu paralel bir arayüz kullanmaktır. Bu durumda, dönüştürmeyi başlatmak için CPU'dan VO pinlerini manipüle eder, ardından elde edilen verileri veri satırlarından okur. Bu yöntem, genellikle mevcut olan sınırlı sayıda VO pini nedeniyle, seri bağlantıdan daha az arzu edilir. **Şekil 34A,** 12 bit ADC (ADS7810) ve bir PİC mikrodenetleyici (PIC16F887) arasındaki paralel bir arabirim örneğini göstermektedir. Bu örnekte, on iki veri biti için yalnızca sekiz veri satırı kullanılır. HBE sinyali, düşük sıralı bitler okunduktan sonra dört yüksek sıralı biti veri hatlarına geçirmek için kullanılır. Bu, mikrodenetleyicide dört I/0 pin tasarrufu sağlar.

Seri bağlantılar *VO pinlerini kaydeder,* fiziksel olarak daha küçük İC paketlerinin kullanılmasına izin verir ve uygulanması oldukça kolay olabilir. Şekil 34B bir seri arayüz örneğini göstermektedir. CPU'nuz yerleşik bir donanım SPİ/Microwire arayüzüne sahipse, ADC ile iletişim bir program açısından oldukça basit olabilir. Gerekirse program sözcüğünü gönderin ve elde edilen verileri okuyun - bir veya ADC çözünürlüğüne bağlı olarak iki bayt. Yerleşik donanım SPİ'niz yoksa, arayüzün "bit-bang" program kodunun uygulanması oldukça basittir. (Bkz. **www.** Bit-bang hakkında daha fazla bilgi için dlpdesign.com/images/bit-bang-usb.pdf.)

Şekil 34B'nin işlemci ve ADC için ayrı gerekçeler gösterdiğini unutmayın. Bu, gürültü ve geçişleri okumaların doğruluğunu etkilemekten alıkoymak için gereklidir. Ayrı bir analog kaynağı da önerilir. Analog besleme, daha küçük seramik veya monolitik ve dökme tantal veya diğer düşük ESR kapasitörlerin bir kombinasyonu kullanılarak iyi filtrelenmelidir. Bu, analog besleme ve referans voltaj kaynakları için yapılmalıdır. Analog kaynaktan ne kadar çok gürültü çıkarırsanız, okumalarınız o kadar güvenilir olur.

MICROCONTROLLERS WITH BUILT-İN DÖNÜŞTÜRÜCÜLER

İt, çoklayıcılar, analog besleme pimleri ve V REF girişleri ile birlikte yerleşik analogdan dijitale dönüştürücülere sahip mikrodenetleyicileri bulmak için alışılmadık bir durum değildir. Örneğin, birçok Microchip IIC işlemcisi 10 bitADC ile donatılmıştır ve çoklanmış analog girişler olarak yapılandırılabilen 5, 8 veya daha fazla pine sahiptir. Birkaçı da dijitalden analoga sahiptir, ancak bu neredeyse yaygın değildir. Bu cihazlar son derece kullanışlı olsa da, bazı sınırlamalar vardır. Referans voltajları genellikle cihazın besleme voltajı ile sınırlıdır. İnternal CPU tarafından üretilen gürültü, dönüştürücünün kullanışlılığını da biraz sınırlayabilir. Cihaz özelliklerine ve sınırlamalarına dikkat ederek, dahili bir ADC çok çeşitli kullanım ihtiyaçlarını karşılayabilir .

8 Mikrodenetleyici Genel Bakış

Bu bölüm, tipik Amatör Radyo projeleri ve ekipmanları ile ilgili olarak mikrodenetleyici özelliklerini ve uygulamalarını inceler. Mikrodenetleyicileri kullanmakla ilgilenen okuyucu, mikrodenetleyicilerin nasıl uygulanacağını öğrenmek için mevcut olan birçok kitaba ve İnternet kaynağına yönlendirilir. Microchip **(www.microchip.com)**, Freescale **(www. freescale.com) ve** Atmel **(www.atmel.com) gibi üretici web siteleri** başlamak için iyi bir yerdir. PICList (**www.piclist.com) veya** Arduino Kullanıcı Forumu (http **://arduino) gibi belirli işlemci ailelerine ayrılmış bir dizi mesaj panosu, forum ve e-posta listesi de vardır. cc/forum).** Yerel kullanıcı grupları genellikle büyük şehirlerde aktiftir. Mikroişlemci kullanıcılarının çevrimiçi toplulukları çok akışkandır - mevcut kaynakları bulmak için İnternet arama motorlarını kullanın .

8.1 Bir Mikrodenetleyici Seçmek

Her biri kendi avantajları ve dezavantajları olan birkaç üreticiden temin edilebilen bir dizi mikrodenetleyici ailesi vardır. Bu yazının yazıldığı sırada, amatör kullanım için daha popüler seçenekler Microchip (PIC ürün hattı), Atmel (AYR, ATMega, 8051 ve diğer ürün hatları), Freescale (68HC11, HC08, HC16 ve diğer ürün hatları) ve birçok üreticiden geliyor. Bunlara ek olarak Texas İnstruments MSP430, ARM ve diğerlerini görecek ve duyacaksınız.

Mikrodenetleyiciler kullanarak projeler tasarlamak nispeten basit ile oldukça karmaşık arasında değişebilir. Ölçeğin daha basit ucunda, aksi takdirde bu cihazları kullanamayacak olan insanlara mikrodenetleyici tabanlı tasarım yeteneği getirmeyi amaçlayan birkaç ürün bulunmaktadır. Donanım geliştirmeyi ve program indirmeyi basitleştirmek için çeşitli breadboard kitleri ve geliştirme sistemleri mevcuttur. Aşağıdaki üç sistem özellikle popülerdir:

• Arduino **(www.arduino.cc)** - AYR mikrodenetleyicisine dayanan Arduino kartları, çeşitli yetenekler ve arayüzlerle kullanılabilir. Arduino kartında sağlanan arayüzlere "kalkanlar'adı verilen eklenti modülleri eklenir. Yazılım C veya C++ ile yazılır ve mikro denetleyiciye indirilir. Üretici ücretsiz geliştirme yazılımı sağlar .

• Parallax BASİC **Damgası (www.parallax. com)** - PBASİC ile önceden yüklenmiş bir PIC mikrodenetleyici içeren tek kartlı bir sistem. Yazılım PC'de bir editör programına yazılır ve daha sonra indirilir .

• PİCAXE - özel bir BASİC formuna sahip çeşitli PİC mikrodenetleyicisi. Farklı boyutlarda mikrodenetleyiciler, farklı sayıda I/O pimi ve saat hızları ile mevcuttur. Kullanıcı, mikrodenetleyiciyi destekleyen devre kartını oluşturmaktan sorumludur.

Bu durumların her birinde, kullanıcının mikrodenetleyicinin veya işleminin ayrıntılarını derinlemesine anlaması gerekmez. Devre, sinyal seviyelerini cihazın sınırları içinde tutmaya dikkat edilerek tasarlanabilir. Ardından, gerekli işlevleri yerine getirmek için bir program yazar. Emin olmak için, ticaret vardır. Kullanıcının bir program yazmasına izin vermek için gereken yerleşik bellenim, yer kaplayan BASİC ve işlemci döngüleri gibi basit bir dilde olabilir, bu nedenle yürütme hızı hızlı değildir ve programlar biraz sınırlıdır.

BASİC Stamp ve PICAXE, PİC mikrodenetleyicinin belirli varyantlarını kullanır, bu nedenle bu yongalarda bulunmayan özelliklere ihtiyacınız varsa farklı bir yaklaşım benimsemeniz gerekir. Yine de, bunlar ortalama amatörün çok az zaman ve para harcayarak kullanabileceği son derece değerli araçlar olabilir.

Neredeyse her türlü ihtiyacı karşılamak için çok çeşitli mikrodenetleyiciler mevcuttur. Mevcut cihazlar, 512 kelimeden 256 kbyte ve daha fazlasına kadar dahili program belleğine sahip 8 bit, 16 bit ve 32 bit işlemcileri içerir. Düşük uçta, nispeten basit görevleri kolaylıkla gerçekleştirebilen çok düşük maliyetli, fiziksel olarak küçük cihazlar (8 pin İC'ye kadar) vardır. Daha büyük, daha hızlı işlemciler daha fazla bellek, daha fazla I/0 pini ve özel çevre birimleri içerebilir. Daha yaygın özelliklerden bazıları ADC'ler, DAC'ler, darbe genişlik modülasyonu (PWM) çıkışları, USB arabirim donanımı veya dijital sinyal işlemedir .

1/0 REQUIRIREMENTS

Yeni bir proje için bir mikrodenetleyici seçmek, gereksinimlerinizi ve önceki deneyimlerinizi değerlendirmeyi içerir. İlk olarak, ihtiyacınız olan girdi ve çıktı sayısını değerlendirin. Örneğin, bir analog voltaj ve iki anahtar kapağını örneklemeniz ve bir seri veri akışı oluşturmanız gerekiyorsa, bir analog girişe ve üç veya daha fazla dijital I/O pine ihtiyacınız olacaktır. Bellek gereksinimlerine bağlı olarak, en küçük cihazlardan bazıları bile faturaya uyacaktır. Daha ayrıntılı bir tasarım için, bir 4x4 anahtar anahtarı matrisini taramanız, paralel bir arayüze sahip bir LCD modülü kullanmanız, bir dizi LED'i kontrol etmeniz ve bir USB portu aracılığıyla bir PC'ye arabirim oluşturmanız gerekebilir. Bu durumda, ihtiyaç duyulan I/0 pimlerinin sayısı, çok sayıda cihazı dikkate almadan ortadan kaldıracaktır.

CPU SIZE, PERFORMANS VE BELLEK

Eğer bir bilgisayar kullanıcısıysanız, aynı çipte birden fazla CPU çekirdeği olan 32 bit ve 64 bit mikroişlemciler görmeye alışkınsınız. Gömülü mikro denetleyicilerin dünyasında, işler biraz farklıdır. Bir işletim sistemini ve çok sayıda farklı programı idare ederken, mikrodenetleyici yalnızca bir program yürütmek zorundadır ve tamamen bu göreve adanmıştır. Çok yüksek hızlı I/O ihtiyaç duymadığınız, çok yoğun bir işleme ihtiyaç duymadığınız veya DSP kullanmayacağınız sürece, basit bir 8 bitprocessormay fazlasıyla yeterli olacaktır. Gömülü denetleyicileri kullanan düzinelerce jambon ile ilgili ürün vardır - iambik anahtarcılar, APRS transponderleri, tekrarlayıcı denetleyicileri, anten rotator kontrolleri ve şaşırtıcı derecede az miktarda program belleği ile basit 8 bit işlemciler kullanan diğer birçok aksesuar. Öte yandan, DSP gerektirecek yeni bir teçhizat veya anten tuneri tasarlıyorsanız, daha sağlam bir işlemciye ihtiyacınız olabilir.

Projenizin ne gerektireceğinden emin değilseniz, ölçeklenebilir, pin uyumlu üyeleri olan bir işlemci ailesi seçmek isteyebilirsiniz. Örneğin, Microchip, 7 kbyte program belleğine sahip 8 bit ve saniyede 5 milyon komut (MIPS) ile 30 MIPS'de 48 kbyte program belleğine sahip 16 bit arasında değişen işlemciler sunar. Hepsi uyumsuzdur, bu nedenle daha fazla hız, daha fazla bellek veya daha fazla yerleşik çevre birimine ihtiyacınız olduğunu düşünüyorsanız, donanımı değiştirmeden farklı bir işlemciye düşebilirsiniz.

Fiziksel ambalajı da dikkate alın. Bazı ürünler delikli, çift inline (DIP) paketlerde mevcuttur; Diğerleri sadece yüzey montaj versiyonlarında mevcuttur. Bu, ekipman, uzmanlık veya yüzeye monte bileşenlerle çalışmak istemiyorsanız fark yaratabilir.

SPECIALIZED PERİFERALS

USB arayüzüne ihtiyacınız olacak mı? Analog girişler mi? DSP Mİ? Hassas zaman işleyişi mi? Yerleşik olarak ihtiyacınız olan özelliklere sahip bir işlemci seçmek daha kolay olabilir. Öte yandan, harici bir gerçek zamanlı saat, ADC veya DAC eklemek nispeten kolaydır ve sadece birkaç I/O pin alır. PC'nizle iletişimi sağlayacak ve mikro denetleyiciye asenkron bir seri veri arabirimi sunacak birkaç USB arabirim yongası vardır. Bu, çok fazla ürün yazılımı geliştirme süresi ve hayal kırıklığı sağlayabilir.

DONANIM MALİYETİ VE GELİŞTİRME ARAÇLARI

Gerçek mikrodenetlemenin maliyeti bir faktör olabilir veya olmayabilir. Eğer bir bina inşa ediyorsanız

Kendi kullanımımız için tek seferlik bir proje, 3 $'lık bir çip ve yerleşik bir BASİC tercümanı olan 30 $'lık bir çip kullanmak arasında çok fazla fark yoktur. Firmware'i geliştirmek için zaman ve çaba farkı, kullanımı kolay çözüm için ekstra paraya değebilir. Cihazınızı daha büyük bir ürün için üretmeyi planlıyorsanız seyirci, maliyet farkı sizi farklı bir seçim yapmaya yönlendirebilir.

Geliştirme için gerekli yazılım ve donanım araçlarının maliyetini dikkate alın. Üretici ücretsiz bir ürün yazılımı geliştirme araçları seti sunuyor mu, yoksa bir assembler veya Derleyici mi? İhtiyacınız olan PC arayüzü ile düşük maliyetli bir geliştirme kiti var mı? Cihaz, programlamak için basit bir PC arayüzü veya daha pahalı bir özel programcı gerektiriyor mu? İşlemci ailesi ile daha önce herhangi bir deneyiminiz var mı, yoksa sizin için tamamen yeni bir çaba mı olacak?

9 Kişisel Bilgisayar İnterfaces

Bu bölüm, amatör istasyonda kullanılan kişisel bilgisayar (PC) dijital arayüzlerine genel bir bakış sağlar. Bu arayüzlerin kullanımı hakkında ayrıntılı bilgi, özellikle kullanıcı gruplarında ve belirli yazılım ve donanım uygulamaları için özel forumlarda çevrimiçi olarak mevcuttur. Bu kitabın **DSP ve SDR Temelleri, Dijital Modlar ve Protokoller ile ilgili bölümleri** ve Dijital İletişim ile ilgili çevrimiçi ek, belirli uygulamalar ve teknikler hakkında daha fazla bilgi sağlar. İstasyon **Aksesuarları** bölümü PC arayüzü inşaat projelerini de içerir.

9.1 Paralel vs Seri Sinyalizasyon

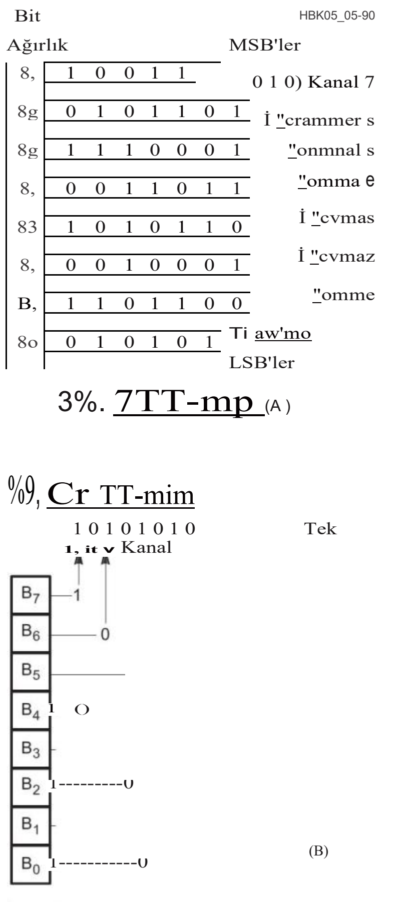
Odanın karşısındaki birine bir kelime iletmek için, kelimenin harflerini gösteren flash kartları tutabilirsiniz. Dört flash kart tutarsanız, her birinde bir harf var, hepsi bir kerede, o zaman paralel olarak iletiyorsunuz. Bunun yerine, her bir flashcard'ı birer birer tutuyorsunuz, sonra seri olarak iletiyorsunuz. *Paralel, bir* gruptaki tüm bitlerin aynı anda tam olarak işlendiği anlamına gelir. *Seri,* bitlerin her birinin kararlaştırılan bir sıraya göre tek bir kanal veya tel üzerinden tum olarak gönderildiği anlamına gelir. **Şekil 35** paralel ve seri sinyal göstermektedir.

Hem paralel hem de seri sinyalizasyon belirli durumlar için uygundur. Paralel sinyalleme daha hızlıdır, çünkü tüm bitler aynı anda iletilir, ancak her bit kendi iletkenine ihtiyaç duyar, bu da pahalı olabilir. Paralel sinyallerin iç iletişim için kullanılması daha olasıdır. Harici bir cihaz gibi daha uzun mesafelere yayılmak için, seri sinyalizasyon daha uygundur. Her bit tum olarak gönderilir, bu nedenle iletişim daha yavaştır, ancak cihazlar arasında daha az kanala ihtiyaç duyulduğundan daha ucuzdur.

Çoğu amatör dijital iletişim, maliyeti ve karmaşıklığı en aza indirmek için seri iletim kullanır. Sinyalizasyon için gerekli kanal sayısı da operasyonel moda bağlıdır. Simpleks (tek yönlü, yalnızca göndericiden alıcıya) ve yarım çift yönlü (çift yönlü - iletişim, ancak yalnızca bir kişi için bit başına bir kanal gereklidir Bir seferde konuşabilir), ancak tam çift yönlü (her iki yönde eşzamanlı iletişim) için bit başına iki kanal gereklidir.

PARALEL 1/0 İNTERFACİNG

Şekil 36, bir zamanlar PC'lerde yaygın olan paralel yazıcı bağlantı noktalarına benzer bir paralel giriş/çıkış arabirimi örneğini göstermektedir. Tipik olarak, sekiz veri hattı ve bir veya daha fazla el sıkışma *hattı vardır. Tokalaşma içerir a* Veri aktarımını koordine etmek için fonksiyon sayısı. Örneğin, READY satırı, verilerin sekiz veri hattının tümünde mevcut olduğunu gösterir. Sadece READY hattı kullanılıyorsa, alıcı verileri takip edemeyebilir. Böylece, STROBE hattı eklenir, böylece alıcı vericinin bir sonraki karakter için ne zaman hazır olduğunu belirleyebilir.



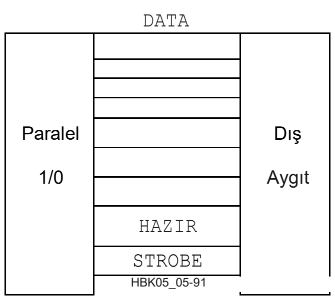
Şekil 35 - **Paralel (A) ve seri (B) sinyalizasyon. Bu örnekte paralel sinyalleme 8 kanal kullanır ve bit periyodu başına 8 bit aktarabilir. Seri aktarım yalnızca 1 kanal kullanır ve bit dönemi başına yalnızca 1 bit gönderebilir.**

Paralel bağlantı noktasına geçiş yapmak çok basittir ve birçok dilde ve birçok işletim sisteminde yapılabilir. İt, bir PC'nin 8 ila 12 bağımsız giriş veya çıkış teli ile kulübede ve evin etrafında bir denetleyici olarak hareket etmesini sağlamanın kolay bir yoludur. Eski bir bilgisayarı neredeyse ücretsiz veya sadece birkaç dolar karşılığında alabilir ve yalnızca bir denetleyici olarak kullanabilirsiniz. (Yeni bilgisayarların genellikle paralel bir bağlantı noktası yoktur.)

İnternet'te "paralel port arayüzü've seçtiğiniz dilin (örneğin, Visual BASİC veya C) bir kombinasyonunu arayarak, ayrıntılı arabirim ve programlama talimatlarını bulabilirsiniz. İt, seri port veya USB ile arabirim oluşturma protokol gereksinimlerine kıyasla "kendi başınıza rulo yapmak" için iyi ve nispeten basit bir yerdir.

SERIAL 1/0 İNTERFACİNG

Seri giriş/çıkış arabirimi paralelden daha karmaşıktır, çünkü veriler üzerinde anlaşılan bir sıraya göre iletilmelidir. Örneğin, 8 bit iletimi (b7, b6,... b0) bir sözcük, en az önemli bit, b0 veya en önemli bit olup olmadığını belirtmeyi içerir



Şekil 36 - **READY ve STROBE tokalaşma hatları ile paralel arayüz.**

Bit, b7, önce gönderilir. Neyse ki, kabul edilen diziyi veya kodlama şemasını tanımlamak için bir dizi standart geliştirilmiştir.

Bir bilgisayar ile modem, yazıcı veya yeni bir alıcı-verici gibi bir seri cihaz arasında seri bir arayüz kullanmak için, birkaç şey bağlantının her iki ucunda da aynı şekilde ayarlanmalıdır. Birincisi, seçimler genellikle tarihsel nedenlerle saniyede 300 ila 115200 bit arasındaki belirli değerlerle sınırlı olan veri hızıdır. Bir sonraki veri formatıdır - 7 veya 8 bit ve çift, tek veya hiç eşlik etmeden. Son olarak, her iki cihaz da aynı tokalaşma yöntemini kullanıyor olmalıdır. Genel seçenekler RTS/CTS, DSR/DTR veya XON/XOFF'dur. İlk ikisi, verici cihazın ne zaman gönderilecek verilere sahip olduğunu ve alıcı cihazın ne zaman veri kabul edebileceğini belirtmek için ekstra sinyaller (ve dolayısıyla ekstra kablolar) kullanır. Üçüncü yöntem olan XON/XOFF ile, veri alan cihaz, artık veri kabul edemeyeceğini belirtmek için verici cihaza bir XOFF kontrol karakteri gönderir. Verici cihaz XOFF'u gördüğünde, diğer uçtan bir XON alana kadar göndermeyi durdurur. Her yöntemin avantajları ve dezavantajları vardır. Örneğin, XON/XOFF ekstra kablo gerektirmez, ancak yanıt anlık değildir. Her iki uçta da el sıkışmayı desteklemek için bazı veri arabelleği alanı ve mantığı olmalıdır .

9.2 Standart Veri İçyüzleri

Bu bölüm, amatör istasyonda kullanılan bir dizi ortak veri arayüzünü kapsar. Bilgisayar konektörü pinoutlarıyla ilgili ayrıntılar için Bileşen Verileri ve Referanslar bölümüne bakın.

SIGNALİNG DÜZEYLERİ

İnside ekipmanı ve ekipman arasındaki kısa tel koşuları için normal uygulama nötr anahtarlama kullanmaktır; Yani, sadece + 5 V gibi bir voltajı anahtarlamak için. nötr anahtarlama, kapalı durum 0 V olarak kabul edilir. Telin daha uzun süre çalışması üzerine, hat dağıtılmış endüktans ve kapasitans ile bir iletim hattı olarak görülür. Ek indüktans ve kapasitans nedeniyle 0'dan 1'e geçiş yapmak daha uzun sürer veya bunun tersi de geçerlidir. Bu, verilerin tel üzerinde aktarılabileceği maksimum hızı azaltır ve ayrıca ls ve Os'un önyargı bozulması olarak adlandırılan farklı uzunluklarda olmasına neden olabilir. Ayrıca, daha uzun hatların gürültüyü alma olasılığı daha yüksektir, bu da alıcının geçişin tam olarak ne zaman gerçekleştiğine karar vermesini zorlaştırabilir. Bu sorunlar nedeniyle bipolar anahtarlama daha uzun hatlarda kullanılır. Bipolar anahtarlama, mantıksal 1 için bir polarite (örneğin +) ve bir 0 için diğerini (- bu örnekte) kullanır. Bu, alıcıdaki karar eşiğinin 0 V olduğu anlamına gelir.Herhangi bir pozitif voltaj 1 ve herhangi bir negatif voltaj 0 olarak alınır .

EIA-RS-232

Seri veri yolu protokolü EIA-RS-232 bu sorunu giderir (ancak, bir Mark "1" negatif bir voltajdır ve bir Space "0" pozitiftir). Genel olarak RS-232 olarak adlandırılan bu protokol, PC gibi veri terminali ekipmanı (DTE) ile modem veya TNC gibi veri iletişim ekipmanı (DCE) arasındaki konektörleri ve voltajları tanımlar .

Konektör DB-25 (25 pin) veya DB-9 (9 pin) versiyonudur - RS-232 arayüzleri, RJ45, 3,5 mm ses fişleri ve diğerleri gibi standart olmayan konektörler kullanılarak da uygulanmıştır. Sinyal voltajları "0" mantığı için + 3 V ile + 25 V arasında ve "1" mantığı için -3 Vand-25 V arasında tanımlanır. Spesifikasyonda ele alınan en yüksek veri hızı sadece 20 kbit/s olmasına rağmen, 115 kbit/s'ye kadar olan hızlar yaygın olarak kullanılır. Yüzlerce metrelik iletişim mesafeleri makul veri oranlarında mümkündür .

Nötr anahtarlama genellikle ekipmanın içinde ve ekipmanı terk eden hatlar için bipolar anahtarlama kullanıldığından, sinyaller bipolar ve nötr arasında dönüştürülmelidir. Ayrık seviye değiştiriciler veya op amp devreleri bu görevi yerine getirebilir veya düşük maliyetli özel İC hattı sürücüleri ve alıcıları mevcuttur .

UNIVERSAL SERIAL BUS (USB) USB, akıllı bir seri veri aktarım protokolü için bir bilgisayar standardıdır ve bir PC ile harici çevre birimleri arasındaki neredeyse tüm bağlantılar için standart haline gelmiştir. İt, seri, paralel, klavye ve fare bağlantı noktalarının yanı sıra SCSI ve tüketici PC'lerindeki diğer birçok veriyolunun yerini aldı.

Daha yüksek hızlı thanRS-232 ve paralel bağlantı noktalarına ek olarak, USB yükleri veya işlevleri için makul güç kullanılabilirliği sunar. Bazı durumlarda 127 hub ve fonksiyon tek bir bilgisayara bağlanabilir. USB, her işlevin yerleşik - zekaya sahip olmasını ve güç ve bant genişliği tahsisi için ana bilgisayarla görüşmesini gerektirir. USB ayrıca hotpluggability büyük bir avantajı vardır - yeni işlevler eklendiğinde PC yeniden başlatılması gerekmez.

USB konektörleri, iki çift yönlü, diferansiyel veri hatları, güç ve topraklama ile dört iletkenli kablo kullanır. Fonksiyon başına 100 mA'da yaklaşık 5 V'a izin verilir, ana sistem kapasitesi varsa 500 mA'ya kadar kullanılabilir. Bu, modemler, küçük video kameralar veya el tipi tarayıcılar gibi nispeten sofistike cihazların ek güç kaynakları olmadan otobüsten çalışabileceği anlamına gelir. Ayrıca, cep telefonları, kameralar ve GPS üniteleri gibi çok çeşitli cihazları bağlamak ve şarj etmek için USB kullanmak da yaygınlaşmıştır. Bir USB bağlantı kablosu kullanıldığında, dikdörtgen (USB) kullanılarak uygun bağlantılar ve uygun akış sağlanır. "A") ana bilgisayardaki konnektör ve ekli fonksiyondaki farklı bir konnektör (USB "B", Mini-B veya Micro-B).

Şu anda genel kullanımda iki USB standardı vardır. USB **1.1, biraz** eski ama sadece birkaç yıllık PC'lerde yaygın, saniyede 12 megabit (12 Mbit/s) yeteneğine sahiptir. USB 2.0 daha sonraki standarttır ve 480 Mbit/s'ye kadar derecelendirilmiştir. Çoğu USB 2.0 bağlantı noktası eski USB 1.1 aygıtlarının kullanılmasına izin verir - yani geriye dönük olarak uyumludurlar. Bununla birlikte, maksimum kablo uzunlukları ve cihazlara mevcut güç etkilenebilir. USB 3.0, SuperSpeed yapılandırmasında 5 Gbit/s'ye kadar iletişimi sağlamak için ek kablolar ve bazı yeni konektörler kullanır.

Yalnızca bir veya iki USB bağlantı noktasına sahip eski bilgisayarlar, genellikle USB hub olarak adlandırılan ucuz bir USB bağlantı noktası genişletici ekleyerek ek bağlantı noktalarına sahip olabilir. Bazı birimler güçlerini ana bilgisayarın USB portundan alır ve yalnızca USB sinyallerini ana bilgisayardan kalan güçle birlikte dağıtır. Diğerleri, her yeni USB portuna normal güç sağlayan küçük bir güç kaynağı ile birlikte gelir.

PC'de herhangi bir USB portu yoksa, USB portları eklemek için bir genişletme kartı kullanılabilir. Herhangi bir seri veya paralel bağlantı noktası olmayan yeni kişisel bilgisayarları görmek oldukça yaygındır, USB bu işlevleri değiştirir. Eski seri veya paralel çevre aygıtlarınızı bu'eski olmayan "PC sistemleriyle kullanmanız gerekiyorsa, bunları USB bağlantı noktalarına bağlamak için adaptör kabloları mevcuttur.

ETHERNET

Kablolu ağlar için, l00BaseT veya "hızlı Ethernet", düşük maliyetli hub ve anahtarların yaygın olarak bulunduğu birkaç yıldır standart olmuştur. 1 00BaseT sistemleri 100 Mbit/s olarak derecelendirilmiştir ve korumasız, bükülmüş çift Kategori 5 ağ kablosu kullanır. Ağdaki her bilgisayar bir merkezi hub veya anahtara bağlanır.

Daha **yakın zamanlarda, 1 000BaseT** (gigabit Ethernet veya GigE) ve tüketici düzeyinde bile 1 00BaseT hızla değiştiriyor. Gigabit Ethernet ayrıca Cat 5 kablosu kullanır, ancak Cat 5e veya Cat 6 genellikle önerilir. MBaseN ve Kategori N terminolojisinin açıklaması, mevcut birçok ağ kitabında bulunabilir.

Ham istasyon çalışması ile karşılıklı müdahale nadir değildir. 10 Mbit/s'lik bir sinyal, tüm bit pozisyonları doldurulursa, korumasız telin 10 MHz ve 10 MHz'lik çeşitli harmonikleri kulübe etrafında taşıdığı anlamına gelir. Dijital kelimeler ağ üzerinden geçerken, tellerde herhangi bir sayıda frekans bulunabilir ve teller HF, VHF ve UHF sinyallerinden almaya çok duyarlı olabilir. İn

Frekanslar (özellikle VHF'de) ancak bir jambon bandında birkaç yüz watt olduğunda veri kaybeder. Normalde göz ardı edilebilen kulübedeki bazı RF'ler kolayca bir ağı çökertebilir. Ne yazık ki, bu ekipmanın bir jambonun hassas alıcısına zarar verebilecek "gürültülü" anahtarlama güç kaynaklarına sahip olması da yaygındır. Ağ ekipmanlarından RFI ile ilgili daha fazla bilgi için RF İnterference bölümüne bakın.

WIRELESS NETWORKS -WIFİ Ev ve ofis ağlarında yaygın olarak bulunan diğer teknoloji IEEE 802.11 kablosuz. Bu ağlar, 54 Mbit/s ve daha yüksek nominal hızlarda veri aktarmak için 2.4 ve 5.2-5.8 GHz aralığında çalışan düşük güçlü, yayılmış spektrum alıcı-vericileri kullanır. 0 lderequipmentused the 801.11 b protocol at 11 Mbit/s; Genellikle düşük fiyatlarla bulunan yeni dişli 54 Mbit/s maksimum veri hızında 802.1 lg kullanır. 802.1 ln protokolü, 2.4 ve 5 GHz aralıklarında saniyede birkaç yüz megabite kadar veri hızlarını destekler.

Bu veri hızları ideal koşullar altında maksimumdur ve kablosuz *erişim noktası* (WAP) ve kablosuz bağdaştırıcı dinamik olarak koşullara uyum sağladığı için önemli ölçüde daha düşük hızlarda çalışan bağlantılar görmek nadir değildir. Yine de, performans çoğu kullanım için yeterlidir ve ağ kablolarının olmaması birçok durumda kablosuz ağı çekici kılar.

Kablosuz ağlar aslında karşılıklı girişime daha az duyarlı görünmektedir, çünkü hem verici hem de alıcı antenler olarak kolayca hareket eden uzun korumasız tellere bağlı değildirler. Kablosuz ağlar için kullanılan frekans bantları, normal jambon işlemlerinden 2,4 GHz'in altındaki frekanslarda oldukça uzaktır, ancak yüksek güçlü bir VHF veya UHF istasyonu böyle bir ağa müdahale edebilir. Ayrıca, 802.11 bant 802.1 lg ağ ekipmanları için kullanılan kanalların bazıları 2.4 GHz bandında amatör spektrum tahsisine girer.

KABLO DEĞİŞTİRME - BLUETOOTH VE ZIGBEE

USB ve RS-23 2 gibi kablo tabanlı arayüzlerin yerini almak için bir dizi düşük güç, kısa menzilli veri bağlantısı oluşturulmuştur. Bunlar, ISM bantlarında lisanssız spektrum kullanan dijital protokollerdir. 2013 yılının başından itibaren en popüler iki tanesi Bluetooth **(www.bluetooth. com) ve Zigbee (www.zigbee.org).** Bu tür teknolojilerin çoğu, bir IEEE 802.x standardının uygulamaları olarak başlangıçta veya kalıcı olarak geliştirilir.

Bluetooth veri bağlantıları 2.4 GHz bandında çalışır ve öncelikle saniyede birkaç megabite kadar ses ve yüksek hızlı dijital bağlantılar akışı için kullanılır. Bluetooth bağlantıları frekans atlamalı spread-spektrum teknolojisini kullanır. Kişisel alanı da destekleyebilir Çeşitli güvenlik seviyelerinde ağlar (piconets veya PAN'lar). En fazla yedi cihaz bir Bluetooth arayüzünü bir ana bilgisayarla paylaşabilir. Çeşitli cihazları ilişkilendirmek için senkronizasyon adı verilen bir işlem kullanılır.

Zigbee, ad-hoc mesh ağ uygulamaları için tasarlanmıştır ve Kuzey Amerika'da 902 MHz ISM bandında çalışır. Zigbee'nin maksimum veri hızı 250 kbit/sn'dir. Düşük veri hızı nedeniyle, çoğu Zigbee uygulaması kontrol ve izleme uygulamaları için tasarlanmıştır.

YEDEK İNG COM VE LPT PC İNTERFACES

USB-seri ve USB-paralel adaptörler nispeten ucuz ve kolay bulunur. Bununla birlikte, hepsinin ihtiyaç duyabileceğimiz tüm el sıkışma sinyallerini desteklemediğini ve bazılarının gecikmeleri veya yetersiz sürücüleri olabileceğini unutmayın. Ekipmanınızla çalışan bir tane bulmak için birkaç farklı marka denemeye hazır olun. Belirli ekipman veya yazılım için kullanıcı grupları, hangi markaların ve port değiştirme aksesuarlarının modellerinin uyumlu olduğunu ve düzgün çalıştığını bulmak için iyi kaynaklardır. Daha az yaygınlaşırken, masaüstü bilgisayarlara seri, paralel ve diğer bağlantı noktaları eklemek için add-inPCI veri yolu kartları için hala bir pazar var.

10 Dijital Elektronik Terimleri Sözlüğü

VE kapısı - Çıkışı sadece tüm girişleri 1 olduğunda 1 olan bir mantık devresi.

Astable (serbest çalışan) multivibratör İki kararsız durum arasında değişen bir devre. Bu devre, kare dalgalar üreten bir osilatör olarak düşünülebilir.

Asenkron flip-flop - Bir saat sinyali gerektirmeden veri girişlerine bağlı olarak çıkış durumunu değiştiren bir mandal olarak da adlandırılan bir devre.

İkili - Dijital elektronikte kullanılan ve sembolleri kullanan bir taban-2 sayı sistemi 0 ve 1.

İkili kodlu ondalık (BCD) - İkili değerleri dönüştürmek için basit bir yöntem Kullanıcı odaklı dijital sistemler için giriş ve çıkışlar için ondalığa ve ondalıktan. BCD, 7 segmentli LED ekranların günlerinde yaygın olarak kullanıldı, ancak bugün yaygın değil .

Bistable multivibrator - İki kararlı çıkış durumuna sahip bir flip-flop devresi için başka bir isim.

Boole cebri - George Boole'un adını taşıyan ikili kullanılan dijital devreleri tanımlamak ve tasarlamak için kullanılan matematiksel sistem.

Veri yolu - Verilerin bilgisayarlar ve diğer dijital aygıtlar içinde dahili olarak yönlendirildiği bir dizi kablo.

Saat - Düzenli bir oranda geçiş yapan bir sinyal. Saat kontrolü, mantık devrelerini senkronize etmenin en yaygın yöntemidir.

Kombinasyonel mantık - Çıktının mevcut girdilere bağlı olduğu bir tür devre elemanı. (Ayrıca **bkz. Sıralı mantık.)**

Tamamlayıcı metal oksit yarı iletken (CMOS) - Bir tip Dijital entegre devreler yapmak için kullanılan inşaat. CMOS, aynı çip üzerindeki hem N-kanalı hem de P-kanalı MOS cihazlarından oluşur.

Sayaç (bölücü, bölmek-n sayacı) - Her aldığında bir durumdan diğerine değişebilen bir devre Bir giriş sinyali. Bir sayaç bir üretir Önceden belirlenmiş sayıda giriş sinyali alındığında çıkış sinyali.

Ondalık - 0'dan 9'a kadar sembolleri kullanan her gün kullandığımız temel 10 sayı sistemi.

DeMorgan Teoremi - İn Boole cebiri, büyük bir ifadenin tamamlayıcısını basitleştirmenin veya bir tasarımcının bir dizi eşdeğer kapıyı değiştirmesini sağlamanın bir yolu.

Dijital İC - Çıkışı açık (1) veya kapalı (0) olan bir entegre devre.

Dinamik (kenar tetiklemeli) giriş - Bir devrenin yalnızca kontrol sinyali onaylanmadan iddia edilenden değiştiğinde durumu değiştirmesine izin veren bir kontrol sinyali.

Exclusive ***OR*** *gate* - İki girişten biri 1 olduğunda çıkışı 1 olan ve her iki giriş de 1 olmadığında veya her iki giriş de 1 olduğunda çıkışı O olan bir mantık devresi.

Fan-out - Bir mantık elemanının yeteneği

Diğer birkaç mantık öğesini sürmek veya beslemek için.
Alan Programlanabilir Kapı Dizisi (FPGA) - Birkaç yüz ila milyonlarca mantık kapısı ve 1000 veya daha fazla İ/O pini içerebilen bir tür programlanabilir mantık dizisi.
FireWire (IEEE-1394) - 400 Mbit/s'ye kadar sürekli aktarım yapabilen çok yüksek hızlı bir seri protokol.
Flip-flop (bistable multivibrator) - İki kararlı çıkış durumuna sahip olan ve uygun giriş sinyalleri algılandığında bir durumdan diğerine değişebilen bir devre.
Kapı - İki veya daha fazla girişi ve bir çıkışı olan kombinasyonel bir mantık elemanı. Çıkış durumu girdilerin durumuna bağlıdır.
Tokalaşma - Veri aktarımını koordine etmek için fonksiyonlar.
Onaltılık - 0,1,2,3,4,5,6,7,8,9,A,B,C,D,E,F kullanan bilgisayar sistemlerinde yaygın olarak kullanılan bir taban-16 sayı sistemi.
Entegre devre - Aynı çip üzerinde üretilen birçok bipolar veya alan etkili transistörden oluşan bir cihaz veya Silikon gofret.
İnverter - Bir giriş ve bir çıkış ile bir mantık devresi. Giriş 0 olduğunda çıkış 1'dir ve giriş 1 olduğunda çıkış 0'dır.
Mandal - Bistable multivibrator (flip-flop) devresi için başka bir isim. Mandal terimi bize bu devrenin biraz bilgi depolayan bir bellek birimi olarak hizmet ettiğini hatırlatır.
Lineer İC - Çıkış voltajı, giriş voltajının doğrusal (düz çizgi) bir gösterimi olan entegre bir devre.
Mantık probu - Yüksek veya düşük belirtmek için kullanılan basit bir test ekipmanı parçası
Dijitalelektronik devrelerde mantık durumları (voltaj seviyeleri).
Mikrodenetleyici - Genellikle bir miktar program belleği, veri belleği, giriş/çıkış portları ve genellikle bazı özel çevre aygıtları ile birlikte nispeten küçük bir mikroişlemciden oluşan bir "çip üzerindeki bilgisayar".
Monostable multivibrator (bir atış) - Bir kararlı duruma sahip bir devre. Dış bileşenler tarafından belirlenen bir süre için kararsız bir duruma zorlanabilir, ancak o zamandan sonra kararlı duruma geri döner.
NAND (NOT AND) gate - Çıkışı yalnızca her iki girdi de 1 olduğunda 0 olan bir mantık devresi.
Noninverter - Bir giriş ve bir çıkış içeren ve çıkış durumu giriş durumuyla aynı olan bir mantık devresi (0 veya 1). Bazen *kesintisiz tampon denir.*
NOR (NOT OR) gate - Her iki giriş de 1 ise, çıkışı 0 olan bir mantık devresi.
OR gate - Giriş 1 olduğunda çıkışı 1 olan bir mantık devresi.
Paralel - Bir gruptaki tüm bitlerin aynı anda tam olarak işlendiği bir dijital sinyalizasyon yöntemi.
Programlanabilir mantık cihazı (PLD) - Program kodu ile kontrol edilebilen genel bir kapı dizisi içeren bir cihaz. PLD'ler çok sayıda bireysel İ C'nin yerini almak için yapılabilir .
Yayılma gecikmesi - Bir dijital devreye giriş sağlamak ve çıkışta bir yanıt görmek arasındaki zaman gecikmesi.
Register - N-bit sayı depolayan bir dizi mandal veya parmak arası terlik.
RS-232 En yaygın seri veri yolu protokolü.
RS-422 RS-232'ye benzer, ancak tam diferansiyel veri hatları kullanan bir seri protokol.
Seri-Her bir bitin, mutabık kalınan bir sıraya göre tek bir kanal veya tel üzerinden tum olarak gönderildiği bir dijital sinyalizasyon yöntemi.
Sıralı mantık - Çıktının mevcut girdilere, önceki girdi dizisine ve genellikle bir saat sinyaline bağlı olduğu bir tür devre elemanı. (Ayrıca bkz. **Kombinasyonel mantık.)**
Kare dalga - Periyodik bir dalga formu Bu iki değer arasında değişir ve her seviyede eşit zaman harcar. İt, temel frekanstaki sinüs dalgalarından ve tüm garip harmoniklerden oluşur.
Statik (seviye tetiklemeli veya kapılı) giriş - Kontrol sinyali aktif veya iddia edilen seviyede olduğunda devrenin durumu değiştirmesini sağlayan bir kontrol sinyali.
Senkron flip-flop - Çıkış durumu veri girişlerine bağlı olan, ancak yalnızca uygun saat sinyalini algıladığında çıkış durumunu değiştirecek bir devre.
Geçiş bölgesi - İki ikili durum arasındaki tanımlanmamış bölge. *Gürültü sınırı olarak da bilinir.*
Geçiş süresi - Bir dijital devrenin durumu değiştirmesi için gereken süre. 0'dan 1'e geçiş, *yükselme zamanı olarak adlandırılır* ve 1'den 0'a geçiş, *düşme zamanı olarak adlandırılır.*
Tri-state kapısı - Bir ek kontrol kurşun ile bir kapı. Etkinleştirildiğinde, kapı normal şekilde çalışır; Etkinleştirilmediğinde, çıkış yüksek bir empedansa gider .
Doğruluk tablosu - Bir dijital devreye olası tüm giriş kombinasyonlarının çıktılarını gösteren bir grafik.
Evrensel seri veri yolu (USB) - Akıllı bir seri veri aktarım protokolü için bir bilgisayar standardı.

11 Referanslar ve Bibliyografya

DIGITAL ELECTRONICS Bignell ve Donovan, *Dijital Elektronik (Delmar* Leaming, 2006)
Holdsworth, B., *Dijital Mantık Tasarımı (Newnes*, 2002)
Lancaster ve Berlin, *CMDS Yemek Kitabı (Newnes*, 1997)
Tocci, Widmer ve Moss, *Dijital Sistemler: İlkeler ve Uygulamalar (Prentice* Hall, 2006)
Tokheim, R., *Dijital Elektronik: İlkeler ve Uygulamalar (McGrawHill*, 2008)
Mantık simülasyon yazılımı: "Dijital Çalışmalara Başlamak" **www.spu. edu/cs/faculty/bbrown/circuits/howto. html**

MİCROPROCESSORS VE MİCROCONTROLLERS

Dumas, J., *Bilgisayar Mimarisi: Bilgisayar Tasarımının Temelleri ve İlkeleri (CRC* Press, 2005) Gilmore, C., *Mikroişlemciler: İlkeler ve Uygulamalar (McGraw-Hill*, 1995)
Johnson, C., AA ~ ZZ "," Bir PIC-EL ile PIC Öğrenme "(Bölüm 1 ve *2), QST, Mayıs* 2007 (s. 37-42) ve Haziran 2007 (s. 33-36)
Klotz, L., WA5ZNU (Ed.), *Arduino ve PICAXE için Ham Radyo* (ARRL, 2013)
Komeev ve Kiselev, *Modern Mikroişlemciler* (Charles River Press, 2004)
Popiel, G., KW5GP, *Ham Radyo için Arduino* (ARRL, 2014)
Popiel, G., KW5GP, *Ham Radyo için Daha Fazla Arduino Projesi* (ARRL, 2017) Spencer, M., WA8SME, ARRL'nin Yeni Başlayanlar için PİC Programlaması (ARRL, 2010)
Tocci ve Ambrosio, Mikroişlemciler ve Mikrobilgisayarlar: Donanım ve Yazılım (Prentice-Hall, 2002)

İçerik

İmage İletişim

Bu ek iki popüler iletişim modlarını kapsar amatörlerin değişmesine izin veren Hala veya görüntüleri havada hareket ettiriyor. Teknolojideki ilerlemeler, görüntü iletişimini daha kolay ve daha uygun fiyatlı hale getirdi ve bu da ilgi artışına neden oldu.

W60RG, Tom O'Hara tarafından bu bölüm için güncellenen bu bölümün ilk kısmı, sadece amatör televizyon (ATV) olarak da adlandırılan fastscan televizyonunu (FSTV) açıklar. ATV üzerinde tam hareketli video Yayın TV'nizde gördüğünüze benzer bir hava. ATV sinyalleri için gereken geniş bant genişliği nedeniyle, UHF ve mikrodalga bantlarında işlem yapılır.

Larry Peterson, WA9TT tarafından güncellenen bu bölümün ikinci kısmı yavaş taramalı televizyonu (SSTV) açıklamaktadır. Tam hareketli video İnstead, SSTV için 8 saniye gerektirir Tam renkli görüntü için 1-2 dakikaya kadar siyah beyaz görüntü. SSTV, ses alıcı-vericilerini kullanmak için tasarlanmış dar bir bant genişliği görüntü modudur - HF bantlarında SSB ve VHF ve daha yüksek frekanslarda FM. SSTV ayrıca tekrarlayıcılar, uydular ve ISS tarafından da desteklenmektedir .

Aksi belirtilmedikçe, diğer bölümlere yapılan atıflar, *ARRL El Kitabının basılı versiyonundaki bölümlere atıfta bulunur.*

1 Hızlı Tarama AmateurTelevision Genel Bakış

Hızlı taramalı amatör televizyon (FSTV veya sadece ATV), ABD'de televizyon yayını için kullanılan analog NTSC (Ulusal Televizyon Sistemi Komitesi) standartlarına dayanan geniş bantlı bir moddur ve çoğu yayıncı 2009'de dijital iletime geçmiştir. Analog AM ve FM ATV, standart NTSC televizyon tarama hızlarını kullanır. İt sadece yavaş tarama TV (SSTV) veya dijital TV (DTV) ayırt etmek için "hızlı tarama" denir. Aslında, analog ATV ile hiçbir tarama dönüşümü veya kodlayıcı/kod çözücü gerekli değildir .

Analog NTSC yayını veya kablo TV sinyallerini görüntüleyebilen herhangi bir standart TV seti, AM Amatör Radyo video ve ses sinyallerini görüntüleyebilir. 2008'den bu yana, ABD'de satılan yeni tüketici dijital televizyon (DTV) setleri, Gelişmiş Televizyon Sistemleri Komitesi'nin (ATSC) 8-VSB (8 seviyeli Vestigial Side Band) standardını kullanarak yüksek çözünürlüklü televizyon (HDTV) yayınları alacak şekilde tasarlanmıştır. DTV televizyonları ayrıca analog AM ve Dijital Kablo (D-CATV) kanal tunerleri ve FCC Kural 15.118 (c) başına kablo çeyrek genlik modülasyonu (QAM) tunerleri içerir. Bununla birlikte, eski analog televizyonlarınızı elden çıkarmamak, ancak ATV için saklamak iyi bir fikirdir. 70 cm bandındaki Analog AM ATV, düşük maliyeti, boyutu ve kullanım kolaylığı göz önüne alındığında bir süre için birincil ATV sistemi olacaktır.

ATV sinyallerini iletmek için, standart RS-1 70 kompozit video (1- V tepe noktasından 75.9'a) veya 480i/30 NTSC ve ev kameralarından, kameralardan, DVD/VCR'lerden, DVR'lerden veya bilgisayarlardan gelen hat sesi doğrudan ATV modu için tasarlanmış bir vericiye beslenir. Ses, video ile karıştırılan ATV vericisindeki 4.5 MHz FM alt taşıyıcı jeneratörden geçer. İt, FM ATV için aynıdır, ancak ses alt taşıyıcısı, 5.5 MHz tipik olan 4.5 MHz'den 6.8 MHz'e kadar herhangi bir şey olabilir.

Görüntü kalitesi, video sinyal seviyesine ve müdahale eden taşıyıcılara bağlı olarak bir VCR'ye eşdeğerdir. Tüm senkronizasyon ve sinyal kompozisyonu bilgileri, modem kameraların ve kameraların kompozit video çıkışında bulunur. Çoğu kamerada, ayrı ses/video (AN) çıkışları sağlayan RCA fono fişleri bulunan bir aksesuar kablosu bulunur. *AN fişleri olan veya* CVBS (kompozit video temel bant sinyali) olarak belirtilen güvenlik video kameraları da popülerdir. Analog HD, HDcctv, HD-TVI, AHD, HD-SDI, İP veya diğer kameralar farklı video standartları kullanır ve önce bir DVR veya başka bir cihazda bir dönüşümden geçmedikçe analog NTSC ATV için kullanılamaz. Ses çıkışı bir kameradan diğerine değişebilir, ancak genellikle dahili mikrofondan 0.1 ila 1 V P-P (10 k © yüke) yükseltilmiştir.

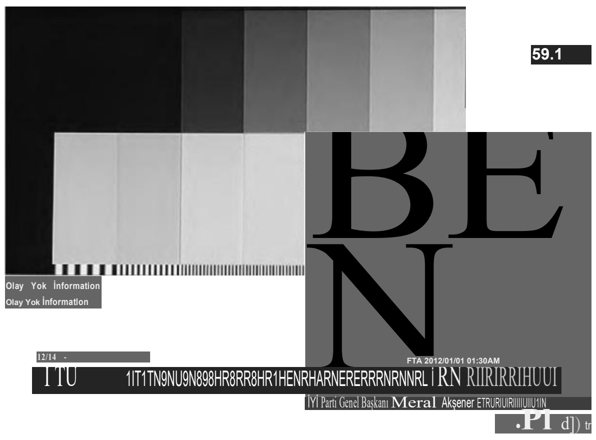
1.1 ATV Aktiviteleri

Amatörler düzenli olarak kendilerini kulübede gösterir, projeleri yakınlaştırır, ev video kayıtlarını gösterir, jambon kulübü toplantılarını yayınlar ve canlı olarak gösterilebilecek veya kaydedilebilecek hemen hemen her şeyi paylaşırlar **(bkz. Şekil 1 ve 2, <u>www.hamtv.com/info.html'deki uygulama notları</u> ve www. kh6htv.com/application-notes).** Kameranın "gördüğü've" duyduğu'ne olursa olsun, tam hareket rengi ve ses bilgisi de dahil olmak üzere sadakatle iletilir. Bilgisayar grafikleri ve video özel efektleri genellikle göz kamaştırıcı izleyicilere iletilir. Birçok popüler ATV uygulaması bu bölümde daha sonra ayrıntılı olarak açıklanmıştır.

1126.



Şekil 1 - Öğrenciler okulu okula veya - sınıflar arasında iletişim kurmak için ATV'yi kullanmaktan hoşlanırlar. ATV görünümü, bir görev sırasında Uzay Mekiği kargo bölmesinin arka ucunu gösterir (alt).



Şekil 3 - Yeni dijital TV'nin uzaktan kumandasında bilgi veya ekran düğmesine basıldığında, D-CATV kanal numarası İstasyon çağrısı ve diğer bilgilerle birlikte 1'den 999'a kadar (ve DTV modülatöründe programlanan gerçek iletilen kanal değil) bir Sanal Kanal ataması. Kanal 59.1 gösterilir, ancak gerçek verici kanalı 58 idi ve frekans değiştirilirse değişmez. Analog kanallar ondalık nokta olmadan veya ondalık nokta veya tire ve sıfır ile gösterilir. Dijital kanallar büyük bir sayı, ondalık nokta veya tire ve küçük bir sayı ile gösterilir. Küçük sayılar, bu kanalın birden fazla video veya programa sahip olabileceğini gösterir.



Şekil 2 - Tek yönlü ATV DX kaydı, 1994'te bir tropo açılışı sırasında Hawaii'deki KC6CCC'dan 434-MHz video almak için San Clemente, Kaliforniya'daki KH6HME tarafından tutuluyor. Mesafe 2518 mil. www.hamtv.com/atvdxrecord. bakın html.

1.2 Analog AM, FM ve Dijital ATV'nin Karşılaştırılması

Üç ATV modundan herhangi birini kullanarak ATV almak, tüketici televizyonlarını ve alıcılarını doğrudan kullanarak veya amatör bir bant alma dönüştürücüsünün (downconverter) eklenmesiyle nispeten kolaydır. Bir alandaki aktivitenin çoğu, ATV ile deney yapan ilk birkaç jambona ve maliyete ve Başkalarının ilk resimlerini görmeleri için ekipmanların mevcudiyeti.

Aktif kanal bellek tarama kurulumuna sahip olmayan ve sinyal olmadığında boş veya mavi ekrana giden video susturucusuna sahip olmayan yalnızca analog TV'lerin çoğu, ATV DXers tarafından sürekli olarak - arama yapabildikleri veya izleyebildikleri için tercih edilir. karda ATV sinyalleri kolayca. Daha yeni TV'ler, analog ve dijital kanalları arayan ve etkin olmayan bulunanları atlayan aktif bir kanal tarama kurulumuna sahiptir. Kablonuz varsa, büyük olasılıkla 57-60 (doğrudan 70 cm ATV), 3 ve 8 (downconverter çıkışı) aktif kablo kanallarına sahip olacak ve kurulum taramasını yaptıysanız ATV'de kullanılabilir kablo servisine bağlıyken. Bir kablo servisiniz yoksa, TV'niz sinyal yoksa manuel olarak bir kanal eklemenize izin verebilir veya vermeyebilir. Kanal taraması yaparken size yeterince güçlü bir sinyal göndermek için yerel bir ATVer almanız gerekebilir. Bu aynı zamanda havadan dijital 8-VSB ve kablo QAM iletimlerinde de geçerli olacaktır. DVB-T ve DVB-Swill, yeni TV'nizin HDMI monitör girişine bağlı bir alıcı veya kod çözücü gerektirir ve ayrıca aktif bir kanal taraması gerektirir.

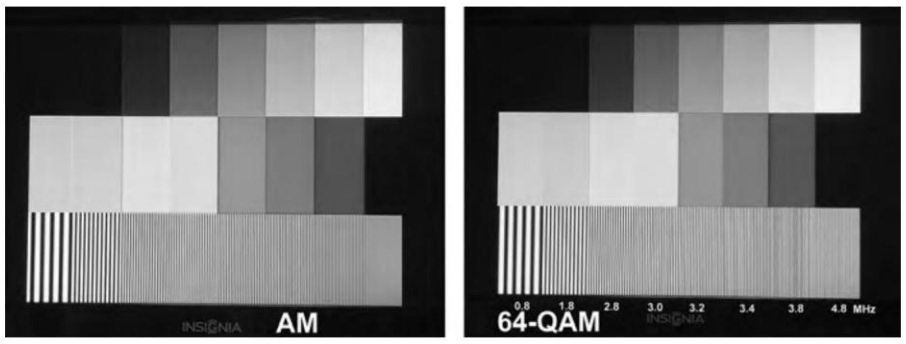
Analog AM iletimi için frekans referansı, alt kanal kenarından 1.25 MHz olan video taşıyıcısıdır. Bir dijital iletim, merkez frekans olarak adlandırılır - örneğin, 57 AM kablo kanalı 421.25 MHz, dijital aynı 420-426 MHz aralığında 423.0 MHz'dir. D-CATV istasyonlarının Sanal Kanallar veya Mantıksal Kanal Numaraları olarak sunabileceğini unutmayın. TV kurulum kanalı taraması tarafından algılandığında gerçek iletilen kanal olmayabilir. TV bilgi paylaşımınız geçerli bir dijital kanalınız olduğunu söylüyorsa 59 .1, aslında farklı bir kanalda iletilebilir. İstasyon İD, kanal ve bilgi video ile iletilir ve herhangi bir metin, kablo operatörünün amacı ne olursa olsun Şekil 3'te görüldüğü gibi modülatöre programlanabilir.

70 cm bandındaki analog AM TV, takılması en kolay moddur ve en zayıf sinyalle bulunabilir. 70 cm jambon bandı, ilk AM ATV resminizi görmek için 70 cm'lik bir anten dışında pratik olarak hiçbir maliyet getirmeyen 57 ila 61 arasındaki analog kablo kanalları ile aynı frekansları içerir. Düşük maliyetli, küçük ve diğer ATV modlarından daha az akım çeken basit 70 cm ATV vericileri mevcuttur. Bu, *RlC (radyo* kontrolü), yüksek irtifa balonu, roket ve taşınabilir acil iletişim veya kamu hizmeti etkinlikleri için arzu edilir. Çağrı mektubu İD'leri 70 cm AM ATV ile çok daha geniş bir aralıkta görülebilir, ancak resimde çok fazla kar vardır ve DXers'in favorisidir. Doğrusal bir amplifikatör eklemek, video modülasyonunu doğrusal aralıkta tutmak için bir ilk sürücü kurulumu gerektirir.

FM ATV de basit vericiler kullanır, ancak çoğu etkinlik 13 cm, 23 cm ve 33 cm amatör bantlardadır. Bu, kısmen FM ATV sinyalleri için gereken geniş bant genişliği ve kısmen de ticari C-band uydu veya lisanssız Bölüm 15 kullanımı için tasarlanan alıcıların mevcudiyeti nedeniyle. FM alıcıları analog



Şekil 4 - Hi-Des HV-100EH DVB-T modülatörü burada 70 cm bandında bir KH6HTV 70-7B doğrusal amplifikatör sürerken gösterilmiştir. Modülatör ayrıca 33 cm bandını ayarlar ve yüksek doğrusallıkta MMİC ve FET güç amplifikatörü kullanmak için -3 dBm'ye kadar ayarlanabilir bir çıkışa sahiptir. Transvertörler daha yüksek frekans bantlarında çalışmak için kullanılabilir.



Şekil 5 - Bu iki görüntü, bir AM analog vericiden ve bir D-CATV 64-QAM vericisinden P5 test modellerini karşılaştırır. 4.8 MHz çok patlama dikey çizgiler 64-QAM 480i resimde görülebilir, ancak AM gri kapalı haddelenmiş ve 3.8 MHz patlama hatları çözme sınırlıdır

Mümkün olan en iyi görüntü çözünürlüğünü görmek için bir TV'ye bir kanal 3 analog RF modülatörüne değil, bir video monitörüne bağlanması gereken A/V çıkışları. Sürüş gücü amplifikatörlerine AM veya dijital modülasyon kullanırken olduğundan daha az özen gösterilmelidir.

2, 4 veya 6 MHz QPSK için ayarlanan Dijital Video Yayını-Karasal (DVB-T), resimde kilitlenmek için en az sinyal seviyesini aldığı için tercih edilen dijital ATV modu haline geldi. Bu DTV modu için ekipman diğerlerinden daha düşük maliyetle kullanılabilir hale gelmiştir. Set üstü kutu alıcıları internette düşük fiyatlarla bulunabilir, ancak çoğu iyi bir preamp gerektirir, 2 veya 4 MHz modülasyonu almaz ve bazı tunerler bir downconverter olmadan 70 cm jambon frekanslarına kilitlenemez. - Modülatörler DVB-T jambon bantları için kullanılabilir **(Şekil 4).** Bununla birlikte, DTV için RF amplifikatörleri, analog AM veya FM ATV modlarına göre seviye, doğrusallık ve düşük modülasyonlar arası bozulma için daha kritiktir. DVB-T, DTV türleri arasında hareket ve çok yollu olarak iyi çalışır. Yüksek tanımlı 1080p video 6 MHz kanalda ve 480i 2 MHz kanalda çalıştırılabilir. Bununla birlikte, 1080p 2 MHz'lik bir kanalda da çalıştırılabilir, ancak pikselleme, dondurma, Bulaşma ve daha uzun gecikme, harekete ve kaç pikselin değiştiğine bağlı olarak oluşabilir. DTV, AM'den daha yüksek çözünürlüğe (Şekil 5) sahip olabilir, çünkü video bant genişliğini sınırlayan bir ses alt taşıyıcısı yoktur.

Kablo Dörtgeni Genlik Modülasyonu - (QAM), 2012'den beri yeni TV'lerle almak kolaydır, ancak DTV modlarının en fazla sinyal gücünü gerektirir. Kablo QAM (D-CATV), dünyanın geri kalanının çoğunda Dijital Video Yayın Kablosu (DVB-C) ile karşılaştırıldığında ABD'de farklı olan Kuzey Amerika ITU-T J.83B protokolünü kullanır. Drake DSE24 gibi kablo kafa ucu modülatörleri mevcuttur ve fiyatlar düşmektedir .

ATV çalışan Dijital Video - BroadcastSatellite (DVB-S) genellikle Avrupa ve dünyanın diğer bölgelerinde uydu TV alımı için yapılan "havaya ücretsiz" alıcıları kullanır ve makul fiyatlarla internette bulunabilir. Board level modülatörleri de mevcuttur. DVB-S, zayıf sinyal alımı, çok yollu ve hareket açısından D-CATV'den daha iyidir, ancak DVB-T'den daha iyidir. DVB-S, amplifikatör doğrusallığı ve IMD'ye kadar daha affedicidir.

WiFi için yapılmış dişli ATV için kullanılabilir

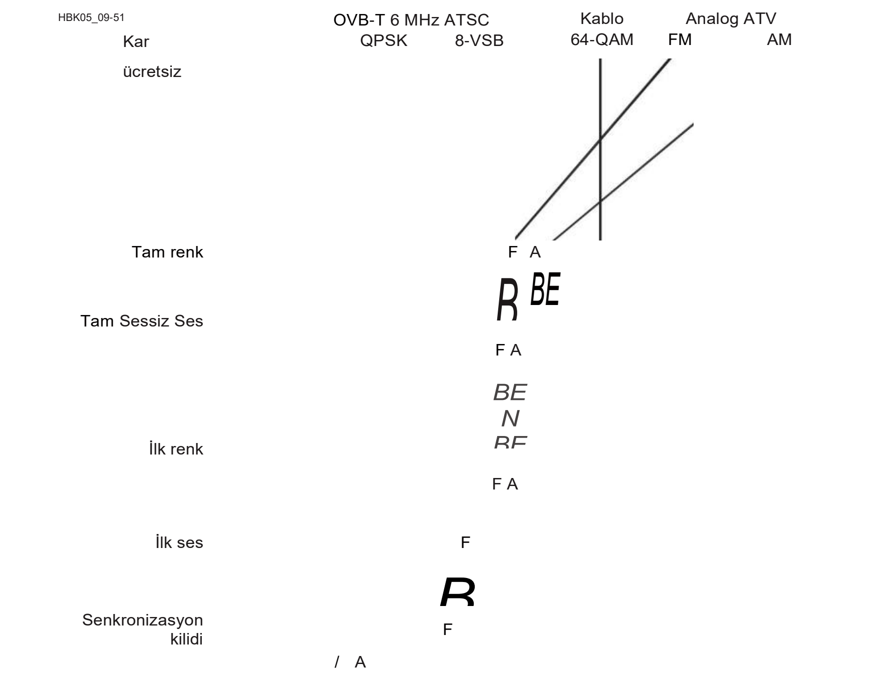
Alıcı-vericiler jambon bantlarıyla paylaşılan Bölüm 15 kanalları için ayarlanmışsa veya tamamen jambon bandına geçmek için firmware ile değiştirilmişse. - http://www.aredn.org/Öncelikle - acil durum iletişimini amaçlayan Dijital Protokoller ve Modlar bölümünde ve www.AREDN.org Geniş BantHarnnet tartışmasına bakın. İP kameralar Nano İstasyonlara takılabilir, bir Hamnet düğümüne veya alıcısına iletilebilir ve Bir bilgisayar ekranında görüldü. '

ABD yayın DTV standardı Eight-Vestigial Sideband (8-VSB) kullanan dijital ATV sinyalleri, 2008'den sonra analog kablo televizyonlarla aynı şekilde yapılan televizyonlar kullanılarak da alınabilir. Modülatör fiyatları düşmesine rağmen, vericiler kısmen karmaşıklık ve ayrıca patent kısıtlamaları nedeniyle pahalıdır. 8-VSB sabit istasyon için sabit istasyon için iyidir, ancak yavaş hızlarda bile mobil cihazlar için çalışmaz. DVB-T ve C-DATV tarafından kullanılan 8-VSB ve COFDM (Coded Orthogonal frequencydivision multiplexing) ile ilgili iyi bir karşılaştırma ve açıklama şu adreste bulunabilir **en.wikipedia.org/wiki/8VSB .**

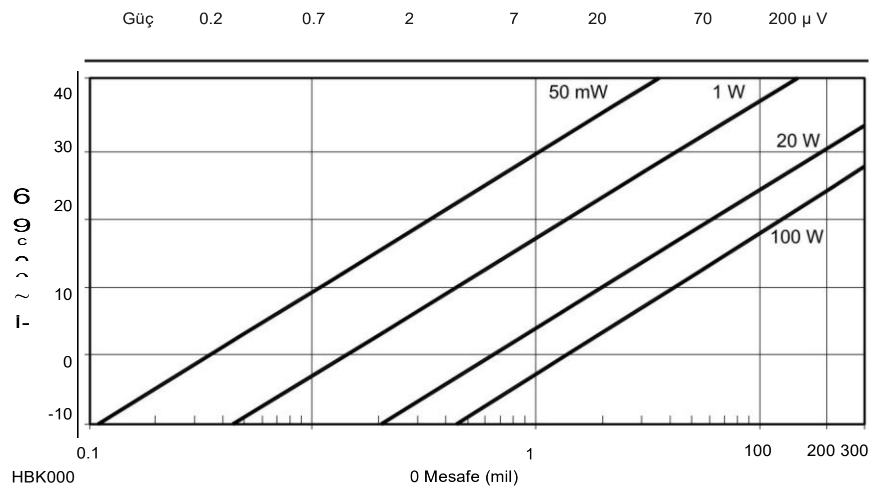
PİKTURE QUALITY

Deneysel olarak, ABD standardını kullanarak, FM ATV, 5 µ V'den büyük alıcı giriş sinyallerinde AM analog ATV'den giderek daha iyi resimli gürültü (kar) oranları verir. Bu aynı zamanda sinyalin kaybolduğu 8-VSB DTV "uçurum etkisi" için sinyal seviyesi hakkında. DTV ya hep ya hiç uçurum etkisi, alıcıdaki dijital sinyal dedektörü ve işleme, 8-VSB için en az 15 dB'lik bir sinyal-gürültü oranı (SNR) gerektirdiğinden oluşur. 15 dB'nin üzerinde, mükemmel bir resim elde edersiniz ve 14 dB SNR'de - hiçbir şey. Diğer DTV türleri - DVB-S veya DVB-T - bant genişliği, mod ve diğer faktörlere bağlı olarak gürültü varlığında birkaç dB daha iyidir.

Daha geniş gürültü bant genişliği ve FM eşik etkisi nedeniyle, AM analog video, FM ve DTV'den **Image İletişim 3** - -
DX işlemi için, AM



Şekil 6 - ATV alımına üç yaklaşım. Bu grafik AM, FM ve dijital ATV'yi bir TV alıcısı ve monitöründe görüldüğü gibi karşılaştırır. DVB-T dışında, sinyal seviyeleri gürültü tabanında olmak için yeterli kazanç ile aynı downconverter içine vardır. FM alıcı bant genişliği, ABD standardını kullanarak 17 MHz'dir. DTV için üç düz dikey çizgi, metinde açıklanan uçurum etkisini gösterir.



Şekil 7 - Bu grafik, 70 cm bandında çeşitli analog AM ATV verici seviyeleri için P5 (karsız) video alımı için olası görüş mesafesi mesafelerini göstermektedir. Gösterilen güç seviyeleri PEP'de. Toplam Kazanç, hem alıcı hem de verici antenler için anten kazancı (dBd) eklenerek ve daha sonra her iki uçtaki besleme hattı kaybının (dB olarak) çıkarılmasıyla hesaplanır. Diğer bantlar için: 33 cm, çıkarma 6 dB; 23 cm, 9 dB çıkarın; ve
13 cm, 15 dB çıkarın. FM ATV (4 MHz sapma, 5.5 MHz ses) için 12 dB ekleyin. DVB-T dijital TV için, resim "uçurum etkisi" mesafe ani kaybı ekleyerek bulunur
39 dB. Eğer downconverterdeki ilk aşamanın gürültü rakamı 2 dB'den büyükse, her dB için 2'den fazla çıkar. Tablo 1'deki örneğe bakın.

Sinyaller karda FM'den dört kat (12 dB) daha fazla mesafede tanınabilir, diğer tüm faktörler eşittir. Bununla birlikte, FM eşiğinin üstünde, FM hızla AM'yi geçer. FM karsız görüntüler 50 µV'un üzerinde veya AM sinyallerinden dört kat daha uzakta gerçekleşir. Geçiş noktası yakın

Her iki sistem için de ses ve rengin görünmeye başladığı sinyal seviyesi. **Şekil 6,** analog AM, FM ve dijital ATV'yi çok çeşitli sinyal güçlerinde karşılaştırır.

DTV, NTSC AM ve FM ATV gibi 3.58 MHz renk alt taşıyıcısının video çözünürlük sınırlamasına sahip değildir. DX veya

Tablo 1
ATV DX Grafik Örneği

İletim anteni	+ 10 dBd
Anten alma	+ 12 dBd
Besleme hattını iletin	-1 dB
Besleme hattını alın	-2 dB
6 dB gürültü rakamı	-4 dB

70 cm için Toplam Kazanç 15 dB
20 W PEP ile menzil 35 mil (Şekil 7)

23 cm (-9 dB) kazanç için 6 dB
1 W PEP ile menzil 3 mil (Şekil 7)

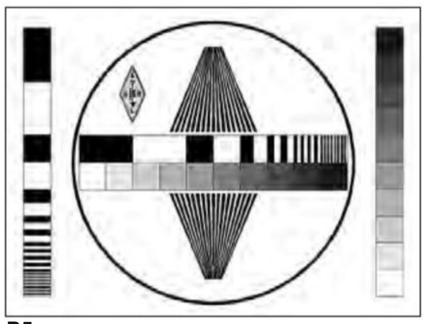
Yerel ragchewing, çözünürlük veya kar ücretsiz resim önemli bir faktör olmayabilir, ancak kamu hizmeti etkinlikleri için ATV kullanılırken, net bir katı ekran koordinatörler için hoş bir avantajdır. NTSC 480i'den daha yüksek video çözünürlükleri, dijital kameralar çalıştıran DTV ve 6 MHz'lik bir modülasyon bant genişliği ile mümkündür. 720p ve 1080p en popüler ve resim en boy oranları 4:3 veya 16:9'dur .

1.3 ATV Ne Kadar Uzağa Gider ?

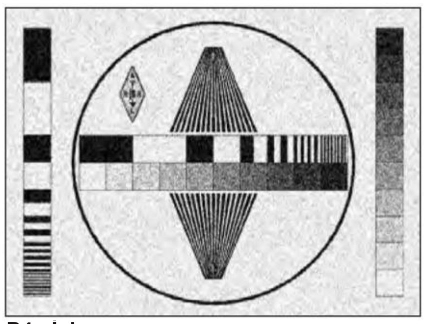
20-W PEP 70 cm analog AM ATV için teorik karsız görüş mesafesi, 15.8-dBd kazançlı antenler ve her iki ucunda 2 dB besleme hattı kaybı verildiğinde, 150 mildir. (Şekil 7'ye bakınız.) Pratik olarak, doğrudan görüş ATV kontakları, Dünya'nın doğrudan yolu engelleyen tepeler ve binalar ile eğriliği nedeniyle nadiren 25 mili aşmaktadır. RFhorizon üstü tropo açıklıkları, yansımaları veya yüksek tepe tekrarlayıcıları ile daha uzun mesafeler mümkündür. Şekil 2'de 2518 millik bir alım kaydı gösterilmiştir. (Radyo **Sinyallerinin Yayılması** bölümüne bakın.) West Coast jambonları, **www.dxinfocentre adresindeki Hepburn Tropo Kanal Tahmini'ni kullanır.** Özellikle yaz aylarında Hawaii işaretçilerini en iyi ne zaman dinleyeceğinizi bilmek için açılışlara com/tropo_wam.html. Yerel bir ATVer veya ATV tekrarlayıcısına giden bir yolunuz olduğunun en iyi ilk göstergesi, 2 metrelik FM ses sinyalini ne kadar güçlü aldığınızdır. Radio Mobile - **www.ve2dbe.com/rmonline.html ve** CRC-COVWEB gibi RF kapsama haritaları verebilecek internet siteleri lrccov.ca/main**. Bazı** ATV tekrarlayıcı web siteleri, QTH'niz için beklenen sinyal gücünün ne olduğunu görmek için kontrol edebileceğiniz bir kapsama haritasına sahiptir - bkz**. org/maps.htm**

Anten sistemi bir ATV sisteminin en önemli parçasıdır, çünkü hem sinyal alma hem de iletme gücünü etkiler. En iyi DX için, düşük kayıplı besleme hattı ve mümkün olduğunca yüksek bir genişbant yüksek kazançlı anten kullanın.

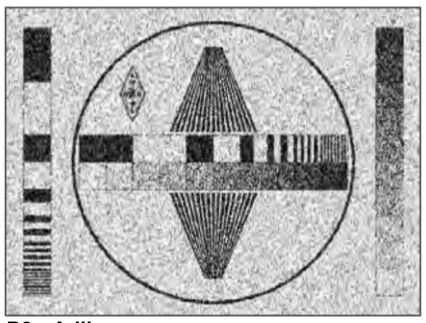
Karsız *veya "P5.,'bir resim* derecesi (bkz. **Şekil 8),** analog AM ATV'nin girişinde en az 200 µV (-61 dBm) sinyal gerektirir



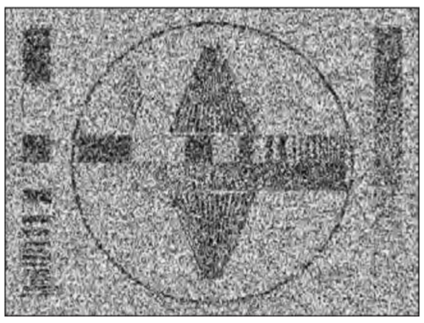
P5 -
Mükemmel



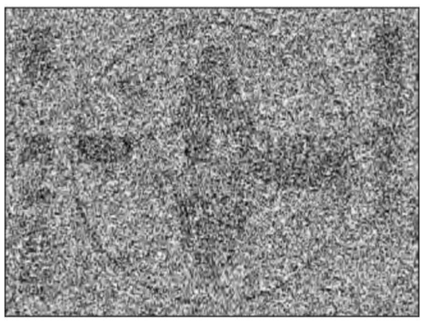
P4 - Iyi



P3 - Adil



P2 - Kötü



P1 - Zar zor algılanabilir
Şekil 8 - Bir ATV kalite raporlama sistemi.

Alıcı, sistem gürültü figürüne ve bant genişliğine bağlı olarak. Gürültü zemini bant genişliği ile artar. Alıcı sistem kazancı ve gürültü figürü bu kata ulaştığında, hiçbir ek kazanç hassasiyeti artırmayacaktır. 3-MHz bant genişliğinde gürültü zemini, mükemmel bir alıcıda standart sıcaklıkta 0,8 µV (-109 dBm)'dir. Analog TV parlaklık bant genişliği, 3.58 MHz'de renk alt taşıyıcısından ayırmak için yaklaşık 3 MHz yuvarlanır. Bu 3 MHz bant genişliğini 15 kHz bant genişliğine sahip bir FM ses alıcısıyla karşılaştırırsanız, gürültü tabanında 23 dB fark vardır.

Bununla birlikte, deneyimli bir SSB veya CW operatörünün kulağı gibi, göz de gürültü tabanının altındaki gürültüde senkronizasyon çubuklarını seçebilir. Senkronizasyon kilidi ve büyük, iyi kontrastlı nesneler veya harfler AM ATV ile 1 ila 2 µ V arasında görülebilir. Renk ve alt taşıyıcı sesi, vericideki enjeksiyon seviyelerine ve TV setinizin özelliklerine bağlı olarak 2 ila 8 µ V arasındaki gürültüden çıkar. ATV DXer için, mavi ekrana gitmeyen veya zayıf sinyallerle boş (video susturucu gibi) bir olderanalog TV kullanmak, özellikle anteni en iyi sinyal için döndürürken bir zorunluluktur.

DTV ile, sinyal gücü uçurumun üzerindeyse ve aşağıdaysa hiçbir şey veya dondurucu çerçeve yoksa mükemmel bir resim elde edersiniz. DVB-T iletim istasyonu İn multipath koşulları FEC artan ve koruma aralığı kesirler azaltarak yanı sıra sadece ile yeterince iyi bir resim elde etmek için veri hızını azaltarak deneyebilirsiniz

Resimde hareket etmeyen bir çağrı işareti. Bir DTV sinyali arayan ışını sallamak daha zor ve zaman alıcı olabilir, çünkü alıcının videoyu kilitlemesi ve çözmesi için ayarlanan DTV moduna bağlı olarak 10 saniye kadar sürebilir. İt anteni küçük artışlarla, genellikle kirişin 3 dB kiriş genişliğinde döndürmek, beklemek ve bulunana kadar denemeye devam etmek en iyisidir. Ardından, kiriş başlıklarının farkını resmin donduğu veya kaybolduğu yerden ayırın.

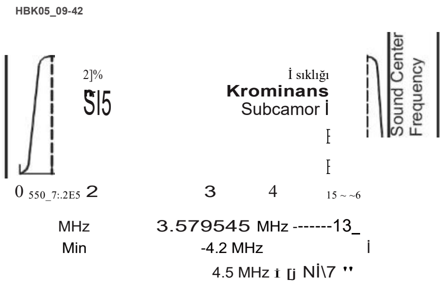
Operatörler sırayla mevcut birkaç kanalda yayın yapmalıdır. ATV kontaklarını koordine etmek için iki metre FM kullanılır ve 2 metre bağlantı, birçok alıcı istasyon ile ses alt taşıyıcısında konuşan ATV iletim istasyonu arasında tam çift yönlü ses iletişimi sağlar. Bu interaktif göstermek ve anlatmak için harika. Ayrıca, her bir istasyonu bir ışını döndürerek aramak yerine, çok yönlü bir anten kullanarak 2 metrelik bir kanalı izlemek çok daha kolaydır. 70cm'deki videoya üçüncü harmonik ilişkiye bağlı olarak, 144.34MHzand 146.43 MHz (simpleks) en popüler frekanslardır. 2 metrelik ses genellikle ATV tekrarlayıcı çıkışlarındaki alt taşıyıcı sesiyle karıştırılır, böylece herkes konuşmayı duyabilir. DTV'yi çalıştırıyorsanız, sabırlı olmanız ve mod, bant genişliği ve diğer faktörlere bağlı olarak saniyenin onda birinden 10 saniyeye kadar değişebilen gecikme veya gecikmeye alışmanız gerekir. Dijital kodlayıcıların ve kod çözücülerin video verilerini kilitlemesi ve işlemesi zaman alır.

2 AmatörTV Sistemleri

İlgilendiğiniz ATV türü ne olursa olsun - - analogAM, FM veya dijital - uygun alıcı ve verici ekipmanı monte etmeniz ve çalışacak diğer istasyonları bulmanız gerekir. Temel AM 70 cm ATV istasyonu **Şekil 9'da gösterilmiştir. Çok az sayıda** çok modlu verici ve alıcı-verici geniş bant ATV modunu destekler ve bu nedenle çoğu ATV için özel olarak tasarlanmış ekipmanı kullanır. Video gönderme, kameranızı, video kameranızı, dijital kameranızı, VCR, DVR'ınızı veya analog video monitöründe, VCRora TV setinin video girişinde görüntülenebilen standart video çıkışına (genellikle RS-170 veya CVBS) sahip herhangi bir cihazı ATV vericisine takarak kolaydır.

2.1 Analog AM ATV

Şekil 10, dijitale geçmeden önce ATV, kablo TV ve yayın TV için kullanılan bir analog AM TV kanalının (aynı zamanda bir NTSC kanalı olarak da adlandırılır) makyajını gösterir. Kanal, kompozit video, 3.58 MHz renk alt taşıyıcısı ve 4.5 MHz ses alt taşıyıcısı için 6 MHz genişliğindedir. NTSC göz önüne alındığında



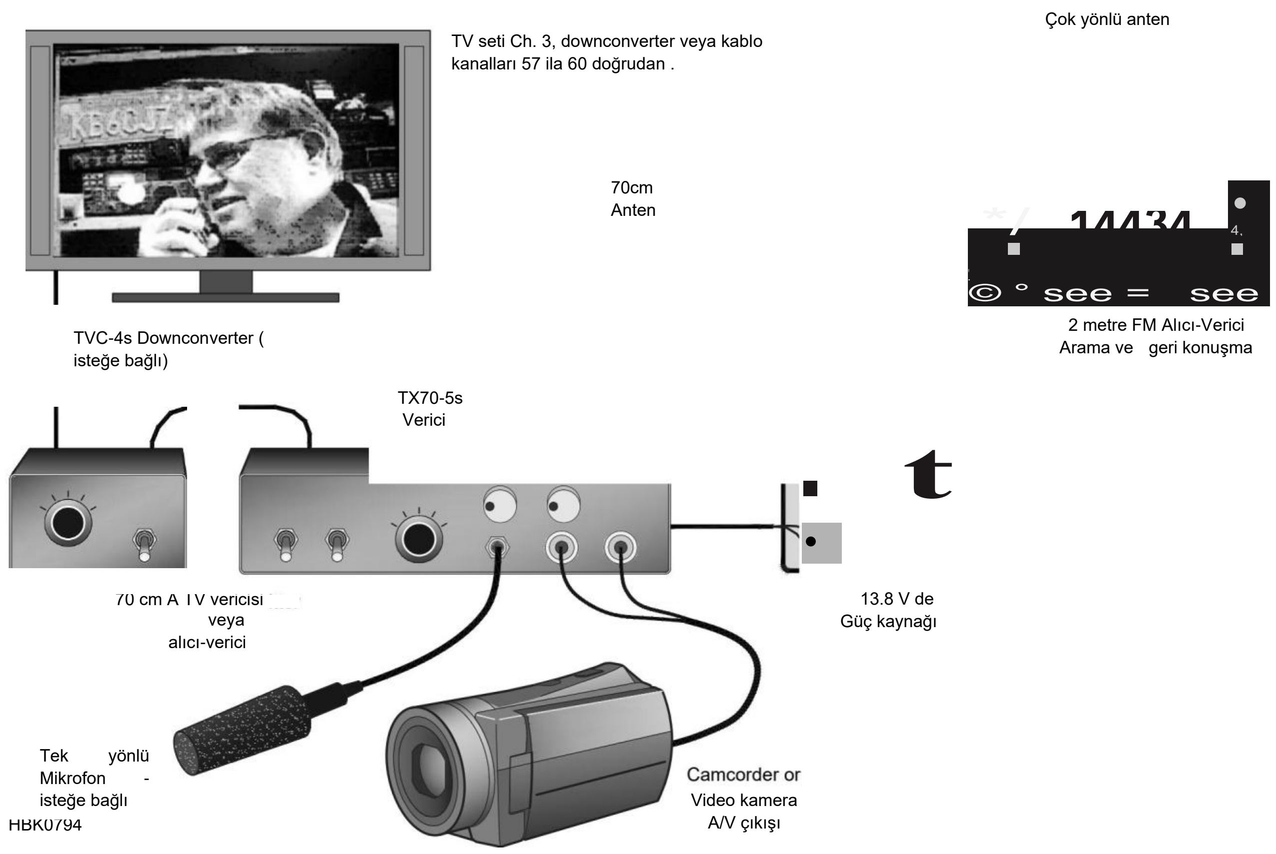
Şekil 10 - Video taşıyıcısı 1.25 MHz olan bir analog VSB NTSC 6 MHz video kanalı alt kenardan yukarı. Renk alt taşıyıcısı 3.58 MHz ve ses alt taşıyıcısı video taşıyıcısının 4.5 MHz üzerindedir.

525 yatay çizgi ve saniyede 30 kare tarama hızı, sonuçta elde edilen yatay çözünürlük bant genişliği MHz başına 80 çizgidir. Bu nedenle, tipik TV setinin 3-dB 3 MHz'de (öncelikle İF filtresinde), 240'a kadar

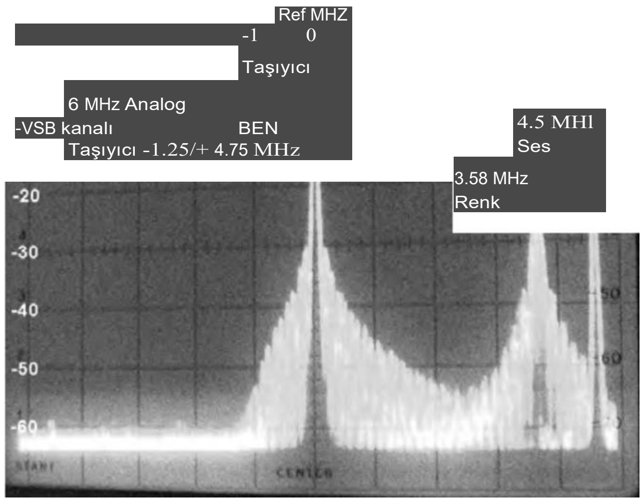
dikey siyah çizgiler görülebilir. Yatay tarama çizgileri geçmeli ve bu eski NTSC standardı genellikle 480i/30 olarak belirtilir. Daha yeni TV'ler daha yüksek çözünürlüklerle sonuçlanan daha iyi filtrelere sahiptir. Bir TV setindeki renk bant genişliği bundan daha azdır, bu da 100 renk çizgisine kadar sonuçlanır. Çözünürlük çizgileri genellikle kare başına yatay tarama çizgilerinin sayısı ile karıştırılır. Video kalitesi, bir ev video kaydedicisinde olduğu kadar iyi olmalıdır. Bununla birlikte, DXers, senkronizasyon çubuklarını veya siyah çağrı harflerini kazmak için gürültü tabanını azaltmak için kanal 3'teki downconverter ve TV girişi arasında 1 MHz veya daha az bant geçirgen filtre ekleyebilir.

Çoğu ATV, analog AM çift yan banttır (DSB), en geniş bileşen 4.5 MHz ± ses alt taşıyıcısıdır. **Şekil 11'de görülebileceği gibi,** video güç yoğunluğu taşıyıcıdan 1 MHz'den daha büyük frekanslarda 30 dB'den daha düşüktür - spektrum gücünün %90'ından fazlası taşıyıcının her iki tarafında ilk 1 MHz'dir .

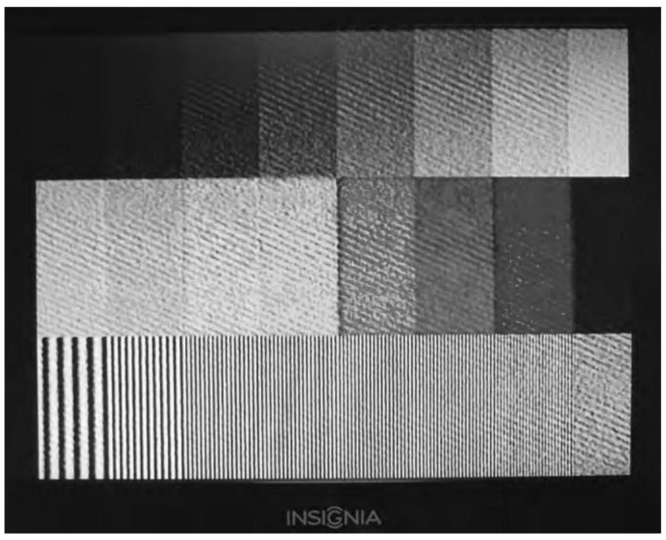
6 MHz geniş bir kanala sığdırmak için, NTSC yayın istasyonları vestigial sideband (VSB) adı verilen bir yaklaşım kullandı. VSB sup- içerir



Şekil 9 - İsteğe bağlı bir downconverter ile temel bir 70 cm AM ATV istasyonunun blok diyagramı. Bir TV seti bir downconverter olmadan kullanılabilir, ancak zayıf sinyal DX için bir tane olması ve video taşıyıcı frekansının kablo kanalı frekansından 1 MHz'den fazla olması daha iyidir. 33 veya 23 cm'de bir AM veya DTV çapraz bant tekrarlayıcı çıkışı alırsa, downconverter vericideki TR rölesi üzerinden değil kendi antenine bağlanır. Böylece kendi videonuzun geri döndüğünü görebilirsiniz.



Şekil 11 - Renkli bir analog AM VSB ATV sinyalinin spektral gösterimi. **Spektrum güç yoğunluğu resim içeriğine göre değişir, ancak tipik olarak yan bant gücünün %90'ı ilk 1 MHz içindedir.**



Şekil 12 - AM ATV girişim duyarlılığı. TV alıcısına -60 dBm video taşıyıcı frekansının 1 MHz üzerinde bir araya giren -100 dBm taşıyıcıdan gelen artı çizgilere dikkat edin.

1 MHz'den daha az yer kaplayacak şekilde alt kenar bandının presyonu, ancak eliminasyonu değil. Ek olarak, ses üretmek için 4.5 MHz'lik bir alt taşıyıcıyı modüle etmek yerine, yayın istasyonları video taşıyıcısının üzerinde 4.5 MHz'lik ikinci bir ses vericisi ofseti kullandı, böylece ses sinyali alt kenar bandında görünmüyor.

DSB ve VSB, analog kablo TV tunerleriyle uyumludur, ancak düşük ses ve renk alt taşıyıcıları TV seti İF filtresinde gereksiz olarak reddedilir. VSB durumunda, alt yan bant enerjisinin %5'inden azı zayıflatılır. Diğer önemli enerji frekansları ses (ATV vericisinde tepe senkronizasyonunun 15 dB altında ayarlanır) ve 3.58 MHz'de (22 dB'den daha büyük) renktir.

AM ATV FREKANSLARI

Bir analog AM ATV kanalını destekleyecek kadar geniş olan en düşük frekanslı amatör bant 70 cm'dir (420-450 MHz) ve en popüler olanıdır. İletim gücü, anten kazanımları ve besleme hattı kayıpları eşit olduğunda, azalan frekans iletişim aralığını arttırır. 33 cm (902-928 MHz) bandı genellikle 70 cm'nin yaptığı mesafenin yarısını kapsar, ancak bu, daha yüksek frekansta fiziksel olarak daha küçük olan yüksek genli antenlerle bir dereceye kadar yapılabilir. Yerel bant planı seçeneklerine bağlı olarak, potansiyel girişim olmadan 33 cm ve 70 cm bantlarında aynı anda ikiden fazla AM ATV kanalına yer yoktur. Havadan yayın yapan TV'ye benzer şekilde, hemen daha zayıf bir istasyona bitişik olan daha güçlü bir istasyondan paraziti önlemek için bitişik kanallar atlanır. Kablo kanalları bu sorunu yaşamaz çünkü Tüm kanalların genliğini eşitlerler. Eğer bir bant içi ATV tekrarlayıcı varsa, simpleks ATV işlemi tekrarlayıcı girişi ile alanı paylaşır. İletmeden önce, bölgenizde kullanılan koordineli frekanslar için ARRLRepeater Dizini'nde listelenen yerel ATV operatörlerine, tekrarlayıcı sahiplerine ve frekans koordinatörlerine danışın.

En popüler bant içi tekrarlayıcı çıkış frekansı 421.25 MHz'dir ve kablo kanalı 57 ile aynıdır. Bant içi tekrarlayıcılar için en az 12 MHz ayırma gereklidir, çünkü TV-set bitişik kanal reddi ve VSB filtre özellikleri. Çapraz bantlı ATV tekrarlayıcılar, simpleks için 70 cm'lik bir kanalı serbest bırakır ve tekrarlayıcı kullanıcılarının kendi tekrarlanan videolarını, alıcının duyarsızlaşmasını önlemek için yalnızca uygun anten ayrımı ile izlemelerini kolaylaştırır.

Simpleks, kamu hizmeti ve *RİM modelleri,* çapraz bant tekrarlayıcılı alanlarda veya ana ATV aktivitelerine alternatif olarak 426,25 MHz kullanır. AM analog ATV iletiminin video taşıyıcısından 1 MHz'den daha büyük frekanslarda spektrum güç yoğunluğu o kadar düşüktür ki, diğer modlara girişim potansiyeli düşüktür.

Öte yandan, diğer modlardan ATV'ye parazit potansiyeli yüksektir. Bir TV seti 6-MHz bir bant genişliği aldığından, analog AM ATV, daha dar bant genişliği modlarından çok, diğer birçok kaynaktan gelen parazitlere karşı daha hassastır. İstenilen sinyalin 40 dB altında İnterference **Şekil 12'de videoda görülebilir.** UHF (ve üstü) amatör bantlarımızın çoğu radar ve diğer devlet radyo konumlandırma hizmetleri ile paylaşılmaktadır. Bu hizmetlerden gelen sinyaller yatay çubuklar olarak veya resimde ortaya çıkıyor. ATV sinyalinin varlığından habersiz amatörlerden gelen İnterference (veya teknik olarak ses ve kamuya açık bir yerel bant planının yokluğunda) sesi veya rengi silebilir veya resimde çapraz çizgiler oluşturabilir.

Video taşıyıcısının üstünde veya altında 1 MHz'den daha dar bant modlarında çalışan diğer istasyonlar, bir AM ATV sinyalinden nadiren etkilenir veya dar bant istasyonu olmadıkça ATV vericisinin havada olduğunu bilir.

Bant doluysa ve alt yan bant renk ve ses alt taşıyıcı frekanslarının özel bir bağlantı veya tekrarlayıcı tarafından kullanılması gerekiyorsa, anten hattındaki bir VSB filtresi onları 20 ila 30 dB daha zayıflatabilir veya karşı anten polarizasyonu spektrumun daha verimli bir şekilde paketlenmesi için kullanılabilir.

Çoğu amatör lineer amplifikatörde bulunan intermodülasyon distorsiyon seviyesi, alt kenar bandını DSB'nin 10-20 dB'si içine yeniden yerleştirdiğinden, anten hattındaki bir VSB filtresi, 1 W'dan fazla kullanılması durumunda gereksiz alt kenar bandı alt taşıyıcı enerjisini azaltmanın kesin ve uygun maliyetli bir yoludur. VSB kablo modülatörleri, sürücü seviyesini yüksek doğrusal amplifikatörlerin uygun aralığında tutmak için sıkı bir dikkat gösterilirse de kullanılabilir. Daha kalabalık alanlarda, 2 metrelik arama veya koordinasyon frekansları, genellikle bandın aynı bölümünü paylaşan veya örtüşen tüm kullanıcıları karşılamak için çalışma süresi vardiyalarını veya diğer teknikleri çalışmak için kullanılır.

RECEIVİ AM ATV

70 cm bant kabloya karşılık geldiğinden

57 ile 6l arasındaki TV kanalları, ilk ATV resminizi görmek, iyi bir dış 70 cm anteni (geleneksel yerel polarizasyon için hizalanmış) bir kablolu TV setinin anten giriş jakına bağlamak kadar basit olabilir. Yayın TV anteniniz, çift kurşun veya RG-6 koaksiyel, çok daha düşük güçlü ATV yayınlarını almak için yeterince iyi olmayabilir. Kablo kanalı 57 421.25 MHz'dir ve her kanal giderek 6 MHz daha yüksektir. (Analog kablo kanalları ve eski NTSC yayın UHF kanal frekansları kanal 13 yukarıda farklı olduğunu unutmayın.) Bu kablo kanallarından birine düşen yerel bir ATV tekrarlayıcı çıkışı için ARRL Tekrarlayıcı Dizini'ni kontrol edin. Kablolu TV'ler, sadece ATV için tasarlanmış düşük gürültülü bir downconverter kadar hassas olmayabilir, ancak bu düşük maliyetli teknik denemeye değer. Daha yüksek kazançlı bir anten ve/veya düşük gürültülü anten preamp, tercihen antende, resmin içinde kar varsa daha sonra eklenebilir.

Birçok yeni TV, tuner belleğinde tutmak için hangi kanalların ve modun aktif olduğunu taramak zorundadır. Kablo sağlayıcınız NTSC çalıştırıyorsa ve 57'den 60'a kadar olan kanallar etkinse, gitmeye hazırsınız demektir. Eğer değilse, o zaman umarım kanal bellek taraması yaptığınızda alabileceğiniz yeterince güçlü bir sinyale sahip ya da gelip bir sinyal kaynağı olarak sahte bir yüke iletmek isteyen yakındaki bir ATVer vardır.

Çoğu istasyon, tüm amatör bandı bir VHF TV kanalına dönüştürmek için özel olarak tasarlanmış değişken ayarlı veya kristal referanslı bir downconverter kullanır. Genellikle 420 ve 902 MHz bantları TV kanalı 3 veya 4 dönüştürülür, hangisi bölgede havadan yayın TV için kullanılmaz. 1240 MHz dönüştürücüler için, 7'den 10'a kadar olan kanallar daha fazla karıştırıcı görüntü reddi elde etmek için kullanılır.

Downconverter, düşük gürültülü bir preamp, karıştırıcı ve ayarlanabilir veya kristal referanslı yerel osilatörden oluşur. Girişte herhangi bir RF düşük frekanslarda çıkar. AM video ve FM sesinin tüm sinyal işlemleri TV setinde yapılır. Video ve ses çıkışına sahip eksiksiz bir alıcı, tarama ve video görüntüleme bileşenleri hariç TV setinin tüm devrelerini gerektirir. Doğrudan bir alıcıdan bir video monitöre (bir TV setine kıyasla) giderek görüntü kalitesi kazancı yoktur, çünkü İF ve dedektör bant genişliği hala sınırlayıcı faktörlerdir. Bir TV'deki Otomatik Frekans Kontrolü (AFC) normalde bir video taşıyıcısına ± **1 MHz'den biraz daha fazla kilitlenir,** bu nedenle frekans kayması ve doğruluğu ses modlarında olduğu kadar önemli değildir. Örneğin, kablo kanalı 59'a (433.25 MHz) ayarlanmış bir TV normalde sinyal lockontoa434.0MHzATV.

Bir TV setinin önünde 15 dB kazanç ile iyi bir düşük gürültülü amatör downconverter gürültü zemine yakın hassasiyet verecektir. Kulübede bulunan bir preamp önemli ölçüde olmayacak

Duyarlılığı arttırır, ancak dinamik aralığı azaltabilir ve intermodülasyon girişim olasılığını artırabilir. Hassasiyet, besleme hattı kaybını azaltarak veya anten kazancını artırarak en iyi şekilde artırılabilir. Veya antene monte edilmiş bir preamp ekleyebilirsiniz, bu da besleme hattındaki kayıp ve transmit lineer amplifikatördeki TR röleleri yoluyla kayıp etkilerini ortadan kaldıracaktır. Her 6 dB toplam iyileştirme - genellikle artan verici gücü, anten kazancı veya alıcı hassasiyeti ve azaltılmış besleme hattı kaybının bir kombinasyonu - görüş mesafesi mesafesini iki katına çıkarabilir veya kaliteyi 1 Punit (görüntü kalitesinin ölçümü) ile artırabilir.

DRIVNG AMPLIFİERS WITH AM ATV

Geniş bantlı AM video ile kullanım için doğrusal amplifikatörler, FM ve SSB ses işlemi için kullanılan amplifikatörlere kıyasla bazı özel tasarım hususları gerektirir. Birçok yüksek güçlü amatör amplifikatör, geri besleme ağları ve güç RF boğmaları onları korumazsa, düşük frekanslarda yüksek kazançtan salınır (ve muhtemelen kendi kendini yok eder). Bu aynı stabilite teknikleri, 5-MHz bir video bant genişliği üzerinden çalışmayı etkileyebilir. Senkronizasyon, renk ve ses, amplifikatör hem stabilite hem de AM video modülasyonu için dikkatlice tasarlanmadıkça bozulabilir.

Birkaç üretici, ATV dahil olmak üzere tüm modlar için tasarlanmış özel ATV amplifikatörleri veya standart modeller sunar. Toplayıcı ve baz önyargı kaynakları, video modülasyonu altında voltajı sabit tutmak için bir dizi kapasitöre sahipken, aynı zamanda kendi kendine salınımı önlemek için minimum değerli düşük dirençli seri indüktörleri veya boğucuları kullanır. LDMOS cihazları kullanan amplifikatörler, - ATV için arzu edilen daha iyi doğrusallığa ve daha düşük IMD özelliklerine sahiptir.

Neredeyse tüm amatör lineer güç amplifikatörleri, yarı güçten tam dereceli PEP çıkışına kadar bir dereceye kadar kazanç sıkıştırması sergiler. Doğru AM ATV işlemi için amplifikatör **1** dB kazanç sıkıştırma



Şekil 13 - Bir video dalga formunu gözlemlemek için kullanılan bir osiloskop. Alt iz, senkronizasyon sedyesinden çıkan video sinyalidir. Üst iz, - amplifikatörden algılanan RF sinyalidir.

Güç gereklidir, analog AM ATV uyarıcı/modülatör, daha yüksek çıkışları telafi etmek için uygun iletilen video-senkronizasyon oranını korumak için bir senkronizasyon sedyesi kullanabilir (bkz. Şekil **13).**

Bir istasyonu ATV amplifikatörüyle ayarlamak için, video kaynağını ayırın ve maksimum güç çıkışı için ATV vericisinin modülatöründeki kaide kontrolünü ayarlayın. Ardından, amplifikatörü nominal PEP çıkışının %90'ına yönlendirmek için vericinin RF güç kontrolünü ayarlayın (bu, pik senkronizasyon seviyesidir). %90 seviyesi, video dalga formuyla karıştırılan ve eklenen 4.5 MHz ses alt taşıyıcısı için biraz boşluk bırakmak için gereklidir. Bu tepe senkronizasyon seviyesi ayarlandıktan sonra, amplifikatör çıkışını bu seviyenin %60'ına düşürmek için boşluk pedestal kontrolünü kullanın. Örneğin, bir 100-W amplifikatörü önce RF güç kontrolü ile 90 W, daha sonra kaide kontrolü ile 54 W olarak ayarlanacaktır. Daha sonra video tekrar takılabilir ve video kazancı en iyi resim için ayarlanabilir.

Video için yapılmış bir tepe okuma güç ölçer ile RF çıkışını ölçebiliyorsanız, güç 90 ila 100 W PEP arasında olacaktır. Anten hattındaki bir RF diyot dedektörüne bağlı bir de osiloskop, senkronizasyon ve boşalan kaide güç seviyelerinin, video kazanç ayarından veya ortalama resim kontrastından bağımsız olarak ayarlanan seviyelerinde sabit kaldığını gösterir. Bununla birlikte, ortalama bir güç ölçerde, amplifikatörün nominal gücünün yaklaşık yarısını okumak video ile normaldir. Güç okuması, artan video kazancıyla veya ağırlıklı olarak beyaz bir resimde bir değişiklikle azalacaktır. Ortalama bir RF güç ölçer, birçok değişken göz önüne alındığında AM video sinyali için doğru bir ölçüm veremez. Amplifikatör sürücü seviyesi yukarıda belirtilen prosedüre göre uygun şekilde ayarlanırsa, gerçek senkronizasyon ucu PEP sabit kalacaktır.

Analog kablo TV modülatörleri doğrusal amplifikatörleri çalıştırmak için de kullanılabilir, ancak çoğunun ayarlanabilir senkronizasyon sedyeleri yoktur. Bir ...irerken, seviye üst doğrusal ...zanç eğrisinin altında

Uygun video senkronizasyon oranını korumak için amp'nin çıkış eğrisi. Aynı şey, ayarlanabilir senkronizasyon gerilmesine sahip olmayan herhangi bir düşük güçlü ATV vericisinden bir amfi sürerken de gereklidir. Çoğu amatör amplifikatör, tipik olarak nominal PEP çıkışının yaklaşık yarısı civarında gerçekleşen ATV için 1 dB kazanç sıkıştırma çıkış seviyelerine sürülebilir.

2.2 Frekans Modülasyonlu ATV

İn Europe, 23 cm (1240 MHz) bandında FM ATV standarttır çünkü amatör 70 cm bandında ATV için çok az yer vardır. ABD'de, 70 cm'deki AM, ekipman kullanılabilirliği, daha düşük maliyet, daha az kullanılan bant genişliği ve almak için standart bir analog TV setinin kullanılması nedeniyle en popüler ATV modu olmaya devam ediyor. Bununla birlikte, FM ATV genellikle tekrarlayıcı sahipleri tarafından bağlantılar ve alternatif girişler için kullanılır.

Şekil 14'te gösterildiği gibi, FM ATV sapma ve ses alt taşıyıcı frekansına bağlı olarak 17 ila 21 MHz'i kaplar. 70 cm bant 30 MHz genişliğinde ve bu nedenle teorik olarak 20 MHz genişliğinde bir FM ATV sinyalini barındırabilirken, bandın diğer kullanıcıları için büyük girişim potansiyeli orada kullanımını engellemektedir. Mevcut FM ATV ekipmanlarının çoğu 0.9, 1.2, 2.4 ve 10.25-GHz bantları için üretilmiştir. 3.3 ve 5.6 GHz amatör bantlar, C-bandı uydu alıcıları ve dönüştürülmüş Bölüm 15 ekipmanı kullanılarak da araştırılmaktadır.

FM ATV için ABD standardı, video seviyesinin 15 dB altına ayarlanmış 5.5-MHz ses alt taşıyıcısı ile 4 MHz sapmadır. FM ses tekrarlayıcılarından ve diğer kullanıcılardan uzak durmak için önerilen frekanslar 1252 veya 1255 MHz'dir. Bantta daha yüksek, yan bantları 1240 MHz bant kenarının üzerinde tutarken. ABD standardını kullanarak, Carson'un FM işgal bant genişliği kuralıyla (Modülasyon **bölümüne bakın),** 20 MHz'in hemen altında çıkıyor - bu nedenle 1250 MHz mümkün olan en düşük frekans olacaktır. İletmeden önce yerel frekans koordinatörlerine danışın, çünkü bant planı bu segmentte yayınlanamayacak diğer modlara izin verir.

C-band uydu TV alıcıları doğrudan 900 ila 2150 MHz arasında herhangi bir yere ayarlanır ve 33 cm ve 23 cm amatör bantlarda kullanılmak üzere antene eklenmiş bir preamp gerekebilir. Erken uydu TV alıcıları 40 dB veya daha fazla kazanç ile antene monte LNB'ler (düşük gürültü blok dönüştürücüler) için yapılmıştır. Uydu alıcıları daha geniş sapma (11 MHz) için yapılır ve standart 1-V sapma ile bir sinyal alırken standart 4-MHz P-P video çıkışı vermek için bazı video kazancı gerekir. Ek - video kazancı genellikle bir iç kontrolü ayarlayarak veya kazancı bir dirençle değiştirerek elde edilebilir.

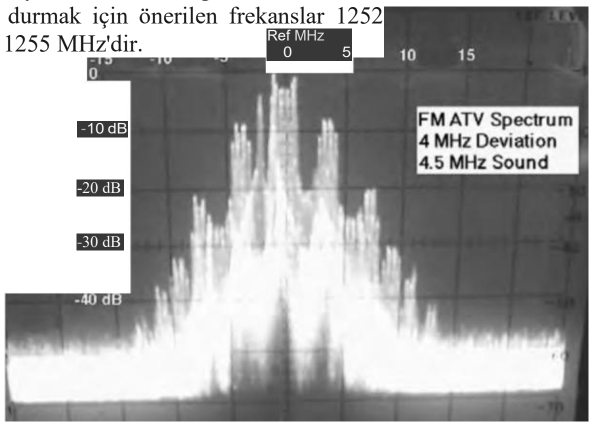
33 cm bandındaki ucuz Bölüm 15 kablosuz video alıcılarının bazıları 4-MHz sapma FM video kullanır. 2.4-GHz Part 15 ünitelerinin çoğu FM'dir, bu nedenle doğrudan kullanılabilirler. 2.4 GHz'de, Bölüm 15 frekanslarının bazıları jambon bandının dışındadır ve 2390-2450 MHz jambon bandının içinde en az 8 MHz olan frekansların kullanılmasına özen gösterilmelidir.

Bölüm 15 alıcıları standart CCIR 405-1 vurgusuz video ağına sahip olabilir veya olmayabilir, ancak bazı devrelerin eklenmesi gerekebilir. Vericideki video ön vurgusu ve alıcıdaki vurgu, iletişim mesafesini iki katına çıkarabilir veya azaltarak 6 dB SNR iyileştirmesi verebilir **Alıcı gürültü bant genişliği.** Bunula birlikte, yerel istasyonlar arasında koordinasyon gereklidir, çünkü videoyu büyük ölçüde bozmadan ağları olmayan istasyonları eşleştiremezsiniz. Ses alt taşıyıcısı da 5.5 MHz yerine 4.5, 5.8, 6.0, 6.2, 6.5 veya 6.8 MHz'de olabilir. FM ses sapması 50 kHz'dir.

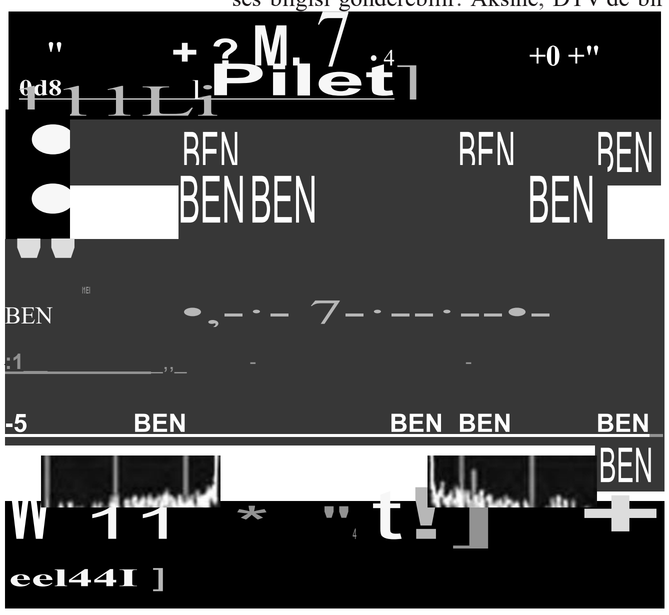
2.3 Dijital ATV

Dijital ATV'yi çalıştırmanın en büyük avantajı, gürültü tabanının üzerinde 15 dB'ye (8-VSB ile) kadar mükemmel bir PS resmine sahip olmanızdır ve analog AM ATV için kullanılan aynı 6 MHz kanal genişliğinde daha yüksek tanımlı veya birden fazla resim mümkündür (bkz. **Şekil 15). Eğer bir** referans olarak karsız ATV'ye sahip olmak için gerekli olan 61 dBm'de 40 dB sinyal-gürültü seviyesini kullanırsanız, DVB-T, 4 MHz sapma FM ATV'den 27 dB ve analog AM ATV'den 39 dB daha iyidir. Bu, uzun mesafe, noktadan noktaya, görüş hattı yolları ve geniş solma kenar boşlukları gerektiren yollar için önemli bir husustur. DTV'de ayarlama daha fazla doğruluk gerektirir ve ayarlanabilir bir downconverter kullanarak daha fazla sabır gerektirir. Örneğin, D-CATV QAM, bir TV'deki 58 numaralı kablo kanalında 400 kHz içinde ayarlanması gerekiyordu, ancak resmin görünmesi için bu aralıkta bir veya iki saniye sürdü. 64-QAM, AM'den çok daha fazla girişime karşı dayanıklıdır ve PS'yi başka bir taşıyıcıyla neredeyse eşit genliğe kadar tutar.

DTV, analog AM ATV ile aynı bant genişliğinde, saniyede 30 geçişli karede taranmış bir resmin sürekli bir seri akışını göndermek zorunda olmadığınız teorisi altında çok daha fazla kullanılabilir resim ve ses bilgisi gönderebilir. Aksine, DTV'de bir



Şekil 14 - 4.5 MHz ses alt taşıyıcısı ile 4 MHz sapma kullanan bir FM ATV iletiminin spektral gösterimi. (5.5 MHz'in standart olduğunu ve 2 MHz daha geniş olacağını unutmayın.) FCC Kuralı 97.3 (a) (8)'de tanımlandığı gibi işgal edilen bant genişliği, ortalama güç noktalarından -26 dB aşağıdadır .



Şekil 15 - Bir ATSC 8-VSB dijital TV iletiminin spektral gösterimi. DTV'nin bu moduna özgü pilot taşıyıcıyı not edin.

Bütün çerçeve ve sonra sadece değiştirilen piksellerin (veya bir sonraki paragrafta açıklandığı gibi değişmesi öngörülen piksellerin) çerçevelerini gönderin. Sadece değişiklikler, yeni bir tam çerçeve ile yeniden başlamadan önce belirli sayıda (genellikle 15 kata kadar) gönderilir.

İnsan gözünün ve zihninin resmi nasıl algıladığına ve veri sıkıştırma tekniklerine dayanan karmaşık algoritmalar vardır. Örneğin, ekranda bir yönde hareket eden bir pikselin veya piksel grubunun belirli bir zamanda bitişik piksel konumunu işgal etme olasılığı vardır. Uzun zamandır ATVer ve Chicago'daki WYİN-TV'de emekli Baş Mühendis olan AA9XW Henry Ruh'a göre, kodlayıcı/kod çözücü (codec) yazılımı hareketli bir bilardo topunun düz bir çizgide devam etmesini bekleyebilir. Ancak yakından izlerseniz, topun bir sonraki tam kareye kadar gerçekte olduğundan daha fazla mindere girdiğini görebilirsiniz. Sonuç olarak, gördüğünüz resim, aklınızın olmasını beklediği şey için %10 gerçek veri ve %90 öngörücü algoritma olabilir.

DIGITAL ATV TRANSMITTER REQUIRIREMENTS

DTV vericileri, tipik olarak bir miliwatt veya 0 dBm civarında bir modülatör ile başlar, ardından her biri 1 dB kazanç sıkıştırmasının ve düşük thirdorder intermod kesişme noktalarının çok altına sürülen bir dizi çok doğrusal amplifikatör izler. Bir DVB-T modülatörü oldukça karmaşıktır ve fabrika ayarlarını, merkez frekansını değiştirmek ve İD amaçları için Hizmet Adı olarak çağrı harflerinizi eklemek istiyorsanız genellikle bir PC bilgisayarı ile programlanmalıdır. Seçilebilecek o kadar çok parametre var ki, Sadece bir bilgisayardan programlama pratiktir - ayarlanacak herhangi bir düğme bulunmayacaktır. Yerel frekans ve parametrelerle gelen her yeni jambon için modülatörü programlamak için bir alanda DATY'deki ilk jambon için sıra dışı değildir. Bir DVB-T modülatörünün boyutu, günümüzün İC minyatürleştirme ve yazılım sofistike seviyesi göz önüne alındığında sizi kandırabilir. Bazıları USB dongle olarak mevcuttur. **Şekil 16,** 6 MHz DVB-T 8K QPSK sinyalinin spektral görüntüsünü göstermektedir.

Video girişi tipik olarak CVBS girişi için bir RCA fono jakı veya BNC'dir. BNC ayrıca analog yüksek çözünürlüklü kameralar için de olabilir, ancak çoğu yeni modülatör HD için bir HDMI jakı kullanır. Pratik olarak herhangi bir kamera video modu için DVR'ler ve Adaptörler HDMI'ye dönüştürülebilir. Modülatörler genellikle video türünü algılar ve kodlamak için doğru parametreleri otomatik olarak seçer.

DTV yayınları ortalama güçte derecelendirilmiştir. DVB-T modülasyonu ile tepe gücü, modülasyon parametrelerine bağlı olarak ortalamadan 6 dB'den fazladır. DTV iletimi, bozulma, gürültü ve spektrum - yan bant büyümesini önlemek için yüksek doğrusallığa ve iyi IMD performansına sahip bir amplifikatör gerektirir. Doğru çalışma için, DVB-T amplifikatörleri genellikle 1 dB kazanç sıkıştırma seviyesinin %'sinde çalıştırılır. Örneğin, Şekil 4'te gösterilen KH6HTV video modeli 70-7B amplifikatörü 20 W FM veya CW, 10 W AM ATV ve 3 W DATY olarak derecelendirilmiştir. Bunlar, cihazlar arasındaki varyasyonları olan temel kural seviyeleridir. Düşük iletim gücü seviyeleri, DVB-T ile göründüğü kadar önemli değildir. Daha önce açıklandığı gibi, DTV, bir P5 resmi üretmek için analog AM ...nyal gü

Bipolar amfiler nadiren kullanılır, tercih, - daha iyi doğrusallıkları ve düşük İMD'leri ile LDMOS gibi güç FET tipi cihazlara gider. Amplifikatörlerinizin uygunluğunu ve kurulumunu doğrulamak için bir spektrum analizörünüz yoksa, DATY için kanıtlanmış amplifikatörlerle kalmayı tercih edin. Modülatörler, donanım yazılımını devreye sokmak için biraz zaman aldığından, jambonlar genellikle onları açık bırakır ve - iletmek/almak için amplifikatör ve anten T/R rölesini açıp kapatır. Amplifikatörler daha sonra alma durumunda kapalı veya bekleme durumuna geçtiğinde iyi bir giriş-çıkış izolasyonuna ihtiyaç duyar.

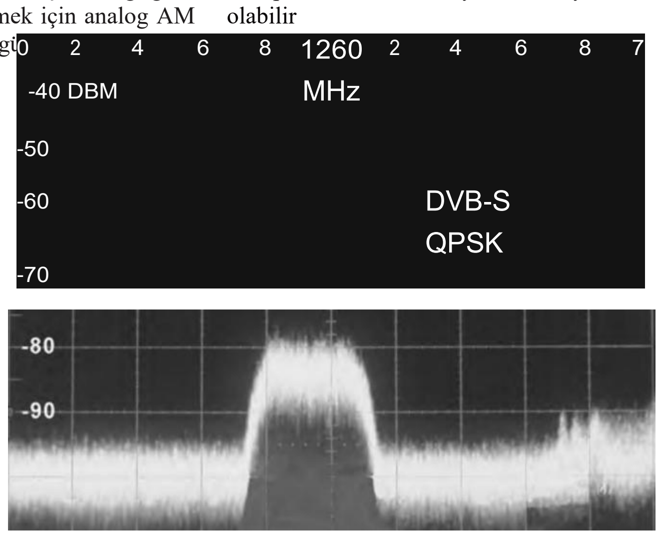
Şekil 15'te görülebileceği gibi, bir 8-VSB sinyalinde, sekiz seviyeli modülasyonun bir de ofseti tarafından üretilen alt kanal kenarından 310 kHz'lik bir pilot taşıyıcı vardır. Pilot taşıyıcı 3 Hz'lik sıkı bir toleransa sahiptir ve 8-VSB alıcılarındaki RF PLL devrelerine, iletilen verilerden bağımsız olarak kilitlenecek bir şey verir. 8-VSB ve DVB-T'nin aksine, DVB-S veya D-CATV'nin bir pilot taşıyıcısı yoktur ve daha az amplifikatör boşluğu gerektirir (Şekil **17'yi** Şekil 15 ve 16 ile karşılaştırın).

DTV ile, artan amplifikatör sürücüsünün diğer modlarında jambon geleneğini takip etmek iyi bir amatör uygulama değildir, çünkü bir alıcı parçalanmaya başlar ve daha sonra sürücüyü biraz geri alır. Her ne kadar artan verici İMD, alınan sinyal-gürültünün kombinasyonu ve eklenen verici amplifikatör gürültüsü uçuruma ulaşana ve resim gidene kadar alınan sinyali etkilemese de, üretilen yan bant seviyeleri oldukça büyük olabilir ve diğer kullanıcılarla etkileşime girebilir. bitişik frekanslarda.

Anten hattındaki bir analog VSB 6 MHz bandpass filtresi istenmeyen tutuma yardımcı olabilir



Şekil 16 - WA6SVT tekrarlayıcıda kullanılan modülatörden 6 MHz DVB-T 8K QPSK sinyalinin spektral gösterimi. DVB-T, DVB-S ve kablo **64-QAM "Haystacks"** benzer, ancak DVB-T görülebilir bir merkez pilot taşıyıcı vardır. Belirgin olmasa da, ortalama güç farkının zirvesi 15 dB kadar olabilir. Bu **SK QPSK DVB-T** sinyali aslında 837 Hz aralıklı 6817 taşıyıcıya sahiptir.



Şekil 17 - Bir spektrum analizöründe alınan WR8ATV tekrarlayıcı çıkışından bir DVB-S QPSK sinyali. Ortalama gücün gürültü tabanının çok üstünde olmadığını, ancak bir PS resmi verdiğini unutmayın. P birimleri, PS'nin en net ve en iyi resim olduğu P1'den PS'ye kadar görüntü kalitesinin ölçümleridir.

113ã.



Şekil 18 - Taşınabilir bir TV ile burada gösterildiği gibi Mobil ATV, D-CATV 64-QAM kullanarak iyi çalışır, ancak bırakma ve çok yollu ara sıra donma veya kiremit etkisi gösterir.



Şekil 19 - Art Towslee, WA8RMC, Columbus, Ohio'daki yerel ATV tekrarlayıcı aracılığıyla QPSK DTV'yi ileten kulübesinde.

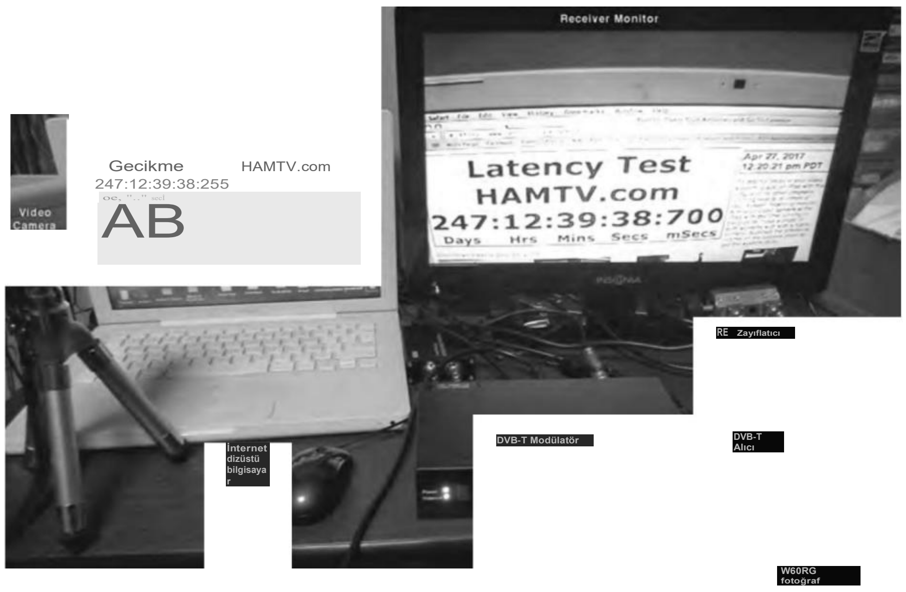
Yan bant büyümesi düştü. Şekil 15, 16 ve 17'de görülebileceği gibi, DTV spektrumu güç yoğunluğu tüm kanal genişliği boyunca yüksektir ve 6 MHz kanalı içinde ayarlanmış dar bantlı bir alıcıda gürültü olarak görünecektir. Bu nedenle, bir amplifikatörden herhangi bir önemli güç çalıştıran DTV, FM ses tekrarlayıcılarına, zayıf sinyal modlarına ve uydu çalışmalarına müdahale etmeyecek şekilde 70 cm bandın daha yüksek bantlarında veya 420-431 MHz segmentinde kullanılmalıdır. Bununla birlikte, 434.0 veya 439.25 AM video taşıyıcılarını kullanan alanlar, uydu ve FM ses tekrarlayıcı segmentlerinde önemli enerjiden kaçınmak için 434.0 ve 439.0 merkezli 2 MHz DVB-T'yi kullanabilir. Yerel grup planınızı kontrol edin. 2 MHz modülasyon üretecek ve bulunması daha zor olan modülatörlerin seçilmesi gerekir. 6, 7 ve 8 MHz standarttır.

2, 4 veya 6 MHz bant genişliğine sahip DVB-T, AM ATV ile aynı kanalı kullanabilir, ancak spektrum güç yoğunluğu bant genişliği boyunca nispeten düzdür ve yan bant büyümesini 30 dB'nin altında ve kanal içinde tutmak için amplifikatörlerle dikkatli olunmalıdır. DTV frekansı, kullanılan bant genişliğinin merkezi olarak belirtilir. Örneğin, bir AM ATV taşıyıcısının 421.25'teki kanalı 420.0 MHz'den 426.0 MHz'e çıkacaktır. Aynı kanalda 6 MHz bant genişliğinde çalışan bir DVB-T iletimi, 423.0 MHz'de çalışan olarak tanımlanır. Çalışma frekansı genellikle ön panelde gösterilmez, bunun yerine kullanıcı tarafından programlanan bir kanal numarasıdır.

DTVISSUES

Gecikme - DVB-T dijital işleme, her iki uçta da zaman alır; bu, tür, bant genişliği ve diğer parametre modülatör ayarlarına göre değişebilir. İstenen görüntü çözünürlüğü ne kadar yüksekse, gereken çözünürlük de o kadar yüksek olur Bant genişliği ve daha uzun gecikme ile sonuçlanır. Gecikmeler, codec işlemcilerinin hızına bağlı olarak genellikle 0.5 ila 5 saniye arasında olabilir. Sistem gecikmesi, Şekil **20'de gösterildiği gibi,** kamerayı bir saate hedefleyerek ve saatin dijital kamerası ve zaman farkını elde etmek için sistem video monitörü ile bir fotoğraf çekerek ölçülebilir. İt, dubleks ATV'yi çalıştırıyorsa veya 2 metrede geri konuşuyorsa, özellikle gecikmenin iki katı olacağı bir DTV giriş/çıkış tekrarlayıcı kullanıyorsa, başka bir istasyonun size geri dönmesini beklemeye alışmak için biraz zaman alır.

simpleks. Ayrıca DVB-T alıcısının senkronize olması ve başka bir istasyon iletmeye başladıktan sonra yeni sinyale kilitlenmesi zaman alır. Bu gecikmeler saniyenin onda biri ile birçok saniye arasında değişebilir. Güç artışı gecikmeleri modülatörlerle yarım dakika ve alıcılar için 10 saniye kadar sürebilir. Bu nedenle, her ikisi de tipik olarak açık bırakılır ve sadece doğrusal amper ve anten rölesi iletim ve alma arasında değiştirilir. Lineer amplifikatörler ve T/R anten röleleri toplamda 100 dB izolasyon sırasına göre alımda tutulmalıdır.



Şekil 20 - Sistem gecikmesinin bir göstergesi, video kamerayı dijital bir saatte hedefleyerek, bu durumda internetten milisaniyelerle geri sayım yaparak ve hem saatin hem de alıcının dijital kamerasıyla bir fotoğraf çekerek belirlenebilir. Burada, bir DVB-T modülatörü ve alıcı ile çalışan toplam gecikme
CVBS 480i kamera ile 2 MHz bant genişliği yaklaşık ½ saniyedir .

Lator alıcıya müdahale etmekten.

Gecikmeler, kendi videonuzu izlerken kameraları hedeflemeyi ve odaklamayı zorlaştırır. Kameralar, dahili bir gerçek zamanlı monitöre sahip oldukları için DATY için tercih edilir ve en güncel olanlar, monitörlere ve DVB-T modülatörlerine doğrudan bağlantı için HDMI çıkışına sahiptir.

Broadband-Hamnet ile gecikme, bilgisayarın işlem süresine ve videoyu, sistem yüklemesini, numberofnodları ve bant genişliğini görmek için kullanılan uygulamasına göre değişecektir. Yukarıda özetlenen gecikme testini kullanan bir deney, bir İP Kamera ile bir bilgisayar arasında bir Ethernet çapraz kablosu kullanarak doğrudan bir bağlantıyla bile, işlem hızının büyük bir fark yarattığını gösterdi. 2008 model bir MacBook 3,4 saniye, 2014 model bir Mac Mini ise 0,4 saniye gecikmeye sahipti.

Bir *R/C* aracını kontrol etmek, gecikme nedeniyle AM veya FM ATV'ye karşı DATY ile daha zor olabilir. Ağırlık ve pil ömrü başka bir faktördür.

Standardizasyon - Bir DATY istasyonu kurmak için gereken maliyet, karmaşıklık ve donanımın kullanılabilirliği, yakın zamana kadar DTV modları arasında hangi yöne gideceğinin gelişimini yavaşlattı. DVB-T, - diğer DTV modlarına karşı jambon için en fazla faydaya sahip gibi görünüyor. İt en iyi mesafeye sahiptir ve çok yollu ve hareketle iyi performans gösterir. DVB-T almak için set üstü kutular makul bir maliyetle internette bulunabilir. Bununla birlikte, bunlar 2 veya 4 MHz bant genişliği yapmaz ve bir downconverter gerektiren 70 cm jambon bandını doğrudan ayarlamaz. Ancak, Hİ-DES (hides) gibi ham radyo pazarına yönelik birkaç alıcı ve verici kaynağı vardır.

com). DATV-Express **(datv-express.com), montajlı** bir kart seviyesi uyarıcı/verici ile yazılıma sahiptir. Şimdiye kadar, kullanıcının modülatörü bir bilgisayarla programlamasını veya almak için aktif bir kanalı belleğe taramasını gerektiriyorlar. Hi-Des modülatörünün ve alıcısının kurulmasıyla ilgili AN-18B'daki Uygulama Notu khohtv.com/application-notes bakın. Yerel bir DATY Elmer veya yerel frekansınızda kurulmaya hazır olmalarını sağlamak isteyen bir kaynak, DATV'ye girmede büyük bir faktör olabilir. DVB-T modülatörleri, veri taşıma akışında, alıcılara yalnızca bir kanaldaki istasyonlarını veya programlarını tanımalarını söylemek için istasyonlar tarafından kullanılan bir Paket Özdeş numarası (PID) gönderir. FM sesli CTCSS'ye benzer. Bir alandaki tüm jambonların aynı video PID numarasına sahip olması gerekir - 641 önerilir .

DVB-T modülatör ATV için önerilen mevcut kurulum:

Modülasyon: 6 MHz bant genişliği, Constellation QPSK, FFT: SK, FEC kod hızı: 7/8, Guard İnterval: 1/16, Maksimum Veri bit hızı: 5856 kbps, PMT PID: 640, Video PID: 641, Ses PIQ D: 642, Ağ, Servis ve Sağlayıcı Adı: çağrı mektuplarınız

Video kaynağı: HDMI fişli kamera, 1080p çözünürlük, H.264, 16:9 en boy oranı.

2.4 ATV Antenler

Yapraklar UHF'deki sinyalleri büyük ölçüde zayıflatır, bu nedenle en iyi sonuçlar için antenleri ağaç tepelerinin üzerine yerleştirin. 432 MHz SSB/CW çalışması veya 440 MHz FM için yapılan kirişler, iletim için tüm ATV frekanslarını kapsayacak kadar SWR bant genişliğine sahip olmayabilir, ancak bunlar Resepsiyon için tamam. Bir dizi üretici, tüm bandı 420 ila 450 MHz arasında kapsayan ATV kullanımı için tasarlanmış ışın antenleri yapar. Düşük kayıplı besleme hattı ve hava koşullarına dayanıklı tüm dış konektörleri kullanın. Hemen hemen tüm ATV antenleri, diğer türlere göre nem kirlenmesine karşı daha dayanıklı olan N konektörleri kullanır. Uygun kablo ve konektörlerle ilgili yardım için İletim Hatları ve Bileşen Verileri ve Referanslar bölümlerine bakın.

Anten polarizasyonu bölgeden bölgeye değişir. Polarizasyonun, diğer modlar için yerinde bulunan antenlere dayanan ilk yerel ATV operatörleri tarafından belirlendiğini bulmak yaygındır. Genel olarak, SSB, CW ve dijital modlarda aktif olan UHF/mikrodalga operatörleri yatay olarak polarize antenlere sahipken, FM, kamu hizmeti veya tekrarlayıcılar dikey antenlere sahiptir. Anten kelepçelerini kalıcı olarak kilitlemeden önce yerel ATV operatörleriyle görüşün. Dairesel polarize antenler, uydular da dahil olmak üzere tüm modları çalıştırmanıza ve daha az çok yollu etkiye sahip olmanıza izin verir.

2.5 ATV Özdeğerlendirme

ATV tanımlaması videoda veya ses alt taşıyıcısında olabilir. Kameranın görünümünde çalışma masasının arkasındaki duvardaki büyük bir yüksek kontrastlı çağrı işareti, gereksinimi yerine getirmenin ve daha kolay tanınmanın en kolay yoludur (bkz. Bant açıklıkları sırasında DX için balık tutan iletim istasyonları genellikle karda en iyi şekilde görünmek için beyaz bir arka plan üzerinde yağlı siyah harfler kullanarak çağrı işareti İD'leri oluşturur. Onların şehir ve 2 metre izleme frekansı (genellikle 144.34 veya 146.43 MHz) işareti altında yer almaktadır

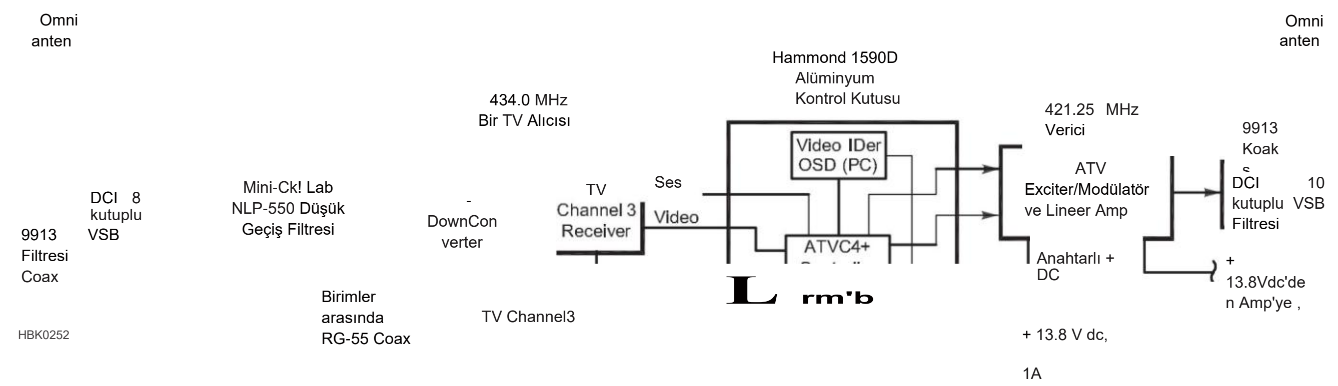


(A)



(B)

Şekil 21 - A'da en basit video tanımlayıcısı, çağrı işaretinizi bir kağıda çizmek ve jambon kulübenizin duvarına ve kamera görünümüne koymaktır. K6KMN yaşındaki Doug Moon da İD'si olarak eski otomatik çağrı mektubu plakasına sahip. B'de, çağrı işareti, etkinlik adı ve konum videoya eklenir. Uzun bir iz koşu yarışı gibi bir kamu hizmeti etkinliği sırasında, özellikle tam dubleks ve çok fazla çalışıyorsa, İD'yi unutmak kolaydır. http://www.foothillflyers.org/hamtvac100.html**Angeles Crest 100 Mile Trail Race ATV açıklaması için www.foothillflyers.org/hamtvac100.html bakınız.**



Şekil 22 - **70 cm bant içi ATV tekrarlayıcısının blok diyagramı. Çok yönlü antenler dikeydir ve alıcının duyarsızlaşmasını önlemek için > 50 dB izolasyon elde etmek için 20 feet (minimum) dikey ayırma gerektirir. Yatay çok yönlü antenler** çok daha fazla ayırma gerektirir. Alıcı üzerinde bir alçak geçiren filtre de gereklidir, çünkü VSB veya boşluk tipi filtreler tek harmoniklerde bir geçiş bandını tekrarlar ve vericiden gelen üçüncü harmonik enerji yeterince zayıflatılmayabilir. AM ATV **gösterilirken, diğer modlar ve bantlar değiştirilebilir. Video İD, İntuitive Circuits modeli OSD-İD + gibi bir video kaplama panosu ile yapılabilir - kendi başına veya hatta bir kule kam üzerine bindirilir. İntuitive Circuits ATVC-4 + ATV tekrarlayıcı kontrol kartı, tüm kontrol kutusu işlevlerini yapabilir ve bağlantılar gibi dört video kaynağından uzaktan seçim yapabilir .**

İşın hizalamasını ve temas onayını kolaylaştırmak için. DVB-T ve BroadbandHamnet video ile çağrı, sürekli olarak gönderilen Hizmet Adı olarak dijital adres başlığına programlanabilir.

Çoğu zaman iletim süresi, özellikle gösterileri, kamu hizmeti olaylarını, uzay mekiği videosunu, balon uçuşlarını veya bir kaydı iletirken 10 dakikayı aşıyor. İntuitive Circuits, içinden geçilen herhangi bir videodaki metni kaplayacak çeşitli panolar yapar. Çağrı işareti karakterleri ve diğer bilgiler, yerleşik basma düğmeleri veya bir bilgisayardan bir RS-232 arayüzü (versiyona bağlı olarak) ile kartın uçucu olmayan belleğine programlanabilir.

ve yönetim kurulu modeli). Bkz. Şekil 21B. Bir model, bir GPS alıcısından NMEA-0183 standart verileri ve uygulanan kamera videosunda enlem, boylam, yükseklik, yön ve hız ile çağrı harflerini kabul edecektir. ATV roketleri, balonlar *ve RİC araçları için idealdir.* Üst üste yerleştirilmiş İD, FCC İD gereksinimini otomatik olarak karşılamak için her 10 dakikada bir birkaç saniye açık, kapalı veya yanıp sönecek şekilde seçilebilir. İntuitive Circuits ATVR + ATV tekrarlayıcı kontrol panosu otomatik dokuz dakikalık bir zamanlayıcıya sahiptir ve ayrıca İD için başka bir video kaynağına geçen bir iletim sonu askı zamanlayıcısına sahiptir .

2.6 ATV Tekrarlayıcılar

İki tür ATV tekrarlayıcı vardır: inband ve cross-band. 70 cm'lik İn-band tekrarlayıcıların yapımı ve kullanımı daha zordur, ancak bu bant için ekipman daha uygun ve daha ucuz olduğu için daha popülerdir. Bazı ATV tekrarlayıcıları, -çıkışlarının akış videosunu İnternet'e ekledi, böylece kullanıcılar aktif olduklarını görebilirler. Bazı tekrarlayıcılar bağlantı kurmak için İnternet'i bile kullanır. **www.batc.tv Streaming** Members Web sitesinde çok sayıda ABD tekrarlayıcı bulunabilir ve bazıları ağlar sırasında check-in kabul eder.

Neden 70 cm ATV tekrarlayıcılarının -yapımı ses tekrarlayıcılarından daha zordur? Geniş





Şekil 23 - **Solda, bir ATV tekrarlayıcı "kule kam" İD'leri popüler hale geldi, böylece kullanıcılar yaklaşan hava durumunu görebiliyorlar. Bazı kameraların uzaktan tavası ve eğimi vardır, böylece kullanıcılar** antenlerde buz birikmesini veya tekrarlayıcı sahasındaki aktiviteyi gözlemleyebilirler. Sağda Roland KC6JPG. Video kaplamaları ile oynamayı seven ve
Grafikler, Santiago Peak'teki ATN (Amatör Televizyon Ağı) hub tekrarlayıcı aracılığıyla Salı gecesi ağını yürütür. Check-in'ler üç durumda sekiz bağlantılı tekrarlayıcıdan yayında. İnputs AM kullanarak değişir. FM ve DVB-T Bazen İnternet'teki BATC akış videosu aracılığıyla Melbourne Avustralya'dan check-in yapan Grant, VK3XTV, Mike, WA6SVT'ı ziyaret ediyordu.

ATV bant genişliği özel filtre gereksinimleri için yapar. 6-MHz geçiş bandındaki yanıt, minimum ekleme kaybıyla mümkün olduğunca düz olmalıdır, ancak yanıt, diğer kullanıcıları 12 MHz kadar yakın bir mesafede reddetmek için keskin bir şekilde açılmalıdır. Gereksinimi karşılamak için özel 6 ila 10 kutuplu interdigital veya combline VSB filtreleri kullanılır. Bir ATV dupleksleyici, bir geniş bant çok yönlü anteni beslemek için kullanılabilir, ancak alıcı hattında ses ve IMD ürün enerjisini alıcıyı algılamaktan korumak için yeterli zayıflama için verici hattında ek bir VSB filtresi gereklidir. Alıcı ve muhtemelen verici, bir VSB veya bant geçiren filtreden az zayıflama ile geçebilen ve alıcının ön ucunu aşırı yükleyebilen üçüncü harmoniği zayıflatmak için düşük geçişli bir filtreye de ihtiyaç duyabilir.

Bir çapraz bant tekrarlayıcı, giriş ve çıkış arasındaki büyük frekans ayrımı nedeniyle vericiyi ve alıcıyı izole etmek için daha az karmaşık filtreleme gerektirir. Dupleksleyici gerekmez, sadece yeterli anten aralık veya düşük geçiş ve/veya yüksek geçiş filtreleri. Ek olarak, çapraz bantlı bir tekrarlayıcı, kullanıcıların kendi videolarını görmelerini kolaylaştırır. Tekrarlayıcı çıkışları 23 cm ve 33 cm bantlar arasında değişiyorsa tekrarlayıcı bağlantısı da daha kolaydır. Geniş alan bağlantısı, 2.4, 3.4 ve 5.6 GHz bantları kullanılarak, amplifikatörlü modifiye edilmiş Part 15 FM vericileri veya internetten video akışı kullanılarak yapılmıştır. Güney Kaliforniya'daki altı ATV tekrarlayıcı, Las Vegas NV'de ve Mesa *AZ'de bir diğeriyle bağlantılıdır (*Bkz.

70 CM ATV TEKRARLAYICI

Şekil 22, basit bir 70 cm bant içi analog AM ATV tekrarlayıcı için bir blok diyagramı göstermektedir. Anten ayırma (> 50 dB) ve VSB filtreleri yeterli izolasyon sağladığı için dupleksleyici gösterilmez .

Diğer sinyal kaynaklarından gelen istenmeyen tuşları önlemek için, ATV tekrarlayıcıları kontrolörde bir video ile çalışan röle (VOR) kullanır. The VOR, 15.734 Hz'de yatay senkronizasyonu, FM tekrarlayıcıların CTCSS tonlarını kullandığı şekilde algılar. Ses tekrarlayıcılarında olduğu gibi, bir İD zamanlayıcı VOR aktivitesini izler ve tekrarlayıcı video İD jeneratörünü her dokuz dakikada bir veya bir kullanıcı iletmeyi durdurduktan birkaç saniye sonra başlatır. Kuleye monte edilmiş bir kamera genellikle tekrarlayıcılarda bir video BİLGİ jeneratörü yerine kullanılır (bkz Şekil 23B).

Tekrarlayıcı verici güç kaynağı, ekipmanın geri kalanı için kaynaktan ayrı olmalıdır. AM ATV ile akım, senkronizasyon ucundaki maksimumdan resmin beyaz kısımları sırasında minimuma kadar büyük ölçüde değişir. Güç kaynakları genellikle birkaç megahertz'e kadar olan oranlarda bu kadar büyük akım değişiklikleri ile sıkı bir düzenleme yapmak için yapılmaz. Güç kaynağı uçları bile video frekanslarında önemli indüktörler haline gelir. Aynı güç kaynağı hattındaki diğer modüllere aktarılabilen bir voltaj geliştireceklerdir.

3 ATV Uygulaması

3.1 Kamu hizmeti

Bir olay sitesinden bir Acil Durum Operasyon Merkezine (EOC) geri dönen canlı video, felaket iletişimine değerli bir ektir. Olay mahallinin gerçek zamanlı bir görünümü, komutanlara neler olup bittiğinin genel resmi için anında bir his verebilir veya yalnızca ses veya veri tarafından aktarılan açıklamalara güvenmek yerine kritik bir bileşeni yakınlaştırabilir. ATV, sesli trafik tekrarlarını ve açıklamalarını keserken, tam çift yönlü sesin ek avantajına sahiptir. Sahadaki ATV iletim istasyonu ses alt taşıyıcısında konuşur ve EOC aynı anda 2 metre FM sesinde konuşabilir. Yarışlar, geçit törenleri ve diğer kamu hizmeti etkinlikleri, **Şekil 24'te gösterildiği gibi kritik bir sokak köşesinde veya olayında neler olup bittiğini tıbbi ve acil müdahale personeline video ileten bir jambon gönüllüsünden yararlanır**. Taşınabilir bir ATV vericisinin bir kemer torbasında nasıl bir araya getirileceğini **www.hamtv adresinde görebilirsiniz. com/atvpouch.html** ve radyo amatörleri için ARRL Kullanım Kılavuzunun 11. baskısının 1.70 sayfasında. Bir kamera ve verici bir robota monte edilebilir ve insanlar için hiçbir risk olmadan tehlikeli bir duruma gönderilebilir. Colorado'daki BCARES AREC grubu, acil iletişim ve kamu hizmeti etkinlikleri için bir sırt çantasında yüksek çözünürlüklü bir DVB-T verici sistemi bir araya getirdi - Jim Andrews, KH6HTV. Broadband-Hamnet, bir bölgenin acil iletişim ihtiyaçlarını karşılamak için yüksek konumlardaki düğümlerle geliştirilmekte ve kurulmaktadır. Ses ve verilerin yanı sıra SKYPE'a benzer ancak jambon bantlarını kullanarak video akışı yapabilirler.

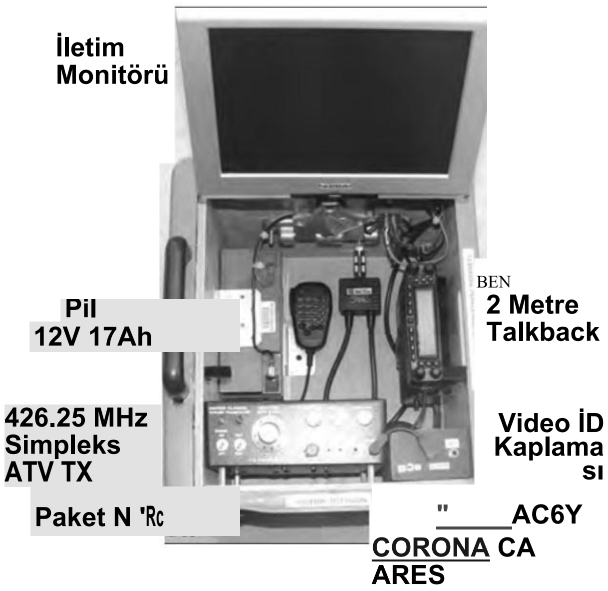
Bir ATV "GO KIT" İletişim "Go-Kitleri" ARES ve RACES grupları arasında popülerdir. Ne zaman bir Acil durum meydana gelir, jambonlar sadece kitlerini alabilir ve ihtiyaç duydukları her şeyle sahaya çıkabilirler. AC6Y yaşındaki Nick Klos, Corona, California'daki polis departmanı ARES grubu için üç ATV Go-Kit'i bir araya getirdi. **Şekil 25'e bakın.** Her kit kolay taşınabilir



WB6YSS

Şekil 24 - Düşük güçlü 50 mW pil ile çalışan taşınabilir 70 cm AM ATV vericisi, 5 element ışını kullanarak 2 mile kadar olan kısa menzilli görüş yolları için idealdir. Bu Kurulum, koşucuların kritik bir kesişimini veya durumunu, acil müdahale ve yardım istasyonu gönüllülerine yarışlarda erken uyarı olarak göstermek için kullanılabilir.

Şekil 25 - Acil ve kamu hizmeti çalışmaları için bu taşınabilir ATV Go-Kit Nick Klos, AC6Y tarafından inşa edilmiştir. İt bir 70 cm ATV verici, 2 metre FM alıcı-verici ve bir Pack N 'Roll kabında pil içerir.



Paket-N-Roll muhafazası. (Pack-N-Rolls çeşitli boyutlarda gelir, tekerlekleri vardır ve havayolu taşıma bagajına benzer uzatılabilir bir tutamağa sahiptir.) The ATV vericisi, 2 metre Alıcı-verici, pil ve isteğe bağlı video - monitörü, muhafazanın içine sığacak şekilde kontrplak kesime bağlanır. AC mevcutsa bir de güç kaynağı da eklenebilir veya bir araç aküsüne bağlanmak için klipsli bir de uzatma kablosundan güç gelebilir.

Kapsanacak mesafe yeterince kısa ise, bir dupleksleyici ile bağlanmış ve Go-Kit'in üzerinde en az 10 ft TV direğine monte edilmiş 2 metre/70 cm çift bantlı mobil dikey anten, bir mobil komut postası ile iletişim için yeterlidir. Olay yeri arasındaki daha uzun veya engellenmiş yollar Ve EOC kirişler ve daha fazla anten yerleştirme bakımı gerektirebilir.

Birden fazla ATV Go-Kit, bir olay sitesinin polis departmanı helikopteri ve yerdeki mobil veya taşınabilir istasyonlar da dahil olmak üzere farklı perspektiflerden izlenmesini sağlar. Go-Kitler ayrıca geçit törenleri, koşu ve bisiklet yarışları için de kullanılabilir; bunlar, gerçek acil durumun ne zaman gerçekleşebileceği konusunda iyi operasyonel uygulamalardır.

TAŞINABİLİR TEKRARLAYICILAR

Kamu hizmeti için taşınabilir ATV tekrarlayıcı Etkinlikler ayrıca kolay ulaşım için bir Pack-N-Roll muhafazasında veya bir süt kasasında inşa edilebilir ve bir binanın veya tepenin tepesine araba veya hatta helikopterle kurulabilir. Sahadaki bir ATV istasyonu ile EOC arasındaki yol nadiren görüş alanındadır, bu nedenle taşınabilir ATV tekrarlayıcı her iki yerden de erişilebilen yüksek bir noktaya yerleştirilebilir.

Şekil 26'da gösterilen taşınabilir tekrarlayıcı, 70 cm giriş ve 23 cm çıkış ile çapraz bantlı bir ünitedir. Tekrarlayıcıya 70 cm giriş kullanarak, baretli kameralar veya taşınabilir üniteler ile bir olay yerinde dolaşanlar tarafından en düşük güç için en iyi mesafeyi elde edersiniz. Tekrarlayıcıda lowin ve high-out kullanmanın bir başka avantajı, filtrelemenin çok daha kolay olmasıdır, çünkü alıcıdaki güçlü tekrarlayıcı verici verici harmonikleri ile uğraşmak zorunda kalmazsınız. 5 ft'lik anten ayırma genellikle daha az 5-W, düşük giriş/yüksek çıkış portatif tekrarlayıcı çalıştıran yeterlidir.

Daha zayıf sinyallerle, 70 cm alıcı besleme hattında bir alçak geçiş filtresi ve 23 cm verici besleme hattında bir yüksek geçiş filtresi, desensi en aza indirmeye yardımcı olabilir. Bir iletişim sahasında veya yakınında taşınabilir bir ATV tekrarlayıcı sistemi kullanılıyorsa, anten besleme hatlarındaki bant geçiş filtreleri, intermodülasyon parazitini veya yakındaki vericilerden gelen alıcı aşırı yüklenmesini önlemek için kullanılmalıdır .

Kompakt 10-dBd gain comer reflektörleri veya 23 cm'de daha yüksek kazanç ışınları ile, repeatertotheEOCwithjust3 W vericiden 5 milden fazla görüş mesafesi elde edebilirsiniz.



(A)



(B)



(C)

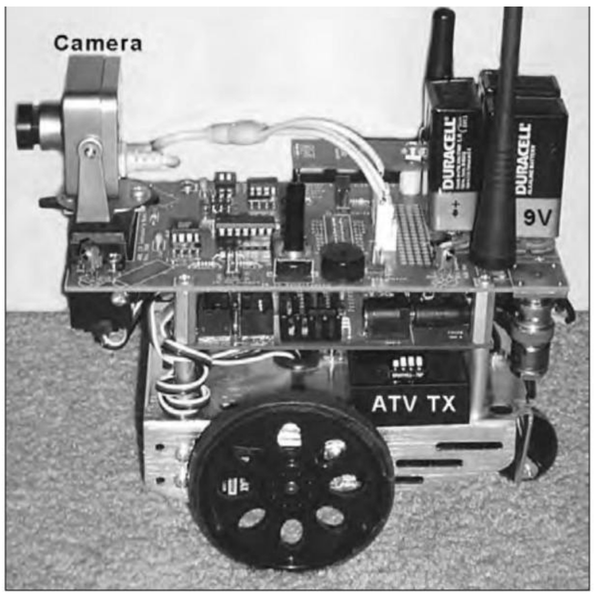
Şekil 26 - W6ORG yaşındaki Tom O'Hara, A'da, bir süt kasasında inşa edilebilecek kamu hizmeti çalışmaları için taşınabilir bir ATV tekrarlayıcı ayarlar. Blok diyagramı Şekil 14'e benzer, ancak VSB filtreleri yoktur. Verici 1253.25 MHz'de bir PC Elektronik RTX23-3, alıcı 426.25 MHz'de ve küçük kirişler veya omni antenler kullanılır. İnşaat hakkında daha fazla bilgi için ziyaret edin www.hamtv.com/info.html#portrpt. B'de, tekrarlayıcı bir tepeye uçurulur ve hızlı bir şekilde kurulur. Sharon Kelly, KF6OQO, anteni ayarlıyor. C'de, bir yangının videosu tepenin diğer tarafındaki bir EOC'de görülebilirken, W6KVC yaşındaki Gary Heston, 2 metrede olay yeri ATV operatörüne geri dönüyor.

ter gücü. Gösterilen portatif tekrarlayıcı, yaklaşık 12 saat sürecek 12-V, 17-Ah bir pil ile kendi kendine yetiyor. Alternatifler arasında ac ile çalışan 13.8 V, 3 A güç kaynağı veya bir araba aküsüne kırpılmış bir de kablosu bulunur. Yerel bir kamera takılabilir ve gerekirse kullanılabilir. Süt sandığı tekrarlayıcısının detayları bulunabilir

Şekil 27 - Mark Spencer, WA8SME tarafından inşa edilen bu eğitim robotu kiti, ATV'yi Nereye gittiğini uzaktan görün. İt, Videolynx Z70A 70 cm 50-mW ATV modülü ve üç LB-1000 alkalin pil ile çalışan 9-V renkli bir kamera kullanır. Bu projedeki İnformation, indirilebilir ek içerikle birlikte bulunur.

70cm ATV

Karı nca.



En **www.hamtv.com/info.html Taşınabilir** Kamu Hizmeti Tekrarlayıcısı altında.

3.2 Radyo kontrol araçları

Bazı jambonlar ayrıca radyo kontrol *(RİC) araçlarını çalıştırmaktan hoşlanır* ve ATV bu hobiye yeni bir boyut katabilir. Renkli kameraların boyutu, ağırlığı ve maliyeti - düştü ve ATV vericileri de daha küçük, bu yüzden ATV... Tionlar, göz ve bazı durumlarda kulak vermek için RİC araçlarına daha kolay entegre edilebilir. Quadcopters ve Video ile dronlar popüler hale geldi ve bazıları daha yüksek jambonda paylaşılan Bölüm 15 frekanslarında gruplar.

EĞİTİM ARACİ

Mark Spencer, WA8SME (ARRL Amatör Radyo Eğitimi ve Teknoloji Koordinatörü), Şekil **27'de gösterildiği gibi bir Parallax Eğitim Robotu Kuruluna (BOE/BOT) ATV yeteneği ekledi.** Eklenti ATV kurulu ile, BOE/BOT bir Mars Lander simüle eder. Robot ve ATV kartı, öğrencilere bir TV uzaktan kumandasının nasıl çalıştığını öğretmenin yanı sıra uzaktan algılama ve veri bağlantısını göstermek için de kullanılır. Bu ATV uygulaması, öğrencileri kiti bir bilim sınıfı projesi olarak kullanmaya teşvik etti ve

Bu süreçte lisanslı jambon olun.

RİC VEHICLE TIPS

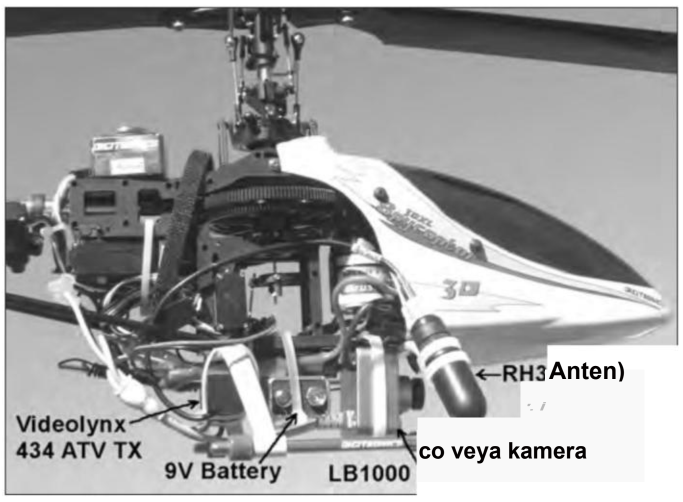
ATV ve veri verici modülleri *RİC* uçaklarına, balonlara, arabalara ve teknelere yerleştirildi. 70 cm'de bir Videolynx 434 50 mW verici, bir *RİC* uçuş alanının etrafındaki ½ mil kadar iyi video vermek için yeterlidir. Ters bir zemin düzlemi veya dikey dipol tipik olarak uçaklarda kullanılır, ancak radyasyon modelindeki boşluklar dik banka açılarında ortaya çıkabilir. Zemin düzlemi antenleri de almak için kullanılır, çünkü desen geniştir. Alıcı antenin yerden en az 10 ft yükseğe monte edilmesi, yakındaki insanlardan ve araçlardan çok yollu gölgelenmeyi veya sinyal tıkanmasını önlemeye yardımcı olabilir. Daha yüksek kazançlı çok yönlü - antenlerin kullanımı daha fazla mesafe için caziptir, ancak daha dar radyasyon düzenlerine ve daha fazla boşluğa sahiptirler.

Daha yüksek frekanslarda çalışma, bir *RİC* aracının fiziksel boyut sınırlamalarına daha iyi uyabilecek daha kısa anten uzunlukları gerektirir, ancak aynı verici gücü ve anten kazanımları göz önüne alındığında karsız mesafe daha kısa olacaktır.

İf ac gücü, bir TV'ye takmak için uçan alanda mevcut değildir, pillerden güç alınabilen taşınabilir bir televizyon arayın. Bazı jambonlar, dizüstü bilgisayarlarla kullanılmak üzere tasarlanmış TV tunerlerini kullanmıştır. En az güneş banyosu için ekranı kuzeye bakacak şekilde konumlandırın. İt, deneyimli *RİC* operatörlerinin bile yalnızca video ile uçmaması, ancak kameranın görüş alanı sınırlı olduğu için doğrudan bir yardımcı pilotun gözlemlemesi için en iyisidir.

Tipik 72 MHz veya 50 MHz *RİC* alıcıları aynı araçta bir verici ile çalışmak üzere tasarlanmamıştır. *RİC alıcısı* ön ucu ATV verici RF'den aşırı yüklenebilir, bu nedenle

(A)



(B)



Şekil 28 - A'da kablo bağları, LB-1000 renkli bir kamera, Video lynx 434 ATV vericisi, 9 V pil ve Diamond RH3 antenini bir elektrik motoruyla çalışan bir RİC helikopterine bağlamak için kullanılır. B'de, RİC helikopterindeki ATV vericisinden gelen videoyu görüntülemek için USB portuna takılı bir TV alıcısı olan bir bilgisayar kullanılır - bu durumda, RİC model operatörüne bakılır.

İlk uçuş. Test, başka bir jambon (talkback için bir el telsizi ile) *RİC* aracını normal kontrol mesafesi sınırına taşıyarak yapılabilir. Ardından *RİC vericisini çalıştırın* ve kontrollerin normal şekilde çalıştığını doğrulayın. Son olarak, ATV vericisini çalıştırın ve tekrar işlemi doğrulayın.

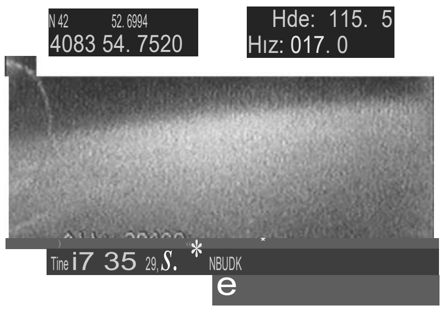
RİC alıcısı ATV vericisi tarafından yakalanırsa, daha sonra gücü düşürmeyi, anten yerleşimini değiştirmeyi veya koruma veya filtreleme eklemeyi deneyin. Geçmişte, kristal osilatör sızıntısı genellikle 70 cm çıkış yerine suçluydu ve Shielding tarafından iyileştirilebilirdi. İnterferans, bir PLL osilatörü kullanan daha yeni bir ATV vericisi ile daha az sorun olabilir.

PRACTICAL ÖRNEĞİ

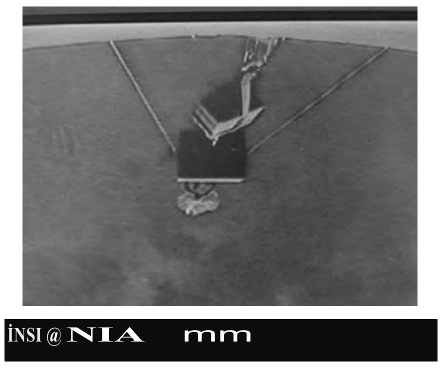
Şekil 28'de gösterilen elektrikli RİC helikopterindeki ATV sisteminin ilave ağırlığı sadece 7 oz'dur, ancak önce geminin ilave yükü kaldırabileceğini belirlemeniz gerekir. Ekstra ekipman, uçağın ağırlık merkezi etrafında dengeyi korumak için monte edilmelidir. İlk önce eşdeğer ağırlıklarla yapılan bazı testler, ekipmanı olası hasarlardan koruyabilir. Kızak desteklerinden birine baş aşağı monte edilmiş stubby esnek antene dikkat edin. Bu, *RİC* alıcı anteninin karşı tarafa monte edilmesiyle dengelenir.

ATV sistemi için motor veya *RİC alıcı piline dokunmak yerine ayrı bir* pil kullanılmalıdır. Voltaj uçuş sırasında değişir ve videoya motor gürültüsü koyabilir. Standart bir 9 V alkalin pil, bu sistemle neredeyse iki saat sürekli görev yapacaktır.

Yeterli yüke sahip daha büyük RİC uçaklarında, bir GPS alıcısı ve İntuitive Circuits video kaplama panosu, kamera videosunun üzerine çağrı işareti ile birlikte hız, yükseklik ve yönü koyabilir.

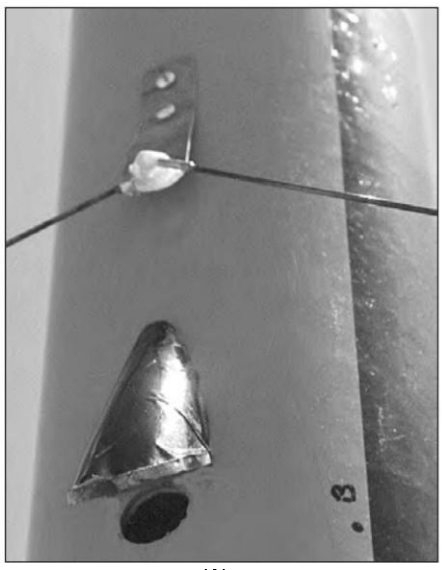


(A)

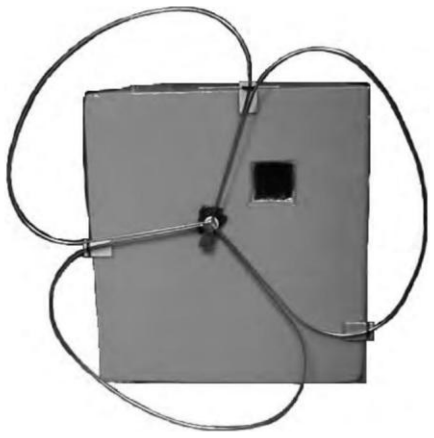


(B)

Şekil 29 - (A)'da, 93.399 fitte bir balondan bir ATV kamera görüntüsü, alanın siyahlığını, dünyanın eğriliğini ve aşağıdaki puslu bulutları gösterir. GPS alıcılarından gelen standart NMEA yükseklik veri çıkışının metre cinsinden olduğunu unutmayın. (B)'de, 7 inçlik taşınabilir LCD TV'deki bir balondan alınan video, 20 mil eğimli mesafede. Kamera aşağıda bulutlar ve okyanusla birlikte enstrüman paketine bakıyor.



(A)



(B)



(C)

Şekil 30 - (A)'da, bir dipol anteni ve bir ayna, 3.5 inç çapında amatör bir roketin dışına monte edilmiştir. İçerideki bir video kamera delikten aynaya bakar, böylece alan kişiler roket patladığında zeminin görüntüsünü görebilir. (B)'de, Eski Anten Laboratuvarı 70 cm Küçük Tekerlek yatay omni antenini yüksek irtifa balonu ATV yükünün altına monte N8UDK. Kamera yalıtımlı köpük paketin içine monte edilmiştir ve kare kesikten dışarı bakar. (C)'de, dairesel polarizasyon kullanan bir el anteni, hareket ederken maksimum sinyal seviyesi için bir balona veya rokete işaret edilebilir. Bakınız www. hamtv.com/rocket.html.

Yakın Uzaydan 3.3 ATV

Yeryüzünün ATV ile amatör bir roket veya balon yükselmesi olarak düştüğünü görmek, **Şekil 29'da gösterildiği gibi oldukça heyecan verici olabilir.** ATV'ye ek olarak enstrümantasyon, işaretçiler ve tekrarlayıcılar ile balonlar ve roketler gönderen bir dizi grup var. Balon yayınları, 500 mil kadar uzakta, alet paketi 100.000 ft'e yükseldiğinde, balon gaz genleşmesi ve ultra mor ayrışmadan patlamadan önce ve daha sonra paraşütle dünyaya geri döndüğü için alınmıştır. Radyo yön bulma kulüplerinden genellikle balonun nereye indiğini bulmaya ve iyileşmeye yardımcı olmaları istenir.

ATV kullanan roketler ve balonlar, - ağırlıklı olarak havada uçan uydulara benzer zorlu bir optimum anten radyasyon paterni problemi sunar. En güçlü resim ve en iyi mesafe (DX) için, iletme ve alma antenleri ana Güç lobları birbirlerini işaret eder ve aynı polarizasyonu kullanırlar.

Araçtaki çok yönlü dikey dipol anten, alıcı istasyonun aracı düşük bir açıdan gördüğü ufukta en iyi DX için iyidir. Örneğin, bir roketin dikey olarak 1 mil gitmesi bekleniyorsa, 4 mil veya daha uzaktaki istasyonları almak antenin maksimum radyasyon lobunda olacak ve en iyi videoyu alacaktır. Fırlatma sahasında veya 4 milden daha yakın olan istasyonların alınması, desen boşlukları içinde olacaktır.

Eğer roket anteni burunda 1/4 dalga dikey bir başak ise ve roketin gövdesi zemin düzlemi ise, ana lob ufkun üzerinde 15 ila 20 °'lik bir yukarı eğime sahip olabilir ve önemli miktarda sinyal boşa harcanır. Balonlar enstrümanın altında asılı baş aşağı bir yer düzlemi kullanabilir

Aşağıdaki dünyaya aşağı eğim vermek için paket.

Fırlatma sahasında, roket üzerinde yatay bir dipol (bakınız **Şekil 30)** ve yerdeki dairesel polarize anten en iyi şekilde çalışır. Balonlar, ufukta yatay olarak polarize edilmiş, ancak doğrudan aşağıda dairesel olarak polarize edilmiş çok yönlü bir tekerlek antenini asarak iyi iş çıkarırlar. Bir uçtaki dairesel polarizasyon, araç dönerken sinyal gücü değişimini en aza indirmeye yardımcı olur.

Ayarlanabilir bir güç 5-W, Videolynx VM gibi 70 cm ATV verici modülü - 70X, güç ve pil ağırlığı arasında iyi bir dengedir. Balon uçuşları tipik olarak saatlerce sürer ve sıcaklık ve ısı dağılımı büyük ölçüde değişir. RF'de VM- 70X'ye 50K termistör eklenir

Modül çok ısındığında gücü azaltmak için pot izini toprağa ayarlayın, ancak soğuk irtifalarda geri getirir. Karsız resimler istiyorsanız, düşük gücü telafi etmek için alım için bir ışın anteni gereklidirhigherthan20,000 ft. Tipik olarak, ATV ekipmanı, helyum dolu balonun altında asılı yalıtılmış bir muhafaza içinde, beklenen uçuş süresini kısaltabilen bir batarya ile birlikte bulunur. Strafor hafiftir ve elektronikten yayılan ısının bir kısmını tutacaktır, böylece yükseklikteki aşırı soğuk vericinin ve pilin çalışmasını durdurmasına neden olmaz. Bununla birlikte, ATV vericisinden gelen ısının, köpük paketin dışına bir bakır levha ile kısmen kanalize edilmesi gerekir. Bakınız

Balon platformları hakkında daha fazla bilgi için Telemetri ve Navigasyon bölümü.

Balon ve roket grupları çok fazla nasıl yapılır bilgisine sahiptir ve genellikle bir fırlatmanın ne zaman olacağını bildirir, böylece birkaç yüz mil yarıçapındaki jambonlar sinyalleri almayı deneyebilir. Bazı gruplar şunlardır:

Bill Brown WB8ELK Balon Uçuşları - **fly.hiwaay.net/-bbrown**

Arizona Yakın Uzay Araştırma balon – **www.ansr.org**

Amatör yüksek irtifa balon **- www.nearsys.com**

Uzay Bilimi balonunun kenarı **- www.eoss.org**

KC6CCC roket ATV - **www.qsl.net/ kc6ccc/rockets.htm**

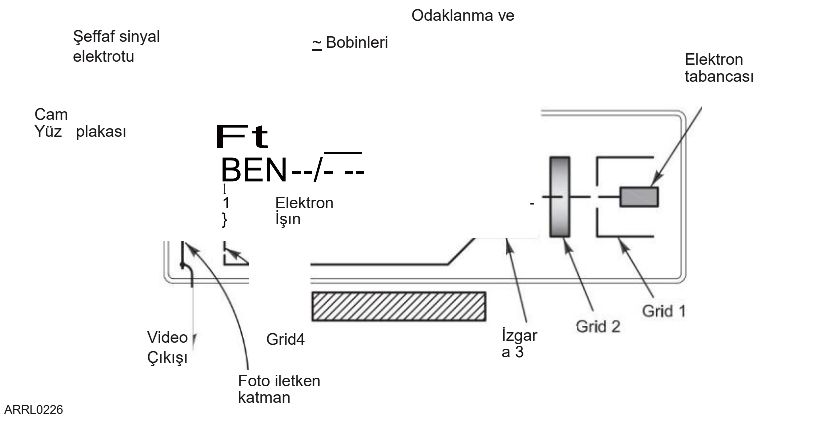
4 Video kaynakları

Pratik olarak, bir video monitörünün koaksiyel video jakına takıldığında bir resim veren herhangi bir video cihazı bir ATV vericisine takılabilir ve videoyu havaya göndermek için kullanılabilir. Uygun kaynaklar, kameralardan, video - kameralardan, dijital kameralardan, VCR'lerden veya bilgisayarlardan gelen kompozit videoları içerir. Bir video cihazından gelen standart A/V kablosunun ucunda bir fono fişi vardır ve genellikle sarı renk kodlaması ile tanımlanır (ses için diğer renkler kullanılır).

Video kameraların maliyeti, boyut, tür ve yatay ve dikey resim öğelerinin (pikseller) sayısı bakımından değişen katı hal görüntüleme cihazlarının geliştirilmesi sayesinde aşağıya inmiştir. ATV için iyi ev video çalışması için yaygın olarak bulunan

VIDICON TÜPLER

Vidicon, bir zamanlar ev video kameraları, kapalı devre televizyon ve ATV uygulamaları için standart olan nispeten basit, ucuz bir vakum tüpü görüntüleme cihazıdır. **Şekil 31, bir** vidikonun fiziksel yapısını göstermektedir. Bir katot ışın tüpünde (CRT) olduğu gibi, bir elektron ışını bir katot tarafından oluşturulur ve ızgaralar tarafından hızlandırılır. Bir vidikondaki elektron demetinin yatay ve dikey sapması, tüpün dışındaki bobinler tarafından üretilen manyetik alanlarla gerçekleştirilir. Alanların gücünü değiştirmek, ışının konumunu, bir foto iletken ekran katmanı ile kaplanmış olan vidikonun ön tarafının iç kısmı boyunca tararken kontrol eder. Elektron demeti ekranı tararken, ekrandaki her noktayı katot voltajına (sinyal elektrotuna göre yaklaşık -20 V) şarj eder. Her nokta sızdıran bir kapasitör gibi davranır, vidiconun önüne çarpan ışıkla aydınlatıldığında boşalır. Deşarj oranı, noktayı aydınlatan ışığın yoğunluğuna bağlıdır.



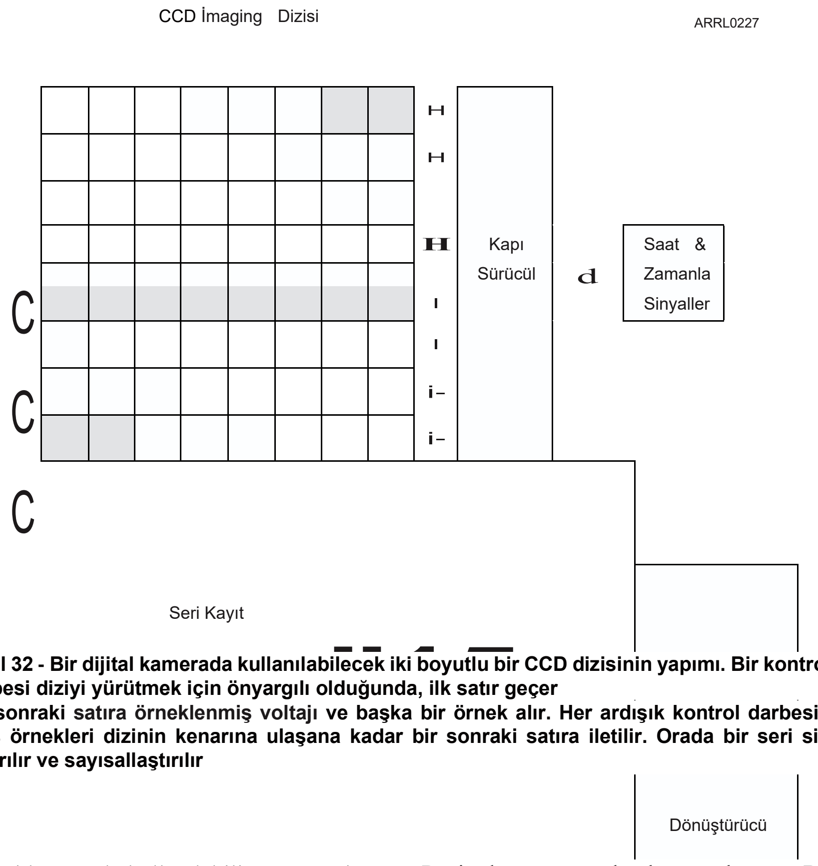
Şekil 31 - Video görüntüleri elde etmek için kullanılan bir vidicon tüpünün yapımı. Tüpün ön tarafına çarpan ışık, elektron demetindeki akımın katottan foto iletken tabakaya değişmesine neden olur. Bu değişiklikler elektronik video sinyalini oluşturur.

Daha sonra nokta boyunca tarandığında, elektron ışını, noktayı katot potansiyeline yeniden şarj etmek için yeterli elektron depolayacaktır. Bunu yaparken, katot ve ekran arasında akan akım, en son ışın tarafından tarandığından beri noktanın "kapasitörünün'ne kadar boşaldığına orantılı olarak artar. Bu deşarj, ekrandaki o noktaya çarpan ışık miktarına bağlı olduğundan, ekranı tararken ışın akımındaki değişiklikler, ekran tarafından görüntülenen görüntüye karşılık gelir. Bu, taranan görüntüyü temsil eden bir video sinyali oluşturur. Işın akımındaki varyasyonlar çok düşüktür (bir mikroamperin bir kısmı) ve vidikonun çıkış empedansı çok yüksektir, bu nedenle video devresi uğultu ve gürültüyü en aza indirmek için özenle tasarlanmalı ve tüpün kendisi dikkatlice korunmalıdır.

ŞARJ BAĞIMLILIKLI DEVİCELER

Bir *yük bağlı cihaz (CCD),* en basit haliyle, giriş ve çıkışında bir MOSFET bulunan bir dizi küçük kapasitörden yapılır. Dizedeki ilk kondansatör, giriş voltajının bir örneğini depolar. Bir kontrol darbesi MOSFET'leri yürütmek için önyargılı olduğunda, ilk kondansatör örneklenmiş voltajını ikinci kondansatöre geçirir ve başka bir örnek alır. Her ardışık kontrol darbesiyle, giriş örnekleri dizedeki bir sonraki kondansatöre iletilir. MOSFET'ler önyargılı olduğunda, her kondansatör kendi yükünü depolar. Bu işlem bazen "kova tugayı'olarak tanımlanır, çünkü analog sinyal örneklenir ve daha sonra CCD'den çıkışa aşamalı olarak geçirilir.

Şekil 32 iki boyutlu bir CCD gösterir



Şekil 32 - Bir dijital kamerada kullanılabilecek iki boyutlu bir CCD dizisinin yapımı. Bir kontrol darbesi diziyi yürütmek için önyargılı olduğunda, ilk satır geçer
Bir sonraki satıra örneklenmiş voltajı ve başka bir örnek alır. Her ardışık kontrol darbesiyle, giriş örnekleri dizinin kenarına ulaşana kadar bir sonraki satıra iletilir. Orada bir seri sicile aktarılır ve sayısallaştırılır



Şekil 33 - Michael Saculla, K6MDS, kamu http://www.hamtv.com/**hizmeti uygulamaları için bir Videolynx 70 cm verici ile birlikte bir CMOS renkli kamera kullanarak bir ATV Hat Cam - www.hamtv.com/ hatcam.html - inşa etti.**

Dijital kamerada kullanılabilir. Görüntüleme için kullanılan bir CCD'de, *piksel adı verilen bir dizi algılama elemanı* ışık duyarlı - malzeme ile kaplanır. Her pikseldeki ışığa duyarlı malzeme *tek bir* CCD kapasitörünü fotokarjlar. Her bir kapasitör üzerindeki fotojenere yük, algılama elemanına çarpan ışık miktarı ile orantılıdır. Depolanan yükler daha sonra her piksele karşılık gelen sinyaller olarak bir seferde CCD dizisinin dışına kaydırılır. Sonuçta ortaya çıkan sinyal dizisi, bir vidicon taramasına benzer. CCD'ler, dijital fotoğraf kameralarında ve video kameralarda kullanılan en yaygın görüntüleme cihazıdır ve çok iyi düşük ışık hassasiyetine sahiptirler.

Renkli CCD'ler, dört pikselin her karesi üzerinde Bayer maskesi adı verilen bir ekran kullanır. Her kare kırmızı için bir tane, mavi için bir tane ve yeşil için iki tane vardır, çünkü insan gözü yeşile daha duyarlıdır. Parlaklık - gri ölçek - her pikselden örneklenir. Olası dikey çözünürlük çizgileri yatay olarak piksel sayısına göre belirlenir, ancak dört piksellik bir kareden geldiği için renk çözünürlüğü daha az olacaktır.

Bir kamera için çözünürlük çizgileri verildiğinde, bu, dikey siyah çizgilerden beyaza doğru olabilecek değişikliklerin sayısını ifade eder.

Resimde yatay olarak görülüyor. Daha yüksek çözünürlüklü bir kameraya sahip olmak iyi olsa da - çoğu 380 satır veya daha fazla - resim hala bir TV'de veya monitörde görülecektir. Bu görüntü aygıtlarında, yanıt bant genişliği, NTSC sisteminde parlaklığı yaklaşık 240 çizgiye ve rengi 100 çizgiye sınırlar.

CMOS KAMERALAR

CMOS aktif piksel sensörleri daha yeni bir gelişmedir ve görüntüleme ürünlerinde CCD'lerin yerini almaktadır. CMOS kameraların daha düşük akım gereksinimleri, daha düşük fiyat ve daha az görüntü gecikmesi vardır, bu da onları cep telefonlarında popüler hale getirir. Amatörler bunları **Şekil 33'teki şapka kamerası gibi taşınabilir ATV uygulamaları için kullanır.** Küçük bir CCD renkli kamera 120 mA çekebilirken, benzer bir CMOS versiyonu 50mA çekebilir .

İlk bakışta, tahta seviyesindeki kameralar, *R/C* ve balon araçları gibi ağırlığa duyarlı uygulamalar için daha hafiftir, ancak metal bir kasada bulunanlar, RF'nin devreye girmesinin etkilerinden korunmak için tercih edilir. **Şekil 34'te gösterilen CMOS kamera,** 1.5 inç kare metal bir kasada sadece 3 oz ağırlığındadır. İt ayrıca hat seviyesi ses çıkışı olan bir mikrofon içerir.



Şekil 34 - Küçük LB-1000 420 hatlı CMOS renkli kamera, mevcut birçok düşük maliyetli cihazın tipik bir örneğidir. İntended öncelikle güvenlik uygulamaları için, amatörler arasında popülerdir.

5 ATV Terimleri Sözlüğü

En boy oranı - İmage genişliği yüksekliğine bölünür. Standart tanımlı analog - televizyon 4:3 en boy oranını kullanır ve yayın HDTV'si 16:9 kullanır.

ATSC - Gelişmiş Televizyon Sistemleri Komitesi,
Yayın Televizyon Hizmetinde uygulanan dijital televizyon formatları için standartlar ve formatlar kümesi. **DTV'ye bakın.**

ATV - Amatör Televizyon. Amatör Radyo ile resim gönderme. Bu kısaltmanın fastscan televizyon (FSTV), yavaş taramalı televizyon (SSTV) ve faks (faks) için eşit olarak uygulanmasını beklersiniz, ancak genellikle yalnızca FSTV'ye uygulanır.

Arka sundurma - Yatay senkronizasyon darbesinin hemen ardından bir tarama hattının boş kısmı. **Boşluğa bakın.**

Siyah seviye - Video dinamik aralığının siyah ucuna karşılık gelen sinyal seviyesi genliği.

Blanking - Başka bir çizgiyi veya çerçeveyi taramak için sıfırlanırken tarama izinin görülememesini sağlayan "siyahtan daha siyah'bir sinyal seviyesi. Geleneksel televizyonda bu genellikle iki bölümden oluşan boşluk kaidesi olarak adlandırılır - dikey senkronizasyon darbesinden önce gelen ön sundurma **ve** senkronizasyon darbesini takip eden arka sundurma.

Katot ışın tüpü (CRT) - Görüntü gösterimi için kullanılan fosforlu bir ekran kullanan özel bir elektron tüpü. Eski televizyon setlerinde ve bilgisayar monitörlerinde kullanılan klasik TV "resim tüpü'böyle bir tüpe bir örnektir .

Şarj bağlı cihaz (CCD) - Analog sinyal voltaj seviyelerini örneklemek ve depolamak için analog ve dijital devrelerin bir kombinasyonunu kullanan ve voltajları bir kondansatör dizesinden devre çıkışına geçiren entegre bir devre.

Chrominance - Bir video sinyalinin renk bileşeni. NTSC ve PAL, renkli görüntüleri bir renk alt taşıyıcısı ile birlikte siyah-beyaz uyumlu bir parlaklık sinyali olarak iletir. Alt taşıyıcı faz tonu temsil eder ve alt taşıyıcının genliği doygunluktur.

CODFM - Kodlu Ortoganal Frekans Bölmeli Çoklayıcı. DVBT ile kullanılan çok sayıda taşıyıcıdan oluşan bir sistem. **en.wikipedia.org/wiki/CODFM. bakın**

Renk patlaması - Bir NTSC renkli TV sinyal dalga formunun arka verandasında (boşluğa bakınız) bulunan 3,58 MHz alt taşıyıcı sinyalin yedi döngüsü. Bu kısa patlama, videodaki chroma için referans olarak TV alıcısındaki bir PLL tarafından kilitlenir.

Renk alt taşıyıcısı - Bir NTSC renk telesinin modüle edilmiş 3.58 MHz bileşeni Renk veya parlaklık görüntü verilerini iletmek için kullanılan görme sinyali.

Kompozit video - Tüketici ürünlerinde bulunan ve tipik olarak sarı renk kodlu bir RCA konektörü ile tanımlanan renk, video, boşluk ve senkronizasyondan oluşan 75 n yük sinyaline standart 1 V zirveden zirveye analog video.
Senkronizasyon
Bahşiş 0 V'da, 0.285 V'de boş, 0.339 V'da siyah ve 1.0V'da beyaz olarak belirtilir.

Sıkıştırma - Bir görüntünün bant genişliğini, iletim hızını veya dosya boyutunu azaltmak için çeşitli dijital teknikler.

Constellation - Belirtilen bant genişliği içinde modülasyon türü. Yani QPSKorQAM.

Saptırma - bir katot ışın tüpü görüntü ekranının tarama ışınını hareket ettiren dikey ve yatay süpürme sinyallerini kontrol eden devreler veya diğer bileşenler.

DTV - Dijital televizyon, en yaygın olarak Amerika Birleşik Devletleri'nde varsayılan ticari yayın dijital TV standartlarını oluşturan bir dizi 16 dijital formatına (HDTV veya High Definition Television dahil) uygulanır.

DVB-S Dijital Video Yayını - Uydu.

DVB-T- Dijital Video Yayını - Karasal.

FEC - İleri Hata Düzeltme. DVB-T'de kullanılan bir kod hızı 7/8, her bir FEC biti için 7 veri biti anlamına gelir.

FFT - Hızlı Fourier Dönüşümü, DVB-T taşıyıcılarının zaman ve frekans senkronizasyonu için kullanılan bir algoritmadır. 2K ve 8K DVB-T modülatör parametresi sırasıyla 1705 ve 6817 taşıyıcıları gösterir.

Alan - Yukarıdan aşağıya tarama çizgilerinin toplanması. Taramalı olduğunda, bir alan bitişik tarama çizgileri içermez ve kare başına birden fazla alan vardır.

Çerçeve - Bir tam taranmış görüntü. NTSC, kare başına 525 satıra sahiptir ve dikey senkronizasyonu çıkardıktan sonra yaklaşık 483 kullanılabilir ve üstte çeşitli bilgiler içeren birkaç satır vardır.

Ön sundurma - Yatay senkronizasyondan hemen önce bir tarama hattının boş kısmı.

FSTV - Hızlı Tarama TV. Ortak, tam renkli, hareketli ticari yayın TV ile aynı.

Guard İnterval - Semboller veya karakterler arasındaki boşluk ve çok yollu etkilerini en aza indirmek için önemlidir. 1/16, her 16 sembolden önce bir koruma alanı olduğu anlamına gelir.

H.264/MPEG-4 - DTV modülatörleri ile kullanılan bir video sıkıştırma standardı, kayıt ve video içeriği**. En bakınız. wikipedia.org/wiki/H.264.**

İnterlaced scanning - Yayın televizyon sistemlerinde algılanan titreşimi azaltmak için tasarlanmış, tam görüntü çerçevesinin aslında iki sekanslı alandan oluştuğu ve böylece dikey çözünürlüğün iyileştirildiği bir tarama deseni. Sıralı taramanın zamanlaması, ikinci alanın çizgileri, ilk alanın çizgileri arasına serpiştirilecek şekildedir. Örneğin, NTSC, 1/60 saniyede sadece çift çizgileri olan bir alan, daha sonra 1/60 saniyede sadece tek çizgileri olan bir alan gönderir.

İşıklılık - Bir video sinyalinin parlaklık bileşeni ve beyazdan siyaha genliğe veya gama sıkıştırılmış R 'G' B 'bileşenlerinin Y (parlaklık sinyali) = 0.59 G (yeşil) + 0.30 R (kırmızı) + 0.11 B (mavi) olarak hesaplanan kroma ağırlıklı toplamına atıfta bulunabilir.

MPEG - Motion Picture Experts Group, - hareketli görüntüler için bir dizi dijital görüntü sıkıştırma formatı/standardı.

MPEG-2 DVD'lerle yaygın olarak kullanılan video ve ses için bir sıkıştırma formatı standardı. Bakınız **en.wikipedia.org/wiki/ MPEG-2.**

NTSC - Ulusal Televizyon Sistemi Komitesi Kuzey Amerika ve Japonya'da kullanılan analog yayın televizyon standardı.

PAL - Faz değiştirme hattı. Almanya'da ve Avrupa'nın birçok yerinde kullanılan analog televizyon standardı.

PID - Bir DVB-T veri taşıma akışındaki Packet İyentifier, FM sesli CTCSS'ye benzer.

Aşamalı tarama - Tüm görüntü çerçevesini görüntülemek için tüm görüntü çizgilerinin sırayla tarandığı bir tarama dizisi. Bazı **DTV** yayınlarında kullanılır.

Piksel - Resim öğesi, noktalar
Bir monitörde görüntüler oluşturun. İmage çözünürlüğü doğrudan resim öğelerinin sayısı ile ilgilidir. Bir resim öğesinin boyutu toplam görüntü boyutuna göre büyükse, görüntü nispeten az sayıda resim öğesinden oluşacaktır ve bu nedenle nispeten düşük çözünürlüğe sahip olacaktır. Bir resim öğesinin boyutu toplam görüntü boyutuna göre küçükse, görüntü çok sayıda resim öğesinden oluşur ve böylece daha iyi çözünürlük gösterir.

Raster - Bir görüntü çerçevesinin gösterimi sırasında bir katot ışın tüpünün yüzünde geliştirilen tarama çizgilerinin deseni.

Çözünürlük - Ekran boyunca yatay olarak bir dizi dikey çizgi görme yeteneği. 15734 Hz'lik NTSC analog yatay tarama hızı, parlaklık çözünürlüğünü MHz video yanıt bant genişliği başına 80 satırla sınırlar. Dijital TV'nin en yüksek çözünürlüğü ekran piksellerinin sayısıyla sınırlıdır. İt, bir çizgi için bir siyah ve bir beyaz olmak üzere 2 bitişik piksel alır.

RGB - Kırmızı, Yeşil, Mavi. Renkleri temsil etmek için kullanılan modellerden biri. İnsan gözünün özellikleri nedeniyle, çoğu renk kırmızı, yeşil ve mavi ışığın çeşitli karışımlarıyla simüle edilebilir.

SECAM - Sıralı renk ve bellek. Fransa ve Bağımsız Devletler Topluluğu'nda kullanılan analog televizyon standardı.

Senkronizasyon - Bir çerçevenin başlangıcını gösteren TV sinyalinin bu kısmı (dikey Senkronizasyon) veya bir tarama çizgisinin başlangıcı (yatay senkronizasyon).

Vidicon tüpü - TV kameralarında kullanılan bir tür ışığa duyarlı vakum tüpü.

Beyaz seviye - Herhangi bir görüntü iletim - biçiminde video dinamik aralığının beyaz ucu. Beyaz ve siyah seviyeleri arasındaki fark, modun video dinamik aralığını tanımlar.

8-VSB - 8 seviyeli Vestigial Side Band, ABD'de DTV yayını için standart.

6 Yavaş Taramalı Televizyona Genel Bakış

Önceki bölümler, 420 MHz ve daha yüksek frekans bantlarında geniş bant genişliğinde tam hareketli video göndermek için kullanılan hızlı taramalı amatör televizyonu tartıştı. İn kontrast, slowscan televizyon (SSTV), HF bantlarında yaygın olarak kullanılan dar bir bant genişliğinde hareketsiz görüntüler gönderme yöntemidir. SSTV aktivitesi, HF, VHF, UHF, tekrarlayıcılar, uydular, İnternet'teki VoİP'de ve bir ses sinyali iletebilen ve alabilen hemen hemen her şekilde bulunabilir.

İmages en güçlü iletişim aracımızdır. SSTV, Amatör Radyo aracılığıyla sözlü iletişimimize görüntü eklememizi sağlar. SSTV modu ile çalışmak, resimleri değiştirmekten çok daha fazlasını sağlayabilir. Bu radyo yayılımı, bilgisayarlar ve bilgisayar grafikleri hakkında bilgi edinmek için pratik bir yol sağlar. Herhangi bir aktivitede olduğu gibi, ne kadar çok dahil olursanız, tüm incelikler hakkında o kadar bilgili olursunuz.

SSTV ayrıca Amatör Radyo'ya başkalarını dahil etmenin veya diğer etkinlikleri geliştirmenin harika bir yoludur. Acil durum iletişimlerinize, kamu hizmetlerine, Saha Günü'ne veya Hava istasyonundaki Jamboree'ye SSTV özelliği eklemeyi düşünün. SSTV, dünya çapında birçok jambon tarafından beğenilen eski bir moddur. Gittikçe daha fazla jambon bu eski modu çekici buluyor ve Ayrıca afet müdahale ve kurtarma çabalarını desteklemek için kamu hizmeti ekipleri tarafından kullanılır.

Bu *bölümHandbookis,* SSTV sinyalleri, çalışması ve ekipman yapılandırmasına genel bir bakış sağlamayı amaçlamaktadır. OK2MNM Martin Bruchanov'un SSTV El Kitabı, SSTV'nin tüm yönleri hakkında çok kapsamlı bir kaynaktır ve **www'de indirilebilir. sstv-handbook.com.**



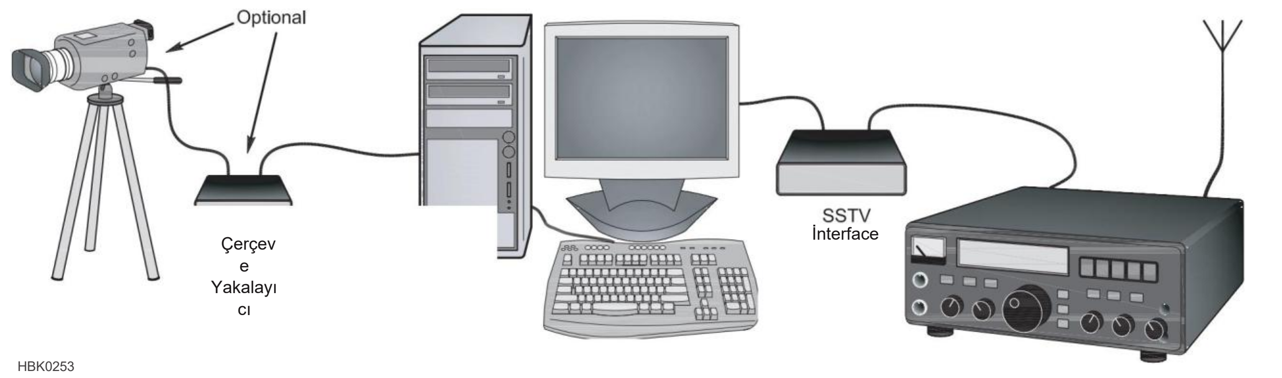
Şekil 35 - **1959'da ilk Atlantik ötesi SSTV iletimi.**

6.1 SSTV Geçmişi

S S TV başlangıçta canlı bir video kaynağından görsel bir görüntünün iletilmesini içeriyordu. İmages siyah beyazdı. Kontrol sinyalleri için siyah, beyaz ve gri tonlarını temsil eden belirli ses tonları ve diğer ses tonları kullanıldı. Alıcı istasyon, tonları bir resim tüpünde görüntülemek üzere bir görüntüye dönüştürdü. Bir resim göndermek 8 saniye sürdü ve her şey SSB iletimleri için kullanılan aynı bant genişliğine sığdı.

Şimdi WA2BCW VY2CM Cop Macdonald, ilk SSTV sistemini geliştirdi. Macdonald, - SSTV geliştirme çalışmaları için 2009 yılında Dayton Hamvention'ın Teknik Mükemmellik Ödülü'nü aldı. **Şekil 35, 1959'da** MacDonald tarafından Atlantik Okyanusu'ndan G3AST John Plowman'a gönderilen ilk SSTV görüntüsünü göstermektedir.

İlk sistem için MacDonald, görüntüleri görüntülemek için fazladan uzun ömürlü fosfor radar monitörü kullandı. Görüntüler bir vidicon kamera veya bir uçan nokta tarayıcı kullanılarak yakalandı. Bir video karesi 120 çizgiye sahipti ve kare başına 8 saniye gerektiren saniyede l5 çizgi hızında gönderildi. Monitörde bir görüntüyü korumak için arka arkaya üç kare gönderildi. Uzun yıllar boyunca, hantal



Şekil 36 - **SSTV istasyonları SSTV göndermek ve almak için sadece bir ses kartı donanımlı PC ve basit arayüzü gerekir.**

ve karmaşık ev yapımı sistemler SSTV'ye katılmanın tek yoluydu.

Robot Research, 1970'ler ve 1980'ler boyunca SSTV ekipmanı üretti. 1984 yılında tanıtılan Robot 1200C tarama dönüştürücü, SSTV için dev bir sıçramayı temsil ediyordu - tüm SSTV fonksiyonları tek bir ekipman parçası içinde gerçekleştirildi. Bir *tarama dönüştürücü* sinyalleri bir video formatından diğerine dönüştürür. Bu durumda, SSTV sinyallerini hızlı tarama televizyonu için tasarlanan formatlara dönüştürdü. Bu, - görüntüleri yakalamak ve görüntülemek için standart video kameraların ve ekipmanların kullanılmasına izin verdi.

DOS tabanlı bilgisayarlar popüler bir şirket haline geldi.

1990'ların başında SSTV sistemleri için ponent. Bu hibrit sistemler kısmen donanım ve kısmen yazılımdı. Çoğu sistem, sesi işlemek ve analogdan dijitale dönüşümü gerçekleştirmek için harici ekipman gerektiriyordu. 1998 yılında Tasco Electronics TSC-70 Telereader renkli tarama dönüştürücü, uzaydan resim göndermek için MIR uzay istasyonunda kullanıldı. Kenwood, dahili bir kamera ve LCD monitör içeren taşınabilir bir SSTV ünitesi olan Visual Communicator VC-Hl'yi tanıttı. Diğer tarama dönüştürücüleri yapıldı, ancak hiçbiri bugün üretilmiyor .

Yerleşik kişisel bilgisayar

Ses kartı, özel cihazların yerini alarak görüntü göndermek ve almak için tercih edilen donanım haline geldi. Günümüzün güçlü PC'leri ve SSTV yazılımı, bir modem SSTV istasyonunun kalbidir. PC, gelen ve giden SSTV sesini ses kartını kullanarak işlerken, yazılım SSTV resimlerinin edinimini, depolanmasını, seçimini ve düzenlenmesini yönetir. Ham istasyonunuzdaki bir PC ile, yazılım ve bir arayüz (bilgisayar ses kartını alıcı-vericiye bağlamak için) eklemek, bu büyüleyici modda başlamak için gereken her şeydir. **Şekil 36** tipik bir akım istasyonu SSTV konfigürasyonunu göstermektedir.

7 SSTV Temelleri

Geleneksel SSTV analog bir moddur, ancak son yıllarda dijital SSTV - geliştirilmiştir. Her ikisi de standart ses Amatör Radyo alıcı-vericilerini kullanır - özel bir radyo dişlisi veya anten gerekmez. SSTV şanzımanları sadece ses sinyallerinin bant genişliğini işgal eder ve İmage emisyonlarına izin verilen HF ve daha yüksek bantlardaki herhangi bir frekansta izin verilir. Bunlar genellikle SSB ses sinyalleri için kullanılan aynı bant segmentleridir.

7.1 Bilgisayarlar ve Ses Kartları

SSTV için popüler olan yazılımların çoğunu kullanmak için ses kartına sahip bir bilgisayar gereklidir. *Windows* işletim sistemi için yazılım en popüler olanıdır, ancak diğer seçenekler mevcuttur. (Analog ve dijital SSTV yazılımı bu bölümde daha sonra tartışılmıştır.) Donanım ve yazılım kurulumu, indirilebilir ek materyalin Dijital İletişim bölümünde ses kartı modları için açıklanana benzer. **Dijital İletişim** - bölümünde ele alınan ses kartı özellikleri SSTV için de geçerlidir. Çoğu ses kartı çalışacaktır, ancak bazı SSTV modları için örnek hızı doğruluğu önemlidir (daha sonra bu konuda daha fazla bilgi).

Windows içinde, MASTER VOLUME ve WAVE denetimleri, iletilen SSTV sesi için seviyeleri ayarlar. Diğer tüm karıştırıcı girişleri sessize alınmalıdır. Eşitleme ve özel efektler kullanılmamalıdır. *Windows* sesleri, iletilen SSTV sesiyle birlikte iletilmelerini önlemek için devre dışı bırakılmalıdır. RECORDİNG kontrol paneli, SSTV sesinden önce girişi seçmek için kullanılır. Uygun seviye için gerekli olan LİNE İN veya MİCROPHONE seviye ayarlarını ayarlayın. MİC BOOST kullanılmamalıdır.

7.2 Alıcı-Verici İçyüzü

Alıcı-vericiyi PC ses kartına bağlamak, birkaç ses yaması kablosunu bağlamak kadar basit olabilir. Ses kartları genellikle stereo minyatür telefon jaklarına sahiptir, bu nedenle bu bağlantıları yaparken eşleşen fişleri kullanın. Sadece bir ses kanalı gereklidir veya isteniyor- sol kanal. Bu - fişteki uç bağlantısı. Fiş üzerindeki kovana (toprağa) bağlı kalkan ile korumalı kablo kullanın. Zemin döngüsü problemleri, ekipmanı bir araya getirerek veya bir ses izolasyon transformatörü kullanarak önlenebilir. (Alıcı-verici ve PC'nin nasıl bağlanacağına ilişkin örnekler için Dijital İletişim bölümüne bakın. Bir başka yararlı kaynak Ernie Mills, WM2U, **atwww.w0btu.com/wm2 u/interface.html tarafından ses kartı arayüzü web sayfasıdır.)**

Alıcı-vericiden alınan SSTV sesi bağlantısı, alınan sesin mevcut olduğu her yerde yapılabilir. En iyi seçim, sabit veya *hat düzeyinde ses* çıkışı sağlayan seçimdir. Bu, alıcı-verici üzerindeki ses seviyesi her ayarlandığında kayıt kontrol seviyelerinin ayarlanması gerekmeyeceğini sağlayacaktır. Kullanılabilir olan tek şey buysa bir kulaklık veya hoparlör çıkışı kullanabilirsiniz. Alınan çıkış seviyesi, ses kartındaki IINE İN girişi için yeterliyse, kullanın, aksi takdirde MICROPHONE girişini kullanın. Eğer seviye LNE İN için çok yüksekse, bir zayıflatıcı gerekebilir.

İletilen SSTV sesi için ses kartındaki IINE OUT bağlantısını kullanın. (AFSK sinyalleri için Dijital İletişim bölümünün örneklerine bakın.) Alıcı-vericinin ses sinyali için ayrı bir girişi yoksa, mikrofon girişi kullanılmalıdır. Bu daha ayrıntılı bir arayüz gerektirir. Transmitreceive (TR) anahtarlama, alıcı-vericinin VOX'u kullanılarak kontrol edilebilir. İletimi etkinleştirmek için diğer yöntemler arasında manuel anahtarlama, bir seri port devresi, harici bir VOX devresi ve/veya bilgisayar kontrollü bir dijital

Sinyal çıkışı.

Tamamen monte edilmiş ve kit ses kartı arayüzleri ticari olarak mevcuttur. Dijital modlar için ses kartı arayüzlerinin çoğu SSTV için uygundur. Mikrofon, SSTV iletimleri arasında düzenli olarak kullanılacaktır, bu nedenle ses ve SSTV işlemi arasında rahatça nasıl ileri geri geçiş yapılacağını düşünün.

7.3 Alıcı-Verici Gereksinimleri

SSTV işlemi için stabil VFO'lu bir SSB ses alıcı-vericisi gereklidir. VFO, kadran frekansının 35 Hz'inde olacak şekilde kalibre edilmeli ve ayarlanmalıdır (daha sonra bu konuda daha fazla). Alıcı-vericinin ses bant genişliği SSTV tarafından kullanılan ses spektrumunu zayıflatmamalıdır. Filtreler 3 kHz veya daha geniş olarak ayarlanmalıdır. Ses eşitleme, gürültü blanker veya gürültü azaltma işlevleri, sıkıştırma veya konuşma işleme ve geçiş bandı ayarlama veya İF kaydırma gibi ses bant genişliğini veya doğrusallığını etkileyen Tum off işlevleri.

Önce mikrofon ile düzgün çalışması için verici çıkışını, kılavuzunuzdaki talimatlara göre ayarlayın. Ardından, istenen ses - seviyesi için ses kartı çıkışını bağlayın ve ayarlayın. Düzgün ayarlanmış seviyeler ve temiz ses kalitesi, iletilen sinyalin alınmasını iyileştirir ve bitişik frekanslarda paraziti azaltır.

Bir görüntü sabitlendiğinde SSTV şanzımanları %100 görev döngüsüdür. - Alıcı-vericiniz uzun süreli tam güç çalışması için tasarlanmamışsa, güç çıkışını tek başına azaltın. maksimum çıkış.

SSTV, AM, FM veya SSB kullanılarak iletilebilir. Belirli bir frekansta ses işlemi için kullanacağınız modun aynısını kullanın. HF'de, normalde o banttaki ses için kullanılan aynı kenar bandını kullanın.

7.4 SSTV Çalışma Uygulamaları

Analog SSTV görüntüleri bir anlamda yayındadır. Hata düzeltme veya iletim onayı olmadan alınırlar ve alıcının iki yönlü bir bağlantı kurmasını gerektirmezler. SSTV işleminin çoğunluğu 14.230 MHz'de gerçekleşir (daha sonra alternatif SSTV frekanslarında daha fazla).

SSTV görüntüsünü göndermeden önce sesle bir kişi kurabilir veya frekansın kullanımda olup olmadığını sorabilirsiniz. Frekans açıksa, CQ'nuz olarak bir SSTV iletimi gönderebilirsiniz. Bir istasyonun gönderdiği gibi dikkatlice dinleyin, ancak yayılma nedeniyle onları duyamazsınız. SSTV görüntülerinin alınması, yazılımınız iletim için kullanılan modu desteklediği sürece otomatik olarak gerçekleşir (daha sonraki bölümlerde SSTV modlarında daha fazla). Bir resim alındığında, görüntülenir ve kaydedilebilir. Bazı yazılımlar görüntüyü alındığı gibi görüntüler.

Gönderilecek görüntüleri seçerken, alıcının uygunluğunu, resim kalitesini ve ilgisini göz önünde bulundurun. Gönderilecek görüntüye ve bant koşullarına uygun bir SSTV modu seçin. Frekansı aşırı bir süre işgal etmekten kaçınmak için 2 dakikadan fazla iletim süresi gerektiren ScottieDX veya diğer SSTV modlarını kullanmaktan kaçının. Send-Çağrı işaretiniz resimde yer alıyorsa, bir CW veya ses istasyonu İD'ye gerek yoktur.

Bir SSTV resmi göndermek için, gönderilecek resmi seçmek ve yüklemek üzere yazılımınızı kullanın. İt bir iletim ekranında görüntülenecektir. Ardından, SSTV iletim modunu seçin. İletimi netleştirin ve alıcı-vericiniz SSTV sesini iletmek ve göndermek için geçecektir. SSTV iletimi bittiğinde, alıcı-verici almak için geri döner. Tam çerçeveyi gönderdiğinizden emin olun veya yazılım çerçevenin başlangıcından itibaren taramaya başlamazsa, gönderilen bir sonraki resim düzgün şekilde alınmayabilir.

İMAGES İÇİN KAYNAK

İnternet, görüntüler için popüler bir kaynaktır (telif hakkı bildirimlerine dikkat edin). Resim koleksiyonlarını uçaklar, yer işaretleri, mehtaplı sahneler veya tatiller gibi temaya göre geliştirebilir ve saklayabilirsiniz.

Dijital fotoğraf makinesi, kendinize ait orijinal bir resim oluşturmanın en iyi yollarından biridir. Konu, sahip olabileceğiniz hemen hemen her şey olabilir. Kulübenin, ekipmanın ve operatörün resimleri her zaman - memnuniyetle karşılanır. Canlı bir kamera veya web kamerası hızlı bir anlık görüntü sağlayabilir. Teknik detayları tartışmak isteyenler için diyagramlar ve şemalar seçtiğiniz konu olabilir . A Düz yataklı tarayıcı diyagramları, şemaları ve fotoğrafları içe aktarmak için idealdir. Bilgisayar monitöründe olanların ekran görüntüleri, PRIGNT SCREEN veya PRTSCRN tuşu kullanılarak kolayca kaydedilebilir. Görüntüyü SSTV'nize veya görüntü düzenleme yazılımınıza aktarmak için Windows'taki Yapıştır işlevini kullanın.

Kendi kişisel çizimlerini kendin yap. Resimlerinizi gerçekten öne çıkarmak için çok fazla kontrastla renkli hale getirin. Ayrıca evinizin resimlerini, yerel ilgi alanlarını, diğer hobileri, projeleri, haritaları, çizgi filmleri ve komik resimleri iletebilirsiniz.

Herhangi bir görüntü düzenleme programı kendi CQ görüntü, test deseni, video QSL kart veya "73" resim yapmak için kullanılabilir. JPG veya BMP görüntü formatını kullanın ve görüntüleri 320 x 256 piksel olacak şekilde kırpın.

İt, çağrı işareti, konum ve belki de resimlerde metin olarak kısa bir açıklama olması yaygındır. Bir görüntüye iki çağrı işareti konulursa, gönderenin çağrı işaretinin en son yerleştirildiği anlaşılır. Sinyal raporları da dahil edilebilir. Bu bilgi tipik olarak resimde gömülü değildir. İnstead, SSTV yazılımı, bu değişken - verileri her iletimden önce seçilen resme yerleştirmek için bir metin düzenleyicisine sahiptir.

8 Analog SSTV

SSTV, analog frekans modülasyonu kullanan bir video modudur. Görüntüdeki her farklı parlaklık seviyesi farklı bir ses frekansına karşılık gelir. Modüle edici frekans, video bileşeninin parlaklığına karşılık gelen 1500 ila 2300 Hz arasında değişir. Video sinyalinin frekansı Siyahtan griye ve beyaza kadar değişir. Sinyalin genliği parlaklığı etkilemez, sadece sinyalin sinyal-gürültü oranı (SNR). Renk, her RGB renk bileşeninin parlaklığını ayrı ayrı göndererek elde edilir. Orijinal görüntü soldan sağa, yeşil, mavi olarak taranır Martin ve Scottie modları için kırmızı sipariş.

SSTV bir görüntü sinyali modu olmasına rağmen, parlaklık ve rengin kodlandığı sinyalin formatına da mod denir. Çeşitli modların farklı çözünürlükleri ve tarama oranları vardır.

Tablo 2 bir özet içerirSSTV ana-

Tablo 2
Analog SSTV Modları

Aile	*Geliştirici*	*Adı*	*Renk*	*Zaman*	*Çizgiler*
AVT	Ben Blish-Williams, AA7AS / AEA	8	R, G veya B'nin BW	8s	128x128
		16w	R, G veya B'nin BW	16 s	256x128
		16h	R, G veya B'nin BW	16 s	128x256
		32	R, G veya B'nin BW	32 s	256x256
		24	RGB	24 s	128x128
		48w	RGB	48 s	256x128
		48h	RGB	48 s	128x256
		104	RGB	96 s	256x256
Martin	Martin Emmerson, G3OQD	M1	RGB	114 s	240*
		M2	RGB	58 s	240*
Robot	Robot SSTV	8	R, G veya B'nin BW	8s	120
		12	UV	12 s	128 luma, 32/32 kroma x 120
		24	UV	24 s	128 luma, 64/64 kroma x 120
		32	R, G veya B'nin BW	32 s	256 x 240
		36	UV	36 s	256 luma, 64/64 kroma x 240
		72	UV	72 s	256 luma, 128/128 kroma x 240
Scottie	Eddie Murphy - GM3SBC	S1	RGB	110 s	240*
		S2	RGB	71 s	240*

* Martin ve Scottie modları aslında 256 tarama çizgisi gönderir, ancak ilk 16 genellikle gri
Wikipedia'nın **en.wikipedia.orglwiki/Slow-scan television'daki Slow-Scan Television'a girisi**

Hem siyah hem de beyaz (B&W) ve renk için günlük modu. Renkli SSTV görüntüleri - bugün standarttır. (SSTV görüntü sinyallerinin tam bir açıklaması için referans listelerindeki OK2MNM'nin SSTV El Kitabındaki "Yavaş taramalı TV iletiminin biçimleri" bölümüne bakın.)

8.1 Renkli SSTV Modları

Renkli SSTV resimleri göndermek ve almak için iki popüler mod Martin ve Scottie olarak adlandırılır (geliştiricilerinin adını almıştır - bkz. Tablo 2). 2014'teki üç günlük bir çalışma sırasında, WB9KMW'de dünya çapında alınan görüntülerin yüzde 89'u bu iki moddan geldi. Her ailenin içinde birkaç farklı çeşit vardır, örneğin Martin 1, Martin 2, Scottie 1 ve Scottie 2.

Her mod için boyut orresolution hakkında İnformation genellikle SSTV yazılımında mevcuttur. Daha yavaş tarama oranları daha iyi kalite sağlayabilir; Bunlar, aynı çözünürlüğü göndermek için daha uzun süren modlardır.

Örneğin, Scottie 1 ve Martin 1, bir çerçeve göndermek için yaklaşık iki dakika süren popüler RGB (kırmızı, yeşil, mavi) renk modlarıdır. Gönderilen görüntü boyutu, 256 satır ile 320 x 256-320 pikseldir. **Şekil 37 ve 38'e bakınız. Gerçek** renk mümkündür, çünkü her piksel kırmızı, yeşil ve mavi olmak üzere üç farklı renk bileşeninin her biri için 256 olası seviye ile gönderilir.

Her modda, geçerli olan modu tanımlayan bir dikey aralık sinyali (VIS) kodu vardır. Kod, dikey *aralık olarak adlandırılan kareler arasındaki süre boyunca gönderilir. VIS* kodları 1 için 1100 Hz, 0 için 1300 Hz kullanır ve Başlangıç ve bitiş için 1200 Hz. Bir VIS kodu alındığında, alıcı sistem kendisini uygun SSTV modu için yapılandırır.

VIS kod algılamasının çalışması için, alıcı iletilen frekansın 70 Hz'i içinde ayarlanmalıdır. İki istasyon tam olarak SSTV frekansında ayarlandı, ancak + 35 Hz ve -35 Hz VFO hataları ile VIS kodlarını başarıyla geçebildi. Daha önce de belirtildiği gibi, her alıcı-verici VFO'ya sahip olmalı ve alıcı-verici SSTV frekansına ayarlanmış VIS kod algılamasını sağlamak için 35 Hz içinde kalibre edilmelidir. Senkronizasyon darbe hızını kullanmak, VIS'in kodu çözülmediğinde modu belirlemenin başka bir yoludur. Bir istasyon gönderme çok uzak frekans ise, VFO ayarlamak için bir rehber olarak spektrum veya şelale 1200 Hz senkronizasyon sinyali kullanın .

Alınan görüntüler çözüldükçe neredeyse gerçek zamanlı olarak görüntülenir. Duyulan hemen hemen her SSTV sinyali bir görüntü üretebilir, ancak mükemmel bir görüntü almak nadirdir. Yayılma, gürültü ve diğer müdahalelerdeki değişiklikler, görüntü ekranda taramaya devam ettikçe belirgin hale gelecektir. Gürültü, gerçekleştiği gibi alınan hatlara zarar verecektir. Diğer sinyallerden gelen İnterferans görüntüyü bozar veya belki de alımın durmasına neden olur. Sinyal solması görüntünün grenli görünmesine neden olabilir. Çok yollu dikey kenarları bozar. Seçici solma, gürültü yamalarına veya belirli renklerin kaybına neden olabilir.

Kademeli kenarları ile alınan İmages ses kartı zamanlama bir kesinti sonucudur. - Görüntüyü kademeli kenarlarla alıp almadıklarını görmek için diğer operatörlerle kontrol edin. Eğer değilse, o zaman sorunu olan bilgisayarınız olabilir ve Gönderme istasyonu. Bazı olası çözümler diğer programları kapatmak, anti virüs yazılımını devre dışı bırakmak ve bilgisayarı yeniden başlatmaktır.

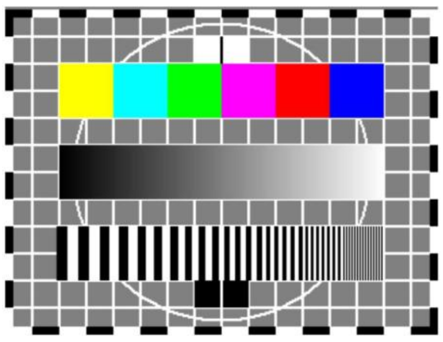
8.2 Renkli İletişim

Ev istasyonundan iletilen bir görüntü gönderen istasyonda çok çekici görünse de, alıcı tarafta görüntülemek çok zor veya imkansız olabilir. Sinyaller genellikle yayılma, gürültü ve diğer faktörler nedeniyle önemli ölçüde bozulur. Operatör, alınan görüntü kalitesini en üst düzeye çıkarmak için adımlar atabilir. En önemli iki faktör, karakterler için yazı tipi boyutu ve renk kontrastıdır.

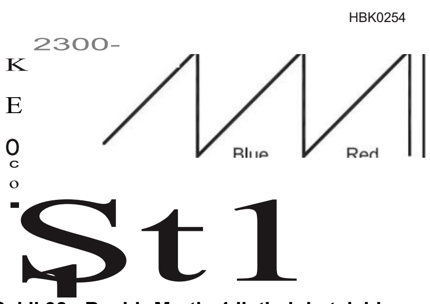
İlk olarak, büyük bir metin fontu seçin, böylece metin gürültü varlığında bile okunabilir. Daha sonra, görüntüdeki metnin yüksek görünürlüğü ve okunabilirliği için, yüksek kontrast çok önemlidir. Sorunlar pastel seçiminden ve farklı renk kombinasyonlarından daha az kaynaklanır. En görünür dört renk kombinasyonu, sarı bir arka plan üzerinde siyah metin, beyaz üzerinde siyah, siyah üzerinde sarı ve siyah üzerinde beyazdır .

SSTV aracılığıyla etkili bir şekilde iletişim kurmaya çalışırken, aşağıdakileri yapın :

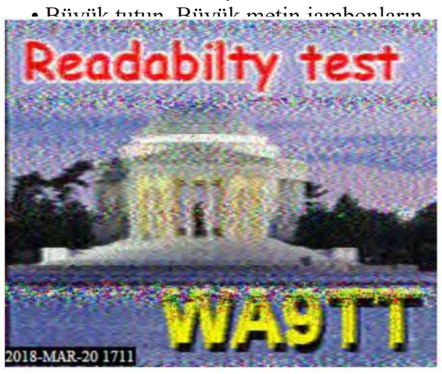
• Basit tutun. Cümleyi kısa ve öz tutun.
• Büyük tutun. Büyük metin



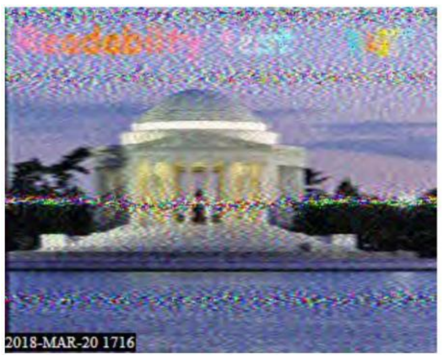
Şekil 37 - Bu renk testi deseni 320 x 256 çözünürlüktür. 1980'lerin Robot modları sadece 240 hat kullandı. CRT'ler 4:3 en boy oranıydı, bu nedenle görüntüler 320 x 240 çözünürlükte görüntülendi. Scottie 1 ve Martin 1 modları eklendiğinde, bu çözünürlüğü korudular, ancak senkronizasyona yardımcı olmak için en üste 16 başlık çizgisi eklediler. Üstteki düz gri alan olarak gösterilen bu 16 başlık çizgisi artık görüntünün bir parçası olarak kullanılır ve gönderenin çağrı işaretini ve diğer bilgileri içerir .



Şekil 38 - Bu, bir Martin 1 iletiminin tek bir tarama hattının diyagramıdır. Tam çerçeve, üstten başlayarak 256 yatay tarama çizgisi içerir. Her satırdan önce, senkronizasyon için 5 ms için 1200 Hz ton gönderilir. Pikseller soldan sağa taranır ve renkler sırayla gönderilir. İlk önce yeşil bileşen bir tarama çizgisinin 320 pikselinin her biri için gönderilir - siyahtan **saf yeşile kadar 256 değer mümkündür. Sonra, mavi bileşen ve Kırmızı bileşen en son gönderilir (yine, her renk için 256 olası değer). İt alır Üç renk bileşeninin her birini göndermek için 147 milisaniye. Sonuç, tüm çerçeveyi göndermek için 114 saniyedir.**



Şekil 39 - Metin, düzgün boyutlandırıldığında okunması en kolay olanıdır ve görüntü arka planıyla iyi kontrast oluşturur.



Şekil 40 - Alınan görüntüde gürültü artefaktlarının varlığında yazı tipi boyutu ve renk kontrastı seçiminin zayıf olması nedeniyle bu görüntünün okunması daha zordur.

• Temiz tutun. Nia gibi ince fontlar kullanmaktan kaçının

İz.Y



Çoğu betik yazı tipi gibi. Kalın, ağır kullanın
Okunabilirliği en üst düzeye çıkarmak için yazı
• Renkli tutun. Yüksek renk kontrastı
Anahtar madde.

Şekil 39 ve 40, okunabilirliğin uzak bir istasyon tarafından kopyalanan yazı tipi boyutu ve renk kontrastından nasıl etkilendiğini göstermektedir. Her iki resim
Aynı mesajı taşıyor



8.3 SSTV Sinyal Raporlama

Geleneksel olarak, jambon bir RSV kullanmıştır
Sistem bir SSTV sinyal raporu verecek. Bu **Şekil 41 - P5: Yayın kalitesi**
CW ve RS hakkında verilen RST raporuna paralellikler
SSB bağlantıları için. RSV şunları ifade eder :



- Şablon kelimeleri için okunabilirlik
- Şanzımanın gücü
- Video kalitesi

R = 5 mükemmel okunabilir metindir. S = 9 son derece güçlü bir sinyal anlamına gelir. V = 5, videonun herhangi bir leke olmadan kristal berraklığında olduğu anlamına gelir. 595,575 ve ara sıra 555 rapor verilmesine rağmen, gerçek bir V = 5 görüntüsü oldukça nadirdir. Bu nedenle, geleneksel RSV sinyal raporlama sistemi, verici istasyon operatörüne çok fazla bilgi sağlamaz.

Alternatif bir SSTV raporlama P kalitesi
Sistem benzer popülerlik kazanıyor **Şekil 42 - P4: İyi,** hızlı tarama ATV için bazı
gürültü raporlama sistemi. Orada

"%0Na0t29 Ct4o-,

• PS: %100 ila %97.7 alınan, minimum bozulma ile yayın kalitesi. **Şekil 41'e bakınız.**

• P4: 97. %7 ila %84.1 alınan, birkaç gürültü çizgisi ile iyi bir görüntü. Şekil **42.** • P3: 84 ,1% metre üzerinde en yaygın görüntü kalitesi olan 5 0% 20. Bu resimler kullanışlı ama gürültülü. Şekil **43'e bakınız.**

• P2: %50 ila %15.9 alınan SSTV sinyali gürültünün üstesinden gelmek için yeterince güçlü değildir. Bu görüntüler oldukça gürültülü ve zar zor kullanılabilir**. Şekil** 44'e **bakınız.**

• **P1**: %15.9 ila %2.3 alınan, zayıf sinyal alımı sırasında görüntüler. Biri zar zor görebilir
Metin ve resim birbirinden çok uzak. **Şekil 45'e bakın.**

• PO: %2.3 ila %0 alındı, görüntüler

8.4 SSTV Kameraları

Dünyadaki birkaç jambon, SSTV yayınlarını, genellikle 14.230 MHz'de rutin olarak izler ve daha sonra bu bilgileri web sayfalarında görüntülemek üzere web sitesi sunucularına gönderir. Bu sitelere "SSTV kameraları" denir. Ters Beacon Net (RBN), PSKReporter ve WSPRNet sistemlerine benzer şekilde, bazı istasyonlar SSTV kam görüntülerini toplayarak ve bu görüntüleri görüntülemek için bir web sayfasında toplayarak daha da ileri gider.

Bu bilgiler iki şekilde yararlıdır:



Şekil 43 - P3: Kullanılabilir, ancak gürültülü .

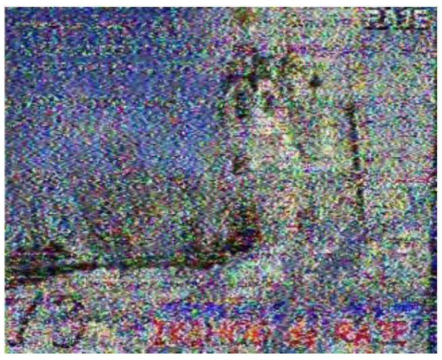
1) Yayılım. Bu SSTV kameralarına bakarak iletiminizin çeşitli istasyonlar tarafından ne kadar iyi alındığını görebilirsiniz. 20 metre bant koşullarını hemen değerlendirebilirsiniz. Hangi bölgeler İletiminizi alıyor ve alıcınızın olmadığı yerde.

2) İstasyon rölesi. Bir SSTV QSO'nun ortasındayken, QSB, QRM ve QRN gibi her türlü şey olur. Hepsi en son iletimi alma yeteneğinize müdahale eder. Bu SSTV kameralarını istasyonunuzun resepsiyonunu desteklemek için "röle istasyonları'olarak kullanarak, daha zengin bir QSO'nun keyfini çıkarabilirsiniz.

Görüntülemeniz için çeşitli SSTV kameraları sunan dünya çapında birkaç büyük web sitesi vardır, örneğin:



Şekil 44 - P2: Zar zor kullanılabilir, gürültülü.



Şekil 45 - P1: Metin zar zor görülebilir.



Şekil 46 - PO: Kullanılamaz

- CQSSTV **cqsstv.com**
- G ~ HWC **gOhwc.com**
-
- **worldsstv.com'da Dünya SSTV Kameraları**

8.5 SSTV Çalışma Frekansları

SSTV operasyonu, HF ve VHF aralığında çeşitli frekanslarda merkezlenir. Kullanılan bant için geleneksel telefon yan bandını kullanın. Çoğu kontak, analog SSTV için 14.230 MHz'de 20 metrede ve dijital SSTV için 14.233 MHz'de gerçekleşir. (Bant meşgulse uzun bir kontağa sahip olmak için bu frekansların 3 kHz üstünde veya altında hareket ettirin.) **Tablo 3,** Kuzey'de kullanılan bir dizi popüler frekansı listeler

Tablo 3
SSTV Frekansları

Analog

Band (Metre)	*Frekans (MHz)*	*Modülasyon*
160	1.890	LSB
80	3.845, 3.730 Avrupa'da	LSB
40	Avrupa'da 7.171, 7.040	LSB
20	14.230	USB
17	18.117	USB, N-SSTV (metne
15	21.340	USB
12	24.927	USB, N-SSTV (metne
	24.975	USB, Tüm modlar
10	28.680	USB
2	145.500	FM
ISS SSTV Downlink	145.800	FM

Dijital

Band (Metre)	*Frekans (MHz)*	*Modülasyon*
80	Avrupa'da 3.843, 3.733	LSB
40	7.173	LSB
20	14.233	USB
15	21.343	USB

Amerika ve Avrupa. Bu frekansların SSTV'ye ait olmadığını ve başka sinyallerle dolu olabileceğini unutmayın. Tıkanıklığı önlemek için yedek bir frekansa sahip olmak veya başka bir bant kullanmak iyi bir uygulamadır.

Öğleden sonra ve akşam saatlerinde, bölgesel aktivite 160 metrede bazı temaslarla 40 ve 75 metreye geçer. Amerika Birleşik Devletleri'nde, 7.171 MHz ve 3.845 MHz yaygın olarak kullanılmaktadır, ancak 7 .171 MHz yalnızca Extra Class lisans sahipleri tarafından kullanılabilir.

Yerel olarak, 2 metrelik bir SSTV ağı, -SSTV çağrı frekansında aktif olabilir. 14 5. 5 00 MHz veya belki bir FM tekrarlayıcı üzerinde. (SSTV kontakları için bir tekrarlayıcı kullanmadan önce, tekrarlayıcı sahibinin onayladığından emin olun.)

Bazen Uluslararası Uzay İstasyonu 145.800 MHz'de SSTV resimleri yayınlayacaktır. Çalışma programı için ariss-sstv.blogspot.com kontrol edin. Basit bir anten ve ortak bir FM alıcı-verici, **Şekil 47'de gösterildiği gibi alım için kullanılabilir.** Bulunduğunuz yerde görülebilen ISS geçişleri bir uydu izleme programı veya aşağıdaki gibi bir web sitesi aracılığıyla belirlenebilir **heavens-above.com.**



Şekil 47 - İmage, İnternational Uzay İstasyonu'ndan alındı.

8.6 Dar SSTV

20 metre SSTV üzerindeki kalabalık koşullar nedeniyle, "Dar SSTV" veya N-SSTV popüler hale geldi. Bu, 1900 ila 2300 Hz arasında uzanan, yalnızca 500 Hz genişliğinde bir ses sinyaline sahip bir analog SSTV iletimidir. 1200 Hz'de VIS işaretleyicisi olan ve görüntü yoğunluğu 1500 ile 2300 Hz arasında iletilen normal SSTV ile kontrast.

İt, yazılımınızın iletim sırasında FSKİD çağrı işareti tanımlama yöntemini kullanmasını sağlamak için kullanışlıdır. PLL demodülasyon tekniği, N-SSTV resimlerini almak için en iyi şekilde çalışıyor gibi görünüyor.

N-SSTV, normal SSTV çalışma frekanslarında ve 17 metrede kabul edilebilir. FCC Bölüm 97.307 (0) gerekliliklerini yerine getirdiğiniz sürece 12 metre bandında kullanılabilir:

(1) Hiçbir açı modülasyonlu emisyon, en yüksek modülasyon frekansında İ'den daha büyük bir modülasyon indeksine sahip olamaz.

(2) Telefon dışı emisyon, aynı modülasyon tipindeki bir haberleşme kalitesinde telefon emisyonunun bant genişliğini aşamaz.

30 metre bandında N-SSTV kullanımı hakkında bazı tartışmalar olmuştur. ARRL'nin FCC kurallarını anlaması, iletim - kodlamasının dijital veya analog olmasına bakılmaksızın, 30 metrede herhangi bir türde görüntü iletimine izin verilmemesidir. Bu nedenle, ARRL Tablo 3'te 30 metre içermez.

Analog SSTV için 8.7 Yazılımı

SSTV için çeşitli yazılım programları mevcuttur (bkz. **Tablo 4).** Bazı çok modlu programlar SSTV ve dijital modları içerirken, diğerleri SSTV'ye adanmıştır. Çok popüler bir SSTV paketi, *Windows programıMMSSTVby Mako* Mori, JE3HHT. Daha fazla bilgi için veya bir kopyasını indirmek için **hamsoft.ca/pages/ mmsstv.php adresini ziyaret edin.** *MMSSTV* eski bir 100 MHz bilgisayarda çalışır, ancak bazı özellikler daha hızlı bir işlemci gerektirebilir. Diğer SSTV yazılımları da benzer özelliklere sahiptir .

Dijital İletişim bölümünde açıklandığı gibi, ses kartı örnek hızı doğruluğu bazı modlar için önemlidir. Analog SSTV bunlardan biridir: saat kapalıysa resimler eğimli görünecektir (Bkz. **Şekil 48.)**

MMSSTVHelp dosyası, hızlı ve kolay bir kalibrasyon yapmanın çeşitli yolları hakkında ayrıntılı bilgi içerir (bkz. En iyi yöntem, WWV gibi bir zaman standardı kullanan yöntemdir. (Bu kalibrasyon prosedürünü gerçekleştirmeden önce, ses kartı arayüzünün bağlı olması gerekir, *böylece MMSSTV* alınan sesi algılayabilir.) Saat kalibrasyonunu yaptıktan sonra, şanslar

Tablo 4
SSTV Yazılımı

Windows
Analog SSTV
ChromaPIX - www.wObtu.com/wm2u/sstv_cpix.html
Ham Radyo Deluxe DM-780 - www.ham-radio-deluxe.com/features/dm780/
MMSS7TV - hamsoft.ca/pages/mmsstv.php

W95SS7TV - www.wObtu.com/wm2u/sstv _w95sstv.html

Çok modlu
JVComm32- jvcomm.de/index_e.html
MixW- www.mixw.net
MultiPSK - f6cte.free.fr/index_anglais.htm

Dijital SSTV
DİGTRX - qslnet.de/member/py4zbz/hdsstv/HamDRM.htm
EasyPal- www.vk3evl.com/
WinDRM- rfanat.qrz.ru/s11/windrm.html

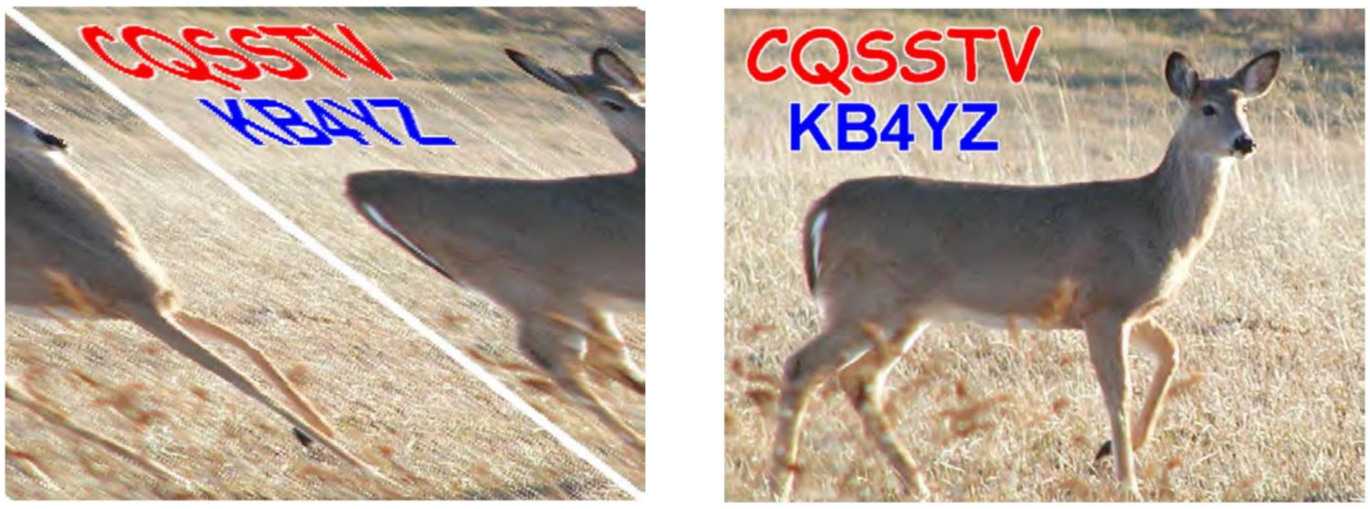
macOS
MultiMode - www.blackcatsystems.com/software/multimode.html
MultiScan - macdownload.informer.com/multiscan/

Linux
QSSTV - users.telenet.be/on4qz
TRXAMADRM - www.pa0mbo.nl/ties/public_html/hamradio/txamadrm/index.html

Amiga
AVT- datapipe-blackbeltsystems.com/amiga.html

Ek yazılıma bağlantılar ve kurulum ve işlemle ilgili notlar için bkz www.qsl.net/kb4yz

Zamanlama da iletim için doğru olacaktır. Eğer *değil, MMSSTV* iletim için ayrı bir ayarlama yapmak için bir araç sağlar. Alternatif olarak, alma ve iletme eğimini ayarlamak için iki alternatif yaklaşım, wa9tt'deki öğreticilerde derinlemesine tartışılmaktadır. Com "Bu Pesky Slant" başlıklı. Analog SSTV için yardım Yahoo Gruplarında mevcuttur MM-SSTV: groups.yahoo.com/groups/ MM-SSTV .



(A) (B)

Şekil 48 - Ses kartı saati yanlış ise, analog SSTV görüntüleri eğimli görünebilir **(A). Aynı** görüntü, saati kalibre ettikten sonra B'de gösterilir.

9 Dijital SSTV

Dijital SSTV'nin (DSSTV) çeşitli biçimleri geliştirilmiştir, ancak dijital SSTV için en yaygın kullanılan modülasyon yöntemi, kısa dalga yayın sistemi Digital Radio Mondiale'den (DRM) türetilmiştir. (Mondiale,'dünya çapında "anlamına gelen Fransızca bir kelimedir.) Analog SSTV gibi, aktivitenin çoğunluğu 20 metrede, özellikle 14.233 MHz'de gerçekleşir. (Bkz. Tablo 3.)

Francesco Lanza, HB9TLK tarafından HamDRM, 2.5 kHz bant genişliğini kaplayan ve çeşitli programlarda kullanılan bir DRM varyasyonudur. Sinyal 350 ila 2750 Hz arasındadır (bakınız **Şekil 49).** 57 kadar alt taşıyıcı aynı anda, hepsi aynı seviyede iletilebilir. Üç pilot taşıyıcı, diğerlerinin iki katı seviyesinde gönderilir. Alt taşıyıcılar *kodlanmış ortogonal frekans bölmeli çoğullama (COFDM) ve* kuadrature *genlik modülasyonu (QAM) kullanılarak modüle edilir. Her ana servis kanalı (MSC) çerçevesi* veya segmenti 400 ms süreye sahiptir ve segmentler içinde çeşitli hata düzeltme yöntemleri kullanılır. (ODFM ve QAM hakkında daha fazla bilgi için Modülasyon bölümüne bakın.)

HamDRM, PSK3 gibi dar bant genişliği veri modları gibi zayıf bir sinyal modu değildir. Yazılım bir senkronizasyon kilidi elde etmeden önce çok az veya hiç gürültü olmadan S-9 veya daha iyi bir sinyal gerekebilir. Herhangi bir veri çözülmeden ve görüntülenmeden önce MSC senkronizasyon kilidi gereklidir.

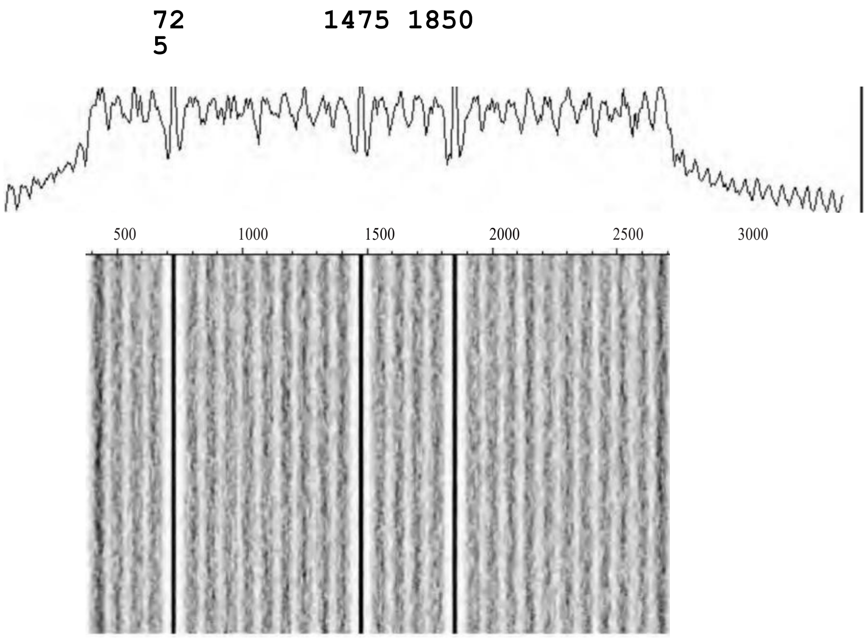
Bir DSSTV sinyalinin kalitesi, analog SSTV'ninkinden çok daha fazladır. Bozulmasız görüntüler, orijinal iletimin tam reprodüksiyonlarıdır. Ancak, dezavantajları vardır:

1) Bant koşulları. Alım için uygun olmalı ve çoğu QRM'den uzak olmalı ve önemli bir QSB olmamalıdır. Güçlü sinyaller kaliteli alım sağlar.

2) Yeterli veri segmentleri alınmalıdır. Yetersiz sayıda segment alındığında, yazılım kod çözemez ve hiçbir görüntü görülmez. Zayıf bir görüntünün, belki de P2 kalitesinin, güçlü bir gürültü veya parazitle bile görüntülenebildiği analog SSTV'nin aksine. İletim kodlaması, yinelenen veya yedekli segmentler göndermek için değiştirilebilir. Normalde bir RSl veya RS2 ayarı kullanılır. Bant koşulları iyi olmadığında, daha yüksek bir RS3 veya RS4 ayarı kullanılabilir, ancak bu iletim süresini artırır. Bir alıcı istasyon, eksik segmentlerin BSR veya Kötü Segment İsteği ile yeniden iletilmesini isteyebilir. Alıcı istasyon, resmin bir "dolgusu" için yeniden iletilecek eksik bölümleri gösteren [illegible]

9.1 Dijital SSTV Kurulumu

Popüler bir dijital SSTV *programıdırEasyPalby* geç Erik Sundstrup, VK4AES. Digi-



Şekil 49 - HamDRM sinyal spektrumu yukarıda ve şelale aşağıda. Şanzımanlar, birçok olası alt kod nedeniyle biraz farklı özelliklere sahip olabilir. HamDRM şanzımanları, kalan alt taşıyıcıların iki katı genliğe sahip üç pilot taşıyıcıya sahiptir. Bu pilot taşıyıcılar 725, 1475 ve 1850 Hz'de bulunur ve alıcının frekansını iletilen sinyale uyacak şekilde ayarlamaya yardımcı olur. Yazılım can
± 100 Hz kadar hata yapmayı telafi eder, ancak yalnızca ofset sabitse (frekansta çok az veya hiç kayma olmaz). Genel yanıt düz olmalı ve sinyalin yayılmadan etkilenmemesi koşuluyla tüm spektrum boyunca bir seviye genliği üretmelidir. Şelale, tam sinyal boyunca aynı yoğunluğu göstermelidir. Bant genişliği, 350 Hz'den başlayıp yaklaşık 2750 Hz ile biten 2.4 kHz kadar olabilir. Bazı roll-off tolere edilebilir .

Tal SSTV, analog SSTV ile aynı tip PC ve ses kartı kurulumunu kullanır, ancak daha yetenekli bir bilgisayar gereklidir. *EasyPal için, Windows XP veya* daha yeni bir işletim sistemi çalıştıran 2 GHz veya daha hızlı bir PC gereklidir. *EasyPal* yazılımı kurulur kurulmaz, resim almaya hazırdır.

Analog SSTV'den farklı olarak, yazılım saat zamanlama farklılıklarını otomatik olarak algılar ve telafi eder, böylece ses kartı kalibrasyonu gerekli değildir. Yazılım ayrıca ± 100 Hz hataya da uyum sağlar .

HamDRM, verici istasyonun çağrı işaretini sürekli olarak gönderir. Bu, - başkalarının iletim istasyonunu tanımlamasına ve alımı optimize etmesine izin verebilir. Çeşitli iletim hızları ve sağlamlık seviyeleri ile birçok alt kod mevcuttur. Alt modlar otomatik olarak algılanır ve alma otomatik olarak başlar. Kod çözme anında yapılır, bu nedenle görüntü görünmeden önce bilgisayarın işlemeyi bitirmesi beklenmez.

Güç çıkışı, geleneksel bir wattmetre ile ölçüldüğünde düşük görünebilir. Başkaları tarafından görülen gerçek sinyal gücü, SSB ses sinyaliyle aynı olmalıdır. Kullanmayın

Ses hatlarındaki kapasitörlerin bloke edilmesini önlerler, çünkü alınan taşıyıcıların fazını değiştirebilirler ve bu da kod çözme işlemini bozar .

HamDRM kullanırken ses kartından alıcı-vericiye kadar olan ses seviyeleri düşüktür ve normal ayarlarda bir VOX devresini güvenilir bir şekilde tetiklemeyebilir. Tam RF çıkışı için alıcı-vericiyi ayarlayın. Ardından ses kartı VOLUME CONTROL çıkışını, verici çok az ALC göstergesi gösterene veya hiç göstermeyene kadar ayarlayın. Bir FM vericisi ile, aşırı tahliyeyi önlemek için çıkış seviyesini düşük [illegible] GAİN hassasiyetini ayarlayın.

9.2 İşletim Dijital SSTV

Daha önce SSTV'yi çalıştırmadıysanız, dijitalden önce analog SSTV'yi deneyin. Ses kartı kurulumunun doğru olduğundan emin olmak için bazı görüntüleri kopyalayın. Analog SSTV için seviye ayarlamaları DRM için olduğu kadar kritik değildir. Analog SSTV için her şeyi doğru ayarladıktan sonra, dijital SSTV için ayarlamalar yapmak daha kolay olacaktır.

Dijital SSTV kullanırken, bir gönderme istasyonu frekans uzaksa, pilot taşıyıcıları kullanın

Yazılım spektrum ekranında bir kılavuz olarak görüldüğü gibi. (Dijital SSTV frekansları için Tablo 3'e bakınız.) Görüntü alınırken VFO'nun ayarlanması, senkronizasyonu geciktireceği için önerilmez.

Yazılımda görüntülenen sinyal-gürültü oranı (SNR), alınan sinyal kalitesinin bir ölçüsüdür. SNR ne kadar yüksek olursa, daha iyi -dekodlama daha güvenilir olacaktır. Yazılımın SNR'yi ölçme şekli nedeniyle, SNR için görüntülenen tepe değeri 20 ila 30 saniyelik alım gerektirebilir. Her iki uçta yapılan ayarlamalar SNR'yi değiştirebilir.

Çok iyi bant koşullarında SNR 18 dB'yi aşabilir. Bu durumda, daha yüksek bir hız modu işe yarayabilir. Segment başına daha az veriye sahip alt modların gönderilmesi daha uzun sürer, ancak SNR düşük olsa bile daha sağlamdır ve katı kopyaya izin verir.

GETTNG THE WHOLE PICTURE

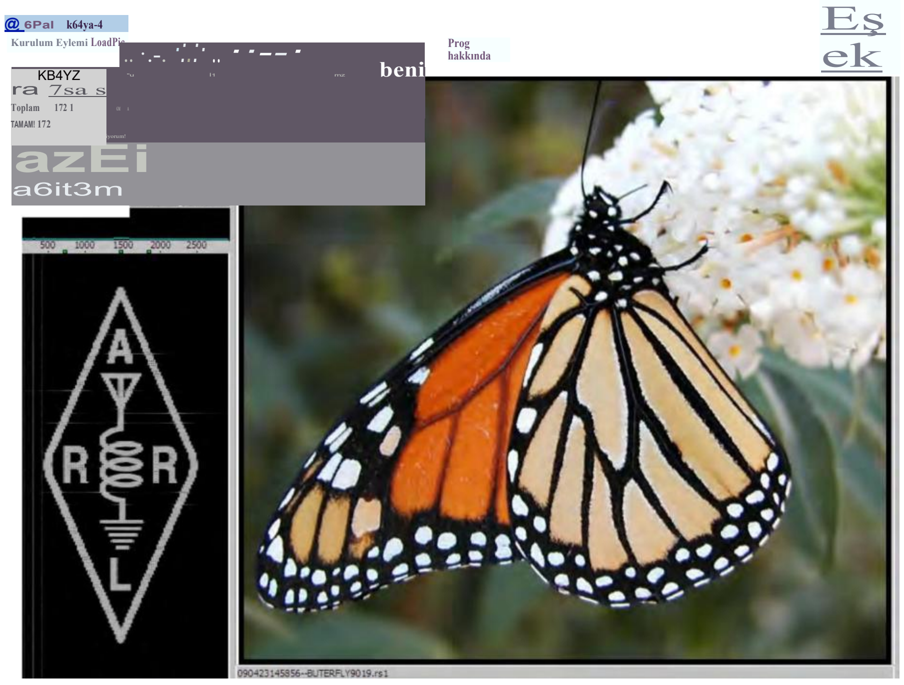
Gürültü ve solma tüm segmentlerin %100 kopyalanmasını engelleyebilir. Eksik bölümler daha sonra doldurulabilir. Yazılımınız, kısmen alınan bir dosya için tüm eksik segmentleri listeleyen kötü bir segment raporu (BSR) gönderebilir. Yanıt olarak, diğer istasyon dosya aktarımını tamamlaması gereken bir FİX (kötü segment isteğini yeniden gönder) gönderebilir. Değilse, BSR ve FİX işlemi tekrarlanabilir.

Dijital SSTV çok etkileşimlidir ve frekans paylaşımı görüntülerinde birkaç istasyon içerebilir. Başka bir istasyona yönelik FİX şanzımanları, bazı eksik segmentlerinizi veya hatta hepsini sağlayabilir. Orijinal iletimi kopyalayan üçüncü bir taraf da bir FİX segmenti gönderebilir veya görüntüyü yeniden gönderebilir. İncremental dosya onarımı birkaç başka iletim alındıktan sonra bile mümkündür. Frekansta ne kadar çok istasyon olursa, bunlardan birinin bir FİX'e yardımcı olma şansı o kadar artar.

EasyPal, daha yüksek bir hata düzeltme düzeyi sağlamak için bir özelliğe sahiptir, böylece tüm segmentlerin %100 kopyası tüm dosyayı almak için gerekli değildir. İletilen dosya gereksiz verilerle kodlanır, böylece orijinal dosya tüm segmentler alınmamış olsa bile yeniden oluşturulabilir. Alıcı istasyon da *Easy Pal kullanıyor olmalıdır.*

Kodlanmış dosyalar, Reed-Solomon (RS) hata düzeltmesini kullanarak artıklığı birleştirdi. (Hata algılama ve düzeltme hakkında daha fazla bilgi için Dijital Protokoller ve Modlar bölümüne bakın.) Dosya gönderilmeden önce dört farklı RS kodlama seviyesi seçilebilir.

Çok Hafif Kodlama (RS **1**) en düşük seviyedir. RSI kullanan bir dosya için iletim süresi %13 artırılacaktır. RS 1 ile kodlanmış bir dosya alırken, dosya çözülmeden ve bir resim görüntülenmeden önce segmentlerin yalnızca %90'ı alınmalıdır. Bu, iletim tamamlanmadan önce bile gerçekleşebilir. RS kodlanmış dosyaları almak



Şekil 50 - ***EasyPal dijital*** **SSTV yazılımı, yüksek kaliteli, renkli görüntüleri değiştirmek için kullanılır. Çeşitli hata düzeltme seviyeleri ve çeşitli iletim hızları mevcuttur .**

Otomatik; Almak için seçmeye gerek yoktur. RS kodlaması ile alınan dosyanın kodu otomatik olarak çözülecektir. HF bantlarında RS kodlamasının kullanılması BSR'lere ve FİX'lere olan ihtiyacı azaltabilir ve dosya aktarım sürecini daha verimli hale getirdiği bulunmuştur. VHF FM gibi gürültüsüz kanallarda kodlama gerekli olmayabilir.

Yayılma sadece bir faktör haline gelir, çünkü verilerin kötü koşullar altında geçmesi daha uzun sürebilir. Alınan görüntüler gönderilenlerle aynı olacaktır, çünkü dosyalardaki veriler de aynı olacaktır. Tekrarlar her zaman tam bir kopya olacaktır. Çok yollu yayılma, şiddetli olmadığı veya seçici solmaya neden olmadığı sürece DRM yayınlarını bozmaz.

Şekil 50, bir görüntünün başarılı bir şekilde alınmasının ardından bir EasyPal ekranını gösterir.

IMAGE SIZE

Herhangi bir boyutta veya çözünürlükte resimler dijital SSTV üzerinden gönderilebilir. Gönderen istasyon dosya boyutuna dikkat etmelidir, ancak iletim süresi aşırı uzun olabilir. Görüntü dosyalarını sıkıştırmak, iletim süresini makul bir miktara indirmek için gereklidir. Çoğu görüntü, daha az yapaylık gösteren kayıplı bir sıkıştırma yöntemi olan JPEG 2000'e (JP2) dönüştürülür. Kaydırıcı JP2 sıkıştırma düzeyini değiştirir ve görüntü kalitesi ile dosya boyutu arasında bir uzlaşma sağlanmalıdır. Dosya ne kadar küçükse, eserler o kadar görünür olur, ancak

Daha hızlı gönderilir.

Küçük resim dosyaları sıkıştırma kullanılmadan gönderilebilir. Animasyonlu GIF dosyaları gibi bazı dosya türleri sıkıştırılamaz, bu nedenle "olduğu gibi" gönderilmesi gerekir.

"Meşgul resim", görüntü alanının çoğunda çok fazla ayrıntı gösteren resimdir. Bu tür bir resim, kabul edilebilir kaliteyi koruyan gönderilebilecek kadar küçük bir dosya boyutuna sıkıştırmak zor olabilir. Çözünürlüğü yeniden boyutlandırarak ve çok daha küçük bir görüntü oluşturarak azaltmak çözümdür. Hemen hemen her meşgul resim 320 x 240 piksele kadar yeniden boyutlandırılabilir, JP2 dönüştürülebilir ve alıcı tarafta görüntülendiğinde hala iyi görünebilir.

Yaklaşık 2 dakikalık iletim süresi, çoğu SSTV operatörünün sabrı için kabul edilebilir sınırdır. Tipik bir HamDRM dijital SSTV iletimi, 23 kB boyutunda, RS 1 kodlanmış ve 209 segment gerektiren bir dosya için yaklaşık 105 saniye sürecektir.

SENDNG DİGITAL SSTV İMAGES

İdeal HamDRM sinyali 350 ila 2750 Hz spektrumunda uzanan taşıyıcılara sahip olacaktır. Alıcı-vericinin bu bant genişliği içindeki tüm frekansları geçmesine izin verilmelidir. Tüm alt taşıyıcılar arasındaki uygun faz ilişkilerini korumak için, sinyal doğrusal olarak yükseltilmelidir. Vericiyi aşırı zorlamaktan kaçının ve ALC'yi inaktif veya menzilinin düşük ucunda tutun. Seste uğultu ve diğer başıboş sinyalleri ortadan kaldırın.

Bir görüntüyü iletme işlemi, bir görüntüyü seçip, önceki bölümde açıklandığı gibi gerekirse yeniden boyutlandırarak veya sıkıştırarak başlar. *EasyPal içinde,* gönderme düğmesine tıklandığında, bu seçenek seçilirse görüntü dosyası RS kodlanır. Daha sonra ortaya çıkan dosya bölümlere ayrılır ve HamDRM kullanılarak gönderilir.

HamDRM alındığında, ses çözülür ve hata kontrolünü geçen bölümler verileri hafızada saklanacak. Yeterli sayıda segment başarıyla alındığında, RS dosyasının kodu çözülür ve JPEG 2000 görüntü dosyası oluşturulur. Bu dosyanın içeriği, iletilen JPEG 2000 görüntü dosyasıyla aynı olmalıdır.

İlk dijital SSTV resminizi almak oldukça sevindirici olabilir. Çok şey doğru gitmeli ve hata için çok az yer var. Yayılma ve müdahale bozabilir Sinyal. Görüntünün çıkarılması söz konusu olduğunda düşük gürültülü bir konum ve iyi bir anten yerine geçmez. Dijital SSTV'nin tüm yönleri için yardım, **groups.yahoo.com/groups/ digsstv'deki Yahoo Groups DİGSSTV'de mevcuttur.** Sabırlı olun ve doğru sinyal geldiğinde tüm ışıkları yeşil göreceksiniz ve segment sayacı tırmanmaya devam edecek ve mükemmel bir görüntü elde edeceksiniz!

10 SSTV Terimleri Sözlüğü

ANALOG SSTV ŞARTLARI

AVT-Amiga Video Alıcı-Verici. 1) İnterface ve kullanım için yazılım Bir Amiga bilgisayar; 2) İlk olarak AVT ürünü ile tanıtılan bir iletim modları ailesi.

***Arka sundurma* -** Yatay senkronizasyon darbesinin hemen ardından bir tarama hattının boş kısmı.

Chrominance - Bir video sinyalinin renk bileşeni. Robot renk modları piksel değerlerini parlaklık olarak iletir (Y) ve krominans (R-Y [kırmızı eksi parlaklık] ve B-Y [mavi eksi parlaklık]) yerine RGB (kırmızı, yeşil, mavi).

Demodülatör - SSTV için, bir ses sinyalinden görüntü ve senkronizasyon bilgilerini ayıklayan bir cihaz.

Alan - Yukarıdan aşağıya tarama çizgilerinin toplanması. Taramalı olduğunda, bir alan bitişik tarama çizgileri içermez ve kare başına birden fazla alan vardır.

***Çerçeve* -** Bir tam taranmış görüntü. Robot 36 saniyelik renk modunda kare başına 240 satır vardır

***Çerçeve Sıralı* -** Tam, sıralı kırmızı çerçeveler, daha sonra yeşil ve mavi gönderen bir renk SSTV iletim yöntemi. Artık modası geçti.

Ön sundurma - Yatay senkronizasyondan hemen önce bir tarama hattının boş kısmı.

Header-Önceki bilgiler Resim hakkında bilgi tutan ana sinyal. Bu başarılı bir resepsiyon için gereklidir.

***İnterface* -** Bilgisayarınızı alıcı-vericiye bağlayan veya arayüzleyen elektronik ekipman.

***İnterlace* -** Her zamanki sıralı yukarıdan aşağıya hariç sıra sırası. AVT "QRM" modu, interlacing kullanan tek SSTV modudur.

***Satır Sıralı* -** Her sıralı tarama hattı için kırmızı, yeşil ve mavi bilgi gönderen renkli SSTV iletim yöntemi. Bu yaklaşım, alım sırasında tam renkli görüntülerin görüntülenmesini sağlar.

Luminance - Bir video sinyalinin parlaklık bileşeni. Genellikle hesaplanır Y (parlaklık sinyali) = 0.59 G (yeşil) + 0.30 R (kırmızı) + 0.11 B (mavi) olarak.

Martin - İngiltere'de Martin Emmerson, G3OQD tarafından geliştirilen amatör SSTV iletim modları ailesi.

Piksel - Resim öğesi. Bilgisayar monitöründeki görüntüleri oluşturan noktalar.

P7 monitör - Çok uzun ömürlü fosfor sahip bir CRT kullanarak SSTV ekran.

RGB - Kırmızı, Yeşil, Mavi. Renkleri temsil etmek için kullanılan modellerden biri. Nedeniyle İnsan gözünün özelliklerine göre, çoğu renk kırmızı, yeşil ve mavi ışığın çeşitli karışımlarıyla simüle edilebilir.

Robot - (1) Robot 1200C tarama dönüştürücü için kısaltma; (2) 1200C ile birlikte sunulan bir SSTV iletim modu ailesi.

Tarama dönüştürücü - Bir TV görüntü formatını diğerine dönüştüren bir cihaz. Örneğin, Robot 1200C SSTV'yi FSTV'ye ve FSTV'den dönüştürür.

Scottie - İskoçya'da Eddie Murphy, GM3SBC tarafından geliştirilen amatör SSTV iletim modları ailesi.

SNR-Sinyal-Gürültü Oranı. SNR ne kadar yüksekse, alınan sinyal o kadar net olur.

SSTV - Yavaş Tarama Televizyonu. Birkaç saniyeden birkaç dakikaya kadar iletim sürelerini kullanarak ses tonları aracılığıyla hareketsiz görüntüler gönderme.

Senkronizasyon - TV sinyalinin çerçevenin başlangıcını gösteren kısmı (dikey senkronizasyon) veya bir tarama çizgisinin başlangıcı (yatay senkronizasyon).

VIS - Dikey İnterval Sinyalizasyon. İletim modunun dijital kodlaması Bir SSTV görüntüsünün dikey senkronizasyon kısmı. Bu, bir resmin alıcısının otomatik olarak uygun modu seçmesini sağlar. Bunun bir parçası olarak tanıtıldı Robot modları ve şimdi tüm SSTV yazılım tasarımcıları tarafından kullanılmaktadır.

Şelale - Bu, alınan (veya iletilen) sinyalin bir temsilidir. İt, zaman ilerledikçe SSTV yazılımında aşağı doğru kayan hareketli bir görüntü olarak görüntülenir.

Wraase - İlk tanıtılan amatör SSTV iletim modlarının bir ailesi Wraase Electronik, Almanya'dan Volker Wraase, SC-1 tarafından geliştirilen Wraase DL2RZ tarama dönüştürücüsü ile.

DİGITAL SSTV KOŞULLARI

Kötü bölüm raporu (BSR) - Bir görüntü tamamen alınmadığında alıcı istasyon tarafından bir BSR gönderilir. BSR alındıktan sonra bir FİX ekranı gösterilir, bu da verici istasyonun düzeltmek için resmi seçmesine veya sadece son görüntü sentini düzeltmesine izin verir.

COFDM - Kodlu Ortogonal Frekans Bölmesi Multiplex, aralarındaki paraziti azaltacak şekilde aşamalı olan aralıklı alt taşıyıcıları kullanmanın bir yöntemi, artı hata düzeltme ve gürültü bağışıklığı sağlamak için kodlama.

Takımyıldız - Karmaşık düzlemde, faz ve genliğin çeşitli kombinasyonlarını temsil eden bir dizi nokta Bir QAM veya diğer karmaşık modülasyon şemasında .

Döngüsel artıklık denetimi (CRC) – Bir matematiksel işlem. CRC'nin sonucu bir iletim bloğu ile gönderilir. Alıcı istasyon, alınan verilerin iyi veya kötü olup olmadığını belirlemek için iletilen veri bütünlüğünü kontrol etmek için alınan CRC'yi kullanır.

Digital Radio Mondiale (DRM) – Yayıncılar, üreticiler, araştırma ve hükümet kuruluşlarından oluşan bir konsorsiyum tarafından geliştirilen 100 kHz ile 30 MHz arasındaki bantlarda dijital ses yayını için bir sistem. Amatörler dijital ses ve görüntü göndermek için değiştirilmiş bir sürüm (HamDRM) kullanır.

Hata Koruması - DRM alt kod seçimi. Hİ seviyesi, segmentte kullanılan daha fazla miktarda FEC sağlar.

Hızlı erişim kanalı (FAC) - Her zaman 4QAM modüle edilmiş yardımcı kanal. Alt kod ve istasyon bilgilerini içerir .

FEC- Forward hata düzeltme, iletilen verilerin alıcı istasyonun bazı hataları düzeltmesine izin verecek kadar gereksiz olduğu bir hata kontrol tekniğidir.

FİX - Alınan bir BSR'ye verilen yanıt. Başka bir istasyon tarafından alınan eksik bir görüntüyü FİX seçeneğine sahipsiniz.

Leadln - Alıcı istasyonun senkronize olmasına izin vermek için DRM dosya iletiminin başında gönderilen yedek bölümlerin sayısı.

Ana hizmet kanalı (MSC) - Verileri içerir. 4QAM, 16QAM veya 64QAM modüle edilebilir.

Mod - İn dijital SSTV, bir DRM iletiminin belirli bir alt kodu. Her segmentteki veri miktarı seçilen alt kod tarafından belirlenir. Sağlamlık her alt kod için değişir.

QAM Quadrature Genlik Modülasyonu. Eş zamanlı faz ve genlik modülasyonu yöntemi. Ondan önce gelen sayı, örneğin 64QAM, her darbedeki ayrı aşamaların sayısını gösterir.

Reed-Solomon hata düzeltme - Verilerin okunmasındaki hataların algılanabilmesi ve düzeltilebilmesi için gereksiz veriler ekleyen bir veri kodlama işlemi. *EasyPal yazılımı,* Çok Hafif Koddan (RSİ) Ağır Kodlamaya (RS4) kadar dört seviye sağlar.

Çözünürlük-Bir görüntünün çözünürlüğü Bu resmin ayrıntısıdır. Daha yüksek çözünürlükler büyük görüntü boyutlarına neden olur ve bu nedenle iletimi daha uzun sürer, ancak alınan görüntünün daha fazla ayrıntıya sahip olmasına neden olur.

RS *Dosyaları - Bunlar* Reed Solomon encode/decode protokolünü kullanan kodlanmış dosyalardır.

Segment - İletilen görüntünün bir kısmı. Birçok bölüm oluşturur toplam görüntü. Kötü bölümler, toplam görüntüyü yeniden göndermekten daha hızlı yeniden gönderilebilir. İt dosya adı veya taşıma İD ve veri içerir.

Küçük resim - Bu, bir görüntünün minyatür bir görünümüdür.

TUNE - İn DRM, seviyeleri ayarlamak, İMD'yi kontrol etmek ve frekansı ayarlamak için kullanılan üç tonlu bir iletim.

11 Bibliyografya ve Referanslar

ATV

Amatör Televizyon Dergisi, **www.atvquarterly.com.**

Cerwin, S, WA5FRF, "Model Uçaklar ve Roketler Amatör Televizyon", *QST, Sep* 2000, pp 41-44.

İngiliz ATV Kulübü tarafından yayınlanan CQ-TV, **www.batc.org.uk.**

Kramer, K., DL4KCK, "AGAF e.V. - DATVBoards-İnstructions for Starting Up", *Amateur Television Quarterly Magazine,* Spring 2005.

PC Electronics Web sitesi, **www.hamatv.com** (ekipman, uygulama notları).

Putman, P., KT2B, "Dijital Televizyon: Bigger, Wider, Sharper ", *QST,* Aug 2000, pp 38-41.

Ruh, H., *ATV Aspiring ATVer için Sırları, Cilt İ ve Cilt 2. Amateur Television Quarterly Magazine tarafından yayımlanmaktadır.*

Seiler, T., HB9JNX/AE4WA, et al ", Dijital Amatör Tele Vizyon (D-ATV), proc. ARRL/TAPR Dijital İletişim Konferansı, **www.baycom.org/-tom/ham/dcc2001/datv.pdf**.

Sparano, D., "What Fully İs 8-VSB Anyway?", **www.broadcast.net/-sbe1/8vsb/8vsb.htm**.

Taggart, R, "Amatör Televizyon An İntroduction", *QST,* Bölüm 1, Nisan 1993, pp 19-23; Bölüm 2, Mayıs 1993, pp 43-47; Bölüm 3, Haziran 1993, sayfa 35-41 .

Taggart, R., WB8DQT, *İmage İletişim El Kitabı (Newington*: ARRL, 2002. Baskı dışı.).

SSTV BIBLIOGRAPHY VE REFRANCES

Bruchanov, Martin OK2MNM, Kısa Dalgalar Üzerine İmage İletişimi, **www.sstv-handbook.com .**

Ely, R., WL 7LP, MMSSTV.CHM, *MMSSTV* yazılımı ile birlikte verilen bir Yardım dosyası.

Lanza, C., HB9TLK, "DRM Modu 'HAM' Spesifikasyonu", **www.qslnet.de/member/hb9tlk/drm h.html.**

Macdonald, C., VY2CM, "Amatör Radyo Yavaş Tarama TV'nin İlk Günleri", **www.wisdompage.com/EarlySSTV.html.**

Mori, M., JE3HHT, MMSSTV.TXT, *MMSSTV* yazılımıyla birlikte verilen bir yardım dosyası.

Peterson, Larry WA9TT, "P Ölçeğini Kullanan SSTV Raporları", *CQ* dergisi, Ocak 2017, s 76-79 .

Taggart, R, WB8DQT, "Dijital Yavaş Tarama Televizyonu", *QST, Şubat* 2004, p 47-51 .

Taggart, R., WB8DQT, *İmage İletişim El Kitabı* (ARRL, 2002). Baskı dışı.).

Zurmely, R, PY4ZBZ, "HamDRM modu yardım", DİGTRX yazılımı ile birlikte bir Yardım dosyası.

Whitten, M., K0PFX, WinDRM **Dokümanları, www.qsl.net/pv3cnq/orig.pdf.**

Birçok SSTV öğreticisi ve geniş bir analog SSTV kamera koleksiyonu için **www.wa9tt.com. ziyaret edin**

SSTV hakkında daha fazla bilgi için, **www.qsl.net/kb4vz. adresini ziyaret edin.**

İçerik

İstasyon Aksesuarları ve Projeleri İndirilebilir Ek İçerik

Projeler

- "Uzaktan Güç Denetleyicisi" Mike Bryce, WB8VGE
- "Anahtarlamalı Zayıflatıcı" RSGB'nin izniyle
- "The ID-0-Matic Station İdentification Timer" by Dale Botkin, N0XAS, kod/destek dosyaları ile birlikte
- Tandem Maçı - Doğru Yönlü Bir Wattmetre - John Grebenkemper, KI6WX
- Jim Colville, W7RY ve Paul Christensen, W9AC tarafından "Amplifikatörler için İki OSK Denetleyicisi", kod/destek dosyaları ile birlikte
- Phil Salas, AD5X tarafından "1.8 ila 230 MHz'i Kapsayan Yasal Bir Sınır Önyargısı Oluşturun"
- "Sekiz Kanallı Uzaktan Kumanda Anten Seçici" Tarafından Michael Dzado, AC0HB
- R. W. Johnson tarafından "Multiband Tuning Circuits", W6MUR
- "Havacılık Kulaklığını Ham Radyoya Uyarlama"
- "SOR için Arduino tabanlı bir Düğme Kutusu" Michael Stott, VE3EBR
- "Düşük Maliyetli Uzaktan Anten Anahtarı" Bill Smith, K04NR
- "Anten Rotoru için Raspberry Pi Ağ Sunucusu/İstemcisi", Tom Doyle, W9KE
- Bob Anding, AA5OY tarafından "Arduino CW Seri İ Der", yazılım/destek dosyaları ile birlikte
- Darrell Davis, KT4WX tarafından "PICAXE Tabanlı Zamanlayıcı", yazılım/destek dosyaları ile birlikte
- Ses Ayırıcı - Glenn Loake, G0GBI
- Helmut Berka, DL2MAJ ve Wolfgang Fortsch, DK4MZ tarafından "Dijital 10 W Stereo Ses Amplifikatörü"

Destek Dosyaları

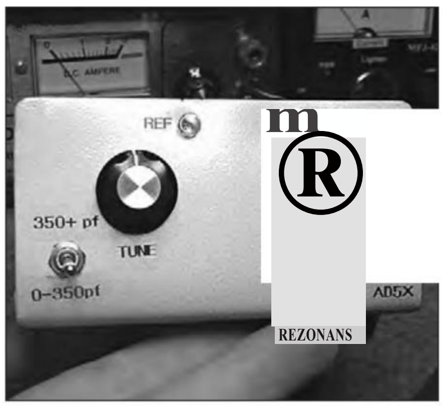
- Larry Coyle, K1QW tarafından SWR Monitor için destek dosyaları
- Bilgisayar İnterface PCB şablonu Trio

İstasyon Aksesuarları ve Projeleri

Bir Amatör Radyo istasyonu, tipik bir jambon kulübesinde bulunan alıcı-verici, amplifikatör ve diğer büyük ekipman parçalarından çok daha fazlasıdır. Bu bölümde, işlemi daha rahat hale getirmek veya diğer ekipman parçalarını birbirine bağlamak için bir dizi aksesuar parçası bulacaksınız. Projeler arasında anten eşleştirme ve anahtarlama çözümleri, alıcı-verici/bilgisayar - arayüzleri ve diğer istasyon aksesuarları bulunmaktadır. İndirilebilir ek içerikle birlikte ek istasyon aksesuar projeleri bulunabilir.

1 A 100-W Kompakt Z-Maç Anten Tuner

Bir Z-Match tuner, tüm HF bantlarında hemen hemen her şeyle eşleşir ve sadece iki kontrol kullanır. İyi kabul edilirler, ancak - gerekli hava-yara indüktörlerini ve değişken kondansatörleri elde etmek zor olabilir. Ek olarak, hava-yara indüktörleri büyük tunerleri ima eder. AD5X, Phil Salas tarafından burada açıklanan anten tuneri, taşınabilir HF işlemi için yeterince kompakttır, 100 W'yi işler ve hazır parçaları kullanır. Z-Match devresi ilk olarak R.W. Johnson, W6MUR tarafından Temmuz 1954'te QST'de "Multiband Tuning Circuits'de tanımlandı ve makale bu kitabın ek materyaline dahil edildi.



Şekil 1 - Z-Match Tuner 100W kullanır ve 80 ila 10 metre arasında kullanılabilir.

Bu projenin fikri, Charles Lofgren, W6JJZ tarafından theARRL *Antenna Compendium Vol 5'te yayınlanan bir makaleden geldi.* Bu makalede, yazar toroid çekirdek bazlı bir indüktör kullanmayı önerdi. Bu, hava çekirdekli indüktör/boyut problemini çözecektir. Uygun değişken kapasitörler iyi bir fiyata mevcuttur. Sonuç, **Şekil 1'de gösterilen kompakt birimdir.**

TUNER YAPICI

Şekil 2'de gösterilen son devre W6JJZ'nin makalesine dayanmaktadır. Tek gerçek değişiklik, anahtarla seçilen iki çıkış bağlantısından (10 dönüş ve 4 dönüş) tek bir 8 dönüşlü çıkış bağlantısına geçmek ve değişken kapasitör boyutunu 400-pF'e çıkarmaktı. Tuner 80-10 metre arasında iyi bir eşleşme sağlar!

Tuner, 3 x 5 ¼ x %5 inç (HWD) alüminyum kutuya yerleştirilmiştir. Toroid Tl, uçları ve indüktör ile C2 çerçevesi arasındaki bir miktar sıcak tutkal tarafından desteklenir. Ayrıca Tl ile kasanın tarafı arasına biraz sıcak tutkal koyun .

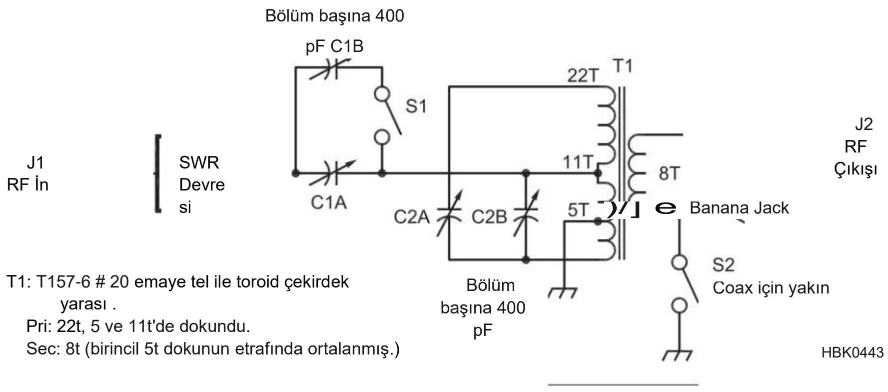
Değişken kapasitörler topraktan yalıtılmalıdır, bu nedenle her iki kapasitörü de alüminyum kasaya sığacak kadar geniş kesilmiş tek taraflı devre veya perf-board parçasına monte edin. Daha sonra bu kapasitör/perf-board aksamını stand-off vidaları ile monte edin. Kondansatör mili kaplinleri, çoğu donanım mağazasının sıhhi tesisat bölümünden temin edilebilen '% -NPT pirinç meme ucundan yapılır. Bu meme uçlarının iç çapı % -inch. İki bağlayıcı yapmak için bir İ-inç meme ucunu ikiye bölün. Daha sonra her parçada iki # 6 vida için delik açın ve hafifçe vurun. Kapasitör montajı ve şaft kuplörü detayları için bkz. Şekil 3. Yalıtımlı şaftlar için, birçok donanım mağazasından temin edilebilen ¼ inç çapında naylon çubuklar kullanın .

OPERATYON

Z-Match tuner'ı ayarlamak çok kolaydır. Önce C2'yi maksimum alıcı gürültüsü için ayarlayın. Daha sonra bir miktar RF gücü uygulayın ve minimum SWR için Cl ve C2'yi ayarlayın. Eşleştirme için daha fazla kapasitansa ihtiyacınız varsa, C 1'in ekstra bölümünde geçiş yapmak için S 1 kullanın veya C 1 boyunca sabit bir mika kapasitöründe geçiş yapın. Dengeli besleme hatları Muz fişlerinde sonlandırılan fişler, çıkış SO-239 orta pimine ve bitişik muz jakına takılabilir. Koaksiyel beslemek için, çıkış bağlantısının bir ucunu S2 anahtarıyla topraklayın.

OPTİCAL HF SWR METRE İÇİN Z-MATCH TUNER

Herhangi bir harici SWRmeter kullanabilirsiniz



Şekil 2 - 100-W Z-Match tuner şeması.

C1, C2 - Bölüm başına 400 pF, 2-bölüm Değişken kondansatör (Oren Elliott S2-399, www.orenelliottproducts.com). İf sen Başka bir değişken kapasitör yerine, kişi başına en az 350 pF Associates, Bölüm, minimum 500 V RMS olarak derecelendirilmiştir. www.amidon-inductive.com).

Tt - Birincil: 22 döner # 20 AWG Enam teli 5 ve 11 dönüşte dinlendi. İkincil: 4 turlu 8 tur Birincil 5 turn musluk tarafında. Yara T157-6 toroid üzerinde (Amidon

J1, J2 - SO-239 konektörler. Muhafaza (Eagle, www'den 40UB103.

S1, S2 - SPDT mini geçiş anahtarı. mouser.com).

Z-Match tuner ile - çoğu kuleye yerleştirilmiş SWR metre dahil - yazar kolaylık sağlamak için aynı kasaya optik bir SWR metre inşa etti. **Şekil 4A'ya bakınız. İt**, geleneksel sayaçlardan ziyade yüksek yoğunluklu LED'lerle iyi çalışır. SWR metre, küçük bir perf-board parçası üzerine inşa edilmiştir ve tunerin giriş SO-239 lehim çubuğuna monte edilmiştir. Perf-board ile kasanın arkası arasındaki biraz sıcak tutkal stabilite sağlar **(Şekil 5).**

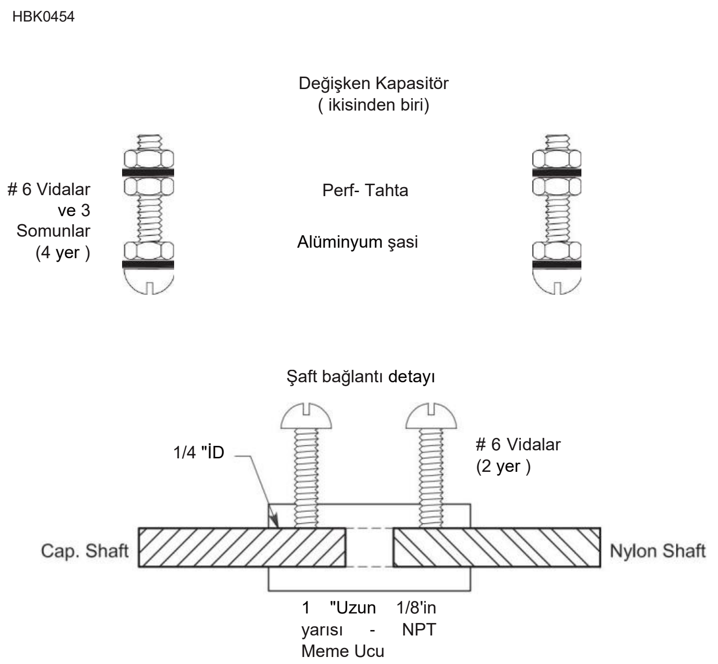
Bu geniş bant devresi, en az 30 MHz ile 100-W güç seviyesinde iyi çalışır. Dikkatli kurşun kontrolü ile, 6 metreye kadar çalışmalıdır. Transformatör, # 26 emaye telin 10 bifilar dönüşüne sahip FT37-43 bir ferrit çekirdek yarasıdır. Birincil, toroidin merkezinden geçen tek teldir. SWR köprüsünü kalibre etmek için, çıktıyı dirençli bir 50-£ yüke bağlayın. Herhangi bir HF bandına RF gücü uygulayın ve REFL LED sönene kadar 20-pF değişken kapasitörü ayarlayın .

FWD LED, verici ileri gücünün bir göstergesidir. 4 değerini artırmak isteyebilirsiniz. Yeşil LED çok parlak ise FWD devresinde 7 kQ direnç. Ya da bu LED'i ortadan kaldırabilir ve sadece REFL LED'i kullanabilirsiniz.

OPTICAL SWR METRE İÇİN BIR BAR-GRAPH DISPLAY

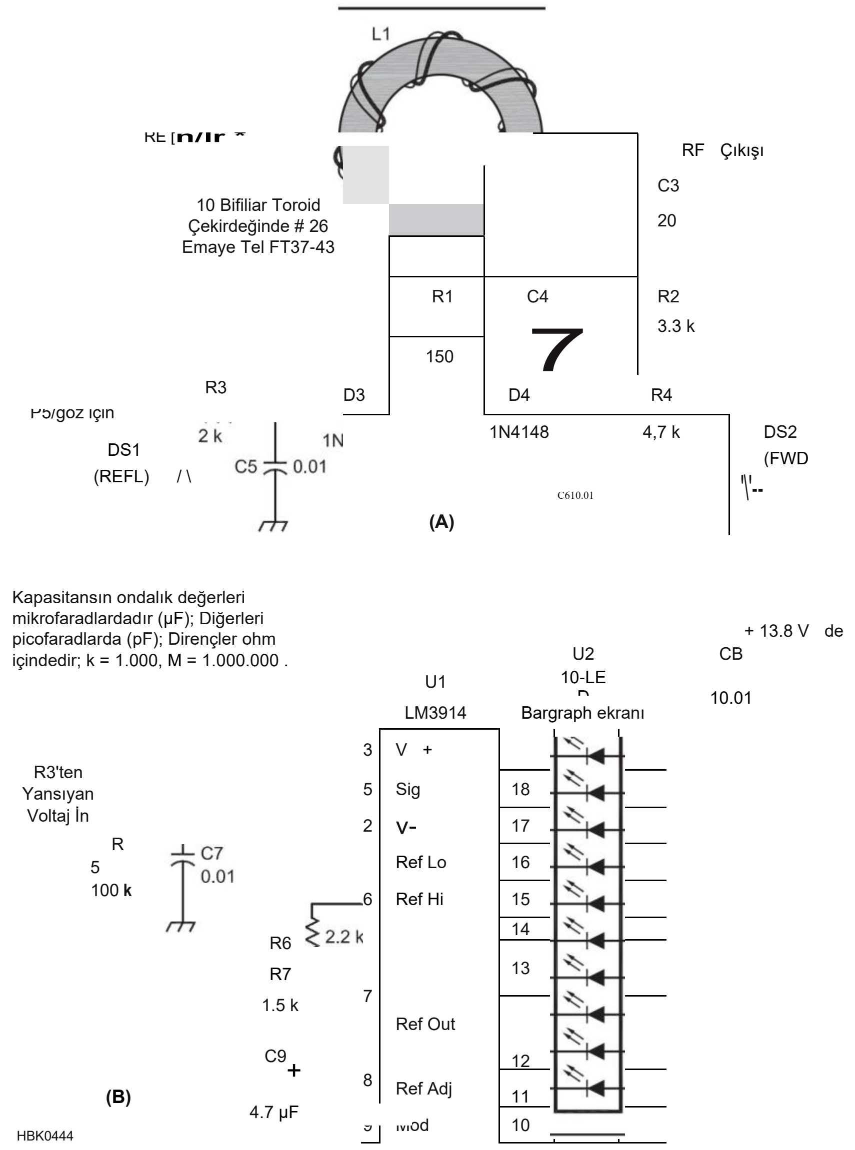
Z-Match Tuner'ınıza ve SWR metrenize güç sağlayabiliyorsanız, SWR yansıyan gücü görüntülemek için Şekil 4B'de gösterildiği gibi çubuk grafik görüntüsünü eklemek isteyebilirsiniz. Çubuk grafik seçeneğine sahip tunerin bir versiyonu **Şekil 6'da gösterilmiştir** Çubuk grafik ekranını kullanmanın güzel yanı, yansıtılan gücü sıfırlamanın daha kolay görünmesidir, çünkü ekran daha fazla bir analog metre "hissi" verir. REFL LED'in minimum parlaklığı için Z-Match ayarlayıcısını ayarlayın. Bu olduğunda, SWR 1,5: 1'den az olmalıdır .

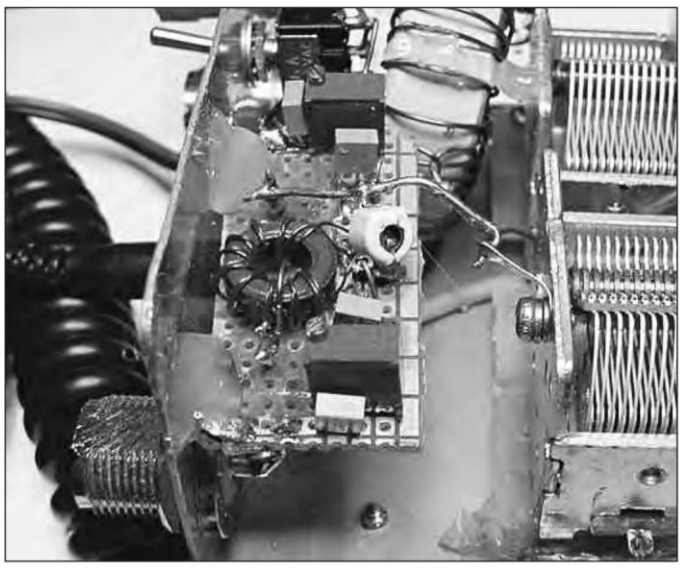
Bu tuner indüktör boyutu ve makul fiyatlı multiseksiyon değişken kapasitörler bulma sorunları giderir. Sonuç, taşınabilir veya baz istasyonu çalışması için geniş bantlı, kolayca ayarlanabilir bir tunerdir.



Şekil 3 - Değişken kapasitörler, delikli tahtaya monte edilerek kasadan yalıtılmıştır. Bir 1/8-NPT meme, yalıtım millerini ana kapasitör şaftlarına bağlamak için bir şaft kaplinine yapılır.

Şekil 4 - **Çubuk grafik görüntüleme değişikliği ile optik SWR metre şeması (metne bakın). Temel LED versiyonu A'da ve çubuk grafik ilavesi B'de gösterilmiştir.**
C3 - **2-20 pF değişken kapasitör (Mouser 24AA113 4-34 pF değişken uygundur).**
D1 - **Kırmızı LED, yüksek yoğunluklu. D2 - Yeşil LED, yüksek yoğunluklu .**
L 1 - **FT37-43 toroid çekirdek üzerinde # 26 enam tel 10 bifilar döner (Amidon Associates, www.amidon-endüktif. com).**
U1 - **Ekran sürücüsü IC, LM3914 (Tüm Elektronik, www.allelectronics.com).**
U2 - **10-LED çubuk grafik ekranı (Mouser 859-LTL-1000HR). Herhangi bir 10 segmentli LED çubuk grafik çalışacaktır, ancak pinout doğrulayın.**





Şekil 5 - SWR metre devre kartı doğrudan RF giriş konektörüne lehimlenir ve arka panele sıcak tutkalla tutturulur.



Şekil 6 - Yansıyan gücün çubuk grafik gösterimi, ayarlamayı daha kolay ve daha sezgisel hale getirir.

2 Mikroişlemci Kontrollü SWR Monitör

Larry Coyle, KlQW tarafından tasarlanan temel SWR sayacının bu güncellemesi, analog ve dijital teknolojinin en iyi özelliklerini kullanan bir analog panel sayacını sürmek için bir mikroişlemci kullanıyor. Cihaz ayrıca tepe tutma özelliğine sahip ileri/yansıyan/net güç ve geri dönüş kaybını (İletim Hatları bölümüne bakınız) görüntüler. Tüm ekran seçimleri ön panel anahtarları tarafından seçilir. *[Daha fazla bilgi Kİ OW'un Web sitesinde,* ***www.lcbsystems.com'da mevcuttur*** *ve bu proje hakkında destekleyici dosyalar ve fotoğraflar içeren eksiksiz bir bilgi paketi indirilebilir ek içerikle mevcuttur.]*

OVERVİEW VE BLOK DİAGRAM

Biraz çalıştıktan sonra yazar, **Şekil 7'de blok diyagram formunda gösterilen SWR/Güç/Geri Dönüş Kaybı monitörünü buldu**. Üç etkileşimli düzenek vardır: SWR algılama kafası, ön panel düzeneği ve sinyal işlemci kartı. (Son ikisi Ekran ve Sinyal İşlemci birimini oluşturur.) SWR duyu kafası, Schottky diyot dedektörlerine sahip geleneksel bir Stockton çift trafo köprüsüdür. Bu bileşen, ileri ve yansıyan RF genliklerini de'ye dönüştürür ve sıradan bir stereo ses kablosuyla Ekran ve Sinyal İşlemcisine bağlanır.

SWR monitörünün kullanıcı arabirimi tanıdık ve sezgiseldir. **Şekil SA'da görebileceğiniz gibi, bir** ön panel döner anahtarı ölçülecek miktarı seçer ve bir analog metre sonucu görüntüler.

• Doğrusal ölçekte ileri güç • İleri gücün yüzdesi olarak yansıyan güç

• Yüke verilen net güç • Doğrusal ölçekte SWR

• Doğrusal ölçekte geri dönüş kaybı

Bazı ek özellikler şunlardır: •

Peak-hold ön panel anahtarı

• Metre hassasiyetini 3X ile çarpmak için bir ön panel anahtarı

• USB portunu kullanarak bir bilgisayara veri kaydı.

• Yüksek SWR'de Verici Kilitleme (XLO)

Arka panel, **Şekil 8B,**

Güç anahtarı ve harici bağlantılar

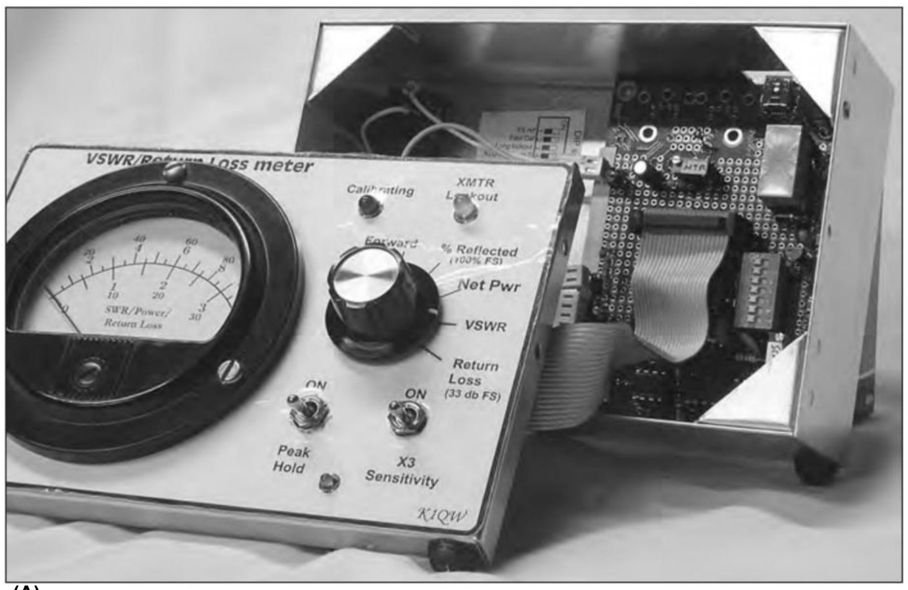
Verici Kilitleme (XLO), ön paneldeki bir LED'i yakan ve SWR önceden belirlenmiş bir seviyeyi aştığında bir röleye enerji veren koruyucu bir özelliktir. Bu, arka paneldeki bir çift muz jakına bağlanan bir dizi röle kontağı açar. Bir kez tetiklendiğinde, röle sinyal işlemcisinde bulunan DIP anahtarının konfigürasyonuna bağlı olarak üç veya dokuz saniye boyunca enerjili kalır.

Tahta. Aynı DIP anahtarı ayrıca XLO rölesinin tetiklendiği SWR seviyesini seçmenize izin verir - 1.5,2,3 veya 4:1. Röle kontaklarını seri olarak teçhizatınızın PTT veya anahtarlama hattına bağlayarak, yüksek SWR'ye iletim önlenebilir.

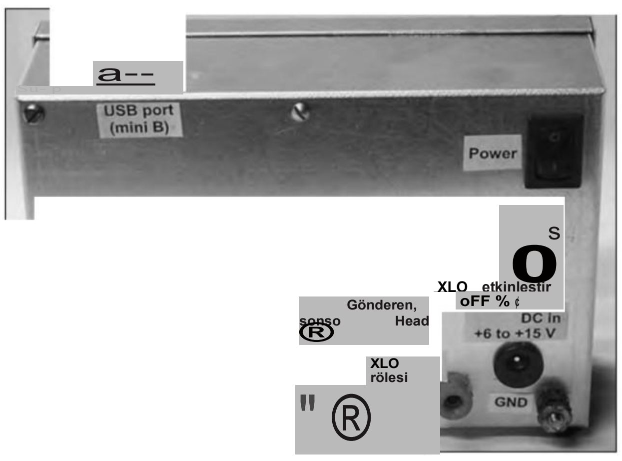
Duyu kafasından gelen iki de sinyali, sinyal işlemci kartına analog girişi oluşturur. Sayacı sürmek için analog çıkış, mikroişlemci tarafından üretilen ve basit bir direnç kondansatör (RC) filtresi ile düzleştirilen bir darbe genişliği modüle edilmiş (PWM) sinyalidir.

MIÇROPROCESSOR

Parallax "Pervane" mikroişlemcisi **(www.parallax.com),** bir pakette gerçekten sekiz işlemci ("dişli") olması, her birinin kendi ayrı programını kendi zaman diliminde çalıştırabilmesi ve acentral "hub'tarafından kontrol edilmesi bakımından benzersizdir. Zor gelebilir ama

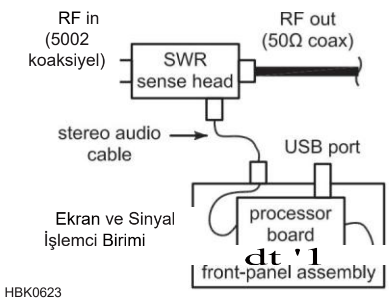


(A)



(B)

Şekil 8 - (A) Ön Ekran ve sinyal işlemci biriminin paneli. Sayaç yüzü ve ön panel yazısı Microsoft *Visio kullanılarak oluşturuldu,* ağır kağıt stokuna basıldı ve temas çimentosu ile tutturuldu. Ön kapak kenara taşındığında, ön panel aksamı ile işlemci kartı arasında sinyal taşıyan şerit kabloyu görebilirsiniz. (B) Ekranın ve sinyal işlemcisinin arka paneli. Mini-B USB konektörü aracılığıyla erişilebilir Muhafazanın üst yüzeyindeki açıklık.



Şekil 7 - Bu blok diyagramı, SWR algılama kafasının ve sinyal işlemci kutusunun sıradan iki iletkenli korumalı stereo ses kablosuyla nasıl bağlandığını gösterir. Sinyal işlemci kutusu, işlemci anakartını ve ön panel aksamını içerir.

Bu aslında çipin programlanmasını çok daha kolay hale getirir. Aynı anda birkaç görevi yerine getirmeniz gerekiyorsa - ve çoğu mikroişlemci uygulaması - her işi kendi bireysel dişlisine atayın ve üzerinde ayrı ayrı çalışın. Merkezi merkez, her bir dişlinin sırasını almasını ve işleri senkronize etmesini sağlar.

Projede Parallax'ın 3 x 4 inç Propeller USB Geliştirme Kartı kullanılıyor. İt, Pervane çipi, - program depolama için bir ElectricallyErasable Programmable Salt Okunur Bellek (EEPROM), bir 5 MHz kristal, iki voltaj regülatörü ve gerekli tüm USB arabirim devrelerine sahip bir USB mini-B konektörü içerir.

Pervane, BASİC bilgisayar diline aşina olan herkesin evde hissetmesini sağlayacak "Spin'adlı bir dilde programlanmıştır. Pervane için yazılım yazmak ve programlamak için ihtiyacınız olan tüm araçlar, Parallax Web sitesinde, kendi programlarınıza bırakabileceğiniz önceden oluşturulmuş kod rutinlerinin kapsamlı bir kütüphanesi de dahil olmak üzere ücretsiz olarak kullanılabilir.

Yazılım, bir USB portu olan bir ana bilgisayardan USB portu kullanılarak geliştirme kartına yüklenir. Programlama portu olarak kullanılmadığında, aynı USB portu, SWR monitörü ile HyperTerminal gibi bir terminal programı çalıştıran bir bilgisayar arasında veri iletmek için seri veri portu olarak kullanılır.

MICROPROCESSOR BOARD CIRCUITRY

Geliştirme kartı, ön ve arka panel bileşenleri hariç SWR monitörünün tüm parçalarını tutacak kadar büyük bir prototipleme alanı içerir. Parçaların çoğu geliştirme panosunda monte edildiğinden, dijital panonun yapımı oldukça kolaydır. **Şekil 9A'da gördüğünüz gibi**, elektrik şeması, sadece iki entegre devre ve birkaç analog bileşen gereklidir.

SWR duyu kafasından ileri ve yansıyan gücü temsil eden de-sinyalleri dual op-amp U2 tarafından alınır. U2'nin her bir bölümü, algılama kafasındaki Schottky doğrultucu diyotlar tarafından sunulan de ofseti dengelemek için telafi edici bir diyot (D 1 ve D2) ile bir birlik kazanç voltajı takipçisi olarak yapılandırılmıştır. (RF detektör diyotunun doğrusallığını telafi etmek için bir op amfisinin geri besleme yolunda bir diyot kullanma tekniği, bu kitabın Test Cihazları ve Ölçümler bölümünde "Telafi Edilmiş, Modüler RF Voltmetre'de ayrıntılı olarak açıklanmıştır.) Her bölüm ayrıca, istenmeyen RF'yi filtrelemek için girişinde bir RC alçak geçiren filtreye sahiptir - her zaman bir jambon kulübesi etrafında bir olasılık .

Sinyal yolundaki bir sonraki aşama, bir analog çoklayıcı (MUX) olan U3'tür. Bu çip, mikroişlemcinin kontrolü altında üç konumlu bir anahtar görevi görür. (Dördüncü kanal kullanılmaz.) İleri ve yansıyan sinyaller (14 ve 15 numaralı pinlerde) dönüşümlü olarak, her biri için 20 kez örneklenir.

Tablo 1A
Dijital İnputs

Dijital İnput	*Kaynaklanır*	*Ne işe yarıyor*
X3SEL	Ön panel - geçiş anahtarı	Sayaç hassasiyetini 3X artırır, sayaç
PEAKENBL	ön panel - geçiş anahtarı	üzerindeki tepe tutma fonksiyonunu etkinleştirir, sayaç üzerindeki dönüş
RLOSSEL	ön panel - döner anahtar	kaybını gösterir, sayaç üzerindeki SWR'yi
SWRSEL	ön panel - döner anahtar	gösterir
NETSEL	ön panel - döner anahtar	Sayaç üzerindeki net gücü gösterir
REFSEL	ön panel - döner anahtar	Sayaç üzerindeki yansıyan gücün yüzdesini
FWDSEL	ön panel - döner anahtar	gösterir sayaç üzerindeki ileri gücü gösterir
HIREFSEL	ön panel - döner anahtar	Kalibrasyon için metre tam ölçekli sürücüler
FASTCAL	proc kartı - DIP anahtarı	(Normal çalışma için KAPALI olmalıdır) kalibrasyon için sayaç yanıtını hızlandırır
XLOLONG		(normal çalışma için KAPALI olmalıdır) uzun xmtr kilitleme sağlar
XLTHRESH 0	Proc kartı - DIP anahtarı proc kartı - DIP	(Yaklaşık 9 saniye) XLO eşik bit 0
XLTHRESH 1	anahtarı proc kartı - DIP	XLO eşik bit 1
XLOCKENB	anahtarı proc kartı - DIP	xmtr kilitleme işlevini etkinleştirir
L DİAG	anahtarı proc kartı - DIP	Terminal değişikliklerinde ham giriş seviyelerini görüntüler terminal ekranı
W100	anahtarı arka panel anahtarı	0-100 watt
	Proc tahtası - jumper JP1	Aralık (100 watt duyu kafası
	proc tahtası - jumper JP2	kullanıldığında gereklidir)

Tablo 18
SWR Eşiği Seçimi için Dijital Sinyaller

XLTHRESH1	*XLTHRESH0*	SWR'vi secer *eşik seviye*
OFF	OFF	1.5:1
OFF	ON	2:1
ON	OFF	3:1
ON	ON	4:1

İkincisi, program çalıştığı sürece. MUX'e üçüncü girdi (pin 12) topraklanır ve ayrıca zaman zaman mikroişlemci tarafından örneklenir. Bu, analog-todigital dönüşüm tarafından sunulan herhangi bir de ofsetin bir ölçüsünü verir ve yazılımdaki ileri ve yansıyan okumaları düzeltmek için kullanılır. Bu otomatik sıfır ayarı her beş saniyede bir gerçekleşir ve yazılımın çalıştığını göstermek için "dijital kalp atışı'olarak da işlev gören ön panel" Kalibrasyon "LED'inden bir briefflash ile gösterilir.

MUX çıkışı (pin 13), kalibrasyon sırasında ölçek faktörünün ayarlanmasına izin vermek için bir potansiyometre voltaj bölücüsüne geçirilir. Oradan bir delta-sigma analogdan dijitale dönüşümün gerçekleştiği Pervane mikroişlemcisinin kendisine gider.

DİGITAL İNPUT/ÇIKIŞ

Mikroişlemci, 13 dijital giriş pininin durumunu izleyerek kullanıcının girdilerine yanıt verir. Bu pimlerin çoğu, ön paneldeki döner ve geçiş anahtarları tarafından kontrol edilir. Panel, Şekil 8A'da gösterildiği gibi kısa bir şerit kablo ile işlemci anakartına bağlanır. Ayrı ön panel düzeneğinin şeması için bkz. Şekil 9B. Şerit kablo ayrıca LED'ler için güç taşır.

İşlemci anakartında, çeşitli çalışma modları arasından seçim yapan çok bağlantılı sıralı paket (DIP) anahtarları, S2 ve iki jumper, JPl ve JP2 vardır. Son olarak, Xmtr Kilitleme (XLO) anahtarı arka panele monte edilmiştir ve Şekil 8B'de görülebilir. Mikroişlemciye yapılan bu girişler ve kontrol ettikleri çeşitli çalışma modları **Tablo lA'da özetlenmiştir. Dijital** girdilerin hepsi aktif düşük; Yani, sinyal hattı düşük bir mantık seviyesinde olduğunda işlev etkinleştirilir. XLTHRESHl veXLTHRESHOdört SWR düzeyinden birini seçmek için wobit kodunu biçimlendirir. Bu SWR seviyesi aşıldığında ve XLO etkinleştirildiğinde, verici kilitleme işlevi tetiklenir.

Sadece altı dijital *çıkış var:*

• Üç giriş kanalı arasından seçim yapmak için analog MUX için iki adres hattı

• Ön panelde bulunan Kalibrasyon ve XLO LED'lerine güç sağlamak için iki hat

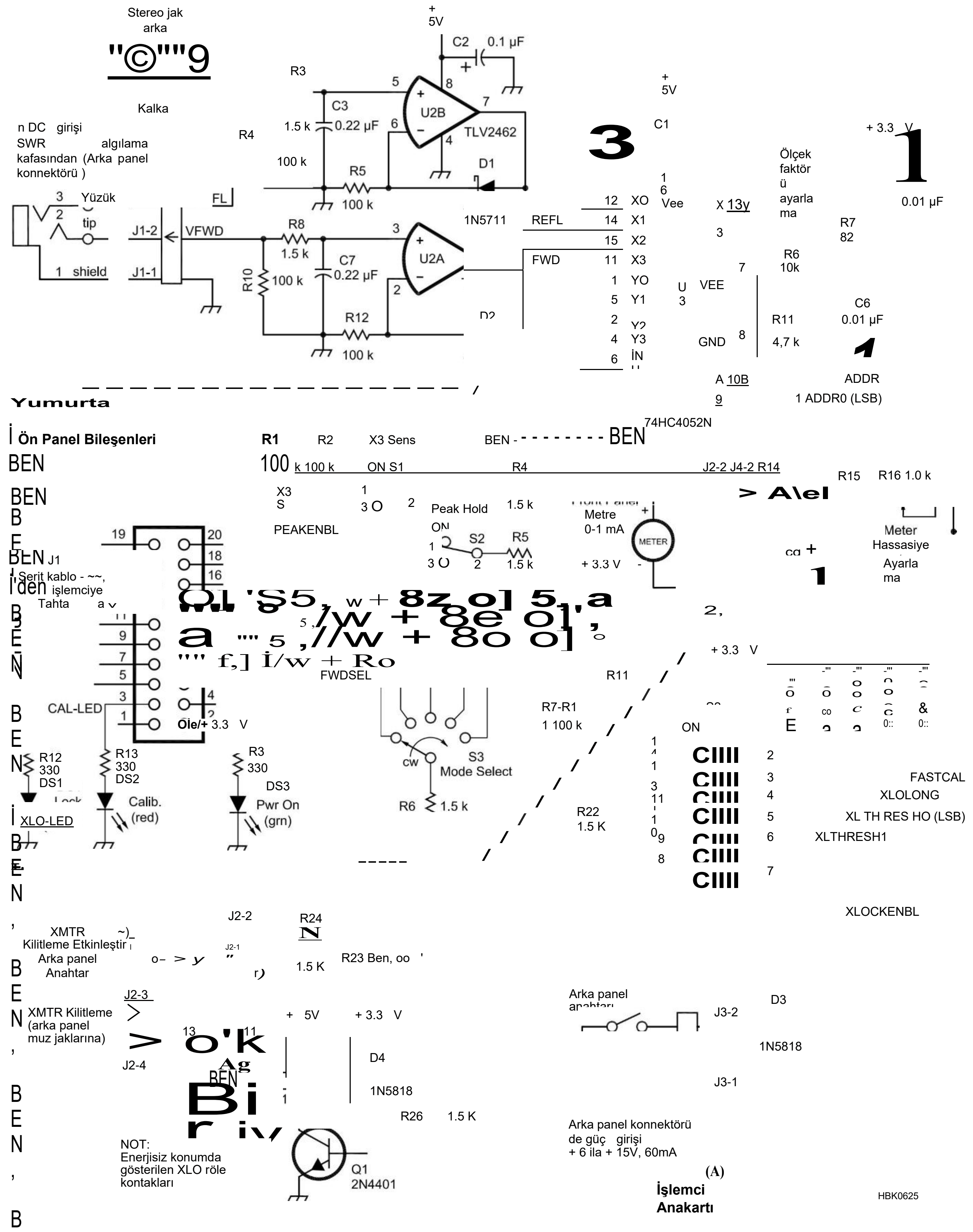
• Ön panel analog sayacını çalıştırmak için bir PWM sinyali

• XLO rölesini kontrol etmek için bir çizgi.

Şekil 8A, şerit kablo ile ön panele bağlı 2 x 4 x 6 inç alüminyum muhafazanın içindeki yerleşik işlemci kartını göstermektedir. Burada, arka panel bileşenlerine yapılan kabloların bir kısmını da görebilirsiniz. USB konektörü devre kartının üst kenarındadır ve alüminyum kutunun üst yüzeyinden dışarı atılan dikdörtgen bir delikten erişilebilir .

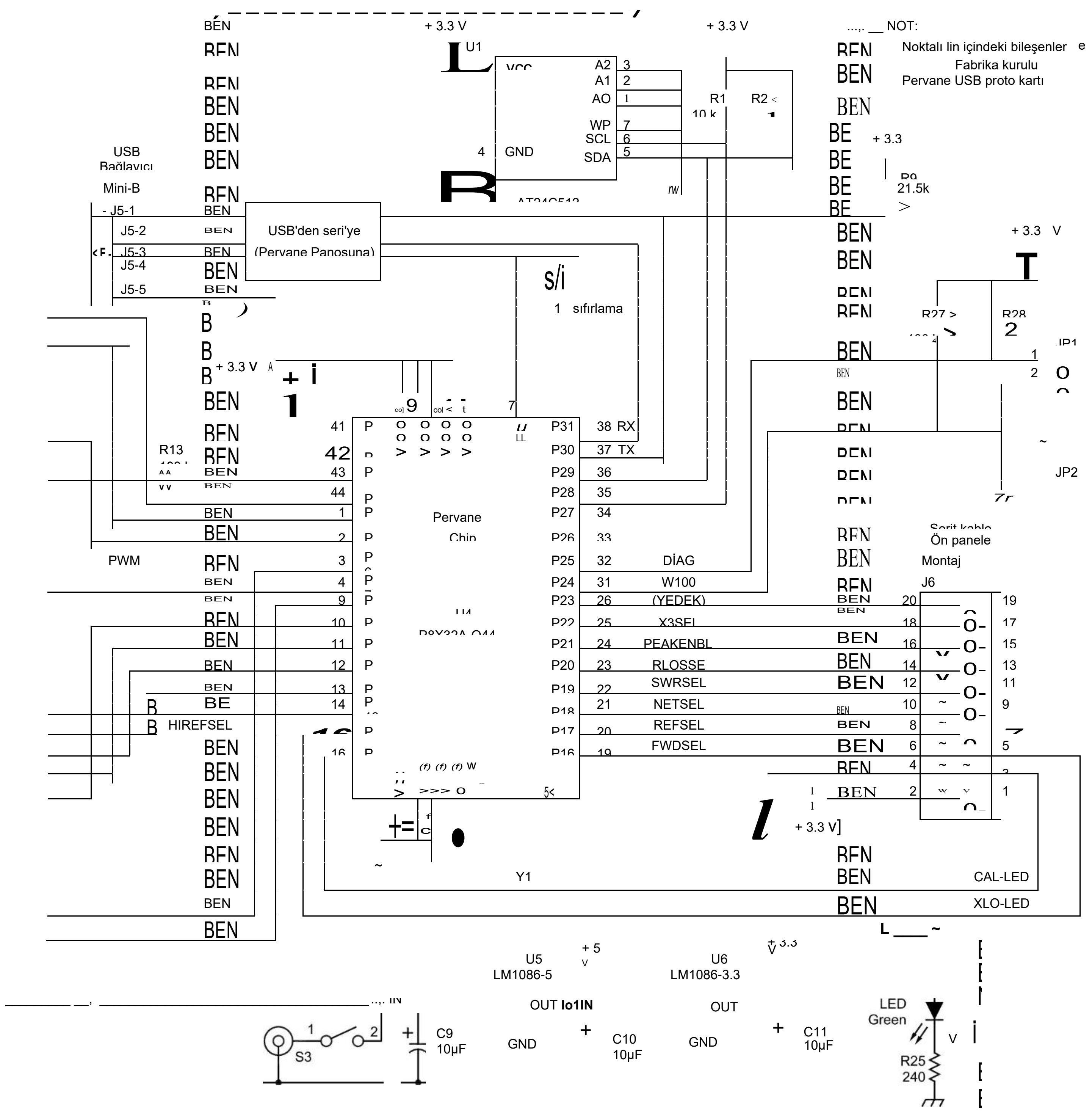
RF SENSE HEAD

SWR algılama kafası, iletim hattında bulunan RF'nin ileri ve yansıyan genlik bileşenlerinin ayrıldığı ve de'ye dönüştürüldüğü SWR metrenin iş ucudur. Bu proje için basit bir Stockton yönünü benimsedim



(A)
İşlemci Anakartı

Şekil 9 - (A) İşlemci anakartı şeması. Arka panel bileşenleri hariç, burada gösterilen tüm parçalar Parallax Pervane Geliştirme Kartına monte edilmiştir. Noktalı hat içindeki parçalar fabrikada zaten monte edilmiştir ve burada sadece bütünlük için gösterilir. (B) Ön panel şeması. Anahtarlar ve LED'ler işlemci anakartına 20 pinli çift sıralı başlık, J1 ve şerit kablo ile bağlanır. Kablolamada kolaylık sağlamak için, analog sayaç ayrı bir 2 pinli konnektör ile işlemci kartına bağlanır. (8. sayfadaki Parça Listesine bakın.)



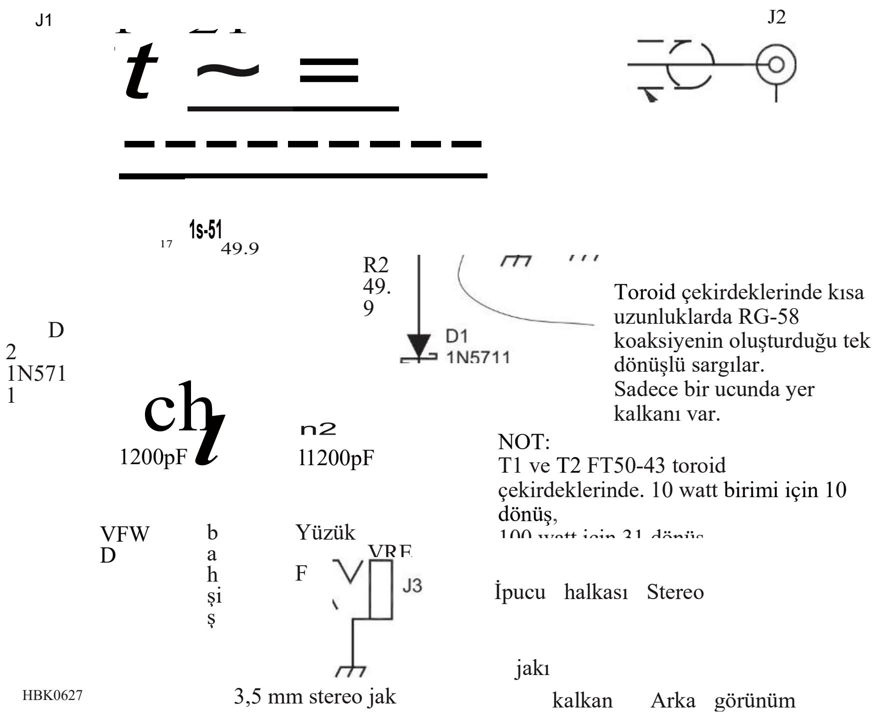
HBK0625

(A)
İşlemci Anakartı Devam Ediyor

Önceki 2 sayfada Şekil 29 için Parça Listesi.

Parça Listesi - İşlemci Anakartı
C3, C7 - 0.22 µF seramik kondansatör C1, C2 - 0.1 µF seramik kondansatör C4, C6 - 0.01 µF seramik kondansatör C8-C11 - 10 µF, 16 V elektrolitik kondansatör
D1, D2 - 1 N5711 Schottky diyot
D3, D4 - 1 N5818 Schottky diyot
J6 - 20 pimli çift sıra başlığı
JP1, JP2 - tek jumper başlığı K1 - SPDT 5 V röle
Q1 - 2N4401 NPN transistör
R3, RB, R9, , R22, R24, - 1.5 k, % W, %5 direnç , R21, , , 100 k ©2,% W, %5 direnç
R6 - 1 0 k © trim pot, 25 döner
R7 - 82 k ©, % W, %5 direnç R11 - 4. 7 ko,% W, %5 direnç R15 -1k0, % W, %5 direnç R16 - 1.0 ko trim potu, 25 dönüş S2 - 7 konumlu DIP anahtarı
U2 - TLV2462CP çift op amp
U3 - 74HC4052N çift 4 kanallı MUX
Parallax Proto USB Geliştirme Kartı, Bölüm # 32812

Parça Listesi - Ön Panel **DS1 - sarı LED**
DS2 - kırmızı LED
DS3 - yeşil LED
J1 - 20 pinli çift sıra başlığı
R1, R2, R7, RB, R9, R10, R11 - 100 ko2, % W, %5 direnç
R4, RS, R6 - 1.5 kn, ¼ W, %5 direnç R3, R12, R13 - 330 n, ¼ W, %5 direnç S1, S2- SPST geçiş anahtarı
S3 - 5 konumlu döner anahtar
0-1 mA de metre

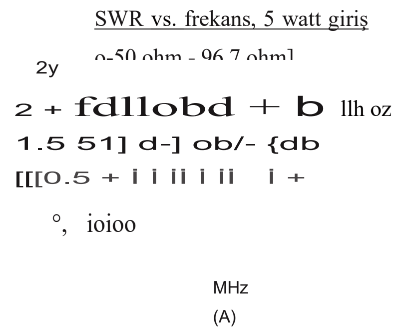


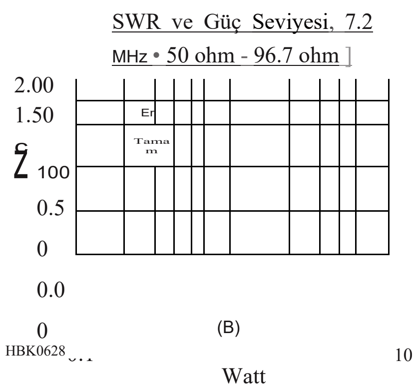
Şekil 1 o - SWR duyu kafası şeması. Transformatörler hariç tüm bileşenler yüzeye monte parçalardır. R1 ve R2, ½ W'de derecelendirilmiş 1210 boyutundadır. Transformatörler T1 ve T2, FT50-43 ferrit toroid çekirdeklerine sarılır. 10-W duyu kafası için, 10 dönüşlü 24 AWG tel kullanın. 100-W kafa için 31 tur kullanın .

Kuplör devresi, Schottky diyot dedektörleri ile ve diğer tasarımların aksine, dengeleme düzelticileri gerektirmez. Şematik **Şekil 10'da verilmiştir** ve devre J. Grebenkemper, KA3BLO, "The Tandem Match - an Accurate Directional Directional Wattmeter", *QST, Jan* 1987, pp 18-26 (ayrıca *The ARRL Handbook'un 2009 ve önceki baskılarında yayınlanmıştır) makalesinde açıklanmıştır.*

Bu devrenin doğruluğu, algılama kafasındaki diyotların, sinyal işlemci kartındaki (Şekil 9A'da D 1 ve D2) op amp giriş aşamalarındaki karşılık gelen telafi diyotlarıyla eşleştirilmesine dikkat edilerek büyük ölçüde geliştirilebilir. Bunu yapmanın en kolay yolu, test edilen diyottan küçük bir de akımı geçiren ve ileri voltaj düşüşünü gösteren çoğu yardımcı dijital multimetrede bulunan diyot test fonksiyonudur. Yüksek frekans aralığı, algılama kafasındaki yüzeye montaj bileşenleri kullanılarak genişletilebilir.

SWRsensing kafasının iki versiyonu vardır. QRP versiyonu maksimum 1 0 W aralığına sahiptir. Diğeri 100 W'a kadar işleyebilir. İki versiyon arasındaki tek fark, toroid transformatörlerdeki dönüş sayısıdır (Şekil 10'daki parça listesine bakın). 100-W kafanın yüksek frekans performansı





50 MHz, 10-W üniteden daha fakir olduğunu kanıtladı. Bunu, transformatör sargılarının ilave kapasitansına bağlıyorum (yüksek güçlü transformatörler, düşük güçlü olanlardan üç kat daha fazla dönüşe sahip).

Monitörün genel doğruluğu ticari cihazlarla oldukça iyi karşılaştırılır. **Şekil llA** ve **llB,** 50 ve 96'nın kukla yüklerini kullanarak aldığım performans verilerini gösteriyor. 7K. 10-W algılama kafasını kullanarak beş watt'lık girişte, SWR okumaları 1.8 ila 30 MHz aralığında %3 ve 50 MHz'de %5 idi. Şekil lB, 500 mW girişe kadar iyi bir doğruluk gösterir (QRP kuleleri için harika!) ve 250mW'e kadar bile kullanılabilir.

4.6 Yazılım

Bu projeyi çoğaltmak isteyenler için, Spin dili yazılım listesi, Parallax USB De- içine programlamaya hazır

Şekil 11 - (A) SWR, 50 MHz'e kadar frekansa göre çizilmiştir. (B) 7.2 MHz'lik sabit bir frekansta giriş güç seviyesinin bir fonksiyonu olarak SWR. Burada gösterilen veriler, 50 ve 96.7 Q'da ölçülen kukla yüklerle 10-W duyu kafası kullanılarak alınmıştır.

Velopment Board, indirilebilir ek içeriğe sahip destekleyici dosyalar paketinde mevcuttur. Ayrıca, Pervane çarklarının her biri tarafından işlenen alt programların ayrıntıları ve ayrıca cihazın çalışmasını ve özelliklerini kapsayan ek metin ve grafik dosyaları da vardır.

Yukarıda açıklandığı gibi, Pervanenin birkaç çevresel işlemciye (çarklar) düzenlenmesi, program akışını takip etmeyi kolaylaştırır. Ana program nesnesi (MAİN) kendi dişlisinde çalışır ve güç uygulandığında (veya çip sıfırlandığında) çalıştırılan ilk kişidir. İlk iş sırası, bireysel mikroişlemci pinlerini gerektiği gibi giriş veya çıkış olarak ayarlamaktır.

Daha sonra, MAİN **(1)** analogdan dijitale dönüşüm (ADC3CH cog) için üç ayrı çark açar, (2) analog panel metreyi (PWM cog) çalıştırmak için darbe genişliği modüle edilmiş dalga formunu üretir ve (3) terminal ile USB portu (MONITOR cog) üzerinden iletişim kurar. Sürekli olarak çalışırlar, MAİN programı ile verileri hafızada depolanan değişkenler aracılığıyla değiştirirler. Bu üç çark çalıştırıldıktan sonra, MAİN program nesnesi bir döngüye girer ve şu adımları durmadan tekrarlar:

1) ADC3CH nesne tarafından üretilen ileri ve yansıyan genlikleri ve SWR verilerini okuyun.

2) İleri gücü hesapla, yüzde re-Fleeted güç, net güç, SWR ve desibel cinsinden geri dönüş kaybı.

3) PWM nesnesini kullanarak panel sayacındaki ön panel anahtarı tarafından seçilen miktarı görüntüleyin.

4) Güç seviyelerini, SWR ve geri dönüş kayıp bilgilerini ASCİİ dizelerine dönüştürün ve bunları USB bağlantı noktasına yazan MONITOR nesnesine gönderin.

Bu, çalışmalarını özgürce erişilebilir kılan başkalarının başarıları üzerine inşa etmenin parlak bir örneğidir. Önceden test edilmiş rutinlerin böylesine geniş bir kütüphanesi olmadan, yazar muhtemelen bu projeye hiç başlamayacaktı.

3 80-Meter Dikey için 160 ve 43-Foot Eşleştirme Ağı

Birçok amatör, çok bantlı çalışma için 43 ft dikey anten kullanıyor. Bu antenler, daha - kısa dikeylerden daha yüksek radyasyon direncine sahiptir ve bu da zemin kayıplarını en aza indirir. Bu, elektriksel olarak kısa bir anteniniz olduğunda özellikle önemlidir - 160 ve 80 metrelerde 43 ft'lik bir antenin bile bir özelliği.

1:4 unun (dengesiz-tounbalanced - transformatör) ile beslendiğinde, 43 ft'lik bir anten 60-10 metrede makul bir uzlaşma SWR'sine sahiptir, bu da kablo ve unun kayıplarının bu bantlarda oldukça ihmal edilebilir olduğu anlamına gelir. Antende eşleştirme sağını sağlamadığınız sürece 160 metrede ve daha az ölçüde 80 metrede performans iyi değildir. 160 ve 80 metredeki 43 ft'lik bir antenin yüksek kapasitif reaktansı ve düşük radyasyon direnci, uyumsuzluğu o kadar kötü hale getirir ki, düşük kayıplı koaksiyel kullanıyorsanız kulübenizden eşleşmesi neredeyse imkansızdır. Anten sistemini kulübenizden eşleştirebilirseniz, - antendeki çok kötü uyumsuzluk nedeniyle koaksiyelinizde ve ununuzda çok fazla güç kaybedersiniz. AD5X yaşındaki Phil Salas, SWR ile ilgili kayıpları önemli ölçüde azaltmak ve 160 ve 80 metrelerdeki tunerlerin içinde "yardım etmek" için tasarlanmış 43 ft'lik dikeylerle kullanılmak

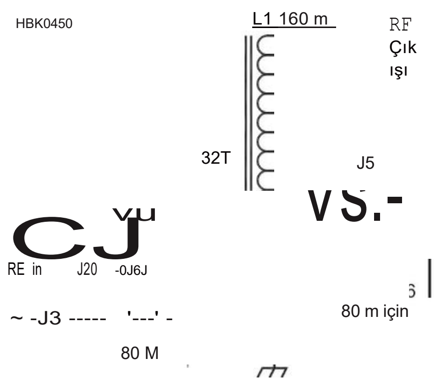
MATCHNG REQUIREMENT Yazarın 43 ft dikey anteninin anten analizörü ölçümleri, 160 metrede yaklaşık 580 Q'luk bir kapasitif reaktansı gösterir. Bu değer, 43 ft'lik farklı dikey türlere, diğer nesnelere yakınlığa ve her kuruluma özgü diğer faktörlere göre değişecektir, ancak genellikle 550-650 ©2 aralığındadır. Bu kapasitif reaktans miktarı ile yaklaşık 50 µHof indüktansı

Anteni rezonansa sokmak gerekiyordu. 80 metre üzerinde, yaklaşık 9 µHis gerekli. 50 µH yüksek Q indüktör büyüktür, ancak toroidal indüktör daha kompakt olacaktır.

Şekil 12, 80 ve 160 metrelerde 1500 W SSB veya CW'yi işleyen kompakt bir tasarımın devresini göstermektedir. **Tablo 2** gerekli parçaları listeler. İndüktör, T400A-2 bir toroid çekirdek üzerine sarılmış 35 tur # 14 AWG katı bakır yalıtımlı ev kablolamasından oluşur, besleme, 80 metre boyunca zemin ucundan 2 tur ve 160 metre için zemin ucundan 3 tur atılır. 38 dönüşle başlayın ve ağın 160 metre bandında istediğiniz yerde rezonansa girmesini sağlamak için gerektiğinde dönüşleri kaldırın (daha sonra bu konuda daha fazla).

Toroid düzeneği 6 x 6 x 4 inç NEMA muhafazasına sığar. Montaj, 2,5 inç uzunluğunda # 10 vida ve ilgili donanım ile birlikte 2 x 4 inç plakasız fiberglas PC kartı malzemesi parçası ile sabitlenmiştir **(Şekil 13).** Toroidi monte etmeden önce, telin dışındaki yalıtımı 2, 3 ve 11-13 dönüşlerinde kazıyarak hazırlayın. 1500 W ile mümkün olan yüksek voltajlar nedeniyle (özellikle 160 metrede), sarma Tel ve toroid çekirdek arasında ilave yalıtım için iki kat 3M # 27 camsı elektrik bandı olan toroid .

160- ve 80 metrelik çalışma arasında seçim yapmak için, uygun bağlantılar bağlama boyunca harici jumper'larla yapılır



Şekil 12 - 43 ft dikey ile kullanım için 160/80 metrelik empedans eşleştirme ağı. Parça listesi için Tablo 2'ye bakın.

Tablo 2
Parça listesi: 160/80-Meter İmpedance Eşleştirme Meclisi

Qty	*Açıklama*	*Kaynak/Parça Numarası*
1	6x6x4 inç NEMA muhafazası	Donanım mağazası/ev merkezi
1	**T** 400A-2 toz demir toroid **(L 1)**	**Amidon** T 400A-2
1	$ O-239 bağlayıcı (J1)	Mouser 601-25-7350
4	Siyah bağlama sonrası (J2, J4-J6)	Mouser 164-R126B-EX
1	Kırmızı bağlama direği (J3)	Mouser 164-R126R-EX
4	Muz fişi	Mouser 174-R802-EX
1 rulo	3M # 27 cam bant (L 1 için)	Donanım mağazası/ev merkezi

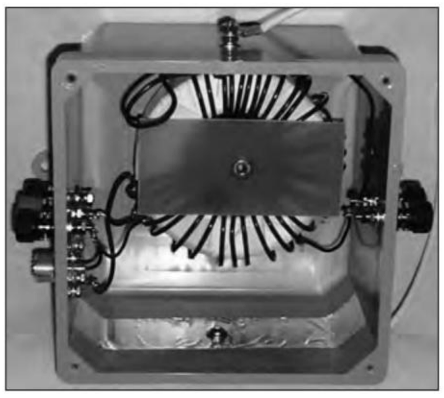
Misc: # 14 AWG ev kabloları, paslanmaz çelik donanım .

Yazılar Şekil 14'te gösterildiği gibi. Paslanmaz çelik # 8 donanım (vidalar, yıkayıcılar, lockwashers, fındık) eşleşen birim zemin ve RF çıkışı için kullanılır. Eşleştirme ünitesine İnternal, 2 inç genişliğinde bir alüminyum kanal tamir bandı şeridi, koaksiyel konektör ile kasanın altındaki zemin vidası arasında iyi bir düşük empedanslı zemin oluşturur. Son olarak, tüm iç bağlantılar için # 14 AWG telli yalıtımlı tel kullanın .

MATCHNG AĞINDAN REZONANSA TUNİ

Özel kurulumunuz neredeyse kesinlikle eşleşen ağın rezonans frekansını değiştirmenizi gerektirecektir. Bunun nedeni, özel kurulumunuza ve istediğiniz çalışma frekans aralığına bağlı olarak anten empedansının varyasyonları olacaktır. Tasarım, genel indüktansın 160 metre için çok büyük olacağı şekildedir, bu nedenle ağ alt bant kenarında veya altında rezonansa girmelidir. Bu nedenle, 160 metrede istenen frekans için ağı rezonansa sokmak için üst indüktör dönüşlerinden bir veya daha fazlasını çıkarmanız gerekecektir. Bunu yapmak için, bobin üzerindeki tum 2 ve 3 musluk noktalarından RF İN konektörü tarafından iki dış bağlama direğine ilk lehim telleri. Giriş musluk noktaları oldukça kritik olma eğilimindedir ve muhtemelen tüm kurulumlar için her zaman aynı olacaktır.

Şimdi RF İN merkez piminden orta bağlama direğine kısa bir tel lehimleyin. Daha sonra, orta bağlama direğini 160 metre bağlama direğine harici olarak atlayın (3. tur). Eşleşen grubu kendi tabanınıza bağlayın



Şekil 13 - 160/80-metre eşleştirme ünitesi için toroidal indüktörün montaj detayları. Muhafazanın giriş tarafı soldadır. Coax istasyona RF İN SO-239 bağlanır, ve orta bağlama direği ile dış direklerden biri arasındaki bir kayış, 160 veya 80 metre. Sağ tarafta, iki bağlama direği arasındaki bir jumper, SO-metre işlemi için bobinin bir bölümünü kapatır. Antenin tabanına RF OUT bağlantısı, # 8 makine vidası ve üstteki donanım ile yapılır ve toprak bağlantısı alttadır .

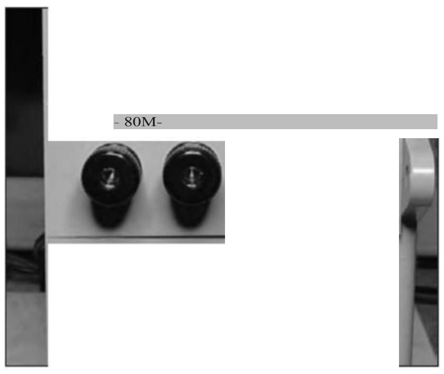
43 ft dikey ve 160 metrede minimum SWR noktasını bulmak için bir anten analizörü kullanın. Rezonans frekansı çok düşükse, bir tel tum çıkarın ve tekrar ölçün. Çıkarılan tel tum başına 50 kHz yukarı doğru hareket ettiğini görmelisiniz.

160 metrede istediğiniz rezonans noktasına ulaştığınızda, 80 metreye geçme zamanı. Harici olarak giriş musluk orta bağlama direğini 80 metrelik bağlama direğine (2. tur) atlayın ve bobinin tepesinden yaklaşık 12'ye kadar kısa bir klips kullanın. Yine, minimum SWR'nin gerçekleştiği frekansı bulun. İstediğiniz rezonans noktasına ulaşana kadar musluk noktasını yukarı veya aşağı hareket ettirin. Bu musluk noktasından bağlama direklerinden birine bir tel lehimleyin. Bobinin üstünden başka bir bağlama direğine başka bir tel lehimleyin. Artık bu bağlama direklerini 160 ila 80 metre arasında harici olarak atlayabileceksiniz.

Şekil 15, yazarın antenin tabanındaki eşleşen ağ girişine doğrudan bağlı bir anten analizörü ile ölçülen 160 ve 80 metre için nihai sonuçlarını göstermektedir. Bu bantların CW ucu için rezonans seti ile 160 metrede 2:1 SWR bant genişliği yaklaşık 50 kHz ve 80 metrede yaklaşık 150 kHz'dir. Hatta 3:1 SWR açık



(A)



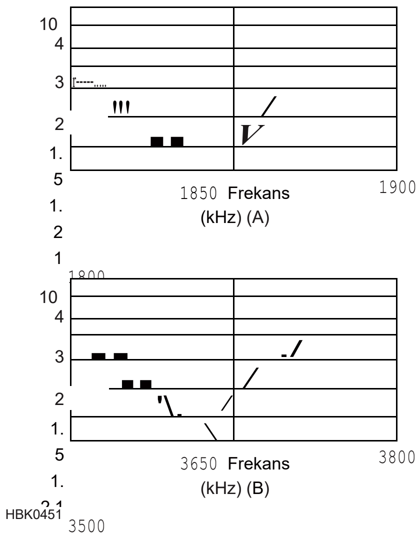
(B)

Şekil 14 - Bağlama direkleri, 160 veya 80 metrelik işlemi seçmek için atlayıcılar için kullanılır.

Bu bantlar ihmal edilebilir SWR ile ilgili kablo kayıplarına neden olur ve bir shack tuner ile kolayca eşleştirilir.

OPERATYON

Eşleşen birimi kullanmak basittir. 160 veya 80 metrede çalışmak istediğinizde normal unun bağlantısını kesin ve bu eşleşen birimi antenin tabanına bağlayın. Harici kayışlarla 160 veya 80 metre seçin. Hem unun hem de bu eşleştirme ünitesini aynı anda antene bağlayabilir ve kullanılmayan üniteden zemin telini bırakabilirsiniz. 43 ft'lik bir dikey tabana bağlı eşleşen birim **Şekil 16'da gösterilmiştir.**



Şekil 15 - Anten tabanında ölçülen 2:1 SWR bant genişliği 160 metre için yaklaşık 50 kHz ve 80 metre için 150 kHz'dir.



Şekil 16 - Yazarın 43-ft anteninin tabanındaki bitmiş eşleştirme ünitesi (80 metrelik çalışma için sarılı).

4 Eşleştirme Ağını DeğiştirmeYour 43-Foot Vertical

Bu bölümdeki başka bir proje, 43 ft dikey antenin tabanına kurulum için basit bir 160 ve 80 metre empedans eşleştirme ağını açıklamaktadır. Bu ünitenin inşa edilmesi çok etkili ve ucuz olsa da, ihtiyaç duyulduğunda bağlamanız gerektiği için biraz sakıncalıdır ve ayrıca kazakları kullanarak 160 veya 80 metrelik işlemi manuel olarak etkinleştirmeniz gerekir. AD5X yaşındaki Phil Salas, tüm bantlarda çalışmak üzere uzaktan kontrol edilebilen daha çok yönlü bir eşleştirme düzeneğiyle orijinal tasarımı geliştiriyor.

FIRST - RF VOLTAJLARI HAKKINDA BİR SÖZ

Bu ünite farklı bantları seçmek için röleler kullanır, bu nedenle RF voltajlarının tartışılması uygundur. Ayarlanmamış bir dikey tabandaki RF voltajları oldukça yüksek olabilir. Anten kısaldıkça, kapasitif reaktans artar ve böylece reaktans ve radyasyon direnci kombinasyonu boyunca ortaya çıkan voltaj düşer. 43-ftvertical ile en kötü durum, kapasitif reaktansın yaklaşık 600 © 2 olduğu 160 metrede gerçekleşecektir. Radyasyon direnci yaklaşık 3 n'dir .

Mükemmel bir zemin (toprak kaybı yok) ve antene uygun şekilde eşleştirilen 1500 W güç ile, tepe RF voltajı yaklaşık 19.000 Watt'a kadar çalışır.

İ = [İ500 w30 = 22.4 A

ₑₗ₋ ₌ Es "" oo? = Goo o

VRM'ler = 22.4 x 600 = 13,440 V

Yi = 13,440 x 1,414 = 19,004 V

Çok az jambon kayıpsız bir zemin sistemine sahiptir. 10 9'luk bir toprak kaybıyla (çoğu jambondan daha iyi), yaklaşık 9100 V pk'ye kadar çalışır· Yazarın 600-W amplifikatörü ile, 10 9'luk bir toprak kaybı varsayarsak, yaklaşık 5800 Vpg

Yazar, Array Solutions'dan iki farklı röle denedi. RF-10 DPDT rölesi 1.7 kV pk contact-tocontact ve 3.1 kV pk contact-to-coil voltaj dağılımı değerlerine sahiptir. Bu röle, iki kontak seti seri olarak yerleştirildiğinde 160 metrede yaklaşık 500 W'a kadar iyi bir çözüm olduğunu kanıtladı. İkinci röle, 3.1 kV ", contactto-contact ve 5.3 kV pk contact-to-coil voltaj dağılımı değerlerine sahip olan RF-3PDT-15. Bu röle, RF-10 kontak arıza derecesinin neredeyse iki katına sahiptir ve 3PDT, bu nedenle arıza voltajını artırmak için seri olarak ilave bir kontak seti konulabilir. Bu röle, devrede uygun şekilde uygulandığında tam bir yasal limit uygulamasında kullanılabilir (daha sonra bu konuda daha fazla).

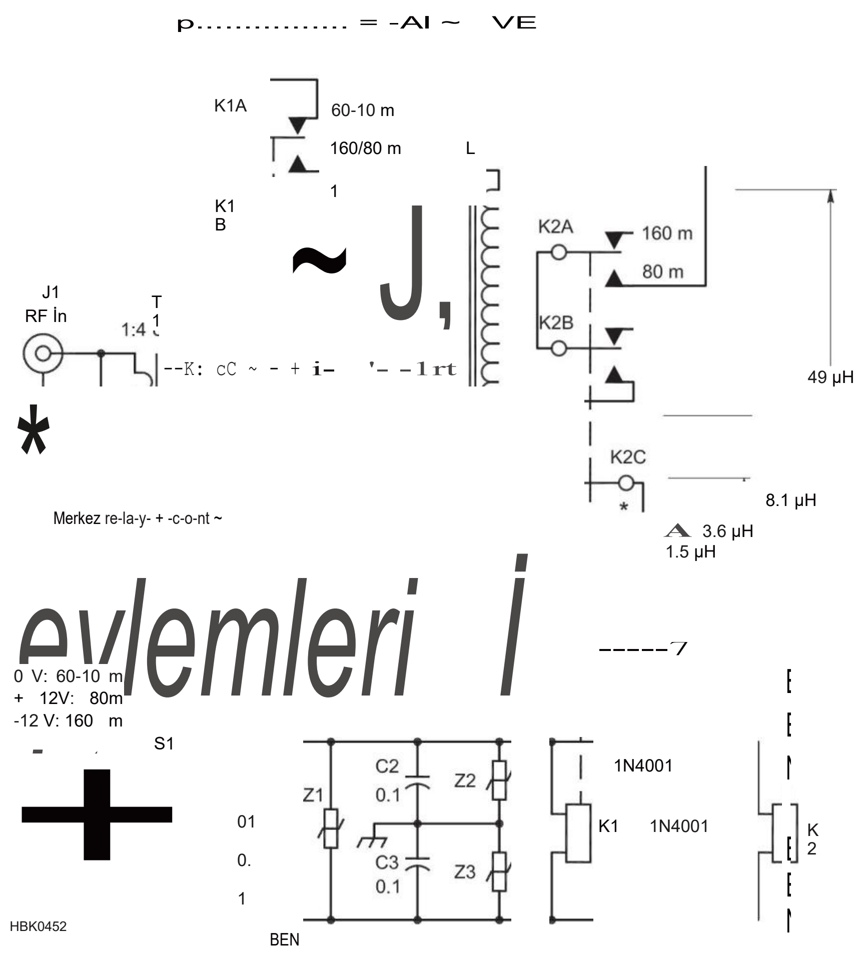
Güç seviyenize ve toprak kayıplarına bağlı olarak, ihtiyacınız olan tek şey daha ucuz ve daha küçük RF-10 olabilir. Hangi rölenin sizin için daha uygun olduğunu belirlemek için hesaplamaları yapın. Eğer alternatif röleler arıyorsanız, arıza voltaj derecesine dikkat edin; Bu uygulama için uygun derecelendirmelere sahip röleler bulmak zor. Array Solutions rölelerinde 30 A kişisi vardır, ancak 15 A veya daha fazlası yeterli olmalıdır.

TÜM BANT MATCHNG SOLUTION

Basit bir eşleştirme ağını tanımlayan eşlik eden projede açıklandığı gibi, 1:4 unun (dengesiz-dengesiz transformatör) ile beslendiğinde, 43 ft'lik bir anten 60-10 metrede makul bir uzlaşma SWR'sine sahiptir. Anten 160 metrede rezonansa girmek için yaklaşık 50 µH endüktans gerektirir ve 9 µHon 80 metre. Kulübeden uygun tüm bant çalışması için, **Şekil 17'de gösterilen çözüm,** 60-10 metre çalışması için ünitede geçiş yapmak için iki röle veya 160 ve 80 metre için uygun endüktans kullanır. Ünite, 160-10 metreden 1500 W'a kadar işleyecektir.

Röle kontrolü, O V, + 12 V de veya -12 V de girişlerini gerektirir. Eşleşen ünite aşağıdaki gibi çalışır:

- Kontrol gerilimi uygulanmadan, 1:4 unun antene 60-10 metre çalışma için bağlanır ve indüktör kesilir, böylece orijinal anten bu bantlardaki SWR'yi tehlikeye atar.
- 80 metrelik operasyon için + 12 V uygulandığında, Kl andK2 kapanır. ContactKlC, 200 © noktasında (toprak ucundan 6 dönüş) ikincil unu L 1'den K2C'e bağlar. Kişiler K2A ve K2B üst kısmı kısa

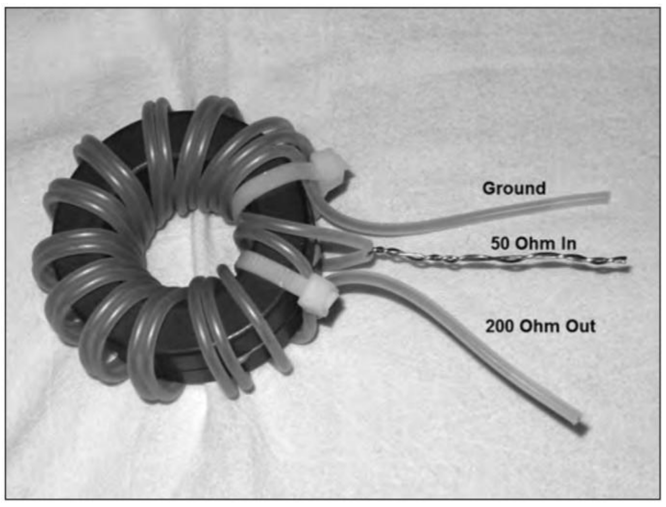


Şekil 17 - 43 ft dikey ile kullanım için bu anahtarlamalı empedans eşleştirme ağı 160-10 metrede çalışmaya izin verir ve istasyon çalışma konumundan kontrol edilir. Parça listesi için Tablo 3'e bakın.

OfLl (zemin ucundan yaklaşık 16 dönüş), anteni 80 metrede rezonansa sokar.

• 160 metrelik çalışma için voltaj tersine çevrildiğinde (-12 V), Kl kapalı kalır ancak K2 açılır. K2C şimdi unun ikincil L1'e 200 ϑ noktasında 160 metre (zemin ucundan 10 dönüş) için bağlanır. Kontaklar K2A ve K2B açılır, kısayı çıkarır ve tüm bobinin anteni 160 metrede rezonansa sokmak için kullanılmasına izin verir.

Unun'u 200 Q noktasında L1'e bağlamak, unun ikincil voltajını makul tutar ve besleme hattı ve unun kayıpları da çok düşüktür.



Şekil 19 - Bir voltaj birimi için bağlantılar (gösterilen MFJ 10-10989D).

CONSTRUCTION

Şekil 18 düzeni göstermektedir. Eşleşen - ünite, çoğu ev merkezinden temin edilebilen 8 x 8 x 4 inç NEMA hava koşullarına dayanıklı kutuda üretilmiştir. Yazar bir MF J 404-0669 airwound bobini kullandı ve bu kutu ihtiyaç duyulan tüm indüktör uzunluğuna uymayacak kadar küçük. İndüktör iki parçaya ayrılır; uzun bölüm 61 turdan, kısa bölüm ise 12 turdan oluşmaktadır. Şemada çizildiği gibi, daha uzun bobin bölümü "altta" (bir ucu toprağa bağlanır), daha kısa bobin "üstte" (bir ucu RF OUT'a bağlanır). Daha büyük bir kutu için yeriniz varsa, 12 x 12 x 4 inç NEMA kutusu, kesmeden tam indüktör uzunluğuna uyar.

İki Array Solutions RF-3PDT-15 rölesi, üst merkezde yan yana kasaya monte edilir. Bunlar, bir tarafta tüm bağlantılara sahip kapalı rölelerdir ve kolay montaj sağlar. 2.1 x 5.5 mm de güç jakı ve SO-239 RF İN konektörü sol üst köşededir. Kontrol hattı için MOY ve bypass kapasitörleri, güç konektörünün yakınındaki bir terminal şeridine monte edilir.

Unun, bir makine vidası ve bakır çıkarılmış bir PC kartı malzemesi kullanılarak muhafazanın yanına monte edilir. Anten dengesizdir, bu nedenle bir akım balun veya voltaj unun (bir voltaj balun değil) tipik olarak kullanılır. Bir voltaj birimi **Şekil 19'da gösterildiği gibi bağlanmalıdır.**

Tüm iç kablolama yalıtımlı # 14 AWG telli telden oluşur. Parça listesinde belirtilen MFJ bobin klipslerini kullanarak kabloları bobin musluk noktalarına takın. (Lehim yapabilirsiniz Kablolar doğrudan bobine bağlanır, ancak bu, bobin telinin boyutu ve dönüşlerin aralığı nedeniyle zordur.) Bobin montajı için ve zemin ve RF OUT (anten besleme) terminalleri için # 8 paslanmaz çelik vidalar, yıkayıcılar, kilit yıkayıcılar ve somunlar kullanın. **Tablo 3,** parçaları ve parça kaynaklarını listeler.

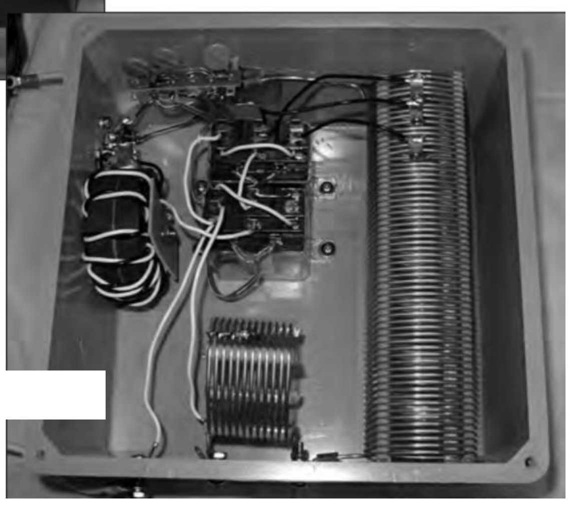
Röle Bağlantıları

Daha önce tartışıldığı gibi, tam bobin boyunca voltaj 160 metrede çok yüksek olabilir. Şemada gösterildiği gibi röle kontaklarını seri olarak bağlamak, genel arıza voltajını arttırır. Ayrıca, indüktör üzerindeki musluk noktaları, genel arıza voltajına yardımcı olan ek voltageabove-ground sağlar.

Asıl endişe, 5.3 kV tepe noktasının temas-tokoil parçalanma derecesi ile ilgilidir . The

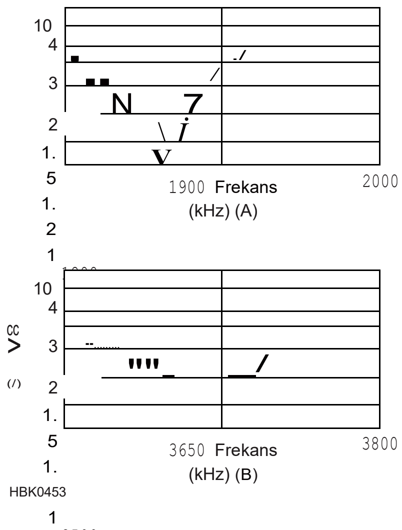


(A)



(B)

Şekil 18 - Muhafazanın yanında. A'da, airwound - indüktörü olmuştur İki parça halinde kesilmiş (metne bakınız) ve monte edilmiştir. Kısa parçadan gelen tel RF OUT terminaline bağlanacaktır. At **B,** diğer bileşenler **eklendi. Unun Sol tarafa monte edilir davanın. Röleler Üst merkezde ve MOV'lar ve bypass kapasitörleri sol üstte bir terminal şeridi üzerine monte edilir, sonraki RF İN ve de kontrol konektörlerine.**



Şekil 20 - Anten tabanında ölçülen 2:1 SWR bant genişliği 160 metre için yaklaşık 50 kHz ve 80 metre için 150 kHz'dir.

Tablo 3
Parça Listesi: Değiştirilebilir 160-10 Metre İmpedance Eşleştirme Meclisi

Qty	*Açıklama*	*Kaynak/Parça Numarası*
1	8x8x4 inç NEMA kutusu	Donanım mağazası/ev
merkezi		
1	2 inç diam x 12 inç uzunluğunda bobin, hava # 12 AWG tel (79 µH, L1) 3PDT güç	MFJ 755-4001 RF-3PDT-15 Dizi Çözümleri
4	rölesi (K1, K1) Bobin klipsleri	MFJ-7721 MFJ 10-10989D
1	SO-239 konektörü (J1) 1:4 unun, 1.5 kW derece (T1)	Mouser 163-1060-EX Mouser 576-V22ZA2P Mouser
1	2.1x5.5 mm do jack (J2) 18 V de MOV (Z1-Z3)	581-SR215C104KAR Mouser 158-1006
1	0.1 µf kapasitör (C1-C3) 6-lug terminal şeridi	Mouser 548-34 Mouser 13AC130
3	Mikro-gator klipsleri Test klipleri	Tüm elektronik 1551-GBK
3	2x1.38x0.8 inç plastik kutu (kontrol anahtarı için)	
	DPDT merkez kapatma anahtarı (S1)	Tüm elektronik MTS-12
	12-V dc, 1-A duvar trafosu	Tüm elektronik DCTX-1218

Misc: # 14 AWG ev kabloları, paslanmaz çelik donanım .

5
Dış kontaklar, bobinden 0,1-0,2 inç kadar iyi ayrılmış yalıtılmış iç tellerle bağlanır. Sorun, bobin ile temas halinde olan merkez kontaklar için ortak tel ile ilgilidir. Bobin ve ortak tel her ikisi de yalıtılırken, aralarında hava boşluğu ayrımı yoktur; Bu yakınlık, röle arıza voltaj derecesini belirleyen şeydir. Şekil 17'de gösterildiği gibi kablolu, merkez röle kontakları en düşük voltaj noktaları için kullanılır.

Anahtarlamalı kontrol voltajı girişi kullanır



Şekil 21 - Yazarın 43 ft dikeyinin tabanına monte edilmiş değiştirilebilir eşleştirme birimi.

12-V, 1-A duvar trafo kaynağı. Kontrol voltajı polaritesi çevrildiğinde ana güç kaynağının kısa devre yapma olasılığını ortadan kaldırmak için ± 12 V kontrol voltajlarını normal istasyon güç kaynağından ayrı ve izole tutmak iyi bir fikirdir. Anahtarlama, bir DPDT merkez kapatma anahtarı (Sl) ile kolayca yapılır.

MATCHNG NETWORK REZONANSİ

Bazı başlangıç ayarlamaları gereklidir maçın rezonans frekansını ayarla...

Ağdan hesaba
Özel kurulumunuza ve istediğiniz çalışma - frekansı aralığına bağlı olarak anten empedansındaki değişiklikler için. Genel başlangıç indüktansı 160 metre için çok büyüktür, bu nedenle ağ alt bant kenarında veya altında rezonansa girecektir. Bu nedenle, - ağı daha yüksek frekansta ayarlamak için indüktörün üst (RF OUT) ucunda bir veya daha fazla dönüş yapabilirsiniz.

İlk ayarlamalar için, - röle kontakları ile bobin üzerindeki musluk noktaları arasına takılan tel uçlarını bağlamayın. İnstead, kısa inşa

Parça listesinde belirtilen test klipslerini ve mikro klipsleri (bobin musluk muslukları için mükemmel) kullanan jumperlar ve bunları şemada gösterilen önerilen musluk noktalarını kullanarak röle kontakları ve bobin arasına takın.

Daha sonra, bağlantıEşleştirme tertibatını 43-ft dikeyinizin tabanına, istenen 160 metre rezonans noktasını bulana kadar kısa bir klipsli kurşunla indüktörün RF OUT ucundan -12 V de ve jumper dönüşleri uygulayarak 160 metre çalışmasını sağlar. Ardından, minimum SWR elde edene kadar 160 metrelik röle musluk noktasını (unun ikincil ile K2C arasında) hareket ettirin. (Başlangıç noktası zemin ucundan 10 turdur.) Şimdi kalıcı olarak kısa indüktör, # 16 AWG bus telinin bir parçasını lehimleyerek döner. Fotoğraflarda gösterildiği gibi, yazarın altı tur kısaltması gerekiyordu (kısa bobin üzerinde).

Daha sonra SO-metre çalışmasını sağlamak için röle tertibatına + 12 V uygulayın. İstediğiniz rezonans frekansı için bobin kısaltma noktasını seçin (K2B'den - zemin ucundan 16 dönüş başlatın). Ardından, en iyi SWR için musluk noktasını (K2C'den - yerden 6 tur başlatın) ayarlayın. Son olarak test klipsleri uçlarını çıkarın, bobin klipslerini takın ve bobin klipsleri ve röle arasındaki lehim tellerini takın.

Şekil 20, yazarın anteninin tabanındaki eşleşen ağ girişine doğrudan bağlı bir anten analizörü ile ölçülen 160 ve 80 metre sonuçlarını göstermektedir. Bu bantların CW ucu için rezonans seti ile 160 metrede 2:1 SWR bant genişliği yaklaşık 50 kHz ve 80 metrede yaklaşık 150 kHz'dir. Bu bantlardaki 3:1 SWR bile, ihmal edilebilir SWR ile ilgili kablo kayıpları

OPERATYON

Bu eşleştirme biriminin çalışması daha basit olamazdı. Kontrol gerilimi - uygulanmadığında, unun bağlanır ve anten her zaman 60-10 metrede olduğu gibi çalışır. SO-metre işlemi için + 12 V de, 160-metre işlemi için apply-12 V de uygulayın. Yazarın 43-ft dikey tabanına bağlı eşleşen birim **Şekil 21'de gösterilmiştir .**

Bu makalede tartışılan eşleşen ağ, 43-ft dikeyinizin 160-10 metre arasındaki tüm bantlarda çok etkili bir şekilde çalışmasına izin verecektir. Biraz deneme yapmaktan çekinmeyin. Toroidi, hava çekirdekli indüktör yerine tamamlayıcı projedeki temel eşleştirme ağından kullanmayı tercih edebilirsiniz. Ve yaklaşık 500 W'dan fazla çalıştırmıyorsanız, ihtiyacınız olan tek şey daha ucuz RF-10 röleleridir.

5 Yaesu veya ICOM Telsizlerle Kullanım için Harici Otomatik Anten Anahtarı

Bu anten anahtarlama kontrol projesi, daha önce yayınlanmış birkaç makaleden gelen fikirlerin bir kombinasyonunu içerir, + 2.3 Bu sistem, anten röle kutusunu bir kule gibi kulübenin dışına monte etmek için tasarlanmıştır. Bu düzenlemeyle, kulübeye sadece tek bir anten besleme hattının getirilmesi gerekir. **Şekil 22,** Joe Carcia, NJlQ tarafından tasarlanan ve inşa edilen kontrol ünitesini ve röle kutusunu göstermektedir. Bir ICOM veya Yaesu HF radyosu otomatik olarak uygun anteni seçecektir. Ek olarak, manuel bir anahtar ICOM otomatik seçimini geçersiz kılabilir. Bu özellik aynı zamanda anteni diğer radyolarla kullanmanın bir yolunu da sağlar. Anten anahtarı iki radyolu bir anahtar değildir. Bir seferde sadece bir radyo ile çalışacaktır .

Birçok inşaatçı, sahip oldukları radyo markasına bağlı olarak yalnızca ICOM'u veya arayüz devresinin sadece Yaesu bölümünü kullanmak isteyebilir. Proje bir "hacker rüyası". Çeşitli biçimlerde inşa edilebilir, ancak sınırlamalar inşaatçının hayal gücüdür.

CIRCUIT DESCRIPTION

Şekil 23, tüm sistemin blok diyagramıdır. Bir ICOM veya Yaesu HF radyo, radyonun arkasındaki aksesuar konektörü aracılığıyla uygun kod çözücüye bağlanır. Diğer bazı modem donanımları, amplifikatörlerin, tunerlerin ve diğer ekipmanların otomatik olarak bandlanması için kullanılan bir aksesuar konektörüne sahiptir. Örneğin, Ten-Tee telsizleri, çeşitli bantlar için 14-V arabirim konektöründeki pinlere 10 ila DB-25 de sinyal uygular. Diğer radyolar, - seçilen bandı belirtmek için aksesuar bağlantı pinlerinden birinde belirli voltajlar kullanır. Belirli bilgiler için radyonuzun kullanım kılavuzuna bakın veya daha fazla ayrıntı için üreticinin servis departmanına başvurun. Bu projede sunulan fikirleri diğer radyolarla kullanmak için uyarlayabilirsiniz.

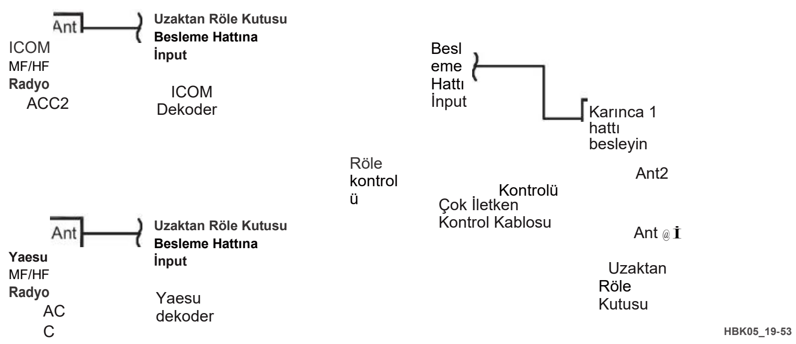
Tek bir koaksiyel uzunluk ve çok yönlü-Tor kontrol kablosu, teçhizat ve dekoder/kontrol kutusundan uzaktan bulunan anahtar ünitesine kadar çalışır. Uzak röle kutusu, giriş ve her antenin çıkışı için SO-239 konektörlerle donatılmıştır. Her türlü konektörü kullanabilirsiniz.

ICOM telsizleri, kademeli bir bant-veri çıkış voltajı sağlamak için bir 8-V referansı ve bir voltaj bölücü sistemi kullanır. **Tablo 4,** aksesuar soketindeki çıkış voltajını gösterirken Radyo çeşitli bantlara geçirilir. Farklı antenleri seçmek için yedi voltaj adımının kullanılabileceğine dikkat edin. Bu proje için gerekli olan ICOM aksesuar bağlayıcı pin atamaları şunlardır:

Pin **1** + 8V referansı
Pin2 Zemin
Pin 4 Bant sinyal voltajı
Pin 7 + 12 (13.8) V kaynağı
Yaesu radyoları bant bilgilerini sağlar



Şekil 22 - Otomatik anten anahtarı röle kutusu (solda) ve kontrol kutusu (sağda).



Şekil 23 - Uzaktan kumandalı otomatik anten anahtarının blok diyagramı.

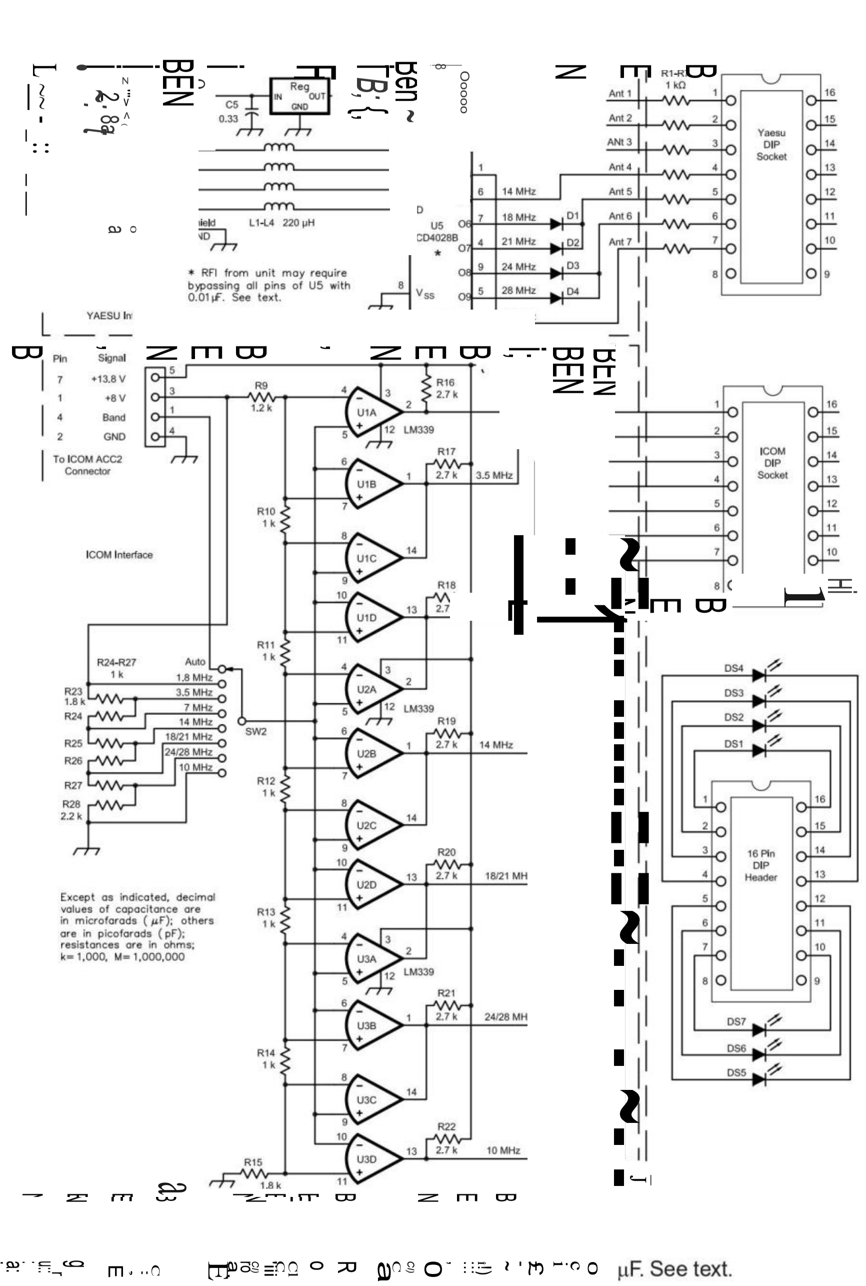
Tablo 4
Bant ile ICOM Aksesuar Konnektör Çıkış Voltajları

Bant (MHz)	*Çıkış voltajı*
1.8	*7-8.0*
3.5	6-6.5
7	5-5.5
14	4-4.5
18, 21	3-3.5
24, 28	2-2.5
10	0-1.2

Not: Bantlar arasındaki voltaj adımı sabit değildir, ancak 1.0 V'a yakındır ve 10-MHz bant diğerleriyle sırayla değildir.

Tablo 5
Yaesu Bant Veri Gerilimi Çıkışı (BCD)

Band	*A*	*B*	C	*D*	*(BCD Equiv.)*
	(1)	*(2)*	*(4)*	*(8)*	
1.8	5V	0V	0V	0V	1
3.5	0V	5V	0V	0V	2
7.0	5V	5V	0V	0V	3
10.1	0V	0V	5V	0V	4
14	5V	0V	5V	0V	5
18.068	0V	5V	5V	0V	6
21	5V	5V	5V	0V	7
24.89	0V	0V	0V	5V	8
28	5V	0V	0V	5V	9



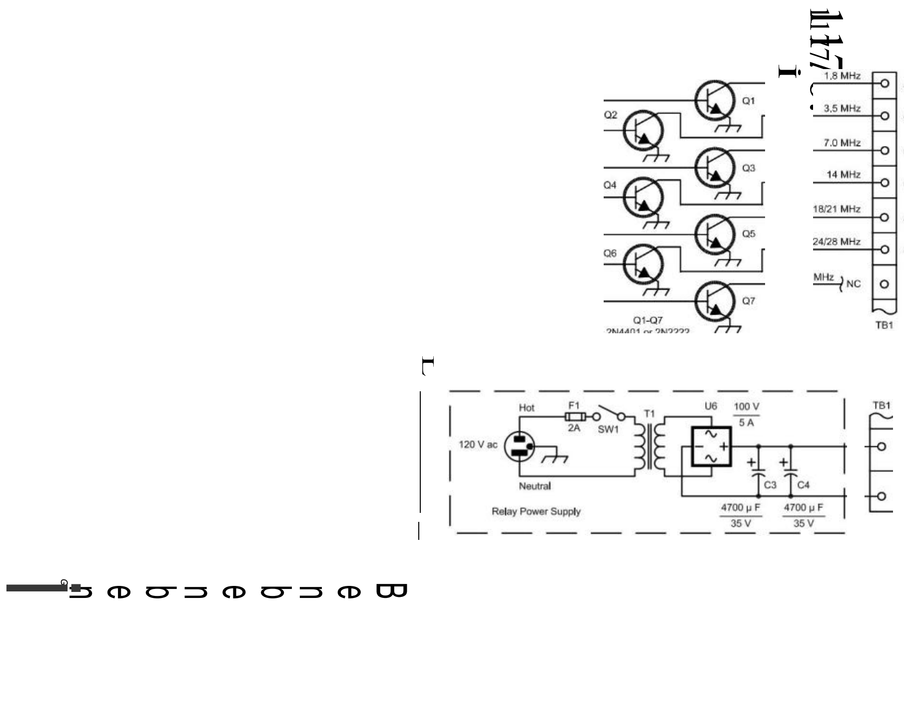


Figure 24 — This schematic diagram shows the circuitry inside the main control box. The circuit is divided into four main sections: The ICOM interface circuit, the Yaesu interface circuit, the relay-keying transistor/header board and the relay power supply. Resistors are ¼-W, 5% tolerance unless noted. The rotary switch allows manual antenna selection, which would be useful for rigs other than ICOM or Yaesu. A stable 8-V reference source must be made available to use the manual switch with non-ICOM rigs. The DIP sockets are used by the LED header to select the appropriate interface circuit for the radio being used. Note that only the Yaesu interface selector socket has resistors in line. Use flexible, stranded wire for the LED header and LEDs. This part of the circuit can be hard wired if only one type of rig will be used.

C1 — 10 μF, 16 V electrolytic
C2, C6 — 0.1 μF, 50 V
C3, C4 — 4700 μF, 35 V
C5 — 0.01 μF, 50V
D1-D4 — 1N4001
DS1-DS7 — Red LED
F1 — 2A fuse
J1, J2 — Five-pin DIN socket (panel mount)
L1-L4 — 220 μH molded inductor
Q1-Q7 — 2N4401 or 2N2222
R1-R7 — 1 kΩ, ½ W
SW1 — SPST, 250 V, 15 A
SW2 — 1 pole, 8 position rotary
T1 — 12.6 V ac C.T. 2A (or equivalent)
TB1 — 8 position terminal barrier strip
U1-U3 — LM339 comparator
U4 — LM7805 +5 V regulator
U5 — CD4028B (or equivalent) BCD decoder
U6 — 100 V, 5 A (or better) bridge rectifier

Dört satırda ikili kodlu ondalık (BCD) veri olarak. Dokuz farklı BCD değeri, MF/HF bantlarının her biri için farklı bir anten seçmenizi sağlar. **Tablo 5,** çeşitli gruplar için Yaesu radyolarından BCD verilerini gösterir. - Bu proje için gerekli Yaesu 8-pin DİN aksesuar konnektör pin atamaları şunlardır:

Pin **1** + 12 (13.8) V
Pin3 Zemin
Pin4 Bant verileri A
Pin5 Band DataB
Pin6 Bant verileri C
Pin 7 Band DataD

Şekil 24 kontrol kutusu için şematik diyagramdır. Kontrol devresinin her bir bölümünü daha sonra bu açıklamada tartışacağız. İlk olarak, dikkatimizi harici anten kutusuna çevirelim.

HARICI ANTEN KUTUSU

Sadece röle kutusuna giden kontrol hatlarının sayısı, bu röle kutusunun geçeceği anten sayısını sınırlar. Fotoğraflarda gösterilen ünite, ortak besleme hattını dokuz antenden herhangi birine geçirmek için 10 SO-239 konektöre sahiptir. Birçok jambon, röle kutusuna sekiz iletkenli bir rotatör kablosu (Belden 9405 gibi) kullanacaktır. Sekiz kablo kullanarak, yedi röleyi (antenler için altı ve yıldırımdan korunma için besleme hattını topraklamak için bir tane) artı röle bobini güç kaynağını ve toprak kablosunu kontrol edebiliriz. Fotoğraflar sekiz röleyi gösterir ve istenirse kutu daha da genişletilebilir. Güç ve kontrol hatları için bir konektör de vardır. Bir DB-15 kullanımı, daha sonra daha fazla röle ve kontrol hattının eklenmesine izin verir. Bir DB-9 konektörü, sekiz iletkenli kontrol kablosuyla kullanım için uygun olacaktır veya hava koşullarına dayanıklı bir konektör kullanmak isteyebilirsiniz. **Şekil 25, röle kutusu şematik** diyagramını göstermektedir.

Kutu dışarıda bulunacağından, hava koşullarına dayanıklı bir metal kutu kullanın - Hammond Manufacturing, tip 1590Zl50, su geçirmez alüminyum kutu gösterilir. Yaklaşık 8.5x4.25x3.125 inç. Bu, yıllarca çeşitli hava koşullarına maruz kalması gereken oldukça ağır bir kutudur. Hemen hemen her şeyi kullanabilirsiniz.

Koaksiyel konektörler monte edilir, böylece her bir anten konektörü çok fazla kalabalık olmadan röle yakınındadır. Ek hava koruması (ve iletkenlik) için, Penetrox'u montaj vidalarının dişleri de dahil olmak üzere konnektör flanş yuvasına uygulayın. Güç/kontrol hattı konektöründe, Coax Seal veya başka bir esnek kablo sızdırmazlık maddesi kullanın.

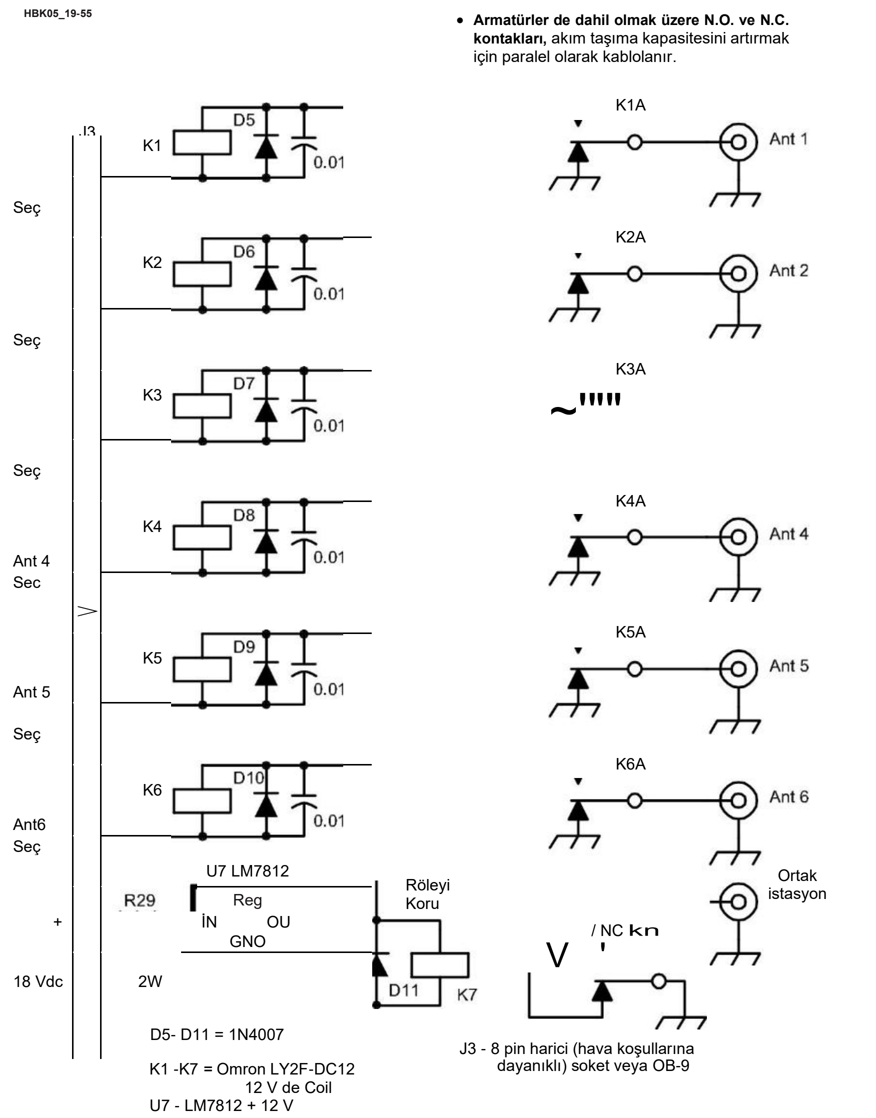
Kutunun her iki tarafındaki alüminyum açılı stok, bir kule ayağına monte edilmek içindir. U-cıvataları kule ayağına uyacak şekilde uygun boyutta olmalıdır. Ayrıca galvanizli veya paslanmaz çelikten yapılmış olmalıdırlar.

ANTEN RÖLELERİ

Bu projenin daha zor kısımlarından biri rölelerin modifikasyonuydu (DPDT Omron LY2F-DC12). İzolasyonu iyileştirmek için, hareketli kontaklar (armatür) paralel olarak kablolanır ve bağlantı teli röle kutusundaki bir delikten geçirilir.

Röleyi plastik kutusundan çıkarın. Sökün ve küçük telleri armatürlerden çıkarın. Dikkatlice bir jumper lehimleyin

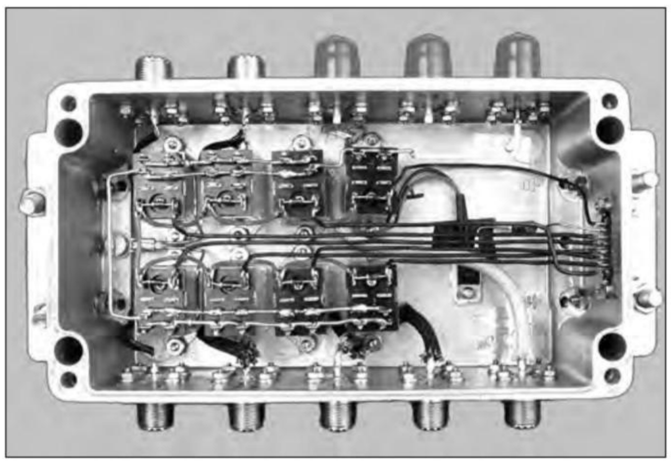
Armatür # 20 katı bakır ile kaplanır. Daha sonra çok esnek bir tel parçasını (RG-58 kablodan örgü gibi) armatür pabucuna lehimleyin. Açıkçası, telin konumu SO-239 hangi tarafa bağlamak istediğinize bağlıdır. Ayrıca, plastik kutuda, armatürün serbest hareketine herhangi bir baskı yapmadan armatür telini yerleştirecek kadar büyük bir delik açmanız gerekecektir. Yalıtım borusunun uzunluğunu kaydırın



Harici anten röle kutusu için şematik 25-The diyagram. Tüm röleler Bunlar DPDT, 250 V ac, 15 A kontaklardır. R29 regülatör akımını sınırlamak için kullanılır. Regülatörü, soğutucu bileşikli TO-220 montaj donanımı kullanarak monte edin. Normalde kapalı ve normalde açık kontaklar hariç, tüm kablolar # 22 katı bakır teldir .

D5-D11 - 1N4007.
J3 - 8 pin harici hava koşullarına dayanıklı konnektör (veya uygun hava sızdırmazlık maddesi ile DB-9).

K1-K7 - 12 V bobinli Omron LY2F-DC12. U7 - LM7812 + 12V regülatör .



(A)



(B)

Şekil 26 - A'da, harici röle kutusu. LM7812 regülatörü kutunun altına monte edilmiştir. Röle normalde açık ve normalde kapalı kontaklar # 12 katı bakır kullanılarak paralel olarak kablolanır. Sağ üstteki iki ekstra flanş montajlı SO-239 konektörü gelecekteki genişleme içindir. B'de, kontrol kutusunun içinde. Muhafazadaki alt tahta ve orta bölümün sağ yarısı, ICOM devresini tutar. Yaesu arayüzü orta bölümün sol tarafındadır. Üst devre kartı DIP soketlerini ve röle seçim transistörlerini tutar. Tüm yüksek voltaj uçları yalıtılmıştır. 7805 5-V regülatörü, soğutucu bileşikli TO-220 montaj donanımı kullanılarak arka panele monte edilir .

Alüminyum kutuya kısa devre yapmasını önlemek için bu telin üzerinden.

Normalde açık ve normalde kapalı kontaklar da paralel olarak kablolanır. Bu, yavruların kendileri üzerinde yapılabilir. Bunun için # 12 katı bakır tel kullanın .

Röleleri alüminyum kutuya monte edin, böylece zorluk çekmeden birbirine bağlanabilirler. (Bkz. **Şekil 26A.)** Röle bobinleri (# 22 katı tel) için kullanılan tel hariç, bağlantıların geri kalanı için # 12 katı bakır tel kullanın .

Sivri uçlar veya "geri emf" olasılığını ortadan kaldırmak için, her rölenin bobin kontakları boyunca 1N4007 bir diyot lehimlenir. Ek olarak, diyotlar boyunca 0.01-µF kapasitörler, röle işleminde sorunlara neden olan başıboş RF olasılığını azaltacaktır.

Kulübeden kuleye giden kablo oldukça uzun olabileceğinden, oluşabilecek voltaj düşüşüne dikkat edilmelidir. Röleler 12 V de gerektirir. Prototip, kontrol kutusundan 18 V de (2 A'da) ile beslenen röle kutusunda bir 12 V de regülatör kullandı. Kablo çalışması olmazsaBu kadar uzun, ancak sadece bir 12-V kaynağı kullanabilir ve regülatörü atlayabilirsiniz.

Rölelerden biri yıldırımdan korunmak için kullanılır. Kullanılmadığında, röle kulübeden gelen çizgiyi oluşturur. Kontrol kutusu etkinleştirildiğinde, bu röle için güç uygular, böylece istasyon besleme hattındaki zemini kaldırır. Tüm anten hatları normalde kapalı röle kontakları boyunca topraklanır. Röle kontrol kutusundan güç alana kadar topraklanırlar.

KONTROL KUTUSU

Bu, sistemin kalbidir. 18 V de Röleler için güç kaynağı, Yaesu ve ICOM dekoder devrelerine ve röle kontrol devresine ek olarak bu kutuda bulunur. Röle kutusuna yapılan tüm bağlantılar, kontrol kutusunun arkasına monte edilmiş 8 konumlu bir terminal bariyer şeridi ile yapılır.

Kutunun ön tarafında, seçilen anteni gösteren LED'ler bulunur. Manuel anten seçimi için bir döner anahtar kullanılabilir. Güç anahtarı ve sigorta da ön panelde bulunur.

Yaesu ve ICOM ACC soketlerindeki kablolama şemaları o kadar farklıdır ki, fotoğraflarda gösterilen ünite kontrol kutusundaki her teçhizat için 5 pinli bir DİN konektörüne sahiptir. Sadece bir LED seti olduğundan, her radyo için uygun kontrol devresini seçmek için 8 uçlu bir DIP başlığı kullanın. Bkz. Şekil 26B. Ünite, proje panolarında noktadan noktaya kablolama ile inşa edilmiştir.

ICOM Devresi

Bu devre orijinal olarak Nisan 1993 *QST'de ortaya çıktı* ve bu uygulama için biraz değiştirildi. Orijinal devre, yedi anten arasında geçiş yapılmasına izin verdi (160 ila 10 metre arasında). ICOM telsizlerinden gelen Band Data sinyali bir ofLM339 karşılaştırıcıya gider. R9'dan Rl5'e kadar olan dirençler, bant sinyal seviyeleri arasında orta nokta referansları sağlamak için 8-V referans sinyalini teçhizattan ayırır. Radyonun hangi bantta olduğuna LM339 karşılaştırıcılar karar verir. Tek bir karşılaştırıcı 1.8 veya 10 MHz bandını seçer, çünkü bu bantlar aralığın zıt uçlarındadır. Diğer bantların her biri iki karşılaştırıcı kullanır. Biri bant sinyalinin bant seviyesinin üzerinde olup olmadığını, diğeri ise bant seviyesinin altında olup olmadığını belirler . İf Sinyal bu iki seviye arasındadır, uygun LED ve röle seçimi transistör anahtarı açılır.

ICOM devresi manuel anten seçimine izin verir. 8-V referansı normalde doğrudan ICOM ACC soketinden alınır. Bu devre diğer ekipmanlarla birlikte kullanılacaksa, -düzenlenmiş bir 8-V kaynağı sağlanmalıdır.

Yaesu Devresi

Yaesu bant verileriyle ilgili en iyi şey, ikili bir formatta olmasıdır. Bu, bant değiştirme için basit bir BCD kod çözücü kullanabileceğiniz anlamına gelir. BCD çıkışı 1 ila 9 arasındadır. Özünde, 9 anten (veya bant) arasında geçiş yapabilirsiniz. Röle kutusu sadece altı anteni değiştirdiğinden, direksiyon diyotları (Şekil 24'te D 1'den D4'e kadar) birden fazla bant için bir anten bağlantısının kullanılmasına izin verir. Bir anten bağlantısı 17 ve 15 metre, 12 ve 10 metre için başka bir bağlantı kullanılır, çünkü ICOM bant verileri bu bantları birleştirir. Projenin bu versiyonunda 30 metrelik bir anten için kontrol hattı veya röle yoktur.

RFI'nin CD4028 kod çözücü İC'den (U5) kaynaklandığı bildirilmiştir. Bu sizin için geçerliyse, 7805 regülatörünün salınım yapmadığından ve giriş ve çıkışta gerekli bypass kapasitörlerine sahip olduğundan emin olun. 7805 çıkışı temiz ise, CD4028 tüm pimlerine (pim 8, zemin pimi hariç) 0.01 µF, 50 V seramik bypass kapasitörler ekleyin.

DIP Soketleri ve Başlık

Bir proje panosu, DIP soketlerini röle anahtarlama transistörleriyle birlikte tutar. Bu kart Şekil 26B'de en üst katman olarak gösterilir. The

Yaesu soketi, her giriş pimi ile seri olarak kablolanmış İ-k © dirençlerine sahiptir. Diğer başlık doğrudan ICOM devresine bağlanır .

DIP başlığı, anahtarlama transistörlerini ICOM ve Yaesu devreleri arasında değiştirmek için kullanılır. LED'ler anten numarasını belirtmek için kullanılır. LED'lere bağlanırken telli tel kullanın (esnekliği için).

Röle Anahtarlama Transistörleri

Her iki devre de aynı transistorkeying şemasını kullanır, bu nedenle yalnızca bir transistör setine ihtiyacınız vardır. Her transistör toplayıcısı bağlanır

Terminal bariyer şeridine. Yayıcılar topraklanmıştır ve tabanlar iki 16 pimli DIP soketine paralel olarak kablolanmıştır. Bant verileri, transistörlerden birini açar ve bu röle kontrol kablosunu etkili bir şekilde topraklar. Akım, seçilen röle bobini boyunca akar, bu röleyi normalde açık konuma getirir ve istasyon besleme hattını uygun antene bağlar.

Güç kaynağı

Güç kaynağı kesinlikle için kullanılır

röleler. Diğer güç gereksinimleri kullanılan teçhizattan alınır. Burada güç kaynağı temasında değişiklikler için yer var; Bu versiyonda kullanılan parçalar kolayca mevcuttu.

Notlar

1 "A Antenna Switching System for Multi-Two and Single-Multi Contesting", Tony - BrockFisher tarafından, K1KP Ocak 1995 *NCJ*.

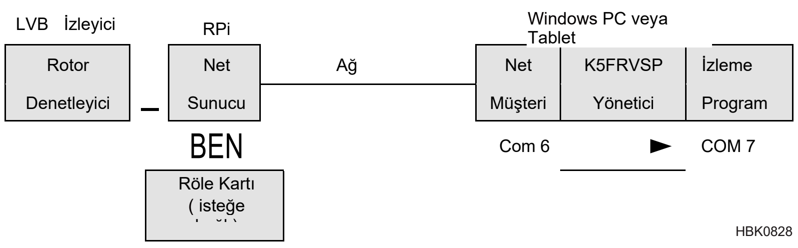
2"Uzaktan Kumandalı Anten Anahtarı", Nigel Thompson, Nisan 1993 QST.

3NA Kayıt Programı Bölüm 11.

Anten Döndürücüler için 6 A Raspberry-Pi Sunucu/İstemci

(Bu bölüm, Kasım/Aralık 2015 *AMSAT Journal makalesinin bir özetidir "Anten* - Rotoru için Raspberry Pi Ağ Sunucusu/İstemcisi", Tom Doyle, W9KE. Makalenin tamamı, indirilebilir ek içeriğe sahip bir PDF belgesi olarak mevcuttur. *NetServer, LVP Tracker* veya *K5FR VSP Manager* yazılımının yazarları tarafından yapılan değişiklikler, bu makalede açıklanan işlevlerin biraz farklı çalışmasına neden olabilir.)

Amatör ekipmanlarda ağ bağlantıları yaygınlaştıkça, bu makale popüler ve ucuz Raspberry Pi 2 tek kartlı bilgisayarı kullanarak bir anten rotatörü için bir ağ arayüzü oluşturan bir projeyi açıklamaktadır. İt başlangıçta Yaesu G-5500 rotator ve LVB Tracker rotator kontrol sistemi ile uydu izlemeyi desteklemek için tasarlandı, ancak diğer kullanımlar ve ekipmanlara uyarlanabilir. İn ekleme,



Şekil 28 - Bir azimut/yükseklik kontrol rotatörünü kontrol etmek için Net Server/Client'ın nasıl kullanılacağını gösteren blok diyagramı.

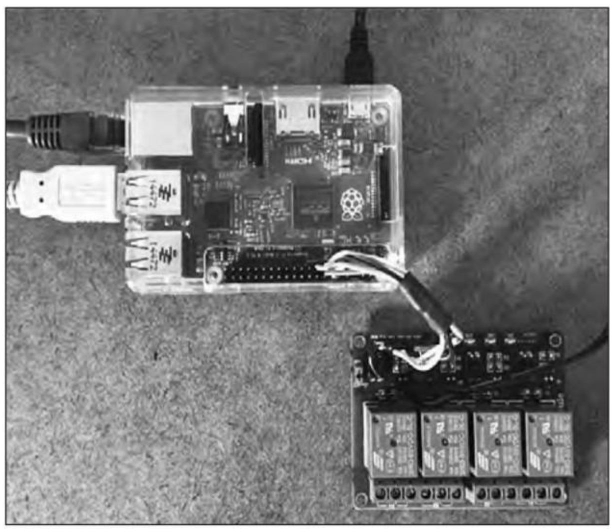
Raspberry Pi, anten polaritesi, güç anahtarlaması ve diğer açma/kapama işlevleri için dört röleye kadar yaygın olarak bulunan röle kartlarını kontrol edebilir. Net sunucu sistemi **Şekil 27'de gösterilmiştir**. Sistem bloğu dia-

Gram, **Şekil 28'de gösterilmiştir.**

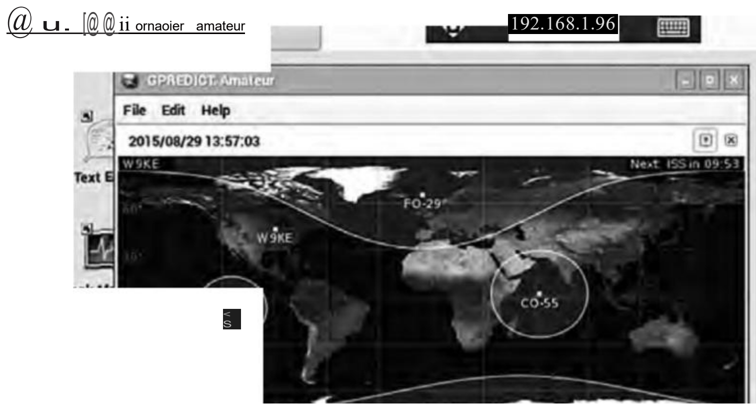
NET SERVER

Net sunucu, ağ bağlantısı olmayan bir ekipmana, bu durumda bir anten rotatör - denetleyicisine ağ bağlantısı oluşturmak için kullanılan bir cihazdır. Bir net sunucu özellikle taşınabilir veya uzak bir konumdan çalışırken yararlı olabilir. Raspberry Pi 2'ye (Raspi2) temel bağlantılar Şekil 27'de gösterilmiştir: güç, RJ-45 Ethernet portu, LVB izleyici kartına bir USB bağlantısı ve bir röle kontrol kartına beş telli bağlantı. USB ve röle kontrol kartı bağlantıları, - istasyon ihtiyaçlarına bağlı olarak isteğe bağlıdır. Varsayılan işletim sistemini çalıştıran Raspberry Pi 2'nin Model B sürümü, bu proje için raspian wheezy kullanıldı. Eşdeğer kaynaklara sahip diğer modeller de kullanılabilir.

Net Server yazılımının İnitial kurulumu (indirilebilir ek içeriğe sahip makalenin tamamına bakın), Raspi2 bir klavye, fare ve monitör bağlanmasını gerektirir. İlk kurulumdan sonra, uzak bir masaüstü bağlantısı kullanılarak çalıştırılabilir. Raspi2 beri

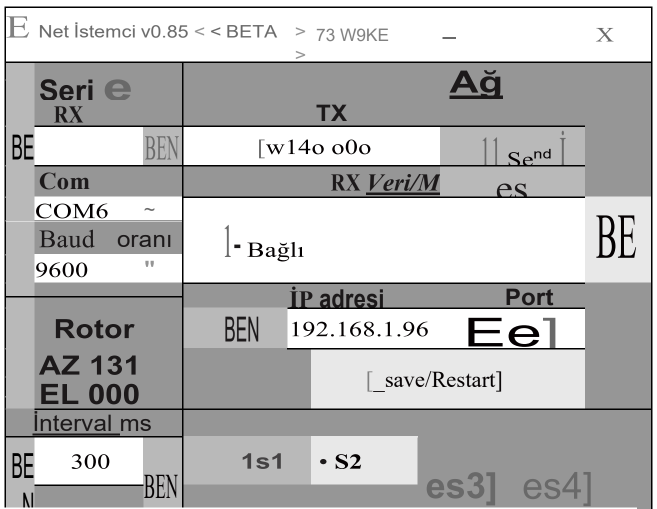


Şekil 27 - Dört ana bağlantıyı gösteren Rasberry Pi 2 sisteminin bir fotoğrafı: güç, Ethernet, USB ve röleler.



A2	El	Aralık	Sonraki Etkinlik	Footp	Alt	Vis
166.87'	·69.76'	7953	AOS; 2015/08/29 17;50.10	3834	Sil	D
37.09°	-62.13°	7580	AOS: 2015/08/29 14.26:42	3822	510	D
33.14°	-13.03°	L7l1	AOS: 2015/08/2917: 21:22	4727	827	D
ISS 210.97°	-23.75°	3728	AOS: 2015/08/29 14.06:55	2746	250	D

Şekil 29 - Net Server/Client sistemine bağlı bir uzaktan erişim programı (Microsoft Remote Desktop) ve bir uydu izleme programı *(GPredict) çalıştıran bir iPad'in ekran görüntüsü.*



Şekil 30 - Bir LVP Tracker'a bağlı Net Client yazılımı, LVP Tracker ve seri iletişim yapılandırması için kontrol arayüzünü gösterir.

Çoklu görev işletim sistemi kullanır, aynı anda uzak bir cihazdan erişime izin vermek için Net Server programını ve başka bir sunucu programını çalıştırabilir. Yerel ekran, klavye veya fare olmadan çalışan bir Raspi genellikle "başsız'olarak adlandırılır. (Tam kurulum ve yapılandırma talimatları, indirilebilir ek - içerikteki makalenin tamamına dahil edilmiştir.)

Şekil 29 bir iPad'in ekran görüntüsünü gösterir *Net Server'a bağlı Microsoft Uzak Masaüstünü Çalıştırma. Raspi2* ayrıca *GPredict uydu* izleme yazılımı çalıştırıyor. Erişim, *Uzak Masaüstü Bağlantısı kullanılarak bir bilgisayardan da elde edilebilir.* Uzaktan bağlantı kurulduktan sonra, Raspi2 uzak cihazdan bir klavye, fare ve monitör doğrudan ona bağlıymış gibi çalıştırılabilir. Bu, kulübedeki dağınıklığı azaltmaya yardımcı olur ve ayrıca sistem. İt de taşınabilir çalışırken çok önemli bir avantajdır.

Bir LVB Tracker Raspi2 bağlanırsa, rotatör için mevcut azimut (AZ) ve yükseklik (EL), "Rotor" etiketli bölümde pencerenin sol alt kısmında gösterilir. (Şekil **30'a bakınız.) Bu** değer "İnterval ms" kutusunda gösterilen bir aralıkta güncellenir.

Pencerenin sağ alt kısmındaki dört düğme ve gösterge grubu (Sl - S4), uygun bir röle kartı takılıysa dört röleyi kontrol eder. S 1 düğmesine tıkladıktan sonra, *Net Server çalıştıran Raspi2 bir mesaj gönderilecek ve* röle 1'de tum yapması talimatı verilecektir. Bu yapıldığında, *Net Server,* röle 1'in etkinleştirildiğini belirten bir mesaj gönderir ve Sl düğmesinin solundaki gösterge kırmızıdan yeşile dönüşür. Gösterge - düğmesi hemen yeşil tum olmaz, sadece onaylayan bir "röle" mesajı alındıktan sonra. Gösterge hiç değişmeyecekse, çalışan bir *Net Server sistemine ağ bağlantısı yoktur*. Sistem mesajın alınıp alınmadığını görmek için bekler. (Sistem bir röle kartının takılı olup olmadığını söyleyemez.)

Döndürücüyü taşımak için geçerli bir LVB Tracker/Yaesu GS-232 taşı komutu girin, ardından Gönder düğmesine tıklayın ve döndürücü yeni konuma geçmelidir. Konum bilgileri ekranın Rotor kısmında gösterilir ve "İnterval ms" metin kutusunda belirtilen bir aralıkta güncellemelerle hareketi izler.

Penceredeki "TX Verileri" metin kutusu dışındaki değerlere değişiklikler yapılırsa, değişiklikleri kaydetmek için Kaydet/Yeniden Başlat düğmesi bir hatırlatıcı olarak sarı renkte olacaktır. Kaydet/Yeniden Başlat düğmesine tıklayarak, değerler kaydedilir ve program otomatik olarak yeniden başlatılır. Rölelere neyin bağlanacağına karar verirken, Net Server başladığında rölelerin hepsinin kapatılacağını dikkate alın.

Ekranın Seri bölümü, LVP Tracker yazılımı gibi bir seri arayüzle harici programlara bağlanan seri bağlantı noktasını yapılandırmak için kullanılan kontrolleri gösterir. *K5FR VSP Manager* yazılımı, bir çift sanal seri bağlantı noktası kurmak için kullanılır. Bağlantı noktalarından biri LVP Tracker gibi harici programa, diğeri *ise Net Client* penceresinin Seri alanındaki onay kutularını kullanarak Net Client'a bağlanır.

Seri bağlantı noktası bağlantısı yapıldığında, Seri kelimesinin sağındaki gösterge düğmesi yeşil renkte olacaktır. Şekil 30, *Net Client* 9600 baud sanal port COM6 ve COM7 izleme programına bağlıdır. Bu, yazılımın rotatöre mesaj göndermesini sağlar.

7 Sesli anten köprüsü

Şekil 31'de gösterilen sesli anten köprüsü (AAB) Rod Kreuter, WA3ENK tarafından tasarlanmıştır. Bu proje görme engelli bir jambona yardımcı olacaktır, ancak gören jambonlar da çok yararlı bulacaktır. (Örneğin, sürüş sırasında bir mobil tornavida antenini ayarlamak.) AAB, hem günün sert ışığında hem de gecenin karanlığında sağlam ve kullanımı kolaydır. Ayrıca inşa etmek ucuzdur ve bir kit mevcuttur.[1]

Emici bir SWR metre türü olan AAB, vericiniz ile anteniniz arasındaki eşleşmenin ne kadar yakın olduğunu belirtmek için kullanılır. İts çıkışı, perdesi SWR ile orantılı olan bir tondur. İt ayrıca SWR değerini Mors kodunda gönderir.

Piyasadaki çoğu SWR sayacının aksine, bu, ayar yaparken vericinizden gelen gücü emer ve ayarlama sırasında vericinizi korumaya yardımcı olur. Birçok verici SWR foldback özelliğine sahiptir ve anten eşleşmesi zayıfsa çıkış gücünü düşürür, ancak bazıları bunu yapmaz.

AAB'deki gücü emerek, anten bağlantı noktasında ne yaparsanız yapın, verici asla 2:1'den büyük bir SWR görmez. Takas, verici gücünüzün %75'inin köprüde ısı olarak bitmesidir, bu nedenle anteninizi ayarladıktan sonra AAB'yi değiştirmeniz gerekir.



Şekil 31 - Sesli anten köprüsünün önden görünümü.

OPERATYON TEORISI

AAB, *ARRL Anten Kitabından alınan bir prensiple çalışır. Köprü* dört empedans veya koldan oluşur. **Şekil 32'ye bakınız.** Kolların üçü 50 Q direnç ve dördüncü bir anten (veya bir anten ve tuner kombinasyonu) ise, anten portu da 50 92 olduğunda köprü dengelenecektir. D 1 ve D2 diyotları sırasıyla ileri ve geri voltajları örneklemektedir. 10 bit analogdan dijital dönüştürücüye (AID) sahip bir çevresel arabirim denetleyicisi (PIC) bu voltajları sayısallaştırır ve SWR'yi hesaplar.

SWR, çıkış tonunu üreten bir donanım darbe genişliği modülatörünü kontrol etmek için kullanılır. Ayrıca, Mors kodu rutini tarafından SWR'nin gerçek değerini 15 WPM'de 5 WPM aralığı ile göndermek için kullanılır.

AAB'nin ayarlama sırasında işleyebileceği güç, köprünün üç referans kolunda kullanılan dirençlerin bir fonksiyonudur. 30 W noninductive dirençler, Rl-R3, bir dizi şirket tarafından yapılır, ancak ucuz değildir. Köprü dirençleri noninductive olmalıdır. Tel yara direnci kullanmayın!

Anten ayarı minimum güçle yapılmalı ve AAB yaklaşık **1 W'a kadar çalışacaktır.** 30 W dirençler kısa bir süre için yaklaşık 60 W veya belki de 100 W ile ayarlamaları yapacaktır. Eğer her zaman hatırlarsan Verici gücünüzü azaltın ve hızlı bir şekilde ayarlayın, köprü dirençleri normal kuleler için 5 W ve QRPrigs için 1 W olabilir.

AAB 'LI BUİLDING

Bir PC kartı, AAB'yi inşa etmenin güzel bir yoludur, ancak çirkin bir yapı kullanarak böyle basit bir devreyi kolayca inşa edebilirsiniz. RF bölümünde kabloları kısa tutun. **Şekil 33'e bakınız .**

Noninduktif dirençler için bir soğutucu kullanın. Birçok güç cihazı gibi, güç derecesi de ısıyı çıkarmaya bağlıdır! Bu dirençler 10 veya 20 W de çalışan gerçekten sıcak olsun. **Şekil 34 bakınız.** İsı emici bileşiğine sahip büyük bir soğutucu kullanın, kabinde kendinize bol miktarda yer açın ve ısının kaçmasına izin vermek için bazı delikler açın.

Switch S 1, TUNE/OPERATE'ı seçer ve İNQUIRE düğmesi olan S2, Mors kodundaki SWR değeri gibi çeşitli koşulları bildirmek için kullanılır. TUNE/OPERATE anahtarını ortadan kaldırabilirsiniz, ancak ayarladıktan sonra AAB'yi besleme hattınızdan kaldırmayı unutmayın.

AAB'yi bir QRP istasyonunda kullanmak için, dirençleri R4 ve *RS'yi azaltmak isteyebilirsiniz.* Boyutlandırılmışlardır, böylece 25 W'lık bir verici, taze pil kullanırken PIC'deki analogu dijital dönüştürücüye (ADC) doyurmaz. İes (daha sonra bu konuda daha fazla). 5 W verici için iyi bir değer yaklaşık 20 kn olacaktır. Ul pin 12 ve pin 13'teki voltajlar pil voltajının altında olduğu sürece, sistem iyi çalışacaktır.

AAB 'NIN GÜCÜ

Güç tasarrufu için AAB bir uyku modu kullanır.

İNQUIRE düğmesine yaklaşık 5 dakika basmadıysanız, AAB "gece gecesi" için N harfini gönderdikten sonra uyuyacaktır. Uyku sırasında mevcut çekme yaklaşık 2 µA'dır. Anahtarı uyurken itmek AAB'yi uyandıracak ve u ("yukarı") harfini gönderecektir.

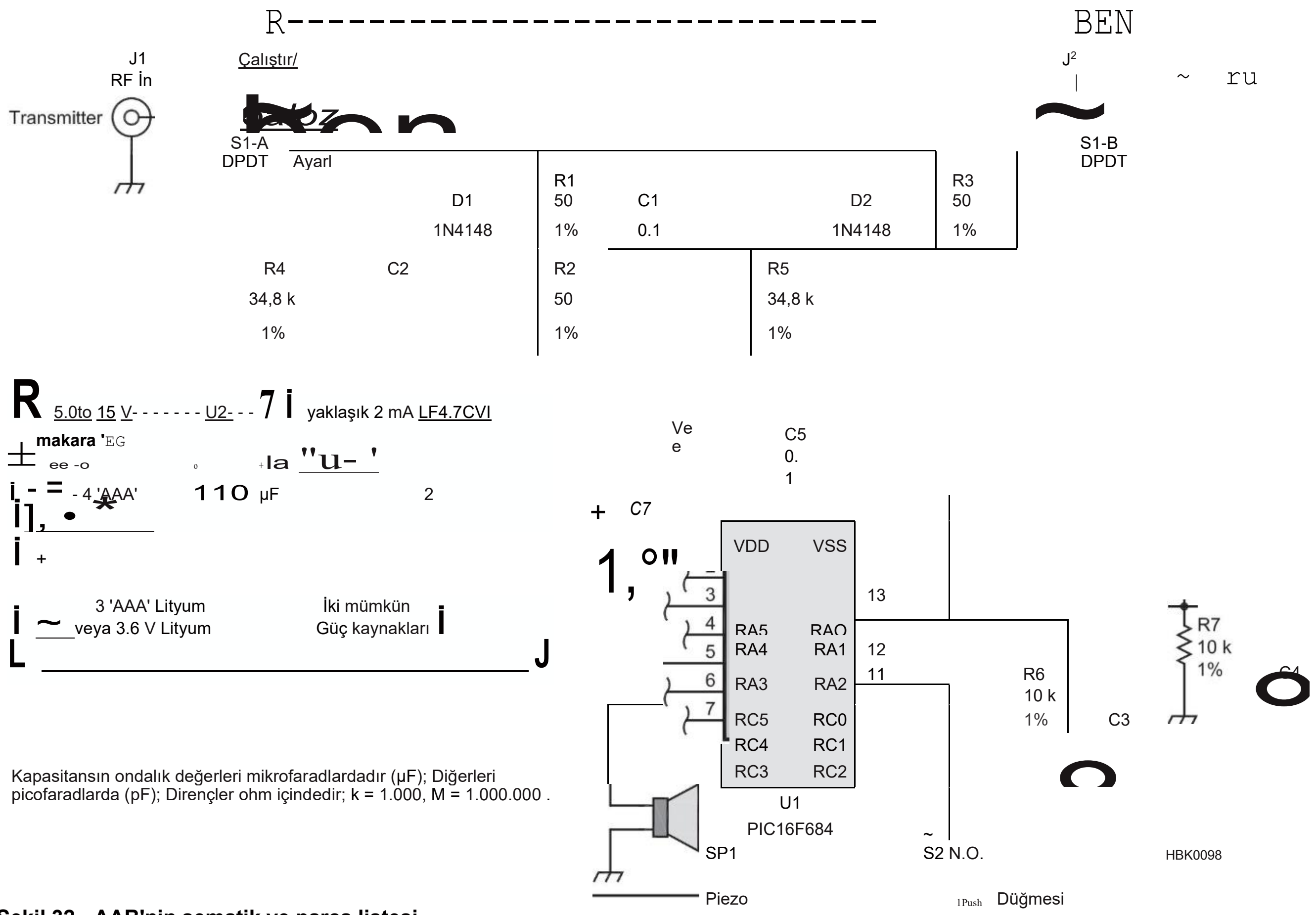
İlk dört prototipte dört adet AAA pil ve düşük bırakımlı 4.7 V regülatör kullanıldı. Bu, sadece bir problemle güzel bir sert tedarik ve çok iyi pil ömrü sağladı. PIC uyku sırasında 2 µA'dan daha az kullansa da, regülatör 500 µA kullanır. Pil verileri, alkalin AA pillerin bu seviyede 6 ay, AAA pillerin ise bunun yaklaşık yarısı kadar süreceğini söylüyor. Bu rotaya giderseniz bir ON/OFF anahtarı eklemeyi düşünün.

Diğer seçenek, bir regülatör olmadan pilleri kullanmaktır. Normalde, PIC'deki ADC için ayrı bir voltaj referansı sağlamadan bundan kurtulamazsınız. Bu durumda o kadar önemli değil çünkü SWR iki voltajın bir oranıdır.

Önemli olan, RF sinyali tarafından üretilen voltaja göre pil voltajıdır. Diyotlar D 1 ve D2, RF'yi düzeltir ve RF gücüne orantılı bir de voltaj üretir. Bu voltaj R4, R6 ve *RS,* R7 dirençleri ile bölünür. PIC'nin ADC girişlerindeki voltaj, pimler 12 ve 13, güç kaynağı voltajından daha az olmalıdır. Düzenlenmiş bir kaynakla bu bir sorun değildir ve dikkatli olursanız düzenlenmemiş pillerle de çalışabilir.

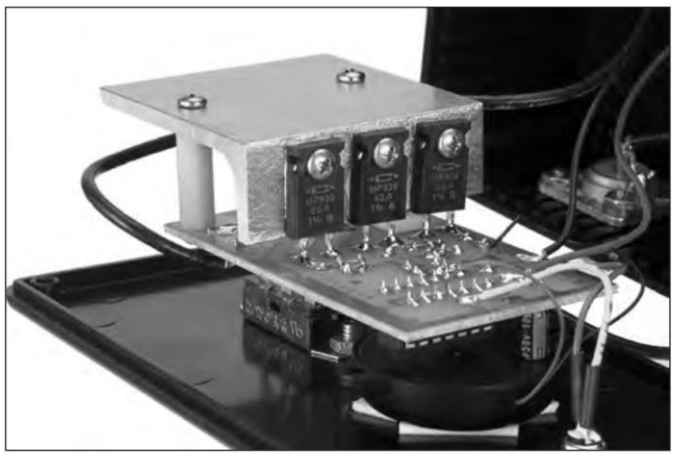
Microchip, doğru olması için 10 bit ADC'ye ihtiyacınız varsa, bu parçaların 2.5 ila 5.5 V üzerinde çalıştırılmasını önerir. Birçok pil kombinasyonu bunu sağlayacaktır, ancak alkalin yerine lityum pilleri düşünün. Bir alkalin pilden gelen voltaj, ömrünün çok erken bir döneminde düşmeye başlar ve tükenene kadar aşağı doğru bir eğimde devam eder. Öte yandan bir lityum pil, kullanım ömrü boyunca neredeyse sabit bir voltaj sağlar. 3.6 V AA boyutunda bir lityum birkaç yıl dayanmalıdır, ancak daha düşük çıkış voltajı ile R4 ve *RS'yi azaltmak isteyebilirsiniz.* Son prototip, en az iki yıl sürmesi gereken regülatör veya ON/OFF anahtarı olmayan üç AAA lityum pil (her biri yeni olduğunda yaklaşık 1.7 V) kullandı.

Uİ'nin ADC dönüştürücüsü bir seviyede doyacak. Yeni pillerle, bu seviyenin

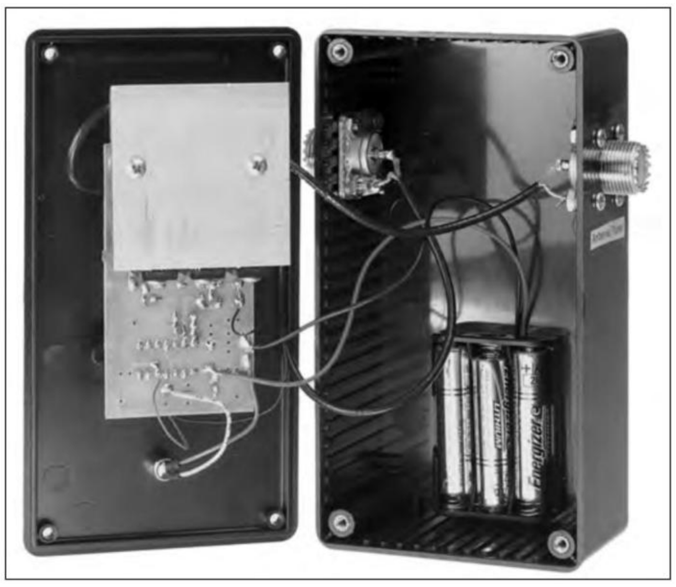


Şekil 32 - AAB'nin şematik ve parça listesi.

C1-C5 -0.1 µF seramik.
CG, C7 - 10 µF, 25 V elektrolitik.
D1, D2 - 1N4148.
J1, J2 - SO-239 UHF koaksiyel jakı.
R1 -R3 - Direnç, 50 (2, %1, 30 W Caddock noninductive (Mouser 684-MP930-50).
R4, R5 - Direnç, 34.8 k02, %1.
R6, R7 - Direnç, 10 kn, %1.
S1 - DPDT (Digi-Key SW333-ND).
S2 - Anlık temas (Mouser 612-TL1105LF250Q).
SP1 - Piezoelektrik zil - EFBRD24C411 (Digi-Key P9924-ND).
U1 - PIC16F684 (Digi-Key PIC16F684-1/P-ND). Kullanmadan önce programlanmalıdır. Not 1'e bakın.
U2 - LF4.7CV regülatörü (Mouser 511-LF47CV).



Şekil 33 - Isı emiciye monte edilmiş üç CaddockTO-220 tarzı köprü direncinin yakından görünümü.



Şekil 34 - AAB'nin ön görünümü, muhafazanın altındaki pil takımını göstermektedir.

Güç kaynağı 4.5 V olduğunda 25 W Güç kaynağı 3.5 V'a düştüğünde, dönüştürücüyü doyuracak RF seviyesi 15 W olacaktır. Bu nedenle, eskiden iyi olan teçhizatınızın çıkışının şimdi ADC'yi doyurduğunu tespit ederseniz, pilleri değiştirme zamanı.

USING THE AAB

Vericinizi İNPUT'a ve anten/tunerinizi OUTPUT'a bağlayın. İletim gücünüzü 5 veya 10 Wand'a düşürün ve S 1'i TUNE konumuna getirin. İNQUIRE düğmesine basarak AAB'yi uyandırın. Vericinizi bir miktar taşıyıcı güç ile bir modda anahtarlayın. AAB sabit bir ton üretmeye başlamalıdır. Tuner veya anteninizi en düşük ton aralığı için ayarlayın. Sayısal SWR değeri için İNQUIRE düğmesine basın.

AAB normal şekilde çalışırken, SWR ile orantılı bir ton üretir. Ton, 1.0: 1 SWR'de 250 Hz'den, yaklaşık 15:1 SWR'de 4450 Hz'e yükselir. Hatalar oluşabilir ve bazen AAB ölçüm yapamaz. Bir hata oluşursa, ya yüksek perdeli bir ton ya da hiçbir ton pro-duced. İNQUIRE düğmesine basmak size daha fazla bilgi verecektir. Beş farklı koşul ortaya çıkabilir:

Normal çalışma. SWR ile orantılı bir ton üretilir. İNQUIRE tuşuna basın ve R harfi (ondalık nokta karakteri için Mors) ile ayrılmış iki basamaklı bir SWR değeri gönderilir.

Hata 1. İleri güç güvenilir bir ölçüm için çok düşük. Tonu üretilmez. İNQUIRE düğmesi L harfi (düşük) gönderir.

Hata 2. İleri güç çok yüksek (neredeyse ADC'yi doyuruyor). SWR ile orantılı bir titreşim tonu üretilir. Ancak, ADC doymuş ise bu değer anlamsız olabilir. İNQUIRE düğmesi s harfi gönderir (doymuş).

Hata 3. SWR değeri 9.9: 1'den büyüktür. SWR ile orantılı bir ton üretilir. İNQUIRE düğmesi H (yüksek) harfi gönderir.

Hata 4. Ters voltaj, ileri voltajdan daha büyüktür. İki şey bu hataya neden olabilir. Yüksek güçlü bir vericinin yakınında olabilirsiniz veya vericiyi çıkış portuna bağladınız. Tonu üretilmez. İNQUIRE düğmesi F harfi (hata) gönderir.

Bu tasarımda kullanılan PİC, transformatör tipi sensöre sahip olanlar gibi daha standart bir SWR metrede kullanılabilir. Metre, O'dan 3'e kadar 5 V'a kadar (güç kaynağı seçiminize bağlı olarak) ölçeklendirebileceğiniz bir ileri ve geri voltaj ürettiği sürece, gayet iyi çalışacaktır. Bununla birlikte, voltajın sürüş empedansı 10 kn veya daha az olmalıdır.

Yazar, ilham için Ulusal Körler Federasyonu Ham Radyo Komitesine ve - prototipleri test etmek için SmithKettlewell Research İnstitute'den Tom Fowle, WA6IVG ve Bill Gerrey, WA6NPC'a teşekkür ediyor.

[1]Baskılı devre kartı içeren bir parça kiti Q-Sat, 319 McBath St, State College, PA 16801'den temin edilebilir. Fiyat şu anda 30 $, faturalı. PC kartları 7 $ faturalı mevcuttur ve programlanmış bir PIG mevcuttur 6 dolar faturalı. Programlanmamış bir PIG için kaynak kodu ARRL Web sitesinde mevcuttur. **www.arrl.org/qstin-depth'a gidin** ve 2007 bölümünde Kreuter0607.zip arayın.

8 Bir Alıcı-Verici/Bilgisayar Üçlüsü

Hemen hemen tüm modem Amatör Radyo alıcı-vericileri (ve birçok genel kapsama alıcısı) harici bilgisayar kontrolü için hükümlere sahiptir. Çoğu jambon, bu özellikten, kontrol için özel olarak geliştirilmiş veya öncelikle başka bir amaç için (yarışma günlüğü gibi) amaçlanan yazılımı kullanarak, ikincil bir işlev olarak teçhizat kontrolü ile yararlanır.

Ne yazık ki, çoğu radyodaki seri bağlantı noktası doğrudan olamaz! y çoğu bilgisayarda seri bağlantı noktasına bağlıdır. Sorun şu ki, çoğu radyo TTL sinyal seviyelerini kullanırken, çoğu bilgisayar RS-232-D kullanıyor .

Burada açıklanan arayüzler, radyo tarafından kullanılan TTL seviyelerini bilgisayar tarafından kullanılan RS-232-D seviyelerine dönüştürür ve bunun tersi de

geçerlidir. Bu tip interfaces genellikle seviye değiştiriciler olarak adlandırılır. İki temel tasarım, Biri birkaç varyasyona sahip, popüler radyo markalarını kapsıyor. Bu makale, Wally Blackbum, AA8DX, ilk Şubat 1993 *QST ortaya çıktı.*

TIP BİR: ICOM Cİ-V

En basit arayüz, ICOM Cİ-V sistemi için kullanılan arayüzdür. Bu arayüz daha yeni ICOM ve Ten-Tee kuleleri ile çalışır. Şekil **35,** bu radyolarda kullanılan iki telli otobüs sistemini göstermektedir.

Bu düzenleme bir CSMA/CD - (taşıyıcı-sense multiple access/collision detect) bus kullanır. Bu, veri iletmek ve almak için bir dizi istasyonun paylaştığı bir veri yolunu ifade eder. İn etkisi, veri yolu, bir dizi radyo ve bilgisayarı birbirine bağlayan tek bir tel ve ortak bir zemindir.

Tek tel, veri iletimi ve alımı için kullanılır. Her cihazın kendine özgü dijital adresi vardır. İnformasyon, veriyi ve hedeflenen alıcı cihazın adresini içeren paketler şeklinde otobüste aktarılır.

ICOM/Ten-Tec arayüzünün şeması **Şekil 36'da gösterilmiştir. Bu** aynı zamanda Yaesu arayüzüdür. Tek fark, iletim verilerinin (TxD) ve alma verilerinin (RxD) ICOM/Ten-Tee sürümü için birlikte atlanmasıdır.

Sinyal hatları aktif-yüksek TTL'dir. Bu, mantıksal olanın ikili bir (+ 5 V) ile temsil edildiği anlamına gelir. Bunu RS-232-D'ye kaydırmak için -12 V'a dönüştürülmeli, ikili sıfır (0 V) + 12 V'a dönüştürülmelidir Diğer yönde ise, karşıtlar gereklidir: -12 V -



Şekil 35 - ICOM ve daha yeniTen-Tec radyolarının çeşitli radyolar ve bilgisayarlar arasında paylaştığı temel iki telli veri yolu sistemi. En basit haliyle, otobüs sadece bir radyo ve bir bilgisayar içerecektir .

+ 5 V ve + 12 V - 0 V

Ul, radyonun devresinin arayüz özelliklerini karşılamak ve bir miktar izolasyon sağlamak için bir tampon olarak kullanılır. U2, TTL ve 5-V-powered seviyeleri arasında çeviri yapan RS-232-D bir RS-232-D alıcı-verici çipidir. Bu çip, tek bir + 5-V kaynağından ± 10 V elde etmek için şarj pompaları kullanır. Bu cihaz her üç arayüzde de kullanılır .

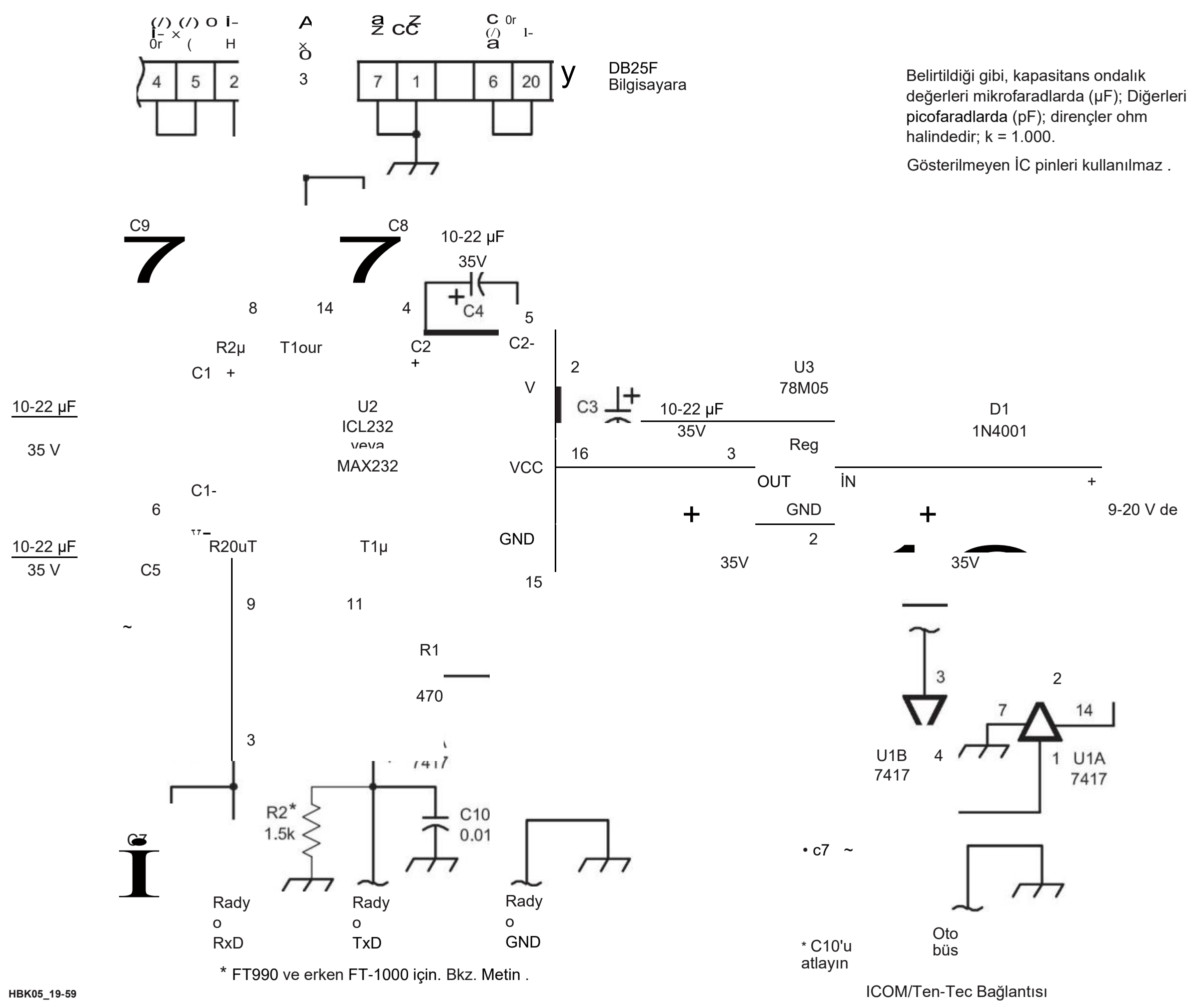
Bir DB25 dişi (DB25F) genellikle bilgisayar sonunda kullanılır. 9 pinli bağlayıcı bilgileri için bölümün başında ofRS-232-D tartışmaya bakın. Arayüz '% - -inch telefon fişi ile radyoya bağlanır. Kol topraklıdır ve uç otobüs bağlantısıdır .

ICOM ve TenTee telsizlerinin aynı temel komut kümelerini kullandığını belirtmek gerekir (Ten-Tee ek komutlar içermesine rağmen). Böylece sürücü yazılımı uyumludur. Üreticiler, bunları standartlaştırmak için çalıştıkları için övülmelidir-

Terfaces biraz. Bu, Ten-Tee telsizlerinin - ICOM Cİ-V arayüzünü destekleyen tüm popüler yazılımlarla kullanılmasına izin verir. Yazılımı yapılandırırken, bir ICOM radyosunun (İC-735 gibi) bağlı olduğunu belirtmeniz yeterlidir.

TIP İKİ: YAESU İNTERFACE Yaesu kuleleri için kullanılan arayüz, RxD ve TxD'nin birlikte atlanmaması dışında, ICOM/Ten-Tee için açıklananla aynıdır. Şekil 36'ya bakınız. Bu düzenleme sadece RxD ve TxD hatlarını kullanır; Akış kontrolü kullanılmaz.

FT-990 ve FT-1000/FT- I 000D TTL çıkışı olarak bir yayıcı takipçisi kullanır. Arayüzün giriş empedansı, girişi hiçbir şey bağlı olmadan eşiğin altına çekecek kadar düşük değilse, FT-990/FT- I 000 (ve belki de diğer radyolar) güvenilir bir şekilde çalışmayacaktır. Bu, seri çıkış hattından toprağa 1.5 kQ direnç takılarak düzeltilebilir



Şekil 36 - ICOM/Ten-Tec/Yaesu arabirim şeması. İnsert, iki pimi birbirine bağlamayı ve bir bypass kapasitörünü ortadan kaldırmayı içeren ICOM/Ten-Tec veri yolu bağlantısını gösterir.
C7-C10 - 0.01-µF seramik disk. U1 - 7417 hex arabellek/sürücü. Harris ICL232 veya Maxim MAX232.

(Şekil 36'daki UlA'nın 1 numaralı pininde R2.) Daha sonra FT- 1 000D üniteleri, radyoda TxD hattından toprağa dahil edilen 1.5 kQ'luk bir çekme direncine sahiptir ve R2 olmadan güvenilir bir şekilde çalışabilir.

Aynı bilgisayar konektörü kullanılır, ancak radyo konektörü modele göre değişir. Konektör tipini ve pim düzenini belirlemek için özel donanımınızın kılavuzuna bakın.

ÜÇÜNCÜ TIP: KENWOOD

Kenwood telsizleriyle kullanılan arayüz kurulumu, önceki ikisinden iki şekilde farklıdır: Gönderim İsteği (RTS) ve Clearto-Send (CTS) el sıkışma uygulanır ve kutupluluk veri hatlarında tersine çevrilir. Kenwood sisteminde kullanılan sinyaller aktif-düşüktür. Bu, 0 V bir mantığı temsil eder ve + 5 V bir mantığı temsil eder. Bu özellik, radyo ve bilgisayarı tamamen izole etmeyi kolaylaştırır.

Sinyal hattı sadece iddia etmek için topraklanmalıdır. Optoizolatörler, hattı basitçe toprağa geçirmek için kullanılabilir.

Şekil 37'deki şematik, Kenwood arayüz devresini göstermektedir. Bilgisayar ve radyo için farklı gerekçelere dikkat edin. Bu, arayüz için ayrı bir güç kaynağı ile birlikte, mükemmel izolasyon sağlar.

Radyo konektörü 6 pinli bir DİN fişidir. Teçhizat kılavuzu bu konektörü ve pim atamalarını detaylandırır.

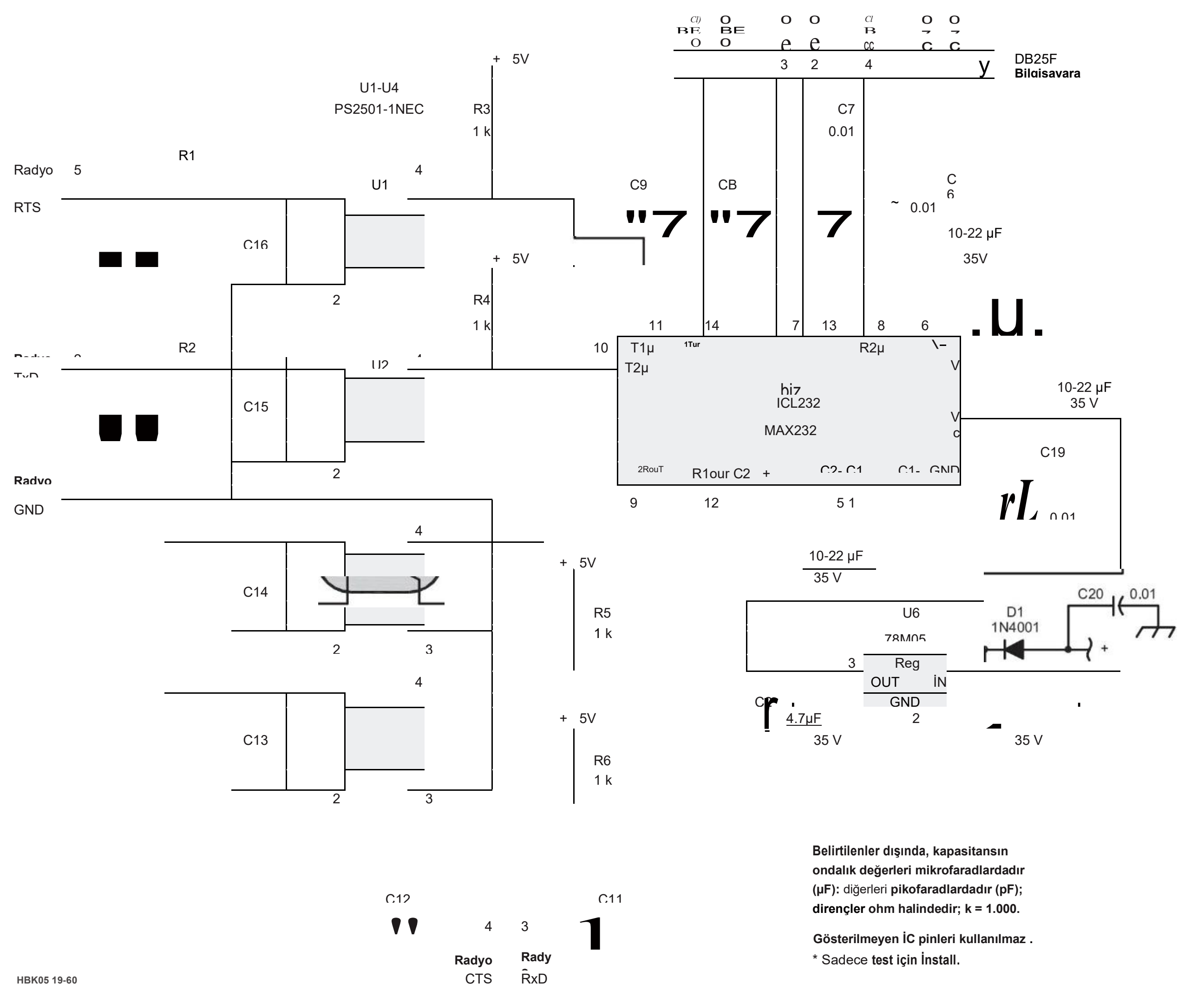
Daha önceki Kenwood radyolarından bazıları, seri bağlantılarının kullanılabilmesi için ek parçalar gerektirir. TS-440S ve R-5000 bir yonga setinin kurulumunu gerektirir ve TS-940S gibi diğerleri bir iç devre kartı gerektirir.

CONSTRUCTION VE TESTİNG

Arayüzler bir PC kullanılarak oluşturulabilir Tahta, breadboarding veya noktadan noktaya kablolama. PC kartları ve MAX232 İC'ler FAR Circuits'den temin edilebilir. PC anakartı şablonu indirilebilir ek içerikle kullanılabilir.

Bu, arayüzü metal bir kasaya yerleştirmek ve iyi topraklamak için iyi bir fikirdir. Ayrı bir güç kaynağının kullanılması da iyi bir fikirdir. Telsizinizden 13 ,8 V almak için cazip olabilirsiniz - ve birçok durumda iyi çalışır: ancak bazı izolasyonlardan ödün verirsiniz ve gürültü sorunları olabilir. Bu arayüzler sadece 10 ila 20 mA çizdiğinden, bir duvar transformatörü kolay bir seçenektir .

Arayüz, **Tablo** 6, 7 ve 8'deki veriler kullanılarak test edilebilir. Unutmayın, yaptığınız tek şey voltaj seviyelerini değiştirmektir. Bir 5-V kaynağına, 9-V bir bataryaya ve bir voltmetreye ihtiyacınız olacak. Arayüzünüz için ilgili tabloda açıklandığı gibi voltajları sağlayın ve doğru olanı kontrol edin



Şekil 37 - Kenwood arayüzü şeması. C6-C9, C11, C12, C17, C18 - 0.01-μF seramik disk. C13-C16, C19-C21 - 0.01 μF seramik disk.

U1-U4 - PS2501-1NEC (Digi-Key'den edinilebilir). Harris ICL232 veya Maxim MAX232.

Tablo 6
Kenwood İnterface testi

Uygula	*Sonuç*
GND Radio-5	-8 ila -12 Vat PC-5
+ 5 V - Radio-5 PC-5	+ 8 ila + 12 Kdv
+ 9 V - PC-4	+ 5 V Radio-4
-9 V ila PC-4	0 V Radio-4
GND Radio-2	-8 ila -12 PC-3
+ 5 V - Radio-2 PC-3	+ 8 ila + 12 Kdv
+ 9 V - PC-2	+ 5 V - Radio-3
-9 V ila PC-2	0 V Radio-3

Tablo 7
ICOM/Ten-Tec İnterface Testi

Uygula	*Sonuç*
GND - Otobüs + 5 V - Otobüs -9 V - PC-2 + 9 V - PC-2	+ 8 ila + 12 Vat PC-3 -8 ila -12 Vat PC-3 + 5 Von Bus OVon Otobüs

Tablo 8
Yaesu İnterface Testi

Uygula	*Sonuç*
GND - Radyo TxD	Radyo RxD'de + 8 ila + 12 KDV PC-3
+ 5 V - Radyo TxD	-8 ila -12 KDV PC-3
+ 9V - PC-2	0 V
-9 V ila PC-2	Radyo RxD'de + 5 V

Diğer tarafta voltaj. Bir -9Vis girişi istendiğinde, bataryanın pozitif terminalini toprağa bağlamanız yeterlidir.

Normal çalışma sırasında, radyo içindeki pullup dirençleri nedeniyle radyoya giriş sinyalleri 5 V'a kadar yüzer. Bunlar arasında Yaesu arayüzünde RxD, ICOM/Ten-Tee sürümünde veri yolu ve

Kenwood arayüzü. Test sırasında bunu simüle etmek için, bu hatlar 1-kn dirençler aracılığıyla bir 5-V kaynağına bağlanmalıdır. Bunları akım sınırlayıcı dirençler olmadan kaynağa bağlamak arayüz devresine zarar verecektir. Kenwood şemasındaki R5 ve R6 bunu göstermektedir. Bunlar - ICOM/Ten-Tec/Yaesu şemasında gösterilmemiştir (ancak hala gereklidir). Ayrıca, ayrı gerekçeleri not ettiğinizden emin olun

Test sırasında Kenwood arayüzü.

Tartışmaya değer bir diğer konu da radyonun iletişim yapılandırmasıdır. Radyo ve bilgisayarın seri portları aynı baud hızına, paritesine ve start ve stop bit sayısına ayarlanmalıdır. Radyonuzun belgelerini kontrol edin ve yazılımınızı ve radyoyu aynı iletişim ayarlarına sahip olacak şekilde yapılandırın.

9 Basit bir Seri İnterface

Bir alıcı-vericiyi bir bilgisayar seri portuna bağlamak için anRS-232-to-TTL arayüz seviye dönüştürücü oluşturmak için bir dizi olasılık vardır. N0XAS Dale Botkin tarafından burada açıklanan arayüz, sadece birkaç ortak parça gerektiren son derece basittir.

Yayınlanan seri arayüz devrelerinin çoğu aşağıdaki kategorilerden birine girer:

• Tek çip, MAX232 tipi. Bunlar nispeten pahalıdır, birkaç kapasitör gerektirir, çok fazla tahta alanı kaplar ve genellikle parça siparişi gerektirir.

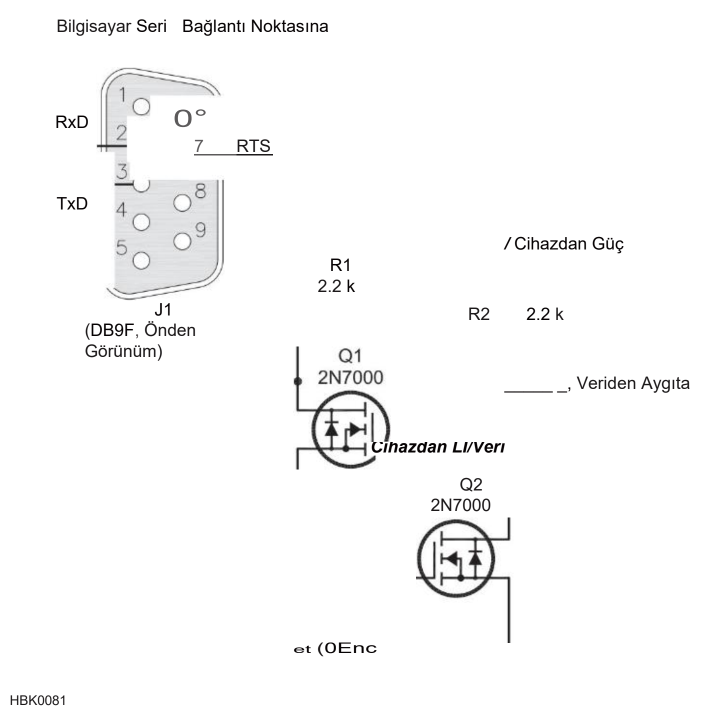
• Tek çip, MAX233 tipi. Bu versiyonun kapasitörlere ihtiyacı yok. Aksi takdirde, MAX232 tipi cihazın özelliklerinin çoğunu paylaşır, ancak daha da pahalıdır.

• Transistörler: Genellikle transistör tasarımları NPN ve PNP cihazlarının, dört ila sekiz veya daha fazla direncin ve genellikle kapasitörlerin ve diyotların bir karışımını kullanır. Bu çok fazla parça!

• Diğer yöntemler. Bazı tasarımlarda seri dirençler veya dirençli TTL mantık invertörleri kullanılır. Buradaki fikir, voltajların çip için spesifikasyonun dışında olabileceği, ancak akım yeterince düşükse cihaza zarar vermeyeceğidir. Bu, TTL/CMOS cihazı için her zaman güvenli değildir. Sadece bir seri direnç ile seri veri ters almaz, bu yüzden bir yazılım USART kullanı

SIMPLER YAKLAŞIMI

id EIA-232 belirtimi şunları belirtir:



Şekil 38 - Basit seri arayüz için şematik.
J1 - aygıta uyacak DB9F veya konektör Seri port. Pin atamalarının RxD için, TxD ve RTS farklı DB25 bağlayıcılar.
Q1, Q2 - Küçük sinyal MOSFET, 2N7000 veya equiv.

Veri için ± 3 V ile ± 12 V arasındaki sinyal seviyesi. Yazar, onlarca yıllık 1489 hat alıcısından en yeni tek çipli çözümlere kadar değişen cihazlar için veri sayfalarına baktı. Bulunan tek bir cihaz aslında negatif bir giriş voltajı gerektirmiyordu! Aslında, eski parçalar için gösterilen eşdeğer şematik, negatif bir - voltaj uygulandığında, zeminde veya yakınında ilk invertör aşamasına girişi tutan bir diyotu açıkça göstermektedir. Veri sayfaları, makul bir TTL seviyesi girişinin bu cihazları mükemmel bir şekilde çalıştıracağını göstermektedir .

PC tarafı seri port voltajlarını tam olarak çoğaltmanın yükünden kurtulan **Şekil 38'de gösterilen arayüz,** minimum parça sayısı ve düşük maliyet için tasarlanmıştır - **1 $'ın altında.**

Neden Ql ve Q2 için MOSFET'ler kullanılıyor? Bunun gibi İn anahtarlama uygulamaları, küçük sinyal kullanmanın birkaç avantajı vardır MOSFET'ler, 2N2222 veya 2N3904 gibi olağan bipolar seçimler üzerinde. İlk olarak, temel akım sınırlayıcı dirençlere ihtiyaç duymazlar - MOSFET voltajla çalışan bir cihazdır ve kapı kaynaktan ve drenajdan izole edilir. Bir 2N7000 üzerindeki kapı ± 20 V olarak derecelendirilmiştir, bu nedenle negatif voltajların kapıya ulaşmasını önlemek için bir sıkma diyotuna ihtiyacınız yoktur. Ayrıca ortak bipolar kuzenleri olarak ucuza sahip olabilirler. (İf kaynak 2N7000s Avrupa'da bir meydan okumadır, BS 170 pimlerin tersine çevrilmesi dışında temelde aynıdır.) Şimdi gereken tek şey, bir drenaj sınırlayıcı dirençtir, çünkü kapı akımı, ilgilenmemiz muhtemel olduğu kadar sıfıra yakındır .

Q **1,** girdisini TTL seviyesindeki cihazdan alır.

Ql veRl formasimpleinvertercircuit, ters çıkış seri konektörün 2 (RxD) pinine gider. RxD için çekme voltajı seri pin 7'den (RTS) gelir Konektör, böylece voltaj bağlı olan herhangi bir cihaz için doğru olacaktır - bir PC veya başka bir şey olsun. Q2 ve R2, seri konektörün 3. pininden TxD tarafından tahrik edilen başka bir invertördür. R2 için çekme voltajı, düşük voltajlı cihaz (radyo veya mikrodenetleyici projeniz) tarafından sağlanmalıdır.

İşte burda. İki ucuz küçük MOSFET, iki direnç. 2.2 k © 2, 4 W dirençler şimdiye kadar denenmiş her seri portla çalışıyor gibi görünüyor. Yazar, herhangi bir kullanıcıdan sorun yaşamadan seri arayüz için bu tam devreyi kullanarak birkaç yüz kit sattı. Dizüstü bilgisayarlar, masaüstü bilgisayarlar, USB'den seri dönüştürücüler, seri LCD ekran ve hatta seri kablosu anRS-232 bir Palm-IIİ. ile test edilmiştir. Ayrıca, VX- 7R ve FT-817 alıcı-vericiler için bilgisayar arayüzlerinde çok küçük değişikliklerle kullanılmıştır. Basit, ucuz ve harika çalışıyor - daha ne isteyebilirsiniz ?

10 USB İnterfaces ForYour Ham Gear

Seri bağlantı noktaları çoğu yeni bilgisayardan kayboldu. Bir zamanlar her yerde bulunan seri bağlantı noktası, bir zamanlar her bilgisayar sisteminin temel bir parçası olan diğer arayüzlerle birlikte, büyük ölçüde Evrensel Seri Veri Yolu (USB) bağlantı noktalarıyla değiştirildi. Bu, amatör topluluğa sorunlar sunar, çünkü seri portlar, kontrol, programlama, depolanan bellek ayarlarını yedekleme, yarışma günlüğü ve diğer uygulamalar için radyoları bilgisayarlara bağladığımız araç olmuştur ve olmaya devam etmektedir. USB bağlantı noktalarıyla donatılmış radyolar gerçekten nadirdir ve - jambon üreticileri tarafından satılan isteğe bağlı bilgisayar arabirimi ürünlerinin çoğu sadece seridir. N0XAS Dale Botkin tarafından burada açıklanan proje bir çözüm sunuyor.

UNIVERSAL SERIAL OTOBÜSÜ

Peki USB nedir ve jambon kulübesinde nasıl kullanılabilir? USB standardı, 1990'ların başında, kişisel bilgisayar sistemlerinde yaygın olarak kullanılan seri, paralel, klavye, fare ve diğer çeşitli arayüzlerin çoğu zaman rahatsız edici ve sinir bozucu dizisinin yerine geçti. Buradaki fikir, farklı veri türlerini farklı oranlarda, ortak bir iş üzerinde gönderen ve alan birden fazla cihazı idare edebilen tek bir arayüz kullanmaktır.Uygulama, sinyal seviyeleri, veri formatları, yazılım sürücüleri ve benzerleri için çok iyi tanımlanmış endüstri özellikleri nedeniyle oldukça iyi çalışır.

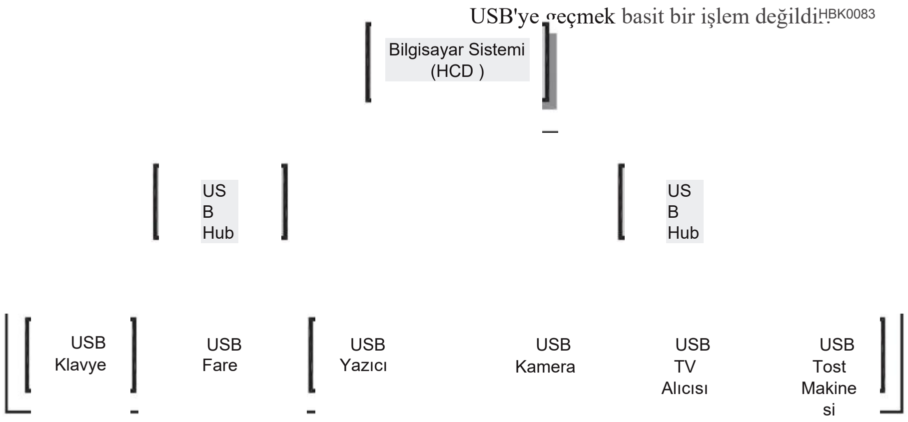
Neredeyse tüm yeni bilgisayar sistemlerinde standart donanım olarak en az iki ve bazen altı veya daha fazla USB bağlantı noktası bulunmaktadır. USB bağlantı noktaları ve genel USB aygıtları için destek, *Windows, Linux, Solaris, Mac OS* ve *BSD dahil olmak üzere çoğu işletim sisteminde yerleşik olarak bulunur*. USB kullanımı bilgisayarların ötesine geçti ve standart USB "B" Veya küçük 4 iletkenli "Mini B" konektörleri artık kameralar, cep telefonları, PD As, TV'ler, CD ve DVD kaydediciler, harici veri depolama sürücüleri ve hatta dijital resim çerçeveleri dahil olmak üzere her türlü elektronik cihazda bulunmaktadır. USB gerçekten evrensel hale geliyor, adından da anlaşılacağı gibi - her yerde, Amatör Radyo dişli hariç görünüyor!

Onlarca yıldır kullandığımız EIA-232 seri arayüz spesifikasyonu tam da budur - sinyalleme için kullanılan voltaj seviyelerini tanımlayan bir elektriksel arayüz spesifikasyonu. En yaygın olarak seri portlarla kullanılan asenkron seri formatı, kullanılan arabirim üzerinden verilerin nasıl gönderildiğini tanımlar. Aynı protokolü ve formatı kullanan herhangi iki cihaz, her ikisi de bilgisayar, her iki çevre aygıtı (yazıcılar, terminaller veya TNC'ler gibi) veya herhangi bir kombinasyon olsun, birbirleriyle konuşabilir. Gerekli olan tek şey, uygun kablo ve bağlantının her bir ucunda eşleşen parametrelerin (hız, veri bitleri, el sıkışma) seçimidir.

USB cihazlarda durum böyle değildir. USB, ana bilgisayar denetleyicisi (bilgisayarınız) ve aygıtlar için iyi tanımlanmış rollere sahip katmanlı yıldız mimarisi kullanır. Cihazlar - birbirleriyle doğrudan iletişim kuramaz, sadece bir ana bilgisayar ile .

Şekil 39'a bakınız. Yığının en üstünde, genellikle USB ağı içindeki tüm iletişimi kontrol eden bilgisayarınız olan ana denetleyici aygıtı (HCD) bulunur. Bilgisayarda, her biri bir veya daha fazla bağlantı noktasına sahip birkaç ana bilgisayar denetleyicisi olabilir. Ana bilgisayar denetleyicisi, karmaşık bir protokol kullanarak 127 cihaza kadar keşfeder, tanımlar ve konuşur. Hiçbir cihaz doğrudan başka bir cihazla iletişim kuramaz; Tüm iletişim ana bilgisayar denetleyicisi tarafından başlatılır ve kontrol edilir. Sonuç olarak, iki USB cihazını birbirine bağlayıp iletişim kurmalarını bekleyemezsiniz. (Bazı USB yazıcılar doğrudan dijital kameralarla konuşur, çünkü yazıcıda ayrıca yerleşik bir ana denetleyici bulunur .)

Muhtemelen zaten anladığınız gibi, seriden USB'ye geçmek basit bir işlem değildir.



Şekil 39 - Tipik USB mimarisi.

Voltaj seviyelerini ve hatta veri formatlarını dönüştürme meselesi. USB cihazlarının tümü, genellikle USB ana makinesiyle konuşmak için bellenimi kullanan özel bir USB arabirim yongası veya bir mikrodenetleyici şeklinde bazı gömülü "akıllılara" ihtiyaç duyar. Bir zamanlar RS-232 serisini birçok radyo tarafından kullanılan TTL voltaj seviyelerine uyarlamak için basit transistör devrelerini kullanabildiğimiz yerde, şimdi USB arayüzünün tamamını resme eklemeliyiz.

USB spesifikasyonu serbestçe kullanılabilir ve iyi belgelenmiştir ve arayüzü kullanmak için yazılımı tasarlamakla ilgili kitaplar vardır. Eğer sıfırdan başlıyorsanız, USB'nin nasıl çalıştığını tam olarak anlamak, kendi USE donanımlı cihazınızı tasarlamak ve inşa etmek bile çok zor bir iştir. Yeterince istekli ve adanmış iseniz, oldukça geniş bir yelpazede mevcut mikrodenetleyiciler kullanarak kendi USB cihazınızı uygulayabilirsiniz. Ayrıca, bir veya iki cihazda eksiksiz bir USB arayüzü veya bunun bir kısmını uygulayan özel işlev yongaları da vardır.

Neyse ki, birkaç üretici USB'yi deneyci için nispeten kolay hale getirmek için adım attı. En yaygın kullanılan çözümlerden biri Gelecek - Teknoloji Cihazları İnternational (FTDI). FTDI, bir tarafta Evrensel Seri Veri Yoluna takılan ve diğer tarafta seri veya paralel bir arayüz sunan bir diziUSB arabirim yongası üretmektedir. Çipler oldukça çok yönlüdür ve cep telefonlarından USB'den seri kablolara kadar çok çeşitli cihazlara USB işlevselliği eklemek için yaygın olarak kullanılır. Ayrıca, bir USB konektörlü plug-in modülleri ve arayüz mantığı gibi çeşitli formlarda, hepsi standart bir İC soketine takılabilen küçük bir PC kartında mevcuttur.

CONSTRUCTION

Bu proje, FTDI'dan bir FT232R serisi çip kullanarak USB arayüzünü bilgisayarınızdan TTL düzeyinde bir seri arayüze bağlar ve birçok farklı jambon kulesiyle kullanıma uyarlanabilir. Çip, USB arayüzünü işlemek, bilgisayardan gelen sorgulara ve komutlara yanıt vermek ve seri veri göndermek ve almak için yerleşik bir mantığa sahiptir. FTDI'dan (ve Windows *ve* diğer birçok sistemde yerleşik) bulunan özel sürücüleri kullanarak, programlarınıza standart bir seri COM portu olarak görünebilir.

Seri verilere dönüşüm yapıldıktan sonra, kalan tek şey sinyalleri ekipmanınız tarafından kullanılan belirli bir arayüze uyarlamaktır. Birçok durumda, bu seri veriler uygun konektör kullanılarak doğrudan teçhizata bağlanabilir. Diğerleri için, üreticiler tarafından kullanılan çeşitli arayüz şemalarını karşılamak için bazı ekstra devreler gerektirebilir. En yaygın olanı, birkaç ucuz parça kullanılarak kolayca yerleştirilebilen açık toplayıcı bir veri yolu tipi arayüzdür.

Bu projenin inşaatı birkaç farklı şekilde ele alınabilir. FT232R serisi cips çeşitli sup-mevcuttur

Düşük maliyetle pense. Ne yazık ki, yalnızca özel bir baskılı devre kartı kullanmadığınız sürece çalışmak zor olabilecek SSOP ve QFLP yüzey montaj paketlerinde mevcuttur. (Paketi tanımlamak için parça numarasına ek bir harf eklenir. Örneğin, FT232RL 28 pinli bir SSOP paketi kullanır.) SSOP-to-through-hole adaptör kartları mevcuttur, ancak nispeten pahalıdır ve yine de bazı ince lehimleme gerektirir.

Neyse ki FTDialso TTL-232R şeklinde bir çözüm satıyor **(Şekil 40).** İt, bir USB "A" konektörü, bir FT232RQ yongası ve gerekli güç koşullandırmasını, plastikle kaplanmış küçük bir PCB üzerinde, normal bir USB konektörünün boyutunda içerir. 6 ft uzunluğunda bir kablo, zemin, + 5 V ve TTL seviyesi TxD, RxD, RTS ve CTS sinyalleri sağlayan 6 konumlu bir satır içi başlıkta sona erer .

Bu sinyalleri doğrudan kendi mikroişlemci projelerinize bağlayabilir ve "anında" USB bağlantısına sahip olabilirsiniz. Ayrıca, farklı radyolarla kullanılmak üzere çeşitli yüzey kabloları veya panoları da oluşturabilirsiniz. Bu düzenleme, deneyci ve birkaç farklı teçhizatla kullanım için birkaç farklı arayüze ihtiyaç duyabilecek kişi için idealdir - çoğumuz gibi! TTL-232R kablosunun maliyeti oldukça makul, aslında kendi eşdeğer cihazınızı oluşturmak için bir prototip PCB'ye sahip olmanın maliyetinden daha düşük. Elbette bu seçenek daha fazla esnekliğe ihtiyaç duyanlar için hala mevcut.

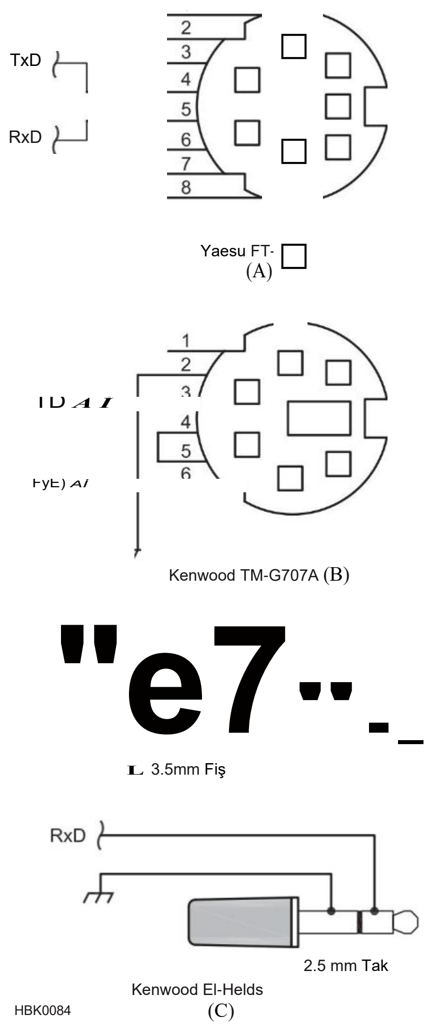
USING USB İN THE SHACK

USB-seri dönüştürme bu kadar kolay ele alındığında, kalan tek görev, FT232R TTL seviyesindeki seri arayüzünü, kendi radyonuzun kullandığı arayüze uyarlamaktır. Yaesu FT-817, Kenwood TM-G707A ve diğerleri gibi bazı teçhizatlar söz konusu olduğunda, **Şekil 41'de gösterildiği gibi, sadece sağ konektörü kablolama meselesidir.**

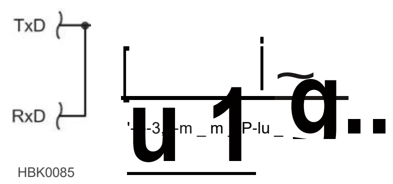
Bireysel ICOM ve Ten-Tee teçhizatlarıyla iletişim kurmak için, basit bir çözüm, veri sinyallerini birbirine iletmek ve almak ve **Şekil 42'de gösterildiği gibi '% -inch stereo fişi bağlamaktır.** Bu, bağlı tek bir cihazla çalışır, ancak Cİ-V veri yoluna birden fazla cihaz takmakla uyumlu olması için gereken açık toplayıcı sürücülerden yoksundur .



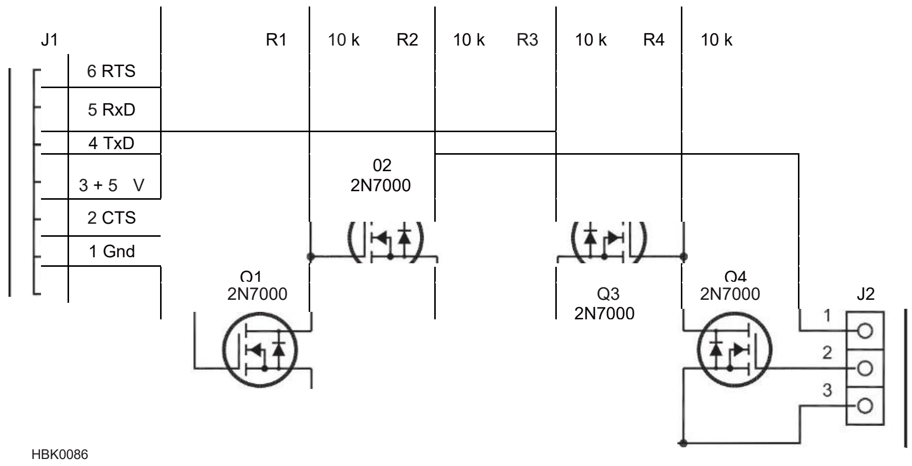
Şekil 40 - FTDI TTL-232R kablosu inşaatı basitleştirir.



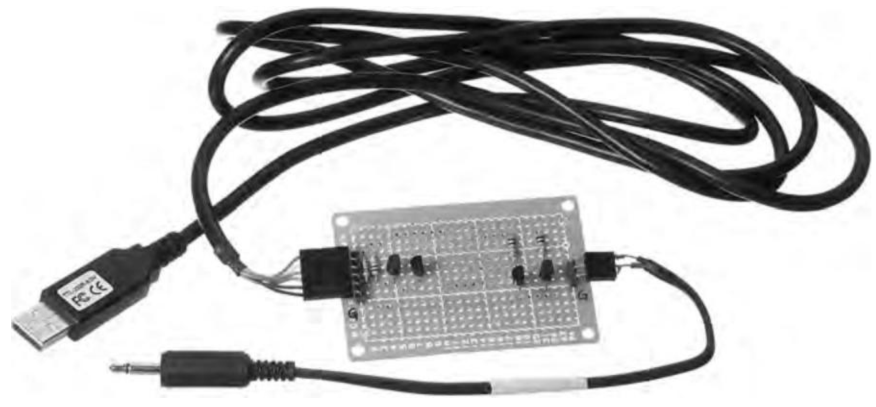
Şekil 41 - FTDI USS-to-serial arayüzünü bazı radyolarla kullanmak bu kadar basittir
Bir konektörü kablolamak gibi. Bağlantılar Yaesu FT.817 A'da, Kenwood TM-G707A (PG-4 tipi) B'de ve Kenwood el helds (PG-5 tipi) C'de gösterilir. Zemin, RxD ve TxD bağlantıları, TTL- 232R kablosundaki 6 pinli konektöre yapılır.



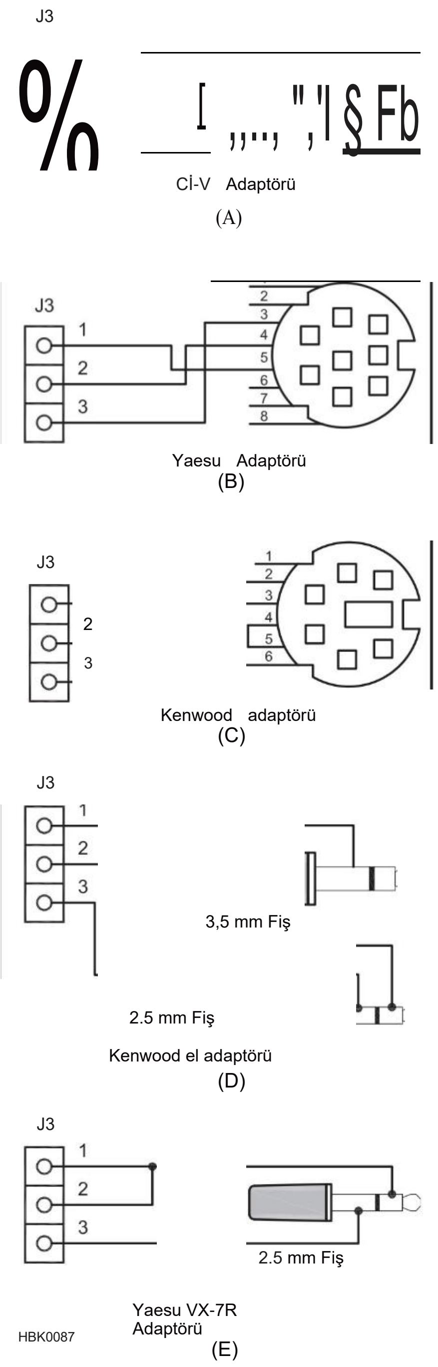
Şekil 42 - İletme ve alma veri sinyalleri, tek bir Ten-Tee veya ICOM Cİ-V cihazı ile kullanılmak üzere birbirine bağlanabilir.



Şekil 43 - Temel arabirim tampon kartının şeması.
J1 - 6-pin, maç için 0.1-in pitch header Q1-Q4 - Küçük sinyalli MOSFET, 2N7000, TTL-232R kablo. BS-170 veya equiv.
J2 - radyo kablosunu eşleştirmek için 3 pinli başlık. R1-R4- 10 k © , % W.



Şekil 44 - Tamamlanmış tampon tahtası. Çeşitli radyolar için adaptör kabloları anakartın sağ kenarındaki başlığa takılır.



Şekil 45 - Tampon kartını çeşitli radyolarla kullanmak için adaptörler. J3, tampon kartında kullanılan bağdaştırıcıyla eşleşir.

A LITTLE MORE VERSATILITY

Elde tutulan birçok alıcı-verici, hem iletmek hem de almak için tek bir veri hattı kullanır. Bu yöntem Cİ-V'ye çok benzer, ancak tek bir cihaz için açık toplayıcı veya açık drenaj konfigürasyonu gerektirir. Teçhizata bir arayüz sağlamak için bazı ek tamponlamalar gereklidir.

Şekil 43, çeşitli telsizlerle kullanılmak üzere genel amaçlı tampon panosunun tasarımını göstermektedir. Bu devre sadece her yönde veri için bir girmeyen, açık drenaj arabelleği sağlar. Çeşitli donanımlar için adaptörler, başka bir değişiklik gerekmeden J2'ye takılabilir. Bipolar meslektaşları yerine MOSFET'lerin kullanılması, parça sayısını azaltır. 2N2222 veya benzeri transistörleri kullanırken ihtiyaç duyacağınız gibi baz akımı sınırlamak için ek dirençlere gerek yoktur. Parçalar, **Şekil 44'te gösterildiği gibi küçük bir proje panosuna monte edilebilir.**

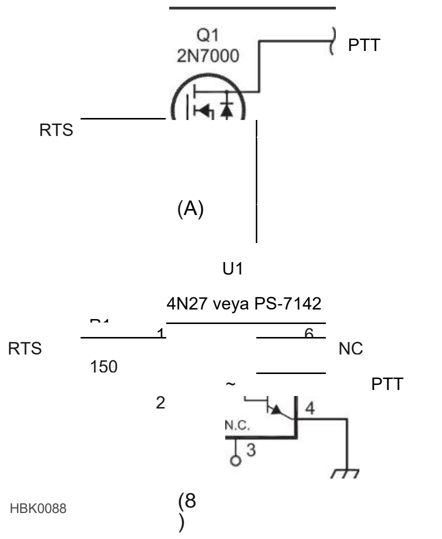
Bu düzenleme son derece çok yönlü olduğu ortaya çıkıyor ve Cİ-V, FT-817, Yaesu VX serisi el bilgisayarları ve yazarın test edebildiği diğer donanımlar. Gerekli olan tek şey, temel arayüz kartından teçhizata uygun adaptör kablosudur. Bazı örnekler **Şekil 45'te gösterilmiştir.**

ADDING PTT

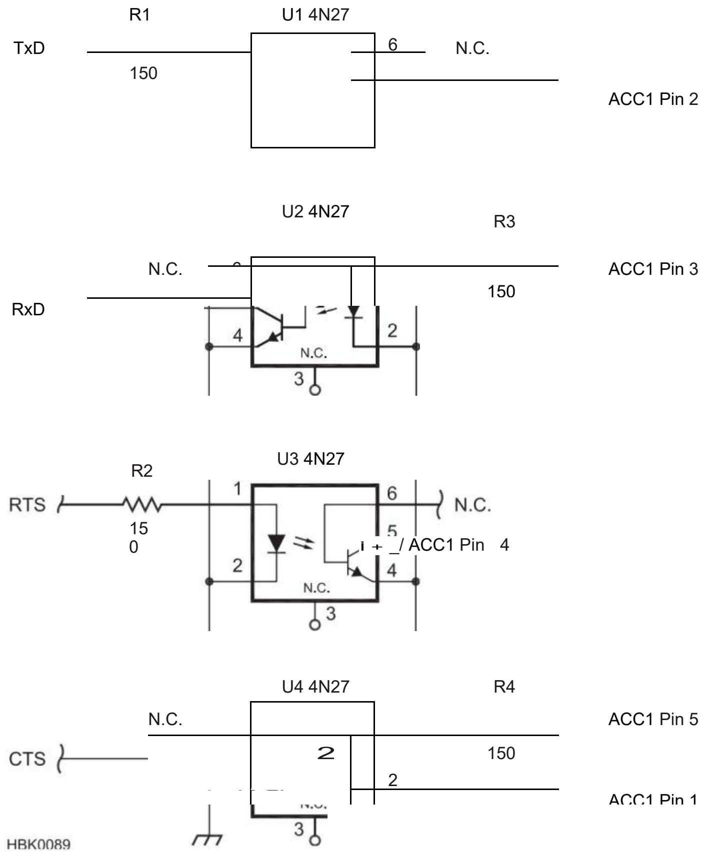
PTT kullanımı oldukça basittir ve **Şekil 46'da gösterildiği gibi izolasyonlu veya izolasyonsuz olarak yapılabilir.** İzole olmayan bir PTT hattı için, FT232RL'nin RTS çıkışından 2N7000 veya benzeri bir MOSFET'in kapısını kolayca sürebiliriz. Optik olarak izole edilmiş bir PTT çıkışı tercih ederseniz, eklemeniz gereken tek şey bir direnç ve 4N27 veya PS-7142 gibi bir optokupler. TTL-232R RTS sinyali ile seri olarak 100 © 2 direnç sağladığını unutmayın (aynı şey TxD için de geçerlidir), bu nedenle optocoupler'in girişi için normalde kullanacağınızdan daha küçük bir değer direnci (Rl) kullanılabilir.

Veri hatlarını doğrudan teçhizata bağlarken birçok kişi için uygun bir çözüm-

Plikasyonlar, bazı Kenwood HF kuleleri farklı bir yaklaşım gerektirir. Ters TTL düzeyinde veri gerektirirler ve izole edilmiş bir arayüz kullanmadıklarında bilgisayardan "karma" gürültü yaşayabilirler. **Şekil 47,** TS-850S gibi bir Kenwood teçhizatına bağlanmanın optik olarak izole edilmiş bir yöntemini göstermektedir. Bunun test edilmediğini, ancak tasarımın TS-850S ve benzeri radyolar için çok sayıda seri arayüz örneğine benzediğini unutmayın.



Şekil 46 - PTT izolasyon (A) olmadan veya bir optoizolator (B) ile eklenebilir.



Şekil 47 - Ters TTL düzeyinde veri ve izole hatlar gerektiren TS-850S ve benzeri HF alıcı-vericileri için İsolated Kenwood arayüzü.

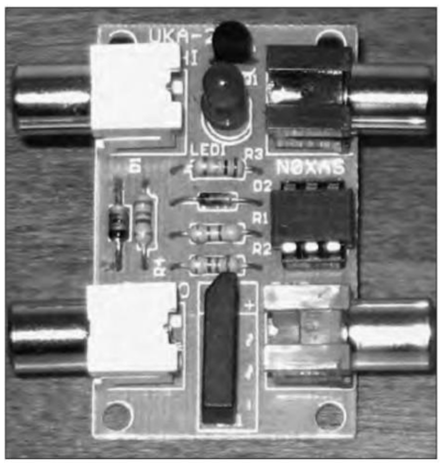
Yeni jambon dişlisinde küçük USB "Mini B" konektörünü görmeye başlamadan önce muhtemelen sadece bir zaman meselesi. İt, hemen hemen her ürüne USB eklemek için ucuz ve kolay hale geldi ve seri portlar gittikçe daha nadir hale geldikçe, üreticiler sonunda geçiş yapmak için ezici tüketici talebiyle karşı karşıya kalacaklar. Bu arada, küçük bir ev bira yapmak ve çok az maliyetle jambon dişli tüm konuşmak için yeni, seri port ücretsiz bilgisayar kullanabilirsiniz.

11 Anahtarlama ve Tüp Dişli İnterfaces

Günümüzün katı hal, düşük voltajlı ekipmanı için tasarlanmış anahtarlama ve anahtarlama arayüzleri, vakum tüpü dişlisine veya daha yüksek pozitif oregatif voltaj kullanan diğer ekipmanlara doğrudan bağlantılar için uygun değildir. Bu bölüm, N0XAS tarafından bir anahtarlama arayüzü ve çeşitli arayüz ihtiyaçlarına uyarlanabilen iki genel amaçlı arayüz sunar.

11.1 Evrensel Anahtarlama Adaptörü

N0XAS yaşındaki Dale Botkin, eski Heathkit HW-16 restore etmeye başlamak üzereyken, bu tüp teçhizatını elektronik bir anahtarlayıcı kullanarak anahtarlamak için neye ihtiyaç duyulacağını keşfetmenin zamanı geldiğine karar verdi. Bu teçhizatın anahtar jakı negatif bir voltaja sahiptir, -85 V veya daha fazla. 60 V olarak derecelendirilmiş bir katı hal anahtarının 2N7000 çıkışı bile bununla eşleşmeyecektir. **Şekil 48'de gösterilen Evrensel Anahtarlama Adaptörü (UKA),** modem keyer ile klasik tüp tipi verici arasındaki boşluğu kapatır ve



Şekil 48 - Evrensel Anahtarlama Adaptörü 2. Parça sayısı düşüktür ve kolayca küçük bir proje kartı üzerine inşa edilebilir.
Daha yeni bir sürüm www'den bir kit olarak mevcuttur. hamgadgets.com .

Eski tüp tipi amplifikatör TR anahtarlama hatlarını, voltaj veya akım gereksinimlerini karşılayamayan katı hal alıcı-vericileri ile anahtarlamak için de kullanılabilir.

KEYNG PROGRAMLARI

Eski dişli genellikle iki anahtarlama şemasından birini, ızgara bloğu veya katot anahtarlamasını kullanır. Gridblock anahtarlama, anahtarınızın genellikle 150 V aralığında oldukça yüksek negatif önyargı voltajlarını tutmasını gerektirir. Katot anahtarlama, + 350 V'a kadar olan voltajlarla daha talepkardır. Çoğu modem katı hal anahtarlayıcı, yalnızca düşük voltajlı, pozitif anahtarlama için uygun basit bir transistör çıkış devresi kullanır. Açıkçası, ne ızgara bloğu ne de katot anahtarlı vericiler böyle bir çıkışa bağlanmamalıdır! En azından anahtarcıya zarar verecek .

Çoğu ızgara bloğu anahtarlama adaptörü bir veya iki bipolar transistör kullanır ve özellikle ızgara bloğu donanımları için tasarlanmıştır. Bu, gittiği sürece iyidir, ancak aynı zamanda katı hal kuleleri için bir kurulumunuz olmasını

İzgara bloklu kuleler ve yine bir katot anahtarlı tekne çapa da varsa başka. Bu optimum bir çözüm değil. Tabii ki, hemen hemen her şeyi anahtarlamak için bir röle kullanılabilir, ancak röle temas gürültüsü hızla gerçekten rahatsız edici olur. Röleler de sonunda yıpranır, kontaklar kirlenir ve bobinler biraz akım kullanabilir, bu da pille çalışan anahtarların çok sınırlı pil ömründen muzdarip olacağı anlamına gelir.

Katı Hal Röleleri

Katı hal röleleri vardır, ancak pahalı olabilirler. Yazar sonunda ideal bir çözüm gibi görünen şeye çarptı. Ucuz, küçük, nispeten düşük akım, düşük voltaj kontrolü kullanır ve oldukça yüksek ac veya de voltajları değiştirme yeteneğine sahiptir. Mükemmel! Crydom, NEC, Fairchild, Omron ve diğer üreticiler çok benzer küçük, ucuz MOSFET katı hal röleleri yapar. Uygun model numaraları NEC PS7142 ve PS7342, Fairchild HSR412, Omron G3VM-401B ve diğerlerini içerir. Seçilen parçaya bağlı olarak, birkaç yüz miliampere kadar işleyebilir ve 400 V ac veya de'ye kadar geçiş yapabilirler. Tüm bunlar 6 pinli bir DIP form faktöründe ve sadece birkaç dolar için!

MOSFET katı hal rölesi (SSR) bir optoizolatöre çok benzer, ancak biraz daha çok yönlüdür. Ac veya de yükleri değiştirilebilir ve izin verilen yük voltajları normal optoizolatlardan çok daha yüksektir. Röle girişini tahrik etmek, cihazın içindeki bir LED üzerinde tum'a birkaç mA akım sağlamayı içerir. Bu, önerilen 10 ila 30 mA'lık bir ileri akımda yaklaşık 1.4 V gerektirir. Çıkış, ortak kaynaklara sahip bir çift MOSFET ve sabit kablolu bir kapı yerine bir fotoğraf kapısıdır. LED'deki Tum ve MOSFET'ler yönetir, LED'i kapatır ve MOSFET'ler kapanır. Tıpkı bir röle gibi, basit ve zarif.

KEYNG ADAPTÖRÜ CIRCUITS

Basit bir transistör invertörünün eklenmesi, bilgisayar anahtarlamasının düz bir anahtar, hata veya anahtarcıdan gelen girişle paralel olarak kullanılmasına izin verir. Bu, örneğin, zaman zaman elle bazı bilgiler göndermesi gerekebilecek anahtarlama için bilgisayar kullanan yarışmacılar için kullanışlıdır. **Bakınız Şekil 49.** Ortak NPN transistörü yerine 2N7000 bir MOSFET'in kullanılması, hem seri hem de paralel port kullanımını kolaylaştırır, çünkü kapı 20 V'a kadar pozitif veya negatif dayanabilir ve akım sınırlaması gerekmez. Bu örnekte, Rl değeri daha önce belirtildiği gibi belirlenmelidir. R2'nin amacı MOSFET kapısının yüzmesini engellemektir, bu nedenle değeri kritik değildir, ancak 10 k © veya 100 k © iyi değerlerdir .

Tasarım sonunda ac veya de girişine izin veren bir tam dalga köprü doğrultucu, voltaj regülasyonu için bir Zener diyot ve bir LED

gelişti. Sonuç şuydu Evrensel Anahtarlama Adaptörü 2. UKA-2, yaklaşık 30 V'a kadar herhangi bir de veya ac güç kaynağını kabul edebilir ve bazı güç - kaynağı parçalarını değiştirerek veya ortadan kaldırarak daha düşük güç pili çalışmasına uyarlanabilir. Daha yeni bir sürüm **www'den kit formunda mevcuttur. hamgadgets.com.**

DİĞER CONFIGURATIONLAR

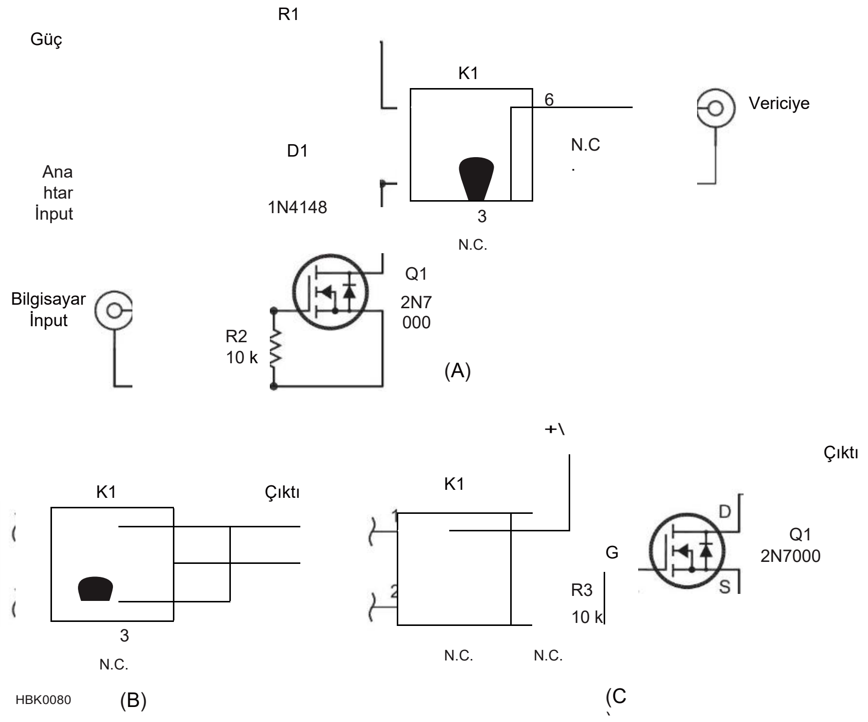
Sadece pozitif veya sadece negatif voltajlar kullanılacaksa, çıkış akımı kapasitesinin büyük ölçüde artırılabileceğini ve iki MOSFET tahliye çıkışının seri yerine paralel olarak bağlanmasıyla on-state direncinin büyük ölçüde azaldığını belirtmek gerekir. Bunun bir örneği Şekil 49B'de gösterilmiştir. HSR412 için maksimum yük akımı seri çıkış için 140 mA'dan paralel için 210 mA'ya yükselir. Bu düzenlemenin ek bir özelliği, MOSFETS'in içsel "vücut diyotlarının" varlığıdır. Eğer dahili bir anahtarlama rölesine sahip bir amfi açıyorsanız, bu röle serbest bırakıldığında arka EMF'nin bir kısmını emmeye hizmet edebilir. Bu düzenlemenin, İC'nin 5 numaralı pininin diğer iki pinden daha düşük bir voltajda olmasını gerektirdiğini unutmayın - başka bir deyişle, pozitif anahtarlama için topraklama veya V fornegatif anahtarlama. Çıkış girişten tamamen izole edildiğinden, çıkış konektörünün polaritesi açığa çıkma riski olmadan değiştirilebilir Diğer donanımınız tehlikeli voltajlara.

İC katı hal röleleri geniş bir yelpazede iyi olmasına rağmen, cihazın paralel olarak çıkışlarla bile güvenli bir şekilde idare edebileceğinden daha fazla yük sunan uygulamalar vardır. Nominal cihaz akımından daha fazla yükler için harici bir MOSFET anahtarı kullanılabilir. Yine, elde edilen çıktı girişten optik olarak izole edilir. Şekil 49C'de gösterilen Direnç R3, giriş etkinleştirilene kadar 2N7000 MOSFET'in kapısını düşük tutar, bu nedenle değeri kritik değildir. Kapı voltajı + V'nin yalnızca seçilen cihaz için güvenli aralıkta olması gerekir; Çoğu durumda 12 V iyi olacaktır .

UKA tasarımı hem ızgara bloğu hem de katot anahtarlı kuleler ve katı hal ile iyi çalışır. İt, uygun anahtarlama röleleri veya devreleri ile donatılmamış katı hal alıcı-vericileri ile eski tüp güç amplifikatörlerini anahtarlamak için oldukça iyi çalışır. Giriş, şimdiye kadar denenmiş herhangi bir teçhizat, anahtar, elektronik keyer, seri veya paralel port ile iyi çalışır.

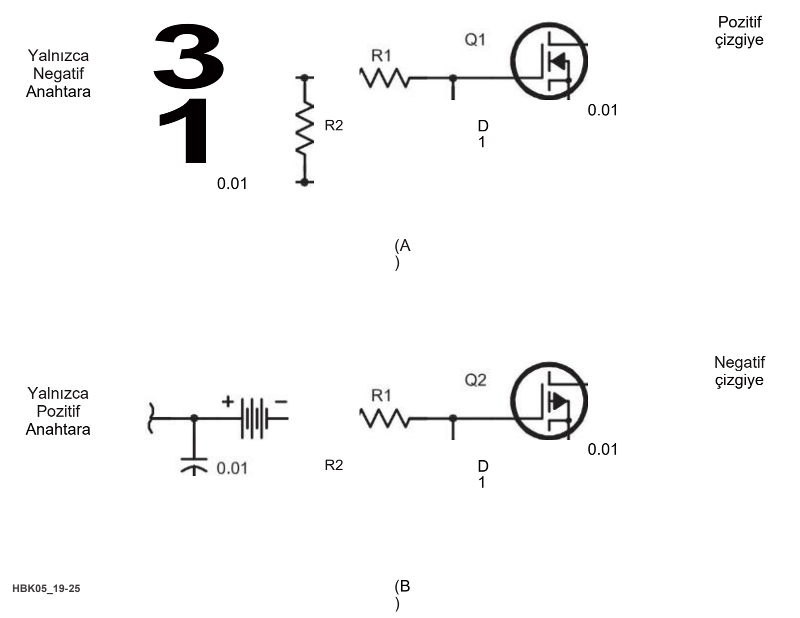
11.2 Katı Hal Anahtarlama Devrelerine Yüksek Gerilim Ekipmanlarının Yerleştirilmesi

HV (yüksek voltajlı) vakum tüpü dişlisini katı hale bağlamak için daha fazlası gereklidir

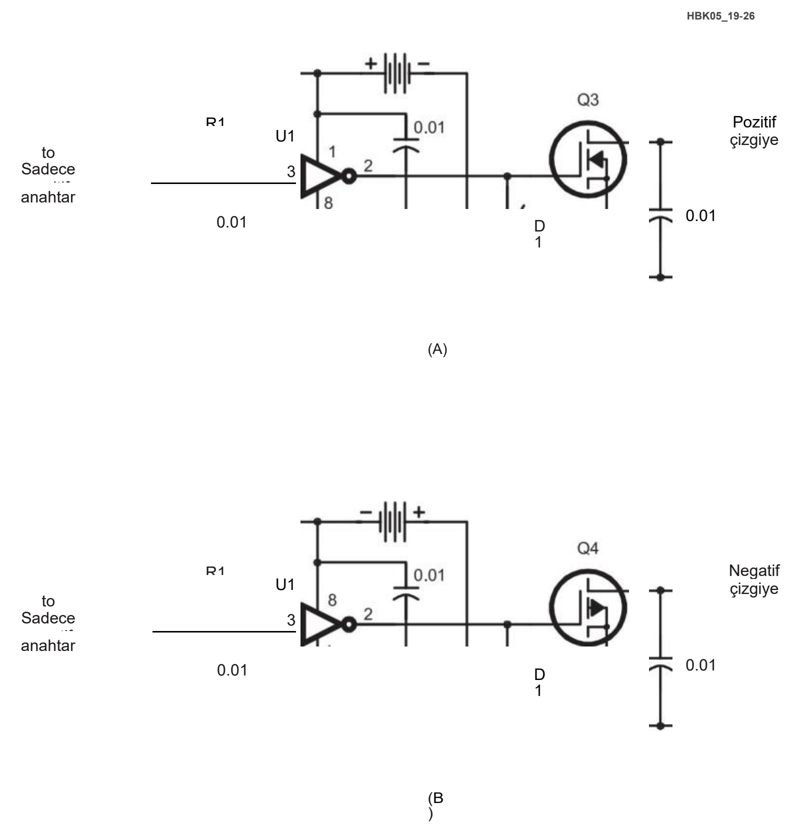


Şekil 49 - Bilgisayar anahtarını bir el anahtarı veya anahtarcı ile paralel olarak kullanma hükümlerine sahip Evrensel Anahtarlama Adaptörü devresi. Yük akımı kapasitesini arttırmanın iki yöntemi B ve C'de gösterilir (tartışma metnine bakınız).

K1 - Optik olarak bağlanmış katı hal rölesi, Kaynak voltajı (metne bakınız). 150 kullanın veya
Fairchild HSR412 veya eşdeğeri. 220 (iki AA hücresi için; 13.8 V için 1 kO
R1 - ¼ W direnç, arza göre değişir De power.



Şekil 50 - Zıt giriş ve çıkış kutupları için seviye değiştirici devreler. A'da, sadece negatif bir anahtardan pozitif bir çizgiye; B, sadece pozitif bir anahtardan negatif bir çizgiye.



Şekil 51 - Aynı polarite seviye değiştiricileri için devreler. A'da, yalnızca pozitif anahtarlar ve çizgiler için; B, sadece negatif anahtarlar ve çizgiler için

BT1 - 9-V transistör-radyo pili.
D1 -15-V, 1-W Zener diyot (1N4744 veya equiv).
Q3 - IRF620.
S4 - IRF220 (metne bakın).
R1 - kO2 10, %10, % W.
U1 - CD4049 CMOS ters hex arabelleği, kullanılan bir bölüm (gösterilmeyen kullanılmayan bölümler; Pimler 5, 7, 9, 11 ve 14 yere bağlı).

Aksesuarlar bir kablodan ve uygun konektörlerden daha fazladır. Bazı ekipmanlarda kullanılan katı hal anahtarlama cihazları, vakum tüpü dişlisinin HV yükünü değiştirmek için kullanılırsa imha edilecektir. Polarite de önemlidir. Voltaj yeterince düşük olsa bile, bir anahtar hattı bir katı hal cihazını arızalanmasına neden olacak şekilde önyargılı olabilir. Gerekli olan başka bir seviye dönüştürücü şeklidir .

MOSFET DÜZEY DÖNÜŞTÜRÜCÜLER

Röleler genellikle ekipmanı arayüz etmek için donatılabilirken, gürültüleri, yavaş hızları ve harici güç gereksinimleri onları bazı durumlarda çekici olmayan bir çözüm haline getirir. Bir alternatif güç MOSFET'leri kullanmaktır. Önemli voltajları ve akımları idare edebilen güç MOSFET'leri ortak tasarım öğeleri haline gelmiştir. Bu onları ucuz ve hazır hale getirdi.

Neredeyse tüm kontrol sinyalleri, kontrol hattının bir tarafı olarak ortak bir zemin kullanır. Bu, ekipman birbirine bağlandığında dört temel seviye dönüşüm senaryosundan birine yol açar:

1) Pozitif bir çizgi, yalnızca negatif bir kontrol anahtarı ile harekete geçirilmelidir.
2) Negatif bir çizgi, yalnızca pozitif bir kontrol anahtarı ile harekete geçirilmelidir.
3) Pozitif bir çizgi, yalnızca pozitif bir kontrol anahtarı ile harekete geçirilmelidir.
4) Negatif bir çizgi, yalnızca negatif bir kontrol anahtarı ile harekete geçirilmelidir.

3. ve 4. durumlarda polarite sorun değil. Bu durumlar ne zaman önemli hale gelirkontrol-anahtarlamaGerekli açık devre voltajını veya kapalı devre akımını idare etmek mümkün değildir.

Vaka **1, Şekil SOA'daki devre tarafından ele alınabilir.** Bu devre, pozitif CW anahtar hatlarına ızgara bloğu anahtarlaması için tasarlanmış anahtarlayıcıları arabirim yapmak için idealdir. Durum 2'ye uygun bir devre Şekil *SOB'da gösterilmiştir.* Bu devre basitçe devre polaritesine göre Şekil 50A'deki ayna görüntüsüdür. Burada, negatif çizgiyi yalnızca pozitif bir kontrol anahtarından harekete geçirmek için bir P kanalı cihazı kullanılır. D **1 için RI, R2 ve Zener voltajı değerleri** anahtarlama cihazına göre belirlenmelidir .

Vaka 3 ve 4, **Şekil 51'de gösterildiği gibi bir invertörün eklenmesini gerektirir.** İnvertör, MOSFET'in kapısını yüksek bir şekilde çalıştırmak için gereken mantık tersini sağlar ve kontrol anahtarı girişi yere düşürdüğünde kontrol hattını etkinleştirir.

Hemen hemen her türlü güç MOSFET, voltaj ve akım değerlerinin anahtarlanacak sinyal seviyelerini işlemek için yeterli olması koşuluyla, seviye dönüştürücülerinde kullanılabilir. Çoğu büyük posta siparişi veren tedarik evlerinden çok çeşitli uygun cihazlar mevcuttur.

12 PICAXE Tabanlı Zamanlayıcı

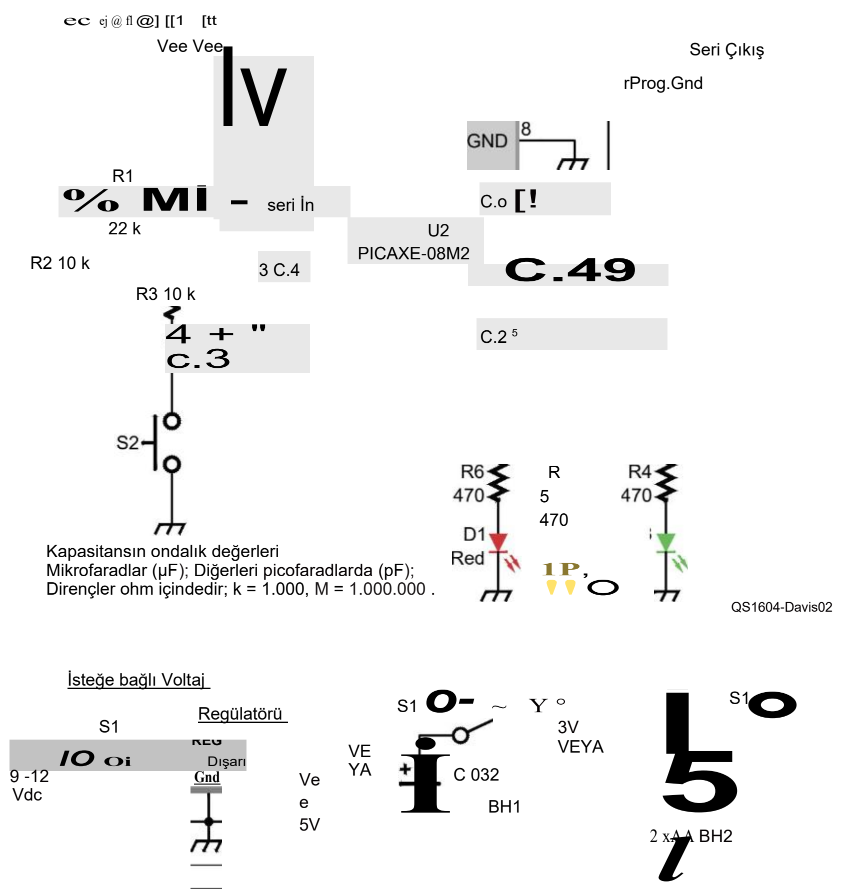
Darrell Davis, KT4WX **(www.kt4wx.org) tarafından hazırlanan bu proje** ilk olarak *QST'nin Nisan 2016 sayısında yayınlandı*. - Programlama ayrıntıları, yazılım için bir akış şeması ve ilgili dosyalar dahil olmak üzere tam makale, bu kitabın indirilebilir ek bilgilerinde yer almaktadır.

ThisPICAXEmicrocontroller-basedtimer, analog İC **tabanlı** zamanlayıcılar için programlanabilir bir alternatiftir. İt, mikrodenetleyiciler ve yazılım geliştirmeye aşina değilseniz, mükemmel bir'ilk mikrodenetleyici'projesi olan basit bir tasarımdır. Program iki zamanlayıcı moduna sahiptir - 3 dakika (zaman aşımlarını önlemek için tekrarlayıcı kullanımı için) ve 10 dakika (istasyon tanımlama için FCC gereksinimlerini karşılamak için genişletilmiş QSO'lar için).

Şekil 52'deki zaman şematik diyagramı, düşük uçlu sekiz uçlu PICAXE 08M2 mikrodenetleyicisine dayanmaktadır. Pin 1 + V cc ve pin 8 topraktır. Devre, zamanlayıcı durumunu belirtmek için 3, 5 ve 6 pinleriyle kontrol edilen üç ayrı LED kullanır. Pin 7, bir programcıya giden seri veriler için kullanılır ve pin 2, programcıdan gelen verilerdir. Rl ve R2, programlayıcı bağlı olmadığında girişin kararsız çalışmaya neden olabilecek şekilde "yüzmesini" önlemek için pin 2'deki voltajı kontrol eder. Pin 4, pull-up resistör R3 ve switch S2 ile birlikte bir sıfırlama girişi görevi görür .

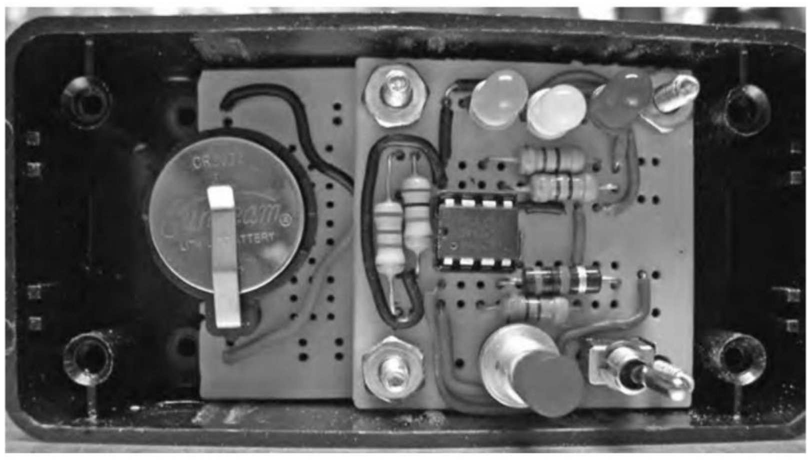
İnşaat kritik değildir ve devre, **Şekil 53'te gösterildiği gibi perfboard üzerindeki noktadan noktaya kablolama kullanılarak monte edilebilir.** Monte edilen devre bağımsız bir muhafazaya monte edilebilir veya daha büyük bir projede modül olarak kullanılabilir. LED'ler kontrolör tertibatından bir veya iki inçten daha fazla ayrılırsa, - devreye RFI'yi önlemek için diyotlar boyunca 0.01 µF seramik kapasitörler ekleyin veya güçlü bir yerel RF sinyalini düzelten ve harmonikler üreten LED'lerden.

50 mA kapasiteli 3 ila 5 V de arasındaki herhangi bir voltaj kaynağı devreye güç sağlamak için yeterlidir. 7805 tabanlı bir regülatör şemaya dahil edilmiştir. CR2032-style madeni para hücresi gibi bir lityum iyon pil, Şekil 52'de gösterildiği gibi taşınabilir veya mobil kullanım için devreye güç sağlamak için kullanılabilir.



Şekil 52 - Üç güç seçeneğini gösteren PICAXE zamanlayıcısının şematik diyagramı.

BH1 - Pil tutucu, CR2032 tarzı. S1 - SPST mini geçiş anahtarı.
BH2 - 2 x AA pil tutucu. S2 - Anlık SPST basma düğmesi
D1 - D3 - Kırmızı, yeşil ve sarı LED'ler. değiştir .
J1 - Sekiz uçlu DIP soketi. U1 - PICAXE 08M2 Mikrodenetleyici, www.
R1 - 22 kn, ¼ **W direnç. picaxe.com/Hardware/PICAXE-Chips /**
R2, R3 - 10 kn, ¼ W direnç. PICAXE-08M2-microcontroller/
R4 - R6 - 470 n, ¼ W direnç. U2 - LM7805 5 V regülatör.



Şekil 53 - Plastik bir kasanın içine monte edilmiş zamanlayıcı ve pil kartı.

13 SDR için Arduino Tabanlı Düğme Kutusu

Aşağıdaki bölüm, ilk olarak Kanada Radyo Amatörleri dergisi *The Canadian Amateur'de (TCA) basılan Michael Stott, VE3EBR tarafından aynı adı taşıyan makaleye dayanmaktadır.* Makalenin tamamı ve destekleyici dosyalar, indirilebilir ek içerikle ve makalede atıfta bulunulan web sitelerinde çevrimiçi olarak sağlanır.

SDR ekipmanı amatörlerle giderek daha popüler hale geliyor, analog elektroniği yerinden ediyor ve amatörlerin çalışma şeklini değiştiriyor ve hatta radyo spektrumunu düşünüyor. Çoğu SDR telsizinin kullanıcı arayüzü, uygulanması kolay ve ucuz olan, ancak her zaman bir işlevi kontrol etmenin veya gerçekleştirmenin en duyarlı veya sezgisel yolu olmayan fare ve klavye kontrollerine sahip bir PC ekranı olarak uygulanır - fiziksel bir düğme veya anahtar sık kullanılan işlevler için genellikle daha iyi çalışır.

VE3EBR, Flex-5000'in *bazı PowerSDR ekran* kontrollerini düğmeler ve anahtarlarla değiştirmek için "SDR Düğme Kutusu'nu yarattı. Arduino, düğmeler ve anahtarlarla arayüz oluşturur, ardından uygun komutları SDR'yi kontrol eden bilgisayar yazılımına (DDUtil) gönderir. Ek olarak, anahtarlar ve göstergeler, - *DXLab* yazılımı ile birlikte bağımsız bir Yaesu rotatörünü kontrol etmek için de dahil edilmiştir.

Tüm destekleyici yazılım araçları ve donanım aksesuarları ile Arduino mikroişlemcisine dayanan bu proje, bir SDR transceiver veya herhangi bir bilgisayar kontrollü cihaz için istenen herhangi bir işlev kümesine uyarlanmasına olanak tanır.

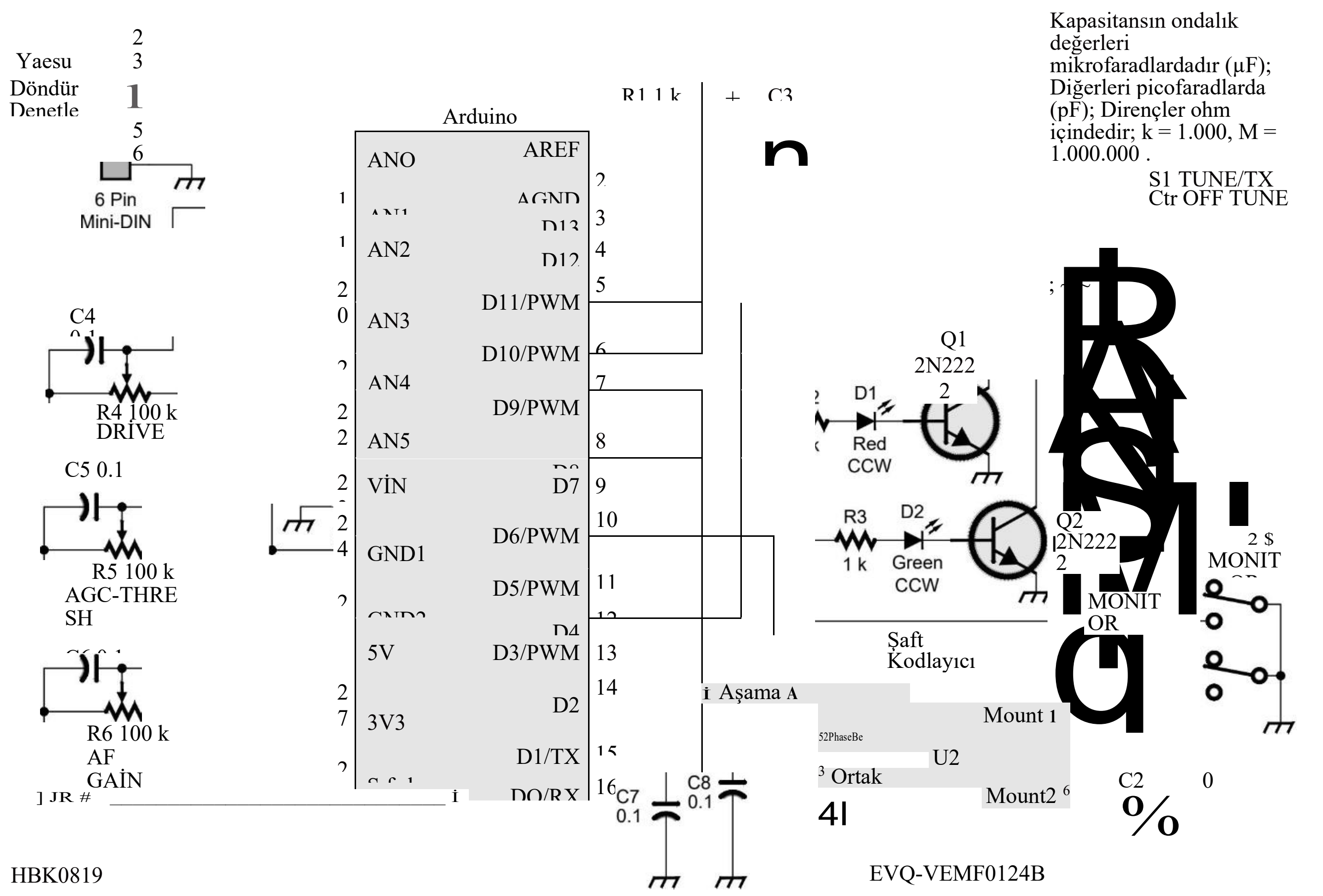
Yazar, Anthony Good, K3NG tarafından rotator için Arduino tabanlı bir arayüz/denetleyici tanımlayan bir makale keşfetti ve bu tasarımı uyarlamanın temeli olarak kullanmaya karar verdi. Tüm ünite - Arduino USB bağlantısından güç alır.

DONANIM DESIGN

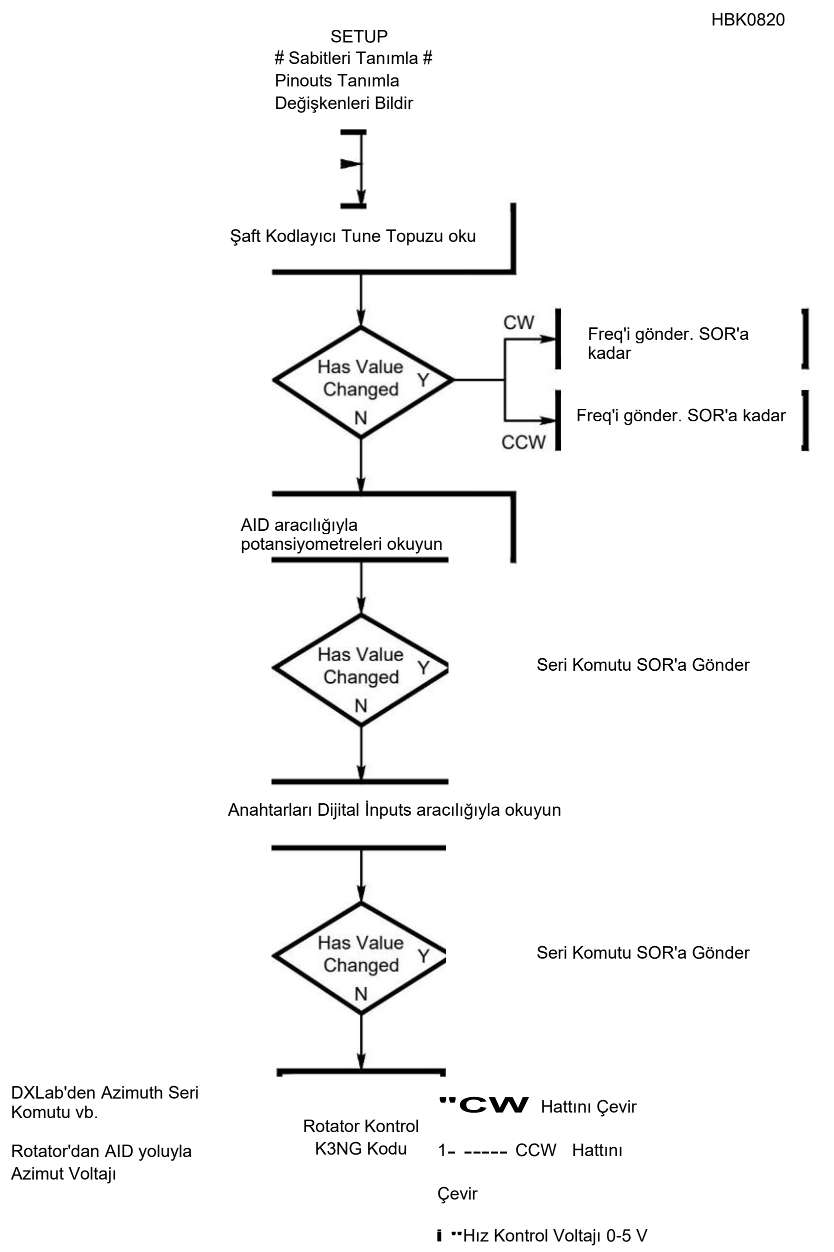
Düğme kutusu üç küçük potansiyometreye, bir çift ¼-inç-burç geçişine dayanmaktadır Anahtarlar ve 24 detentli bir döner şaft kodlayıcı ve ona hoş bir ipeksi "his" (Panasonic EVQ-VBMF0124B/ Digikey P80685-ND). **Şekil 54,** düğme kutusu donanımının şemasını göstermektedir.

Üç potansiyometre, PowerSDR "panel'deki kontrol konumlarına karşılık gelecek şekilde dikey olarak düzenlenmiş Ses Kazancı, RF Kazancı (yazarın Flex 5000'inde AGC-T) ve RF Sürücüsüne tahsis edilmiştir. Geçiş anahtarlarından birinin bir merkez-KAPALI konumu vardı, bu nedenle TX/RX/Tuneup'a ve Monitor ON/OFF'a iki konumlu bir anahtar tahsis edildi. Mekanik şaft kodlayıcısı RF frekansını ayarlamaya adanmıştı. Rotatörün hangi yöne döndüğünü gösteren kırmızı ve yeşil LED'ler, lastik grommetler kullanılarak kutu paneline monte edildi.

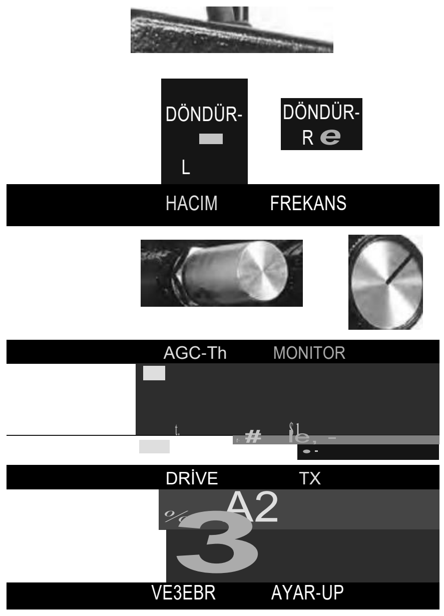
Tip ve kontrol sayısı seçimi oldukça keyfidir ve Arduino'nun altı analog girişi, sekiz dijital I/O portu ve altı dijital I/O/ sınırları içinde neredeyse her kombinasyonu barındırabilir.



Şekil 54 - Bir şaft kodlayıcısının, potansiyometrelerin (R4, R5, R6) ve anahtarların (S1 ve S2) Arduino mikrodenetleyicisine nasıl bağlanacağını gösteren SDR Topuz Kutusunun şeması.



Şekil 55 - Arduino mikrodenetleyicisi için kontrol döngüsünü gösteren akış şeması. Kurulum işlemi tamamlandıktan sonra, yazılım kontrol konumlarının veya ayarlarının değişikliklerini algılamak ve buna göre SDR alıcı-vericisine komutlar üretmek için bir döngüye girer ve kalır.



Şekil 56 - SDR Topuz Kutusu, bir Arduino mikrodenetleyici tarafından okunan fiziksel düğmeler ve anahtarlarla tıklama kutuları ve kaydırıcılar gibi yazılım kontrollerini değiştirir ve ardından uygun komutları bir SDR alıcı-vericisine iletir .

PWM_analog_ çıkışlar. Şaft kodlayıcıları potansiyometreler yerine kullanılabilir, ancak potansiyometre konumunun "mutlak" doğası, bir kodlayıcının göreceli veya artımlı çıktısı yerine, seviyelerin ayarlanması için kontrollere iyi bir şekilde borç verir.

Ayarlama gibi değişiklikleri kontrol eder.

YAZILIM DESIGN NOTES Ünitenin yazılımı, potansiyometrelere, anahtarlara ve benzerlerine yanıt vermek için kod üzerine aşılanarak oluşturulmuştur.

K3NG rotator kontrolör kodu. Ünite açıldığında, Arduino'nun yerleşik flash belleğinde depolanan program otomatik olarak yüklenir ve çalıştırılır. Tüm kurulum işlevlerini bir kez çalıştırır ve ardından **Şekil 55'teki akış şemasında gösterildiği gibi sürekli bir döngü işlemine başlar.** (Tüm C dil **kodu wp.rac.ca/tca-content. adresinde mevcuttur)**

İşlevsellik oldukça basittir. Arduino, çeşitli düğmelerin ve anahtarların durumunu okur ve en son durumu önceki durumla karşılaştırır. Bir şey değiştiyse SDR'ye bir komut verir; aksi takdirde hiçbir şey yapmaz ve döngüye devam eder.

SDR yazılımı, sanal COM portları ve Sanal Ses Kabloları aracılığıyla harici programlarla iletişim kurar. SDR arabirim yardımcı programı yazılımı *DDUtil (bu* projenin geliştirilmesinde kullanılmış V3.x sürüm) gereklidir. Bu ücretsiz yazılım, -aksesuar ekipmanı, rotatörler, dijital mod yazılımı ve Flex-5000 CAT bilgisayar kontrol **portu arasında bir dizi arabirim olanağı sağlar. Şekil 56** tamamlanmış Topuz Kutusunu göstermektedir.

14 Bir Ses İntelligibility Artırıcı

İşte Ha1Kennedy,N4GG tarafından açıklanan, özellikle yüksek frekanslı işitme duyusu bozulmuş olanlar için anlaşılabilirliği artırabilen basit bir ses işlemcisi (Şekil 57). Bir sonraki DX kazığında sana avantaj sağlayabilir .

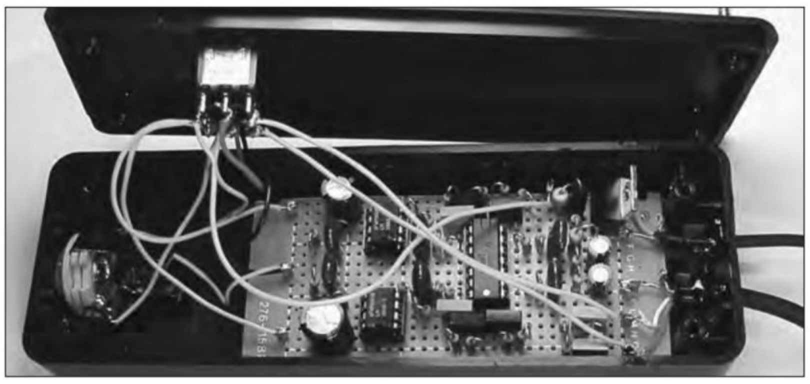
Duyduklarımızın veya algıladıklarımızın anlaşılabilirliği, belirli bir iletişim devresinin uçtan uca frekans tepkisinden güçlü bir şekilde etkilenir. Ekipmanımız tipik olarak SSB çalışması için yaklaşık 300 Hz ila 2700 Hz arasında değişen sabit bir ses bant genişliğine sahiptir, ancak işitmemiz operatörden operatöre büyük ölçüde değişir ve bazen bir birey için yaşamı boyunca büyük ölçüde değişir.

Konuşma anlaşılırlığı 1940'lardan beri kapsamlı bir şekilde incelenmiştir. Kısaca, "insan konuşma sinyali'nin sesli ve sessiz seslerden oluştuğu düşünülebilir. Ünlü seslerin frekansı düşüktür, temel frekanslar genellikle 100 Hz ile 400 Hz arasındadır ve harmonikler 2 kHz kadar yüksektir. Ünsüz sesler daha yüksek frekansları işgal eder - tipik olarak 2 kHz'den 9 kHz'e kadar. (Bkz. "Konuşma İntelligibility **Kağıtları" www.meyersound.com/support/papers/ konuşma/). Konuşulan** İngilizce'de, sesli sesler konuşma sinyalindeki enerjinin çoğunu içerirken, ünsüz sesler kısa, gürültülü ve anlaşılırlığın çoğunu iletir. Ünsüzler iyi duyulmadığında, konuşmacı mırıldanıyor gibi geliyor. F'yi S'den *ve D'yi T'den ayırt etmek zorlaşır*.

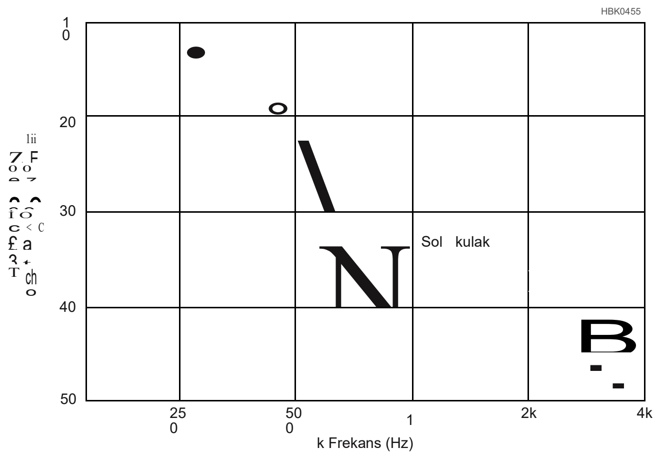
Sıklıkla, işitme bozulması hem tüm frekanslarda hassasiyet kaybı hem de frekans - arttıkça işitme hassasiyetimizin bozulduğu frekansa bağlı bir kayıp olarak kendini gösterir. Frekans üzerinde düz olan hassasiyet kaybı, seviyelerin duyulacak kadar yüksek olduğunu varsayarak anlaşılabilirliği etkilemez. AF kazancını artırarak basit bir hassasiyet kaybı giderilebilir! Ne yazık ki, kazancı arttırmak frekansa bağlı kaybı telafi etmez ve frekansa bağlı kayıp, ünsüzlerin insanlık dışı konuşmasını duyma yeteneğini azaltarak anlaşılabilirliği azaltır. "İnsan işitme" için hızlı bir Web araması, temel kavramları açıklayan çok sayıda site sağlayacaktır.

Yazarın odyoloji testi sonuçları **Şekil 58'de gösterilmiştir.** Odyologlar bu paterni *yaşa bağlı işitme kaybı olarak adlandırırlar* - frekans arttıkça işitme duyarlılığının azalması. Neyse ki, anlaşılabilirlik, bu ortak duruma sahip olanlar için, sadece frekansın bir fonksiyonu olarak artan amplifikasyon ekleyerek önemli ölçüde geliştirilebilir.

İşitme eksiklikleri, yaşlanma ile ilişkili tipik yüksek frekans kaybından çok daha karmaşık olabilir. Birinin işitmesi, çentikler ve/veya frekansın bir fonksiyonu olarak zirve yapmanın yanı sıra önemli uyumsuzluklar içerebilir



Şekil 57 - Ses anlaşılırlığı artırıcı, bozulmuş yüksek frekanslı işitmeyi telafi etmeye yardımcı olabilecek kompakt bir ses işlemcisidir.



Şekil 58 - Yazarın odyoloji sınav sonuçları. Frekansın bir fonksiyonu olarak eşik duyarlılık kaybı genellikle yaşlanma ile ilişkilidir.

Sağ ve sol kulakları arasında. Bunların çoğu, - kazancı işitme problemlerinin ters fonksiyonuna yaklaşan ses devreleri kullanılarak ele alınabilir. Analog devre tasarımları, basit bir yüksek geçişli veya tek çentikli filtreden daha fazlası gerektiğinde karmaşık hale gelir. Modem üst düzey işitme cihazları, ses spektrumunu her biri programlanabilir kazançla dar frekans bantlarına ayıran DSP devrelerini kullanır .

Profesyonel bir odyoloji sınavı ve eşik - duyarlılığı test sonuçları, ses şekillendirmenin jambon radyo faaliyetlerinizi ne kadar geliştirebileceğini belirlemek için başlangıç noktası olarak önerilir.

PRATİK OPTİONLARIN VARİETİSİ

Yazarın çalışma ilgi alanları, DX'i kovalarken bir alıcı vericinin çift alıcı işlevini önemli ölçüde kullanmak ve yarışmalarda aynı anda iki radyo çalıştırmak için stereo işlem gerektirir. Her vaka işlemi stereo olarak, her kulak iki alıcıdan birine adanmıştır. Monaural tasarımlar da

Potansiyel bir dezavantaj, frekans yanıt ayarlamaları her iki kulağa da eşit olarak uygulanır. Bazı durumlarda her kulağın frekans yanıtı farklıdır.

Stereo eşitleyiciler onlarca yıldır var. En temel dört bantlı grafik eşitleyiciler; Dört - frekansta ortalanan frekans bantları boyunca yaklaşık 12 dB'ye kadar kazanç veya zayıflama sağlamak için ayarlamaları vardır, her frekans tipik olarak bir sonraki frekansın bir oktav üzerindedir (bir oktav frekansın iki katıdır). Yedi, 10, 12 ve 15 bant ekolayzırları mevcuttur, bu da bant sayısı arttıkça ve her bant için frekans aralığı küçüldükçe amplifikasyon özelliklerinin daha iyi uyarlanmasına izin verir.

Parametrik ekolayzırlar da mevcuttur - bunlar, her filtre elemanının merkez frekansının ve bant genişliğinin ayarlanabilir olması bakımından grafik ekolayzırlardan farklıdır. Fiyatlar çok makul.

Bir ekolayzır, işitme eksikliklerini telafi etmek için mükemmel bir çözümdür ve çoklu frekanslarda kazancı kolayca ayarlama yeteneği, deney yoluyla optimizasyona izin verir.

Tation. Birçok ekolayzır kesinlikle düşük seviyeli cihazlardır ve doğrudan kulaklıkları çalıştırmak için yeterli çıkış gücüne sahip değildir, bir amplifier gerektirir.ekolayzır - teçhizat ve kulaklıklar arasına yerleştirilmelidir.

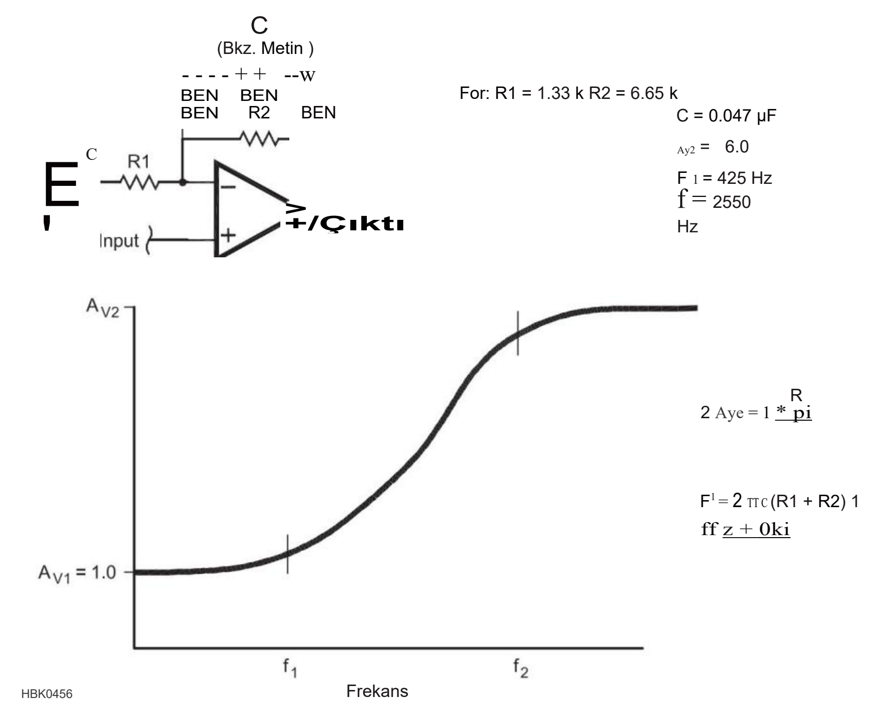
Bazı alıcı-vericiler, ses almak ve iletmek için ayarlanabilir ses DSP devreleri içerir. Harici bir cihaz kullanmadan anlaşılabilirliği artırmak için alıcı-vericinizin ses yanıtını ayarlamak mümkün olabilir.

CIRCUIT DESCRIPTION

Bu ses anlaşılabilirlik arttırıcının (AIE) kalbi, odyofillerin *yüksek geçişli raf filtresi olarak adlandırdığı şeydir.* Raf filtreleri bazen çapraz ağlarda veya hoparlörlerde eksiklikleri telafi etmek için üst düzey ses sistemlerinde kullanılır. Temel devre ve frekans yanıtı **Şekil 59'da gösterilmiştir.** Bu yanıt eğrisinin şeklinin, Şekil 58'in işitme yanıtının tersi olduğunu unutmayın. Şekil 59'a atıfta bulunarak, devre, f}'un biraz altındaki frekanslar için 1.0'a eşit bir kazanç ve daha yüksek bir kazanç sağlar, Ay2: f5'in biraz üzerindeki frekanslar için As2 = 1 + R2/R1 ile verilir. Frekans f, f} = 1/[2nC (Rİ + R2)] ve frekans f2 = 1/(27CR1) tarafından verilir. R1 = 1.33 k © 2, R2 = 6.65 kO ve C = 0.04 7 µF'nin elverişli bileşen değerleri, yüksek frekans kazancı, A2 > 6.0 ve f} = 425 Hz ve f = 2550 Hz'in kesme ve kesme frekanslarını verir. Bu değerlerle devre kazancı ortalama 300 Hz'den 2700 Hz'e kadar oktav başına 3 dB - SSB iletimi için frekans aralığı. Tasarımı değiştirmekle veya başka amaçlar için bir raf filtresi kullanmakla ilgilenenler için, - denklemlerin yeniden düzenlenmesinin: f/f} = A. İki kırılma frekansının oranı her zaman maksimum kazanıma eşittir.

Şekil 59 ayrıca, raf filtresi fonksiyonuna katkıda bulunmazken, iyi tasarım uygulaması olarak dahil edilen bir geri besleme kapasitörü olan Cc'yi de göstermektedir. Filtreleri uygulamak için kullanılan LM324 op amper, 1 MHz'den fazla kazanç bant genişliği ürünlerine sahiptir. Bunları işitmemizin yararlı sınırlarının üzerindeki frekanslarda (ve 1 MHz'in ötesine kadar) kazançla kullanmak, RFI prob-lemleri ve istenmeyen yüksek frekanslı gürültü için açık bir davettir. Bu nedenle, geri besleme kapasitörü Cr, bu tasarımdaki Cs değeri için (0.0015 µF) 16.8 kHz olan f = 1/(2CR2) frekansının üzerinde yüksek frekans kazancı sağlar.

Şekil 60, AIE'nin tam şemasıdır. Yukarıda açıklandığı gibi iki raf filtresi, her ses kanalında seri olarak kullanılır. Serideki iki filtre, yazarın 250 Hz ila 4 kHz arasındaki ölçüm noktalarında yaklaşık -7.5 dB/oktav eğimine sahip olan yüksek frekanslı işitme kaybına yaklaşık olarak uyacak şekilde frekansa karşı yeterli kazanç değişikliği sağlar. Serideki iki filtre 300 Hz'den 2700 Hz'e + 6 dB/oktav kazancı ve 31 dB toplam kazanç sağlar (Avtotai- Av2 X A2 = 6 x 6 = 36 veya yaklaşık 31 dB). Bazı



Şekil 59 - Yüksek geçişli bir ses raf filtresi için şematik ve frekans yanıtı.

Devreyi işitmenize göre uyarlamak için ipuçları bir sonraki bölümde yer almaktadır.

Raf filtrelerini LM386 ses amplifikatörleri (U2, U3) izler. Bunlar, kulaklıkları veya küçük hoparlörleri çalıştırmak için yeterli çıkış gücü sağlar. LM386s dahili voltaj kazancı 20'dir, bu nedenle düşük frekanslarda 1'in uçtan uca kazancını korumak için 20:1 voltaj bölücüleri (R7 + R8, Rl7 + Rl8) tarafından önlenir .

Voltaj regülatörü U4, raf filtrelerine ve çıkış aşamalarına düzenlenmiş ve filtrelenmiş voltaj sağlar. AIE için mevcut beraberlik, LED pilot ışığı (D **1) dahil edilirse, + 13.6 V de kaynağından yaklaşık 35 mA'dır.** Bununla birlikte, D 1 kendi başına 1 0 mA çizer ve mevcut tüketim bir endişe ise R2 1 ve D 1 silinebilir. Besleme voltajı kritik değil

– 12 ila 18 V de arasında herhangi bir şey çalışacaktır.

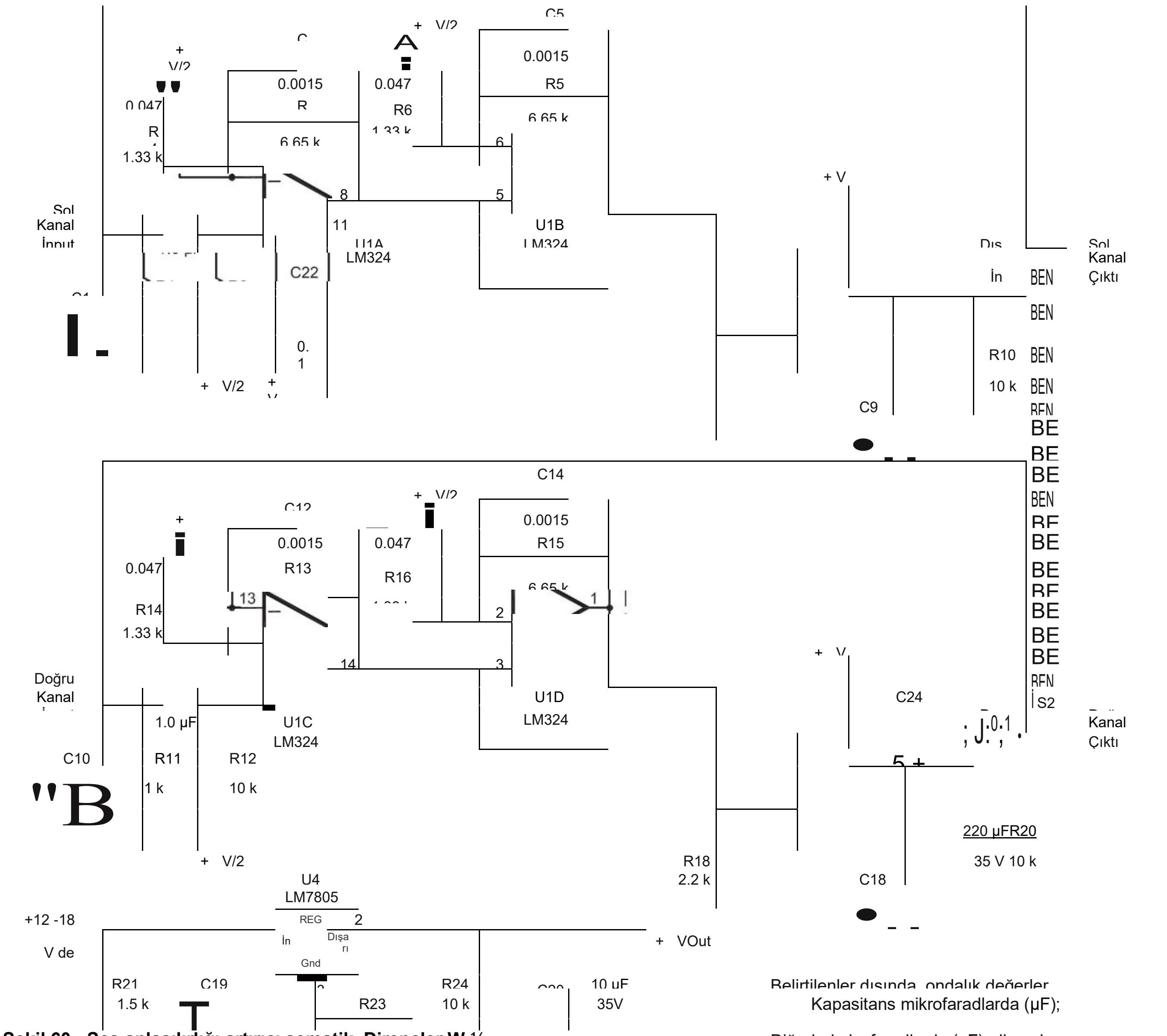
Kapasitörler C 1 ve C 10, girişlere girebilecek toprak RF'sine atlayarak RFİ'yi önlemek için kullanılır. Bu kapasitörler olmadan orijinal AIE iletim sırasında yüksek bozulmuş sesler (düzeltilmemiş SSB RF) girişim yaşadı. Cl ve Cl0, RFI problemlerini ortadan kaldırdı, ancak büyük RF alanlarının varlığında yetersiz olabilirler. Gerekli olduğunda, hem ses girişi hem de çıkış hatları ile seri olarak RF boğmaları ekleyerek ek RF filtreleme elde edilebilir.

TAİLORİNG KALBİNİZ İÇİN DESIGN

Burada sunulan AIE tasarımı, diğer işitme eksikliklerini değil, yüksek frekanslı işitme kaybını ele almayı amaçlamaktadır. Bununla birlikte, bu AIE tasarımı, bir bireyin işitmesine göre uyarlamak için makul bir esnekliğe sahiptir.

Şekil 60'ta sunulan tasarım, kanal başına iki raf filtresi ve S 1 anahtarını içerir. S 1, bir (3 dB/oktav amplifikasyonu) veya iki (6 dB/oktav amplifikasyonu) filtre aşamasının seçilmesine izin verir. Eğer istasyonunuzun tek operatörü sizseniz ve işitme eksikliğinizin yaklaşık 5 dB/oktav'dan az olduğunu biliyorsanız, her kanaldaki anahtar ve ikinci filtre kolayca ortadan kaldırılabilir. Ne kadar yüksek frekanslı amplifikasyona ihtiyacınız olabileceğinden emin değilseniz veya birden fazla operatörün bir istasyonu paylaşması durumunda, anahtar ve ikinci aşamalar yararlı olacaktır. Sl ayrıca, yüksek frekanslı işitmeniz her iki kulakta da benzer değilse, her kanal için bir tane olmak üzere iki anahtarla değiştirilebilir.

3 dB/oktav veya 6 dB/oktav dışındaki kazanç eğimleri için, her iki kanaldaki bir veya her iki filtre de daha önce verilen denklemler kullanılarak değiştirilebilir. Bunu daha da ileri götürerek, her iki kanaldaki op amfilerinden birinin veya her ikisinin filtreleri raflamak zorunda değildir - çentik, pik veya çok kutuplu işlevler dahil olmak üzere çeşitli diğer filtre işlevlerini uygulamak için kullanılabilirler. Op-amp filtre tasarımı kaplıdır



Şekil 60 - Ses anlaşılırlığı artırıcı şematik. Dirençler W ¼.

C1, C10 - 0.01 µF, 500 V seramik.
C2, C7, C11, C16 - 1.0 µF, 250V metal film.
C3, C5, C12, C14 - 0.0015 µF, 100 V seramik (Mouser 80-CK12BX152K).
C4, C6, C9, C13, C15, C18 - 0.047 µF, 50 V, metal film.
C8, C17 - 220 µF, 35 V, elektrolitik.
C19, C22, C23, C24 - 0.1 µF, 50 V seramik.
C20, C21 - 10 µF, 35 V, elektrolitik.
D1 - Tutuculu LED, yeşil.
S1, S2 - Minyatür DPDT.
U1 - LM324 dörtlü operasyonel amplifikatör .
U2, U3 - LM386 ses amplifikatörü.
U4 - LM7805, + 5 V regülatör. Proje kutusu, 6x2x1 içinde (metne bakın). İzgara tarzı PC kartı, 0.1-in merkezleri (metne bakın).

Yaygın olarak devre tasarım el kitaplarında ve İnternet'te.

Frekans karşı kazanç değişimi terzilik ek olarak, her kanalın genel kazanç kulaklar arasındaki hassasiyet farklılıkları telafi etmek için ayarlanabilir. Genel kazanç, voltaj bölücüleri R7 + R8 ve Rl 7 + Rl8 değiştirilerek ayarlanır. Ayarlanabilir kazanç isteniyorsa RS ve Rl8 da 5-k © potansiyometrelerle değiştirilebilir .

Tasarımı değiştirmeyi düşünürken, insan konuşma tanımanın, ideal bir genlik ile frekans yanıt eğrisinden sapmalara karşı oldukça toleranslı olduğunu bilmek önemlidir. Ayrıca, kişisel tercih oyuna girer - yüksek frekanslı işitme kaybı için tam tazminattan daha azıyla daha rahat duyabilirsiniz. 6 dB/oktav telafisi yazarın işitme kaybıyla yakından eşleşse de,

Genellikle AIE 3 dB/oktav telafisine geçer. Bu ortamda anlaşılabilirlik önemli ölçüde geliştirilir.

CONSTRUCTION

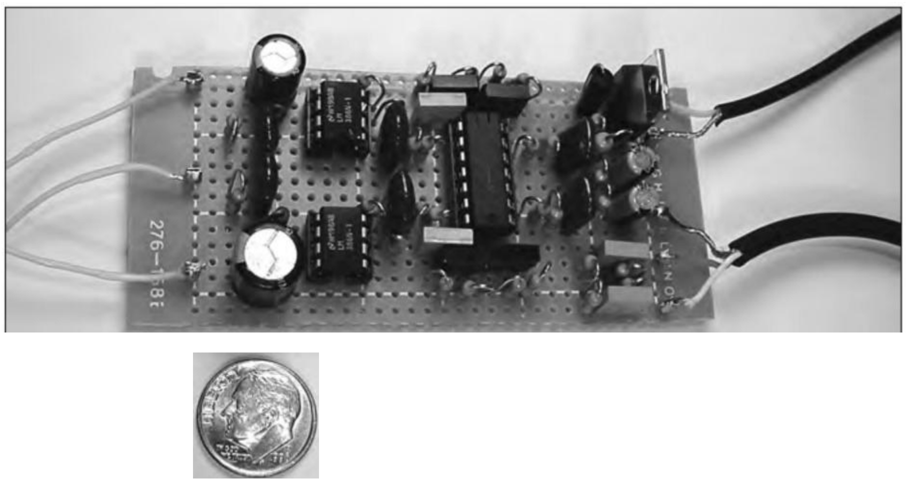
Birkaç istisna dışında, bileşen parçalarının düzeni kritik değildir. İC güç ayırma kapasitörleri (C22, C23, C24) ve op amp girişlerine giden tüm yollar mümkün olduğunca kısa tutulmalıdır. Emin olun

Ul güç bağlantılarını 4and11 pinlerinde yapmak için .

Tamamlanan AIE, **Şekil 61** ve **62'de gösterilmiştir.** Prototip, 6x2x1 inç plastik proje kutusuna rahatça sığacak şekilde kesilmiş 0.1 inç merkezlere sahip bir ızgara tarzı PC kartı üzerine inşa edilmiştir. PC kartı ve proje kutusu için parça numaraları parça listesine dahil edilmiştir. Bir PC kartı FAR Circuits **(www.farcircuits.net)'den temin edilebilir.**

İki uyarı sırayla. İlk olarak, prototip kadar küçük bir AIE inşa etmek küçük aletler, büyük bir büyüteç ve sabır gerektirir. Devre tasarımı - özellikle düzene duyarlı olmadığından, daha büyük bir düzen ve daha büyük bir muhafaza kullanmayı düşünün. İkinci dikkat plastik bir muhafaza kullanma ile ilgilidir. RFI ve 60 Hz hum alımına duyarlılık, metal bir muhafaza kullanılarak büyük ölçüde azaltılacaktır. Kulübenizde çok fazla RF varsa, metal bir muhafaza kullanmaktan başka seçeneğiniz olmayabilir.

Bileşenler, Mouser veya DigiKey gibi çevrimiçi tedarikçilerden kolayca temin edilebilir. Çeşitli değişiklikler yapılabilir. 1.33-k © dirençler 1-k © ve seri olarak 330 9 dirençten yapılabilir; 6.65- k9 dirençler seri olarak iki adet 3.3-k & 2 dirençten, 1.5-k © direnç ise seri olarak bir l-k © 2 ve bir 470 9 dirençten yapılabilir. 0.0015 µF geri besleme kapasitörlerinin değeri kritik değildir (C3, C5, C12, C14) -0.001 µF disk seramikleri değiştirilebilir .



Şekil 61 - **Proje kutusuna monte edilmeden önce AIE'nin yakın çekimi. Dar alanlarda inşa etmek için sabrınız varsa, hepsi 6x2x1 inç muhafaza içine düzgünce sığar.**



Şekil 62 - **AIE alır Küçük masa alanı. İt alıcı-verici ve kulaklıklar arasında satır içi fişler ve gerektirir 13.6V de. İn yazarın kulübe, birim powered from Bir alıcı-verici aksesuar jakı ve her zaman açıktır.**

NE KADAR İYİ ÇALIŞIYOR?

İntelligibility, yüksek QSO oranlarını korumak ve yarışmalarda doğru giriş yapmak ve DXing veya ideal olmayan koşullarda çalışırken zayıf olanları gürültüden çıkarmak için kesinlikle çok önemlidir. AIE, yazara her iki aktivitede de büyük bir gelişme sağlamıştır. Aynı zamanda ragchewing veya genel dinleme sırasında dinleme yorgunluğunu azaltmak için de yararlıdır.

Gerçek bir sürpriz, CW'de anlaşılırlığın ne kadar geliştiğiydi. "Sürekli dalga'yı tek bir frekans olarak görürseniz, bu ilk başta mantıksız görünebilir. Bununla birlikte, iletişim açısından bakıldığında, CW dalga formu sürekli değildir - unsurlardan oluşur - noktalar ve çizgiler. Her bir elemanın ön ve arka kenarları, taşıyıcı frekanstan daha yüksek frekanslardan oluşur ve bunları duymak, dinleyicinin bir elemanı diğerinden ayırmasına yardımcı olur. Elemanların yükselme ve/veya düşme süreleri taşıyıcı frekansa kıyasla çok hızlı olduğunda, dalga formunun yüksek frekanslı içeriği, tuş tıklamalarına neden olacak kadar büyük olur. Çok yavaş yükseliş ve/veya düşüş süreleri, tıklamaların tersini üretir - deneyimli CW operatörlerinin "duygusal'olarak tanımladığı bir ses.

Mushy kodunun, özellikle yüksek hızlarda kopyalanması çok zordur, çünkü bir element başladığında veya durduğunda deşifre etme yeteneği azaltılmıştır. Bozulmuş yüksek frekanslı işitme, CW anlaşılırlığı üzerinde dalga formu kenarlarını yavaşlatmakla aynı zararlı etkiye sahiptir - uygun şekilde oluşturulmuş bir CW dalga formu sesi çıkarır. AIE, CW'deki - dalga formu kenarlarının algısını, tıpkı konuşma için olduğu gibi geri yükler.

İşitme eksikliklerinizi telafi etmek için bir AIE veya başka bir yaklaşımın size ne kadar yardımcı olacağı, büyük ölçüde işitme durumunuza bağlıdır. Ne kadar çok kaybederseniz, o kadar çok geri kazanmanız gerekir. İşitmeniz normal sınırlar içindeyse, ses şekillendirme de bazı anlaşılabilirlik iyileştirmeleri sunabilir. Tipik alıcı bant genişlikleri, anlaşılabilirliği tam olarak desteklemek için gereken ses aralığından daha dardır

- Bunların bir kısmı yüksek frekanslı amplifikasyonla geri kazanılabilir.

İşitme cihazı endüstrisinde bir tasarımcı olan Jim Collins, N9FAY'dan bir uyarı notu. Düşük ses seviyelerinde, AIE gibi bir cihaz anlaşılabilirliği geliştirmede yardımcı olur. Yüksek ses seviyelerinde, ses "kalaylı" ses vermeye başlayacaktır. Bunun nedeni, ses seviyeleri arttıkça, düzeltici frekans eğrisinin düzleşmesi gerektiğidir. Rahat işitmenin üst ses seviyelerinde, birlik kazancı ile neredeyse düz bir çizgi haline gelir, başka bir deyişle, işitme tepkisi yüksek ses seviyelerinde normale yakındır. AIE gibi bir cihaz yüksek ses seviyelerinde uzun süre kullanılırsa, üst frekanslarda işitme kaybını hızlandırabilir. Daha fazla tartışma için, Mayıs 2005 *QST,* p 70 Teknik Yazışma bakınız.

15 Alan Günü ve Yarışma için bir Sesli İnterface Birimi

Field Day ve multioperator yarışması için, bazen bir kaydedicinin veya gözlemcinin ana operatöre ek olarak bir alıcı-vericiyi dinlemesi arzu edilir. K0IZ John Raydo tarafından Şekil 63'te gösterilen proje, iki kişilik çalışmayı daha verimli hale getiriyor. Çift stereo kulaklık jakı, ses kontrolleri ve harici hoparlör jakının yanı sıra hem dinamik hem de elektret mikrofonlar için jaklar ve operatörün ve kaydedicinin kulaklıklar aracılığıyla daha kolay iletişim kurması için bir interkom özelliği sağlanır.

Operatörün ve kaydedicinin birbirleriyle konuşması gereken zamanlar vardır, örneğin bir çağrı işareti belirsizliğini çözmek için. Bu ünite ile operatör bir interkom anahtarını kapatarak iki yönlü interkom iletişimi başlatabilir. Bununla birlikte, kaydedici, operatöre yalnızca tek yönlü interkom başlatabilir. Bu, kayıt cihazının bir temas sırasında yanlışlıkla operatörü kesmemesi için yapılır. Cevap vermek için operatör interkom anahtarını kapatır. Her iki durumda da, radyo sesi - interkom kullanımı sırasında "talkover" için azaltılır.

Hem operatör hem de kaydedici mikrofonlu kulaklıklara ihtiyaç duyar. Ünitede iki interkom anahtarı ve eller serbest çalışma için isteğe bağlı ayak anahtarları için jaklar bulunur. İşte nasıl çalıştığı:

Kaydedici ile iletişim kuran operatör:
Operatör, OPERATÖR TALK anahtarına basar ve tutar (S3 ünitede veya J4'e bağlı bir ayak anahtarı kullanarak). Bu, operatör mikrofonunun telsizden bağlantısını keser. Her iki mie de bir dahili amplifikatör aracılığıyla her iki kulaklığa bağlanır. Radyo hacmi azalır (RADIO VOL kontrolü kullanılarak ayarlanabilir). Operatör ve kaydedici birbirleriyle konuşabilir .

Operatörle iletişim kuran Logger:
Kaydedici, LOGGER TALK anahtarını (ünitede S4 veya J5'e bağlı bir ayak anahtarı kullanarak) basar ve tutar. Logger mikrofon, dahili bir amplifikatör aracılığıyla her iki kulaklığa da bağlanır. Operatör mikrofonu radyoya bağlı kalır ve hala radyoda iletebilir. Radyo sesi azalır. Operatör, OPERATÖR TALK anahtarına basarak kaydediciye yanıt verebilir.

CIRCUIT DESCRIPTION

Şekil 64'te gösterilen devre şeması, çeşitli Heil kulaklıklarında kullanılan HC4 ve HC5 elemanları veya bir elektret elemanı kullanan Heil iC tipi kulaklıklar gibi dinamik mikrofonlarla kullanılmak üzere tasarlanmıştır. Elektret mikrofon jakları bu tip mikrofon için gerekli de'yi sağlar. Dinamik bir mikrofon yanlışlıkla yanlış jaka takılırsa hasarı önlemek için mikrofon önyargı akımı 1 mA'dan az ile sınırlıdır. Daha yüksek elektret çıkışı, Rl 1 ve R28 dirençleri ile azaltılır.

Her iki mies, R4/R3 ve R9/R8 dirençlerin oranı ile belirlenen 34 dB kazançlı preamplifikatörlere sahiptir. İNTERCOM ses kontrolleri, Rl4 ve Rl5, operatörün ve kaydedicinin interkom hacimlerini ayrı ayrı ayarlamasına izin verir. Preamp'ler tek bir 2-W interkom amplifikatörünü besliyor .

OPERATÖR TALK anahtarının kapatılması, - operatör mikrofonunu radyodan interkom preamp ve amplifikatöre Kl ve daha sonra kulaklık viaK2 aktarır. LOGGER TALK anahtarına basmak da K2'yi etkinleştirir (ancak Kl değil). İnterkom kullanımı sırasında, radyodan gelen ses azaltılmış ses seviyesinde kontrol R20 (RADİO VOL) geçer. S2 (L + R) her ikisinin de seçilmesine izin verir

Kulaklıkların sol ve sağ tarafları veya interkom için sadece sağ taraf. Operatör ve kaydedicinin her biri R24 ve R25'yi ayrı ayrı kulaklık PHONE VOL kontrollerine sahiptir (operatör - kontrolü ayrıca POWER anahtarı, Sl'yi de içerir).

CONSTRUCTION

Gösterilen ünite bir Pac Tee plastik kutusunda inşa edilmiştir. Ön panel, önceki - bölümde açıklanan kontrol anahtarlarına ve ses kontrollerine sahiptir. Arka panel **(Şekil 65),** iki çift kulaklık için 4 inç stereo jaklara sahiptir, Kulaklık mikrofonları için iki adet 3,5 mm mono jakı, radyonun kulaklık ve mikrofon jaklarına bağlantı için 3,5 mm stereo ve mono jakı, Bir hoparlör için bir stereo 3,5 mm jak, ayak anahtarları için iki 3,5 mm mono jak ve 9-V bir güç kaynağı için bir jak (bir duvar siğili tamam). **Kl** ve K2 12-V birimlere değiştirilirse ve LED serisi dirençler R22 ve 12-V 1 kn olarak değiştirilirse bir R23 de kaynağı ikame edilebilir.

Kontroller ve jaklar dışında, çoğu bileşen dört % inç ara parçalarla desteklenen ve **Şekil 66'daki kutuda gösterilen bir prototip devre kartına monte edilmiştir.** Önerilen parça düzeni **Şekil 67'de gösterilmiştir.** Noktadan noktaya kablolama devre kartı pedleri arasında kullanılır ve özellikle kritik değildir. Bu proje için bir PC kartı FAR **Circuits (www.farcircuits.net) tarafından geliştirilmiştir.**

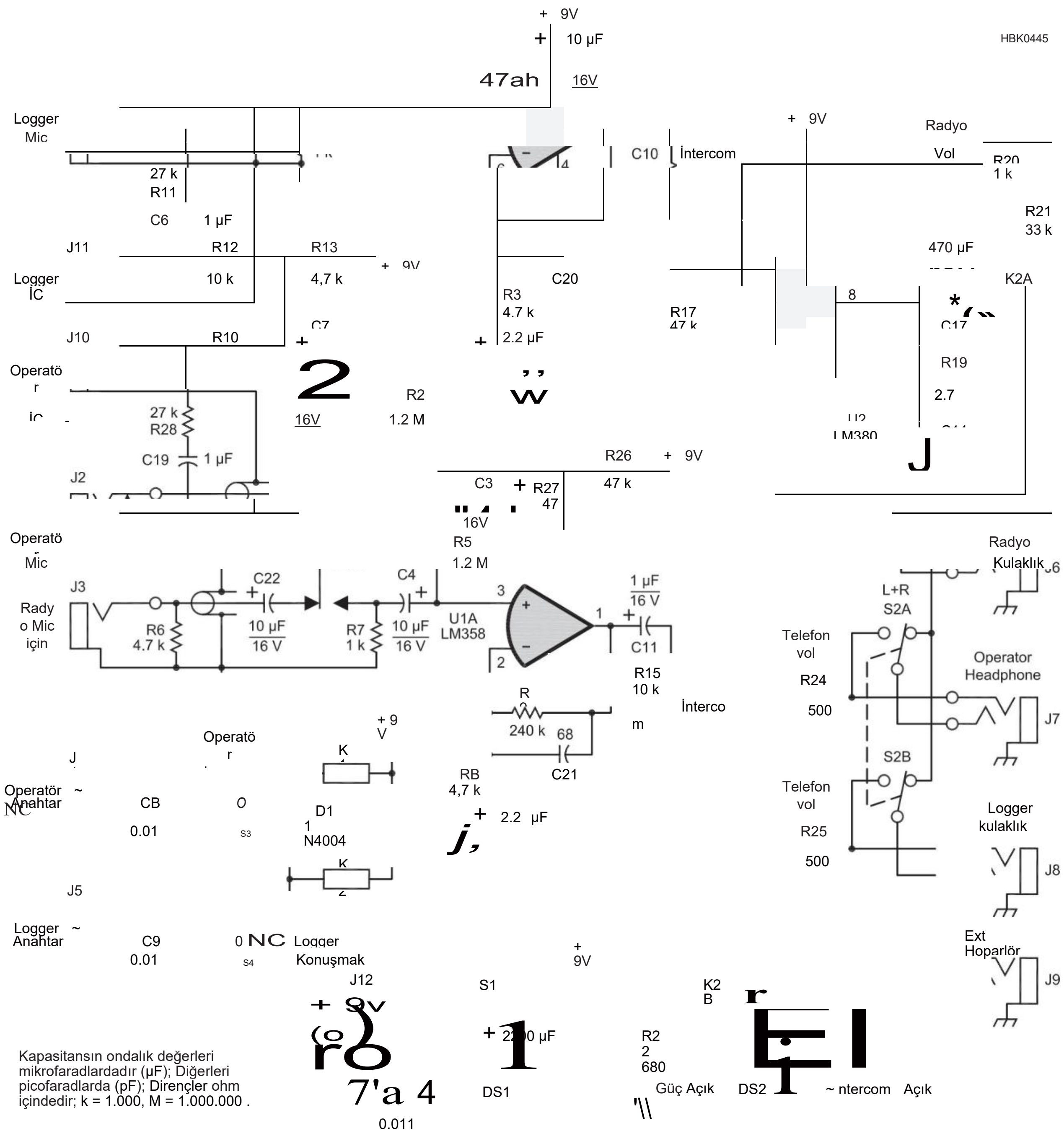
Bothmic jakları ve radyo mikrofon jakı bağlantıları, hum ve parazit toplama riskini azaltmak için korumalı kablo kullanır. Operatör ve radyo mikrofon kablolarındaki kalkanları Ul yakınındaki devre kartındaki ortak bir zemin noktasına bağlayın. Bypass kapasitörler C8, C9 ve Cl6 ve direnç R6 kendi irrespektif krikolarına monte edilmiştir. Rub-on yazı, ardından birkaç hafif kat şeffaf plastik sprey, profesyonel bir görünüm vermeye yardımcı olur.

İki kulaklığa ek olarak harici bir hoparlörün bağlanması, bazı radyolar için çok fazla yük olabilir ve ses seviyesinin ve/veya bozulmanın azalmasına neden olabilir. Yükü azaltmak için ses arabirimi harici hoparlör jakına takılı ucuz bir güçlendirilmiş bilgisayar hoparlörünü deneyin.

Üniteyi radyonuza bağlamak için iki kabloya ihtiyacınız olacak. Mikrofon devresi için 3,5 mm mono plug-to-plug korumalı kablo, Heil - kulaklık mikrofonu ile uyumludur. 3,5 mm stereo fişten fişe kablo, kulaklıklar için çalışır.

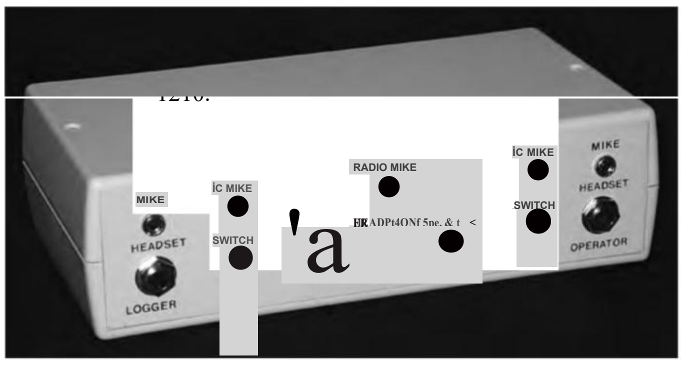


Şekil 63 - Ses arabirimi kutusunun önden görünümü. Operatör kontrolleri solda ve kaydedici kontrolleri sağdadır.

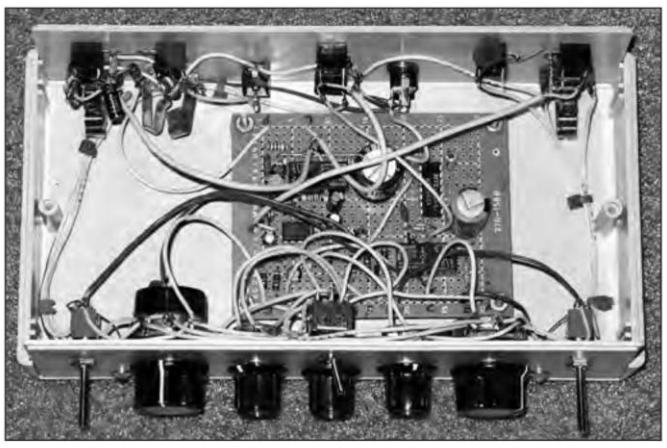


Şekil 64 - Ses arabirimi birimi için şematik diyagram ve parça listesi. Mouser parçaları www.mouser.com. adresinde mevcuttur Dirençler notlar olmadıkça % W'dir (¼ Ware de iyi.) Bir PC kartı FAR Circuits (www.farcircuits.net)'den temin edilebilir.

C1, C3, C4, C12, C13, C18, C22 - 10 µF, 16 V elektrolitik.
C2, C5 - 2.2 µF, 16 V elektrolitik.
C6, C10, C11, C19 - 1 µF, 16 V elektrolitik.
C7 - 150 µF, 16 V elektrolitik.
C8, C9, C16 - 0.01 µF, 50 V seramik.
C14 -0.1 µF, 50 V seramik.
C15- 2200 pF, 16 V elektrolitik.
C17 - 470 µF, 18 V elektrolitik.
C20, C21-68 pF seramik.
D1 -1N4004.
DS1 - Kırmızı LED.
DS2 - Sarı LED.
J1-J5, J10, J11 - 3,5 mm mono jack, Fare 16PJ135. Not: Bu bir anahtarlama jakıdır. Anahtar kontağı J3-J5, J10 ve J11 bağlı değildir .
J6, J9 - 3,5 mm stereo jakı, Mouser 161-3402E.
J7, J8 - Üç iletken % inç jack, Mouser 502-12B.
Giriş için J12 - 2.5 mm jak, Mouser 502-712A.
K1, K2 - DPDT rölesi, 9 V bobin, Mouser 653-G6A-274P40-DC9 .
R14, R15 - 10-k © potansiyometre, Mouser 31JA401-F .
R20 - 1-k © potansiyometre, Mouser 31JN301-F .
R24, S1 - SPST anahtarlı 500-Q potansiyometre, Mouser 31VM205-F.
R25 - 500-0, potansiyometre, Mouser 31VA205-F.
S2 - DPDT geçiş anahtarı, Mouser 10TC260.
S3, S4 - SPDT anlık kontak anahtarı, merkez kapalı, uzun saplı, Mouser 1 0TA445.
U1 - Çift op amp, LM358, Mouser 595-LM358P.
U2 - Ses amplifikatörü, LM380 veya NTE740A, Mouser 526-NTE740A .
Proje kutusu, 8 x 4.25 x 2.25 in, Mouser 616-72004-510-000.

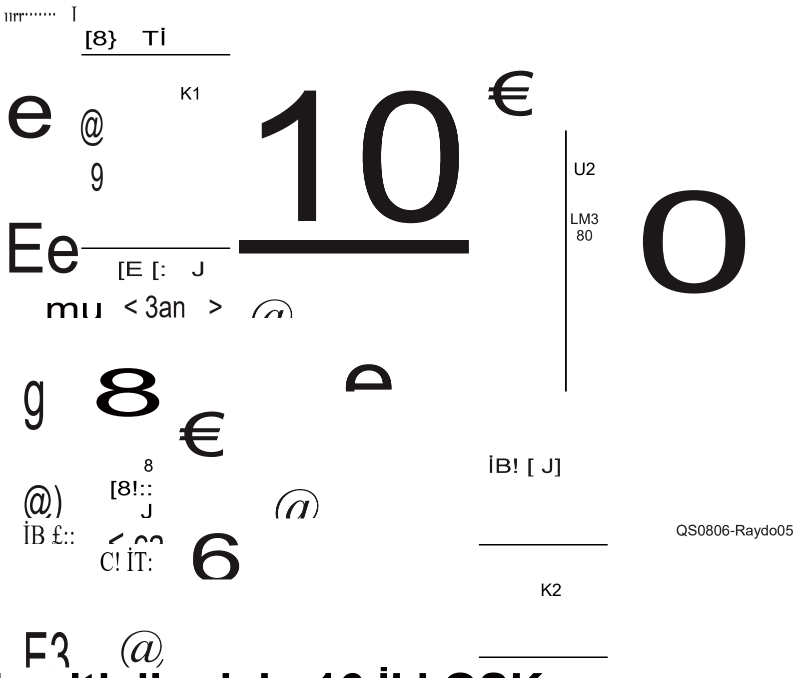


Şekil 65 - Ses arayüzü kutusunun arka görünümü. Operatör krikoları sağda, kaydedici solda. Radyo bağlantıları merkezde.



Şekil 66 - Ses arayüzü kutusunun İnside görünümü. Çoğu bileşen için bir proje kartı kullanılır.

Şekil 67 - Ses arayüzü kutusu için önerilen parça düzeni.



Yükselticiler için 16 İki QSK Denetleyicisi

Birçok CW operatörü, QSK - veya *tam giriş - operasyonunun* en doğal ve konuşma yolu olduğunu düşünüyor. "Tam" kesme, iletme ve alma arasında o kadar hızlı geçiş yapar ki, operatör tek tek kod öğesi noktaları ve tireler arasında kanalda olan her şeyi duyabilir. *(Yarı kırılma, bir* gecikme zamanlayıcısı sona erene kadar iletimde kalan VOX benzeri bir devre kullanır.) Bu şeffaflık hissi, operatörün diğer istasyonlardan gelen müdahale veya taleplere anında yanıt vermesini sağlar. Başlangıçta yüksek hızlı CW trafiği geçişini desteklemek için geliştirilen QSK, bugün en çok yarışma operatörleri ve yüksek hızlı ragchews için kullanılmaktadır.

100 ila 200 W'da düşük güç kullanımı için, QSK devreleri nispeten küçük röleler veya katı hal PİN diyot anahtarları kullanabilir. Bununla birlikte, bir amplifikatör kullanıldığında, voltaj ve akım işleme gereksinimleri önemli ölçüde artar. Bu da, vakum rölelerinin ve yüksek güçlü PIN diyotlarının kullanılmasına yol açar. *Sıcak anahtarlama* - akım akışı sırasında mekanik kontakların açılması veya kapatılması - aşınmayı büyük ölçüde hızlandırır ve röle kontaklarını bile tahrip edebilir. Sıcak anahtarlamayı önlemek, her seferinde doğru anahtarlama iletiminin gerçekleştiğinden emin olmak için sıkı zamanlama ve kilitleme tasarımı gerektirir.

QSK denetleyicileri genellikle bir

İki genel tipten: Yalnızca ardışık işlemlerin zamanlamasının ve mantığının kablolu bir devreye entegre edildiği donanım ve anahtarlama devrelerinin bir mikroişlemcinin kontrolü altında olduğu yazılım. Bu QSK denetleyicisi çifti, her kamptan bir tane içerir: Jim Colville, W7RY, bir analog denetleyici tasarladı ve Paul Christensen, W9 AC, denetleyicisi için bir Arduino işlemcisi programladı. Kendinizi en rahat hissettiğiniz projeyi uygulayabilirsiniz. W7RY yılına kadar QSK operasyonuna genel bir bakışla başlayacağız ve ardından her iki projeyi de sunacağız.

GÜVENLİK

Amplifikatörünüze QSK eklemeye karar verirseniz, amplifikatörün içinde çalışacaksınız. Güvenlik, vakum tüp amplifikatörü gibi yüksek voltaj içeren herhangi bir ekipman üzerinde çalışırken en önemli önceliktir. Kısa kayışlar ve kilitler güvenliğiniz için vardır, lütfen onlara saygı gösterin ve çok dikkatli olun! **Güç Kaynakları bölümünün Yüksek Gerilim Teknikleri bölümünün ve** bu kitabın Güvenlik bölümünün önerilerini okuyun ve izleyin.

Ayrıca amplifikatörü tüm kalkanlarla birlikte çalıştırdığınızdan emin olun. Vücudunuza RF enerjisinin MPE'sini (izin verilen maksimum maruz kalma) aşmak istemezsiniz. Ve kedinin tezgahınıza ne zaman atlayacağını asla bilemezsiniz!

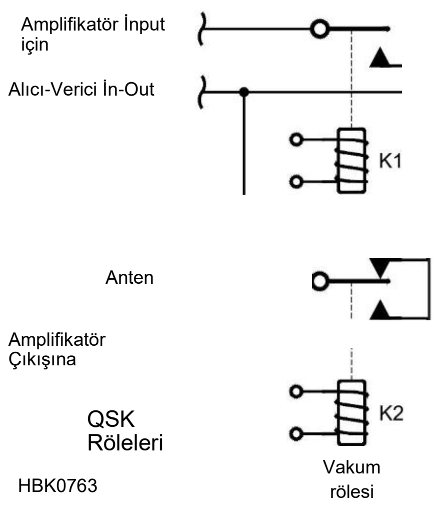
BASİC QSK PRİNCIPLES

Bir amplifikatörde QSK'nın PTT veya semiVOX işleminden farkı nedir? Anahtarlama bir PTT anahtarının manuel kullanımı ile kontrol edildiğinde, amplifikatör röleleri genellikle RF'nin verici tarafından çıkmasından çok önce enerjilenir. Yarı kırılma ile, alma/iletme geçişleri genellikle noktalar ve çizgiler arasında değil, kelimeler veya heceler arasındadır.

QSK ile birkaç şeyin oldukça hızlı olması gerekiyor, özellikle de CWat30WPM gönderirken!

1. Amplifikatör cihazı önyargısını 2 milisaniyeden daha kısa bir sürede kesme işleminden uygun çalışma önyargısı ayarına getirin.

2. RF rölelerini bypass modundan (alıcı-vericinin doğrudan antene bağlandığı ve amplifikatörün KAPALI olduğu) iletim moduna (antenin amplifikatör çıkışına ve alıcı-vericinin amplifikatör girişine bağlandığı) değiştirin. Bu daha önce olmalı



Şekil 68 - **QSK için röle anahtarlamanın temel organizasyonu.**

RF, alıcı-vericiden amplifikatöre akmaya başlar. (Bu tartışmanın geri kalanı için bir modem alıcı-verici kullanımını varsayıyoruz. Aynı ilkeler, ayrı alıcı-vericilerin değiştirilmesinde de geçerlidir.) **Şekil 68, bir** QSK sistemi için temel röle kablolamasını göstermektedir.

Bu tasarım, verici çıkışını amplifikatör girişine yönlendirmek için yalnızca tek atışlı bir röle kullanır. Usingadouble-throwrelaywithanother contact for receive, kişilerin alma yolunda aralıklı hale gelmesi için başka bir fırsat ekler. Henry Radio, Şekil 68 yaklaşımını daha sonraki tüm amplifikatör üretim çalışmaları için kullandı. Verici çıkış seviyeleri için derecelendirilen röle temas malzemeleri, alınan sinyallerin son derece düşük seviyelerinde aralıklı hale gelebilir.

Temel zamanlama hususları

Anahtar veya keyer raketine basıldığında, alıcı-vericide birkaç şey olur. İlk olarak, anahtar veya kürek durumu teçhizatın keyerormicroprocessor tarafından okunmalıdır. Alıcı-verici daha sonra alıcıyı susturan iletim moduna geçer, amplifikatör anahtarlama devresini değiştirir ve RF çıkmaya başlar. Çoğu modem alıcı-vericisi, mekanik bir röle veya FET amplifikatör anahtarlama devresi için seçeneğe (genellikle bir menü seçimi) sahiptir.

Uygun QSK işlemi, alıcı-vericinin lineer amplifikatör anahtarlama rölesinin enerji vermesi (temas sıçraması durduktan sonra) ve radyonun RF iletmeye başlaması arasındaki gecikmeye bağlıdır. Kolayca ölçülen bu gecikme, doğrusal amplifikatör anten rölesi ve önyargı anahtarlama kontrolünde anahtar unsurdur. Yazar, ICOM IC-7600, IC-751A, IC-7200, IC-756 PRO-İİ ve IC-756 PRO-IIİ gibi birçok modern alıcı-vericiyi ölçmüştür. Bu alıcı-vericilerin tümü tipik olarak, Şekil **69'daki İC-7200 için gösterilen yaklaşık 4 ila 6 milisaniyelik RF çıkışına son temas kapanmasından bir gecikmeye sahiptir.** (İC-75 lA aslında bir iç kontrolle ayarlanabilir.) SSB ve RTTY'deki zamanlama, çoğu radyoda CW zamanlamasını takip ediyor gibi görünüyor.

Aynı işlem, iletimden almaya giderken tersine çalışır. RF çıkışı durur, amplifikatör anahtarlama devresi tekrar almak için değişir ve alıcının sesi kapatılır. Bu gecikme tipik olarak biraz daha uzundur ve **Şekil 70,** yaklaşık 6 ms'de ölçülen İC-7200 gecikmesini göstermektedir.

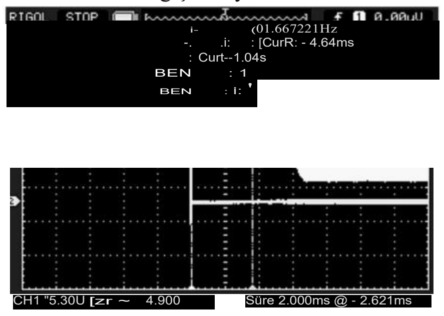
RF'yi değiştirmek için İf PIN diyotları kullanılır, diyotlar mikrosaniyelerde geçiş yaptığı için hız genellikle bir sorun değildir. İf elektromekanik röleler kullanılır, ancak -alıcıdan iletime giderken mevcut olan birkaç milisaniye hızlı bir röle gerektirir. Reed röleleri tipik olarak alıcı-vericinin çıkışı gibi düşük güç için kullanılır ve QSK için kullanılacak kadar hızlıdır. Daha yüksek güç, yüksek hız

Vakum röleleri amplifikatör çıkışında kullanılmalıdır. Bu röleler yaklaşık 1 ms içinde açılıp kapanır ve milyonlarca açma-kapama döngüsü için derecelendirilmiştir.

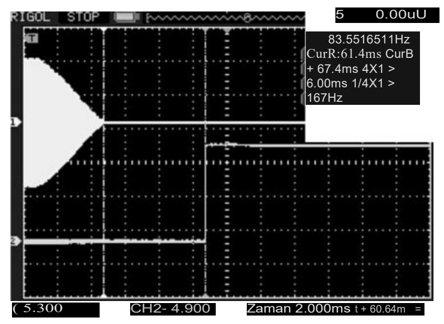
Tüm mekanik röleler ve anahtarlar, rölenin hareketli armatüründeki esneme nedeniyle kontak sıçramasına sahiptir. Kontak sıçraması, bir rölenin kapanması veya açılması için gereken süreyi ölçerken bir osiloskop ile açıkça görülebilir. Bu makaledeki tüm ölçümler, kontaklar güç için hazır olana kadar kontak sıçrama süresini içerir. Röle devrelerini hızlandırmak için yapılan değişikliklerin daha ayrıntılı bir tartışması, indirilebilir ek içerikle birlikte verilen "W7RY QSK Röle Zamanlaması'adlı PDF makalesinde mevcuttur.

Anahtarlama zamanlamasının doğru kontrolü, operasyonel kolaylıktan başka faydalara sahiptir. W7RY, "Bir DrakeL-4, bir Kenwood TL-922 ve bir Heathkit SB-200 QSK ekledikten sonra, ayar kapasitöründeki sinir bozucu arklama durdu. TL-922 özellikle buna eğilimliydi ve Heathkit SB-200, satın aldıktan sonra amplifikatörü kontrol ederken oldukça sık yaptı. Ne oldu?

"Ark durdu çünkü amplifikatör artık röleleri sıcak değiştirmiyordu ve



Şekil 69 - Bir ICOM IC-7200 için RF zamanlamasına yakın röle. Amplifikatör röle kontakları kapandıktan sonra RF çıkışı 3.6 ms görünür. Röle-RF zamanı, röle için küçük bir anahtarlama transistörünün yerine geçerek 1.5-2.0 ms artırılabilir.



Şekil 70 - Aynı **ICOM,** RF-durağından kontakları açmaya kadar zamanlamayı IC-7200. RF çıkışının sonu ile almak için geri dönen röleler arasında 6 ms vardır.

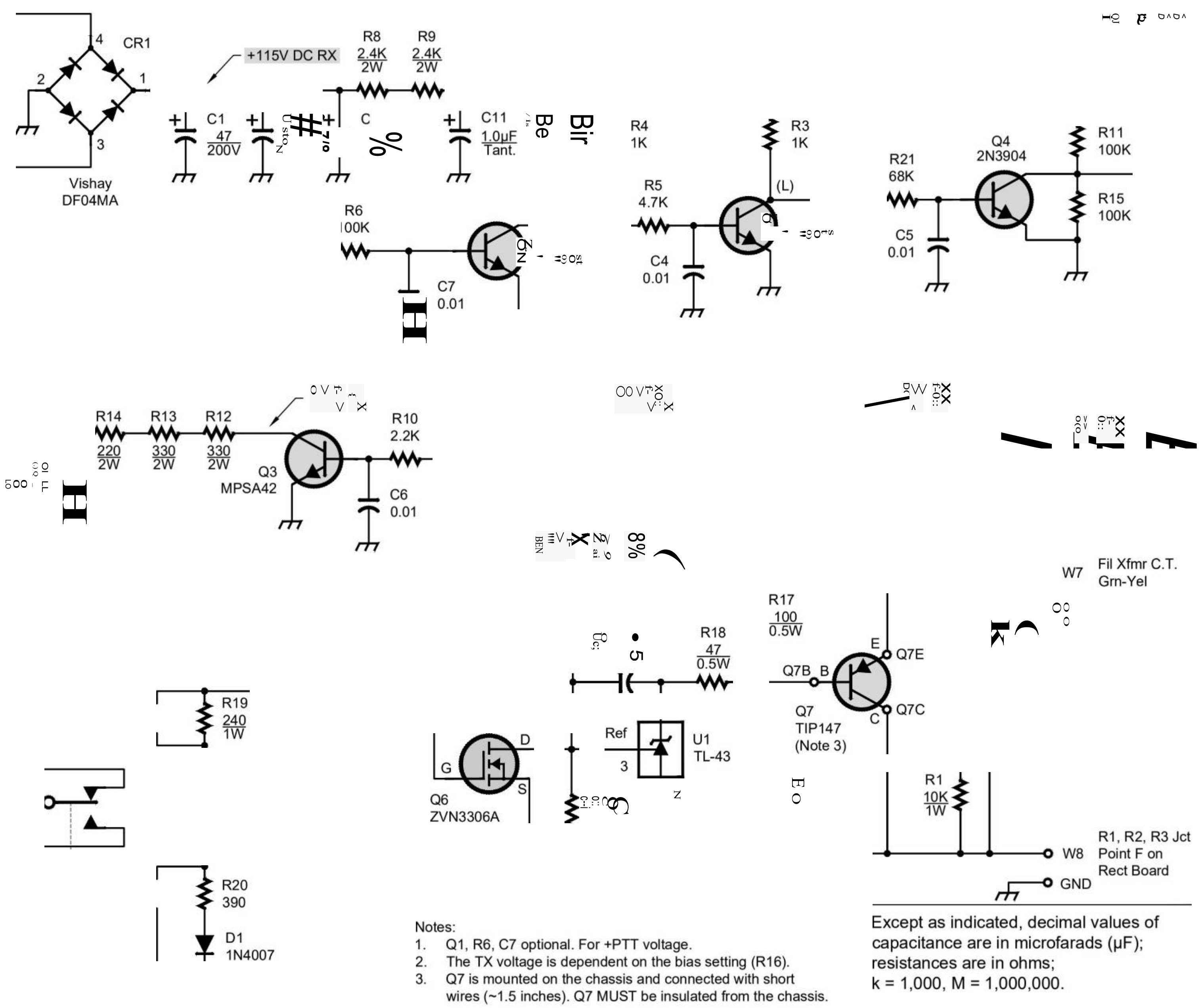

W1
W2
CR1
Vishay
DF04MA
+115V DC RX
C1
47
200V
R8
2.4K
2W
R9
2.4K
2W
C11
1.0µF
Tant.
R6
100K
C7
0.01
R4
1K
R3
1K
(L)
R5
4.7K
C4
0.01
R21
68K
C5
0.01
Q4
2N3904
R11
100K
R15
100K
T/R Relays + W3
T/R Relays
R14
220
2W
R13
330
2W
R12
330
2W
Q3
MPSA42
R10
2.2K
C6
0.01
W7
Fil Xfmr C.T.
Grn-Yel
R17
100
0.5W
R18
47
0.5W
Q7B
B
E
Q7E
C
Q7C
Q7
TIP147
(Note 3)
Ref
3
U1
TL-43
G
D
S
Q6
ZVN3306A
R19
240
1W
R1
10K
1W
W8
GND
R1, R2, R3 Jct
Point F on
Rect Board
To Tank Circuit
R20
390
D1
1N4007
Notes:
1. Q1, R6, C7 optional. For +PTT voltage.
2. The TX voltage is dependent on the bias setting (R16).
3. Q7 is mounted on the chassis and connected with short wires (~1.5 inches). Q7 MUST be insulated from the chassis.
Except as indicated, decimal values of capacitance are in microfarads (µF); resistances are in ohms; k = 1,000, M = 1,000,000.

Figure 71

Amplifikatörün çıkışı anten sistemine aktarılmadan önce RF sürücüsü uygulamak! Kenwood TL-922 iki büyük, yavaş ve yüksek sesli anten değiştirme ve önyargı anahtarlama rölesine sahiptir. Bu s-1-o-w röleleriyle, RF sürücüsü çıkış rölesi kontakları değişmeden önce tüplere ulaşıyordu! Bu kadar basitti. Drake en az bir kere akort kondansatörüne saldırmıştı. İpek gibi pürüzsüz. QSK ile olan TL-922 2012 ve 2013 ARRL RTTY Roundup yarışmalarında kullandım ve mükemmel çalıştı! 10, 15 ve 20 metredeki tüm 30 saatlik yarışmada yay veya kıvılcım yok. "

Uygun şekilde tasarlanmış QSK sistemlerinin, tam QSK kullanılsın veya kullanılmasın, rölelerin sıcak anahtarlamasını ve çıkış ayarlama ağındaki olası ark oluşumunu önlediğini unutmayın. Bu, rölelerin aşınmasını ve amplifikatör üzerindeki stresi azaltacak ve daha güvenilir bir çalışmaya yol açacaktır.

Tüp önyargı kontrolü

Bir vakum tüpü lineer amplifikatöründe, QSK devresi, tüpün katottan ızgaraya önyargısını, anten röleleri ile aynı oranda iletime hazırlık için bir dinlenme akımı koşuluna geçirmelidir. Kesme önyargı voltajı ZSAC (Sıfır Sinyal Anot Akımı, a.k.a. rölanti akımı) tüp üreticisi tarafından belirtildiği gibi. 3200 V kullanan çoğu 3-500Z amplifikatör için, bu voltajın 6 ila 8 V arasında olması gerekir.

Bileşenler ve QSK için inşaat

Rölelerin amplifikatöre yerleştirilmesi kritik değildir, ancak rölelerin giriş ve çıkış konektörlerinin yakınına kurulması genellikle en uygun olanıdır ve uçları kısa tutar. Röle montajı, onları sessiz tutmak dışında kritik değildir. Yazar, rölenin bir delikten veya silikon tutkal/sızdırmazlık maddesinin bir "yatağına" monte edilmesini önerir. Kurşun bağlantısının röleleri sessiz tutmakla çok ilgisi var. Kalkan örgüsü ofRG-17 4 koaksiyel titreşimi absorbe etmek için iyi çalışır. Sadece örgüyü lehimle doldurmadığınızdan emin olun, yoksa ekstra sertlik amacı yener. Örgüyü oldukça büyük bir at nalı şeklinde bükün ve röle terminallerine lehimleyin ve daha sonra doğrudan RF konektörüne veya diğer devreyi bağlayan koaksiye lehimleyin.

Reed röleleri bir vakumda cam kapsüllenmiş temaslara ve bu cam muhafazanın dışına sarılmış bir bobine sahiptir. Kamış temas kurmak için çok uzağa gitmek zorunda değildir, bu nedenle röle son derece hızlıdır: kapanış 700 µs'den (0.7 ms) daha az ölçülür ve 500 µs veya daha az sırayla biraz daha hızlı açılır. 100 W veya daha az sürücü için 1 ila 2 A temas derecesi yeterlidir. Hız nedeniyle, röle bobin voltajı kritik değildir. Bobin boyunca bir direnç, daha yüksek veya daha düşük bobin voltajını rölesi önerilir.

Amplifikatör kapatıldığında veya atlandığında, verici çıkışı RF'nin kamış rölesinden geçmediğini unutmayın. Küçük bir mekanik röle kullanabilirsiniz, ancak bir kamış rölesinden biraz daha yavaştır ve aynı zamanda daha gürültülüdür. "Sondaj tahtası" etkisini minimumda tutmak için montaj ve kurşun bağlantılarına dikkat edin.

Amplifikatör çıkış vakum rölesi Jennings RJlA, Kilovac HCl, Gigivac GHl ve jenerik VHC-1 gibi daha küçük tipte olmalıdır. Jennings RFl stili, cam zarf vakum rölelerinin herhangi biri gibi çok yavaştır. HC3 veya VHC-3 bir röle türü kullanmayın, çünkü bunlar RF için değil, sadece de için derecelendirilmiştir.

RJlA rölesinin belirtilen yakın süresi 6 ms'dir. Ölçümler, yaklaşık 3 ms'lik tipik bir kapanma süresini göstermektedir. Daha yüksek bir başlangıç voltajı kullanarak, kapanma süresi 1,5 ms'ye kadar düşürülebilir, ancak ortalama süre 2 ms civarındadır.

Rölenin serbest kalma süresi, röle bobininin geri tepme bastırma devresine bağlıdır. Normal devre, bobin boyunca bağlanmış ters taraflı bir diyottur. Diyotlu seri bir direnç, bobindeki enerjinin bir kısmını dağıtır ve röle armatürünün daha hızlı serbest bırakılmasına yardımcı olur.

W7RY - Analog QSK Kontrolörleri

Bu proje gerçekten birkaç popüler nonQSK amplifikatör modelleri için W7RY tarafından geliştirilen kontrolörler bir dizi. İçinde gösterilen SB-220 QSK denetleyicisi bir tasarım örneği olarak özetlenecektir - şematik **Şekil 71'de gösterilmiştir.** SB-220 denetleyicisi için ek yapı ayrıntıları indirilebilir ek içerikle birlikte mevcuttur. Heathkit SB-200 ve Kenwood TL-922 QSK kontrolörleri için tasarım bilgileri de ayrı dosya paketleri olarak dahil edilmiştir.

Amaç, elektronik arka planı olan herkes tarafından çok az veya hiç destek olmadan kolayca kurulabilecek bir tahta tasarlamaktı. Diğer gereksinim, amplifikatöre ana bileşenlerin eklenmemesiydi. Yazarın tasarladığı tahta çeşitleriyle, muhtemelen herhangi bir amplifikatöre uyacak bir tahta vardır. (Bu tasarımlar hakkında daha fazla bilgi için W7RY'nin www. qrz.com/db/W7RY web sayfasına bakın.)

Bildiğiniz gibi, bazı eski lineer amplifikatörler, iletim alma rölelerini değiştirmek için oldukça yüksek bir voltaj kullandılar. Solidstate alıcı vericileri daha sonra zaten yavaş bir anahtarlama sistemine daha fazla gecikme ekleyen harici bir röle kullanmak zorunda kaldı veya amplifikatöre bir satış sonrası yumuşak anahtar modülü kurdu .

Kontrolörler düşük voltajlı anahtarlama sinyalleri kullanır, böylece ek güç veya arayüz kalmaz

Sinyaller gereklidir. Mevcut amplifikatör anahtarlama sinyali pozitif gidiyorsa, pozitif voltaj giriş anahtarlama hattı da vardır. Bazı radyolar, topraklanmış amplifikatör röle anahtarlama sinyalinden daha hızlı anahtarlama yapan çok hızlı bir pozitif giden anahtarlama sinyaline sahiptir. Eğer amplifikatör anahtarlama rölesi özel alıcı-vericinizde biraz yavaşsa, amplifikatörü tuşlamak için pozitif bir voltaj

W9AC Evrensel Sıralı QSK (S-QSK) Denetleyicisi

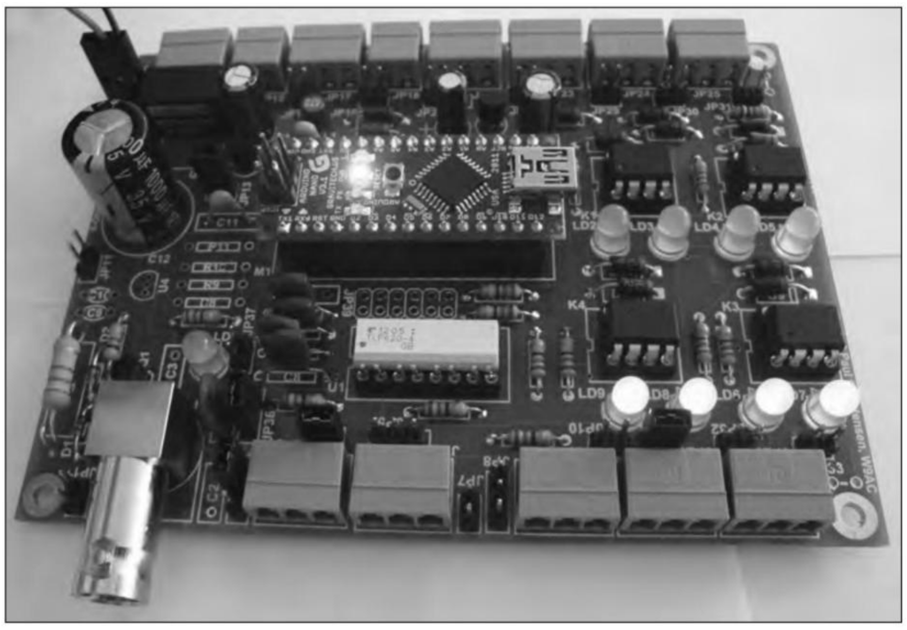
Evrensel S-QSK (S-QSK) kartı **(Şekil 72),** hepsi anakart Arduino Nano veya PİC mikrodenetleyici tarafından kontrol edilen birçok RF anahtarlama uygulamasını kontrol etmek için tasarlanmıştır. Çeşitli mikrodenetleyici programları sayesinde, bir S-QSK kartı birçok farklı anahtarlama işlevini yönetebilir. Örnek kod, satır satır belgeler ve yapılandırılmış akış şemaları, acemi programcıya kod özelleştirme konusunda yardımcı olmak için sağlanmıştır. Yapısal mantık kolay kod değişikliği için kullanılır. Kaynak kodunu kopyalayıp Arduino yazılımının düzenleme penceresine yapıştırın, ardından bir mini USB kablosuyla Nano kartına yükleyin.

Halen, S-QSK için üç program yazılmıştır: bir amplifikatör QSK denetleyicisi; Ayrı alıcı-verici kombinasyonları için bir TR anahtarı ve alıcı girişleri için bir koruma devresi. (Son iki uygulama, bu makalenin tam sürümünde indirilebilir ek içerikle tartışılmaktadır.) Bir QSK denetleyicisi olarak kullanıldığında, S-QSK, kullanıcının harici RF röleleri veya bir PIN diyot anahtarı seçimi ile kullanılmak üzere tasarlanmıştır. PIN diyot TR anahtarlamayı destekleyen devre kartları ve S-QSK'nın başlıklarıyla arayüz oluşturacak uzaktan çıkışlar yazar tarafından geliştirilmektedir.

S-QSK'nın şeması **Şekil 73'te gösterilmiştir.** Tam bir parça listesi, PCB düzeni çizimleri, akış çizelgeleri ve C++ kaynak kodu ayrıca indirilebilir ek içerikle birlikte sağlanır. Ek olarak, çift taraflı bir profesyonelPCB, yazardan web sitesi aracılığıyla **www.qrz.com/db/w9ac.** Güncellemeler ve revizyon bilgileri de aynı web sayfasında sunulacaktır.

Arduino mikrodenetleyicilerinin güçlü bir özelliği, bir önyükleyici ile önceden programlanmış olmaları ve kullanıcının PIC ve EEPROM yongaları için yaygın olarak ihtiyaç duyulan harici bir donanım programcısı kullanmadan yeni C++ kodunu hızlı bir şekilde yüklemesine izin vermesidir. Bir mini USB kablosunu bir PC USB bağlantı noktasına bağlayın ve programlamaya hazırsınız. İsteğe bağlı olarak, kullanıcı önyükleyiciyi atlayabilir ve mikrodenetleyiciyi İCSP (İn-Circuit Serial Programming) başlığı ile programlayabilir .

Mikrodenetleyici ve çevre devreleri



Şekil 72 - Arduino mikroişlemcisini ve LED hata göstergelerini gösteren S-QSK kartı. RF SENSE giriş konektörü sol alttadır. [Paul Christensen, W9AC, fotoğraf]

Test sırasında USB portu tarafından desteklenir ve harici + 7 ila + 12 V kaynağı normal çalışma sırasında S-QSK'ya güç verir.

S-QSK ÖZELLIK SETI

Anahtarlama olayları arasında hassas zamanlamanın gerekli olduğu birçok uygulamayı uygulamak için ortak bir donanım platformu kullanılır. Donanım aynı kalır; Farklı uygulamalar için yalnızca kaynak kodu değişir.

• AnArduinoNanoorPİCmikrodenetleyici S-QSK anakartına takılır. Bir Nano'yu programlamak özel bir donanım gerektirmez - ana bilgisayardan bir USB kablosu ile yüklenir. Eğer oradvanced programcılar, bir 16F88 PIC çip Nano yerine kullanılabilir.

• Vidalı Phoenix tarzı I/0 konektörleri kullanır. Kolay montaj ve servis için her I/0 konektörü anakarttan çıkarılabilir.

• Dört dijital giriş kanalı; Sekiz dijital çıkış kanalı. İsteğe bağlı analog kanallara erişim için başlık.

• Maksimum RFI bağışıklığı için optik olarak izole edilmiş I/0. Giriş üzerindeki Photo-Darlington transistörleri ve çıkış üzerindeki katı hal PhotoMOS röleleri.

• Her giriş kanalı, bir katı hal açık kolektöründen veya başka bir katı hal anahtarlama cihazından beslenen kuru kontak kapatma için seçilebilir.

• Her çıkış kanalı şamandıra veya referans devre zemini için seçilebilir. Her çıkış, bir akım lavabosu veya akım kaynağı olarak çalışmak üzere jumper tarafından seçilebilir.

• BNC konektörü veya 2 pinli başlık aracılığıyla RF örneklemesi. RF de seviyesine dönüştürülür ve foto-kuplör sürücü için şartlandırılır. RF algılama, 100 mW'dan daha az RF gücü ile etkinleşir .

• Uzak RF sensör kartı, RF'yi uzak bir yerde veya bir T RF bağlantısının kabul edilemez bir hat uyuşmazlığı oluşturduğu durumlarda örneklemek için kullanılabilir.

• Tüm çıkış hatlarında yerleşik LED tanılama durumu göstergeleri.

• Vakum röleleri için + 12 V sağlamak üzere + 12 V kaynağına önyüklenen + 24 V de-de dönüştürücü kullanır .

• İki adet isteğe bağlı, jumper ile seçilen röle bobini hızlandırıcı .

• Tahta sadece ilgi devreleriyle doldurulabilir, böylece inşaat maliyetinden ve montaj süresinden tasarruf edilir.

• Tüm adımların 1 ms zamanlama artışlarıyla hassas kontrolü ve gecikmesi.

• Kodda yerleşik olarak bulunan önemli hot-switch hata koruması. Herhangi bir şey adımlar arasında geçiş yapmadan önce, RF ilk olarak örneklenir ve giriş anahtar hattının durumu ile değerlendirilir.

• Küçük kart boyutu: S-QSK 4.5 x 3.5 inç ölçer. Uza

S-QSK OPERATION

S-QSK, bir RF güç amplifikatörü ve verici/alıcı-verici arasındaki tüm kritik zamanlama elemanlarını hassas bir şekilde sıralar. S-QSK kurulu QSK ve QSK olmayan amplifikatörler ile çalışacak. Bir sıralı elektronik önyargı anahtarlama (EBS) sistemi oluşturulur ve Hem iki durumlu hem de üç durumlu önyargı kontrolünü destekler. Türler arasında geçiş yapmak sadece mikrodenetleyici kodunda basit bir değişiklik gerektirir.

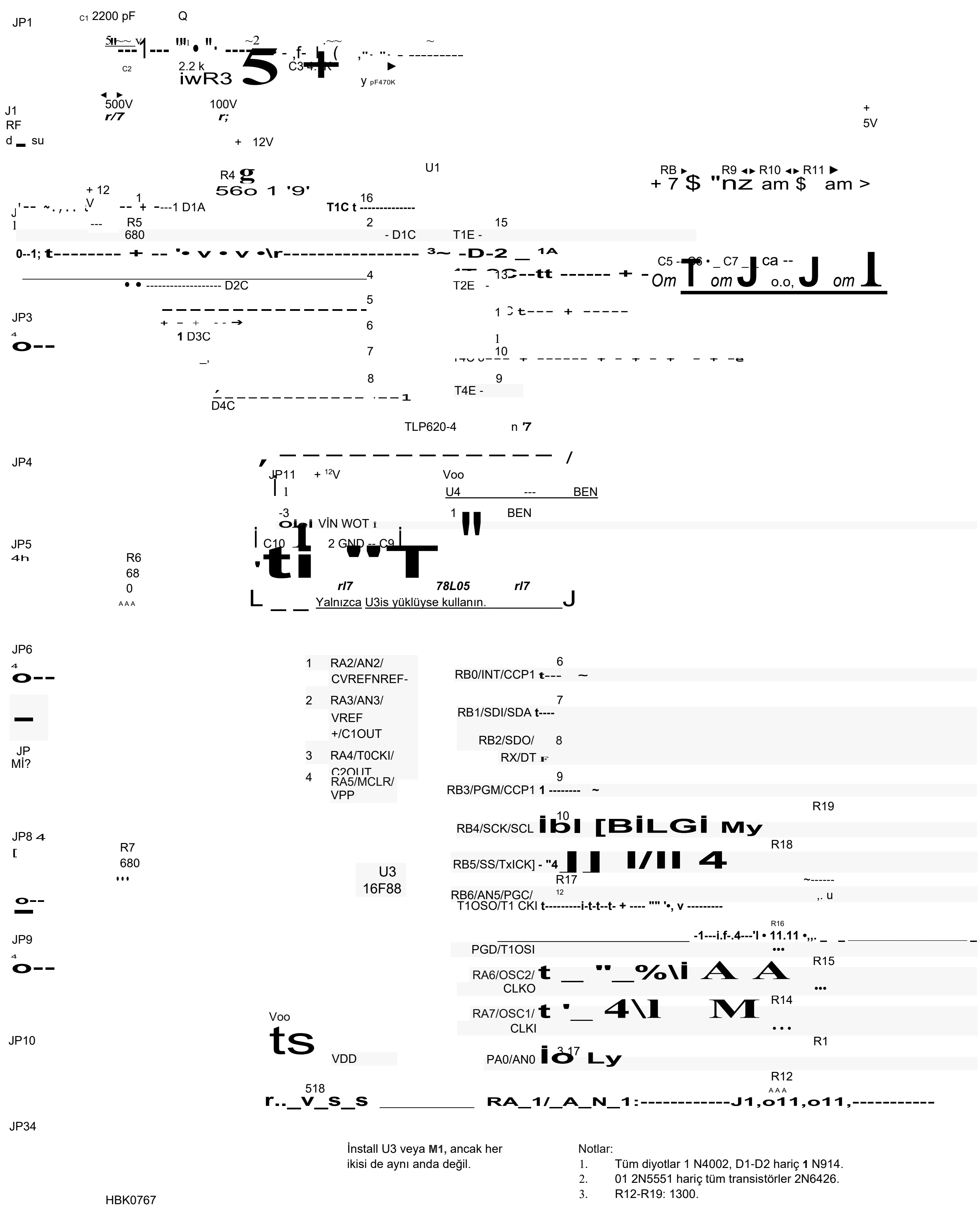
Olaylar arasındaki gecikme süresi, çeşitli verici ve amplifikatör zamanlama özelliklerine uyacak şekilde bağımsız olarak ayarlanabilir. Giriş anahtarı ve RF algılama hatları bir döngü içinde yoklanır. Satır durumlarına ve bir bayrak bitinin durumuna bağlı olarak, S-QSK kartının çıkış anahtar hattı, katı hal röleleri ve önyargı kontrolü, "hot-switch" etkilerinden kaçınmak için zaman dizilimi ile değiştirilir. (Kaynak koduyla birlikte verilen akış şeması dosyalarına bakın.)

S-QSK, tüm RF zarfının varlığını örnekleyerek sıcak anahtarlı RF koruması sunar. Giriş anahtar hattı aktif olmadan önce S-QSK kartına girişte IF RF uyarımı bulunur, alımdan iletime bir anahtar engellenir. Aynı şekilde, RF zarfı iletimden sonra sıfıra düşmediyse, S-QSK kartı almak için geri dönmeyecektir. Herhangi bir zamanlama hatası meydana gelirse, iki LED'den biri yanar ve bir hata gösterir. Zamanlama hatası temizlenene kadar LED'ler yanmaya devam eder. Her LED, kısa zamanlama hataları durumunda 0,5 saniye boyunca açık kalacak şekilde darbelenir. Anahtar sonrası bir arıza tespit edildiğinde, daha fazla amplifikatör koruması sağlayan önyargı hatları devre dışı bırakılır.

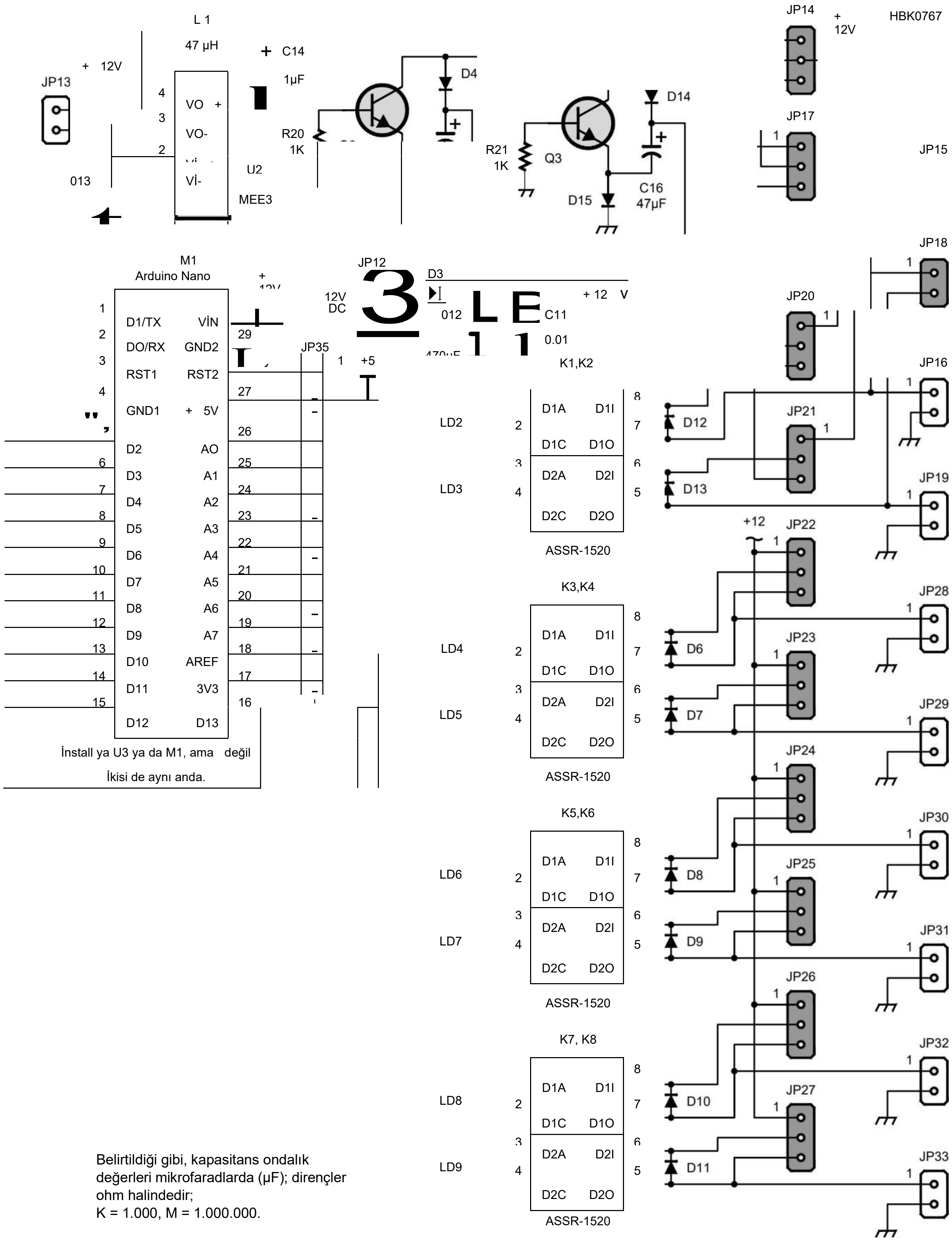
Üç aşamalı EBS sistemlerinde "askıda kalma" yanlılığı desteklenir ve kullanıcı tarafından 1 ms'lik artışlarla 0 ms'den 255 ms'ye ayarlanabilir.

Amplifikatör anahtarlama elemanları arasında hassas zamanlama oluşturmaya ek olarak, S-QSK, çerçeve tipi çıkış ve giriş rölelerinin röle aktivasyon süresini hızlandırabilir. Kart, her biri + 12 V veya + 24 V güç veriyolu seçeneği ile çalışan iki isteğe bağlı röle bobin hızlandırıcısı içerir. Hızlandırıcı devreler başlık jumperları ile çalışıyor. Mekanik TR anahtarlama için, JenningsRJ-1, Kilovac HC-1 ve Gigavac GH-1, nominal besleme voltajlarında çalıştırıldıklarında RF çıkış rölesi için iyi seçimlerdir. Giriş rölesi için, Aromat/Matsushita RSD-12V düşünün .

Bir RF giriş örneği, RF SENSE giriş konektörü **JI** veya JPl başlığından Cl tarafından kapasitif olarak ofR1-R3, C3, Dl-D2 ve Ql içeren bir dedektör devresine bağlanır. RF örneklemesi, U 1'deki bir fototransistör tarafından mikrodenetleyici dijital girişlerinden optik olarak izole edilir. Uzak bir RF örnekleme kartı (bu baskı hazırlanırken geliştirilmektedir - yazarın web sitesine bakın), bir T RF bağlantısının kabul edilemez bir çizgi uyuşmazlığı gösterdiği veya örnek noktasının ana S-QSK kartından uzun bir mesafede olduğu durumlarda da kullanılabilir. Dedektör devresi, 100 mW'dan



Şekil 73 - S-QSK şeması. Tam bir parça listesi, indirilebilir ek içerikle ayrı bir dosya olarak sağlanır.

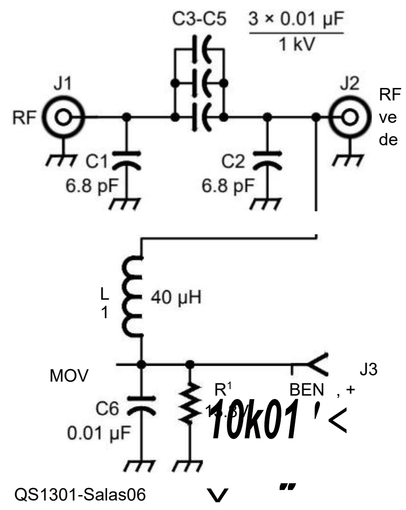


Belirtildiği gibi, kapasitans ondalık değerleri mikrofaradlarda (μF); dirençler ohm halindedir;
K = 1.000, M = 1.000.000.

17 Yasal Sınırı Önyargı-Tee

AD5X, Phil Salas'ın aşağıdaki projesi, 3 A'ya kadar de akım sağlarken, 1.8 ila 230 MHz arasında tam yasal limitli güç seviyelerinde kullanılabilen bir bias-Tee'yi tanımlamaktadır. Proje ilk olarak *QST'nin Ocak 2013 sayısında yayınlandı. Tüm* inşaat ayrıntılarını içeren tam makale, indirilebilir ek içerikle kullanılabilir. Yazarın web sitesinde ek bilgi mevcuttur **www.ad5x.com/images/ Articles/BiasT3amp.pdf**.

Bir bias-Tee, yüksek izolasyon indüktörü boyunca bir koaksiyel iletim hattının merkez iletkeni aracılığıyla de power'ın beslenmesini ve çıkarılmasını sağlar. İt, ayrı bir de feed olmadan uzaktan yerleştirilmiş RF anahtarlarını, preampları ve anten tunerlerini güçlendirmek için kullanılır. **Şekil 74, bir** çift - biasTees'in bir uzak anten tunerine güç verdiği tipik bir uygulamayı göstermektedir.



Şekil 75 - Önyargı-Tee'nin şeması. RF kayıplarını azaltmak için seri 0.01 µF kapasitörler fiziksel olarak büyük olmalıdır. 40 µH indüktör, tüm çalışma aralığında yüksek reaktans sunmak için özel olarak seçilmiştir (metne bakınız).

C1, C2 - 6.8 pF, 1 kV kapasitör (Mouser 75-561R1 0TCCV68)
C3-C6 - 0.01 µF, 1 kV kapasitör (Mouser 81-DEBF33A103ZA2B)
J1, J2 - $ O-239 konnektörler (Mouser 523-83-1R)
J3 - DC güç konektörü, kasa montajı (Mouser 163-1060-EX)
L 1 - 40 µH indüktör, J.W. Miller 5240-RC (Mouser 542-5240-RC, metne bakın)
MOV - MOV, 18V de (Mouser 667-ERZ-V10D220)
R1 - 10 k ©, {% -W direnç (Mouser 660-MFS1/4LCT52R103J)
(1) Elektrik kutusu (Reddot S100E)
(1) Metal kutu kapağı (Reddot S340E-R)
(8) 4-40 x % inç paslanmaz çelik vidalar
(8) # 4 paslanmaz çelik split-ring kilit yıkayıcılar (8) 4-40 paslanmaz çelik fındık
(3) # 4 lehim lugs (Mouser 534-7325)
(2) 6-32 x % inç paslanmaz çelik vidalar
(1) 8-32 x 1 inç paslanmaz çelik vida **(1) 8-32 paslanmaz çelik somun**
(1) 8-32 paslanmaz çelik kanat somunu
(2) # 8 paslanmaz çelik bölünmüş halkalı dolap makineleri (2) # 8 paslanmaz çelik düz yıkayıcılar

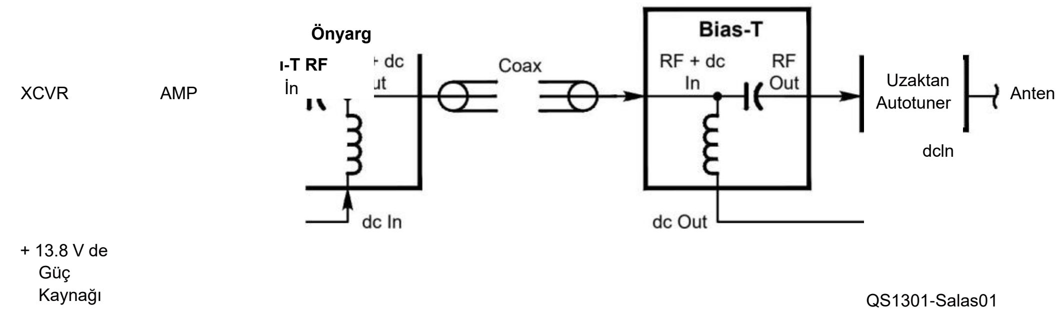
BIAS-T DESIGN CONSİDERATİONS

Bir de/RF yalıtıcı indüktör, minimum voltaj düşüşü ile gerekli de akımını taşırken ilgili bantlar boyunca yüksek reaktans sağlamalıdır. Ayrıca indüktördeki RF sinyalinin güç dağılımını en aza indirmek için indüktörün Q değeri yüksek olmalıdır. Yazarın AİMuhf vektör ağ analizörü kullanılarak büyük sayıda indüktör karakterize edildi. Çoğu HF spektrumunda birden fazla rezonansa sahipti veya Q çok düşüktü.

Bu tasarım için J.W. Miller 5240-RC 40 µH indüktörü seçildi. Bu indüktör, tipik olarak belirtilen 145 MHz'lik kendi kendine rezonans frekansı ile 3 A taşıyacak şekilde derecelendirilmiştir. İndüktör seçimi, 222 MHz ile tüm amatör bantlar boyunca empedansı yüksek tutmak için kritik öneme sahiptir. (İndirilebilir ek içeriğe sahip tam makale, bu indüktör için vektör ağı analizörü verilerini ve 6.8 pF dengeleme kapasitörleri ile tamamlanmış bias-Tee'yi içerir.)



Şekil 76 - İyi RF inşaat uygulamalarını takiben bias-Tee'nin iç yapısı.



Şekil 74 - RF sisteminde bir bias-Tee'nin tipik uygulaması. Aynı bias-Tee tasarımı, güç sağlamak ve çıkarmak için kullanılır.

BİAS-T CONSTRUCTION

Şekil 75, mekanik parçalar da dahil olmak üzere bitmiş ünite için şematik ve parça listesini göstermektedir. Bias-Tee, ucuz bir dış mekan elektrik dökme alüminyum kutusunda inşa edildi. **Şekil 76** bitmiş birimin içini göstermektedir. (Tamamen monte edilmiş ünitenin ve mekanik düzen çizimlerinin bir fotoğrafı için indirilebilir ek içeriğe sahip makalenin tamamına bakın.) Böyle bir el kablolu montaj önyargı-Tee gerektirir

VHF'deki tüm operasyon aralığı gerçekleştirilecekse, kısa uçlarla yapılan doğrudan bağlantılara sahip iyi RF inşaat uygulamaları.

Tüm bileşenler çıkış kutusu kapağına monte edilmiştir. Montaj donanımı dış mekan kullanımı için paslanmaz çeliktir (kapak hava koşullarına dayanıklı bir conta içerir). Üç 0.01 µF, 1 kV paralel kondansatör, voltaj değerleri için seçilmemiştir, çünkü bunlar arasında neredeyse hiç RF voltaj düşüşü olmamalıdır. Bununla birlikte, fiziksel olarak büyük kapasitörler gereklidir

Yasal limit çalışmasında (50 © 2 yük için yaklaşık 5.5 A RMS) yüksek RF akımından gelen güç dağılımını azaltın.

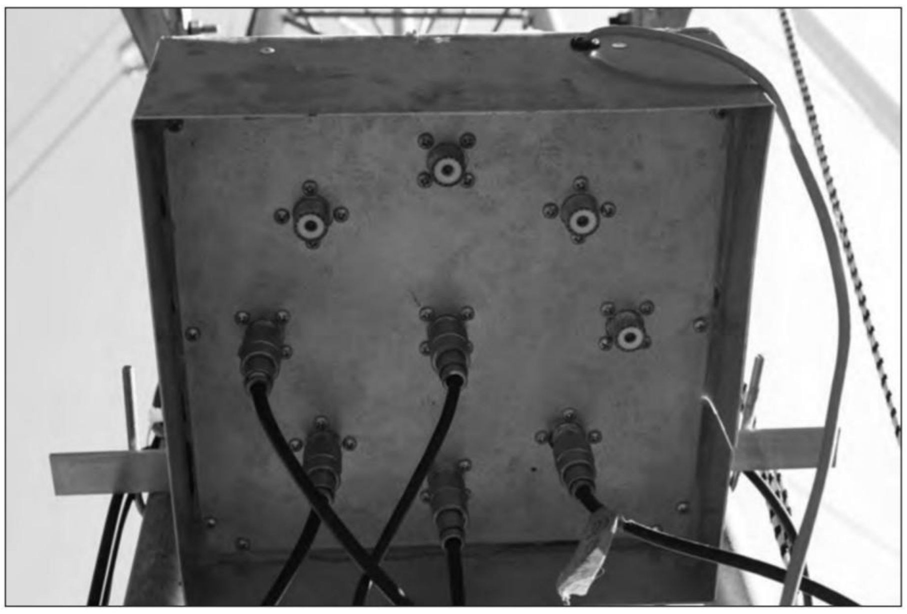
Giriş/çıkış bölümünde, bir MOY yaklaşık 18 V de'den daha büyük voltajlar için geçici koruma sağlar ve 0.01 µF kapasitör RF baypas sağlar. Bir 10 kn direnç, toprağa bir yol sağlar - bu, giriş/çıkış bağlantısı mevcut olmadığında veya bağlantısı kesildiğinde statik birikmeyi önler.

18 Sekiz Kanallı Uzaktan Kumanda Anten Anahtarı

(Önceki sürümlerden bir başka uzaktan anten anahtarı projesi, Bill Smith, K04NR tarafından "Düşük Maliyetli Uzaktan Anten Anahtarı", indirilebilir ek içeriğe dahil edilmiştir.)

Bu proje, Michael Dzado, AC0HB tarafından tasarlanan uzaktan kumandalı bir anten anahtarıdır. İt, sekiz antenden birinin seçimine izin verir veya bir anteni en fazla sekiz radyodan herhangi birine beslemek için kullanılabilir. Tüm sistem bir uzak anahtar düzeneği (Şekil **77'de gösterilmiştir)** ve bir seçici kontrol - düzeneğinden oluşur. Anahtar bir kontrol kablosuyla kullanılabilir, ancak anahtar tertibatına mantıksal kontrol sinyalleri sağlayan herhangi bir çözüm de çalışabilir.

Anahtar tertibatının baskılı devre kartı (PCB), 50 92 besleme hattına uyacak ve 70 dB ila 50 MHz arasında yüksek bir bağlantı noktasından bağlantı noktasına izolasyonu sağlayacak şekilde tasarlanmıştır. Tüm yapı detayları ve test ölçümleri ile orijinal makale - QEX *dergisinin Mart/Nisan 2014 sayısında yayınlandı* ve indirilebilir ek içeriği ile bir PDF makale olarak yer almaktadır. Parça listeleri, PCB düzeni görüntüleri, yapım talimatları, parça kitleri, inşa etmeye hazır PCB'ler ve ek tasarım detayları yazardan temin edilebilir www.acOhb.com/RFSwitch_Description **.**



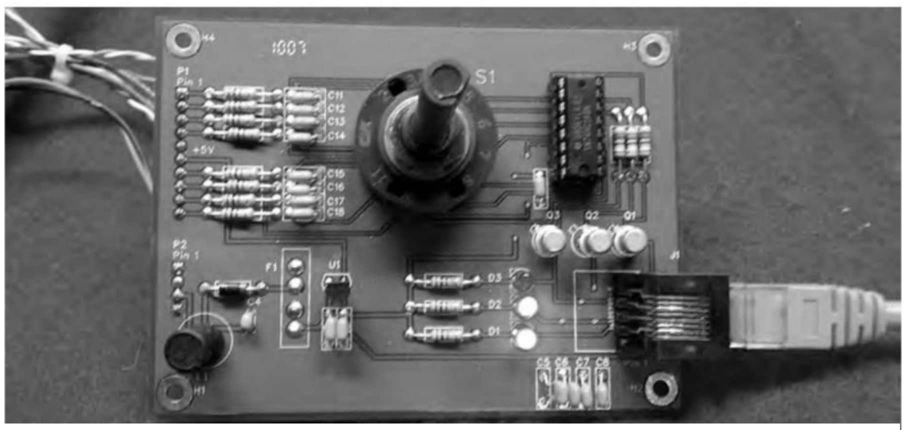
Şekil 77 - Dört anten arasından seçim yapan bir kule üzerine monte edilmiş uzaktan anten seçici panosu.

DESIGN DETAILS

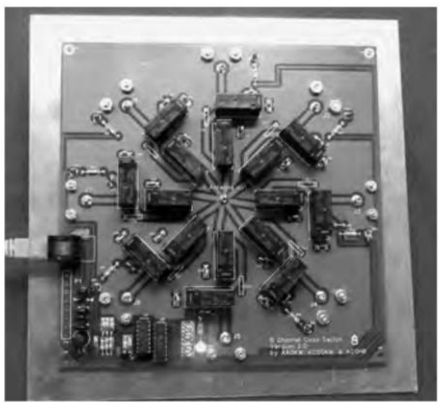
Uzaktan kumanda anten seçici sistemi, bir uzaktan kumanda tertibatı ve bir RF anahtar tertibatından oluşur.

Şekil 78'de gösterilen uzaktan kumanda tertibatı, yazarın istasyonu için basit bir çözüm olarak tasarlanmıştır. Montaj, sekiz konumlu bir döner anahtar ve RF anahtar tertibatını standart bir 2N2222A sekiz tel kablo ile çalıştıran CAT-5 transistöre bağlı 8 ila 3 dijital kodlayıcıdan oluşur.

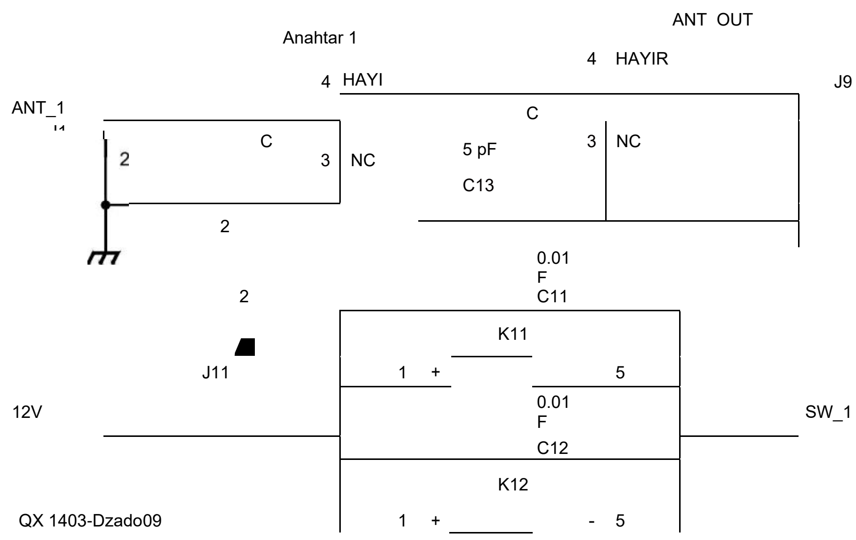
RF anahtar aksamı röleleri içerir



ve Şekil **78 - Anten seçici sisteminin uzaktan kumandalı baskılı devre kartı arasında seçim yapmak için röle sürücü devresi.**



Şekil 79 - Röleleri ve izleme düzenini gösteren anten anahtarı için baskılı devre kartı. Anahtarın simetrik düzenine dikkat edin.



Şekil 80 - Anten anahtarının bir bölümünün şeması - bu bölüm sekiz kez tekrarlanır. Anten seçilmediğinde, Switch 1'in normalde kapalı teması anteni topraklar ve ikinci röle ortak anten portu J9'un bağlantısını keser.

Oto 7 pozisyonu. Montaj sadece 13.8 V de kaynağı ve anahtar konumu seçimi için giriş olarak 3-bit TTL (dijital mantık) sinyali gerektirir. Bu arayüz çeşitli uzaktan kumanda çözümlerine izin verir. **Şekil 79,** meclisin üst görünümünü göstermektedir. Anahtar kontrol mantığı, röle sürücü akımını sağlamak için basit bir 3 ila 8 dekoder (74HC238) ve yüksek akım, sekiz çift Darlington transistör dizisi (ULM2008A) içerir.

RF anahtar düzeneğinde yüksek izolasyon ve empedans eşleşmesi birkaç tasarım tekniği ile sağlandı: Anteni radyo girişinden iki kat izole etmek için her sinyal yolunda iki röle kullanıldı. RF yolunu oluşturan izler bir koplanar dalga kılavuzu olarak tasarlanmıştır. Devre kartı üzerindeki RF konektörü yerleşimi, RF elektrik yollarını aynı yapmak için simetrik olacak şekilde sıkı bir şekilde kontrol edildi. RF iz yönlendirme, açıları 45 ° ile sınırlandırarak iyi tasarım uygulamalarını takip etti. Kontrol izleri, zemin düzlemi sürekliliğini en üst düzeye çıkarmak için devre kartının altına yönlendirildi. Daha iyi akım kapasitesi için 15 millik (0.015 inç) kontrol izi genişlikleri kullanılmıştır .

Anten kanalları arasındaki RF bağlantılarını en aza indirmek için, iyi temel RF/mikrodalga tasarımının kural ve ilkelerine uymak esastı. Anahtar düzeneği bir co-

Tüm RF izleri için düzlemsel dalga kılavuzu, -portlar arasında maksimum izolasyon sağlayan zemin düzlemi dikişli 50 © 2 empedans için tasarlanmıştır. Tam empedans (Zg) eşleştirme (50 © 2 in 50 9 line to 50 © 2 out) dönüş kaybını ve SWR'yi en aza indirir. Bir koplanar dalga kılavuzu tasarımı, devre kartı üzerindeki iz empedansının giriş ve çıkış empedanslarıyla eşleştirilebilmesi için seçildi. Bir coplanar dalga kılavuzu tasarımı olan Zo, sinyal iletkeni genişliği ve kalınlığının bir fonksiyonu ve sinyal iletkenlerini çevreleyen malzemenin dielektrik sabitinin (&,) bir fonksiyonudur .

Sinyal dönüş akımları en az empedans yolunu izler. Yüksek frekans devrelerinde bu en az indüktans yoluna eşittir. Zemin düzlemlerinin her RF izinin etrafında her 0,1 inç veya daha fazla vias ile dikilmesi, devre kartında neredeyse bir dalga kılavuzu oluşturarak sinyal dönüş yolundaki indüktansı en aza indirmeye yardımcı olur.

RF konektörleri çıkış konektörünün etrafına simetrik olarak yerleştirildi (Montaj merkezi) her RF yolu için eşit bir elektrik uzunluğu sağlamak için. Portlar arasında ölçülen tipik izolasyon 70 dB'den büyüktür.

Kontrol sinyallerinden maksimum RF ayrışması sağlamak için güç ve kontrol hatlarında kapsamlı RF ayrışması eklendi. Geçici voltaj bastırma diyotları (Transorbs), iyi dalgalanma koruması için tüm giriş kontrol hatlarına eklenmiştir.

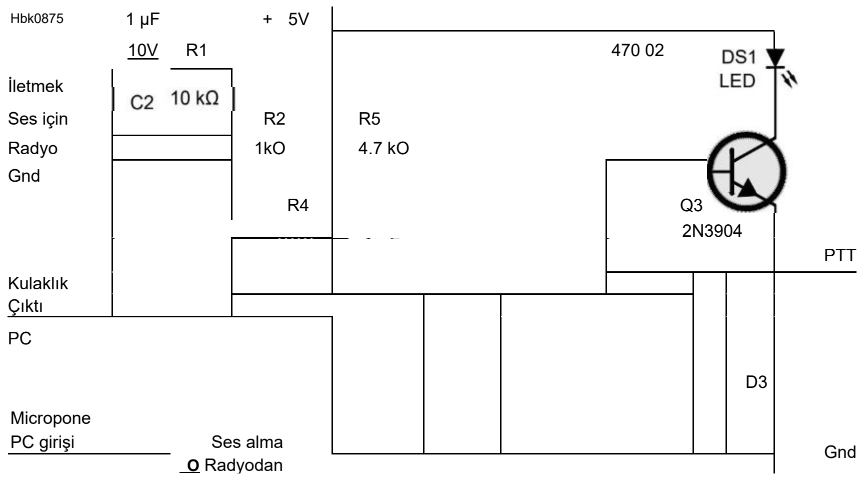
Anahtarlama rölesi bu tasarımın kalbinde yer alır - bir Omron Electronics İnc G6RN-1-DC12, mühürlü bir çift kutup, çift atış (DPDT) rölesi, altın kontaklar üzerinde 8 A gümüş. İletişim kapasitesi tasarımımız için fazlasıyla yeterlidir. Her yolda iki röleyi kullanarak her RF portunu iki kat izole etmeyi seçtik. **Şekil 80'de gösterildiği gibi,** ilk röle enerjisi kesildiğinde anten girişini oluşturur. İkinci röle basitçe RF portunu çıkıştan ayırır. Bu şematik, sekiz seçilebilir antenin her biri için tekrarlanır.

19 Dijital Ses PTT İçyüzü

QST'nin Kasım 2016 sayısındaki bu devre, Julian Moss, G4ILO **(SK-www.g4ilo.com) tarafından bir** bilgisayar ses kartıyla dijital çalışma için geliştirildi. İt, bir vericinin PTT (push-to-talk) girişini anahtarlamak için ses kartı ses çıkış sinyalini kullanır. Ses çıkış sinyalini oluşturmak için bir USB ses I/0 adaptörü de kullanılabilir.

Şekil 81'deki devre, bilgisayardan ses iletimi algıladığında alıcı-verici PTT girişini anahtarlayan bir VOX (sesle çalıştırılan iletim) devresi görevi görür. Devre ayrıca iletim ses seviyesinin kontrolü için ayarlanabilir bir ses çıkışı (C2, Rl, andR2) sağlar. Q 1 ve ilgili bileşenler giriş sesini yükseltir, C3, Dİ, D2 ve C4 giriş sesi mevcut olduğunda pozitif bir voltaj üretmek için bir dedektör görevi görür. Dedektörün çıkışı, PTT girişini anahtarlamak için Q2'yi açar. Q 1 ve DS 1, PTT'nin ne zaman aktif olduğunu gösterir.

Haziran 2016 QST'den orijinal "Eklektik Teknoloji" sütunuPC'ye ses bağlantısı olarak ucuz bir harici USB ses adaptörü kullandı. PC'nin doğrudan ses girişi ve çıkış bağlantıları varsa, bunlar burada gösterildiği gibi kullanılabilir. Orijinal makale bu kitabın indirilebilir ek bilgileriyle birlikte verilmiştir.



Şekil 81 - G4ILO dijital iletişim arayüzü, PC'den ses iletimine dayanan bir alıcı-vericiye bir PTT sinyali sağlar. İletim ses seviyesi arayüz tarafından ayarlanabilir. Radyodan alınan ses seviyesi, alıcı-vericinin ses kazancı kontrolü ile ayarlanır. Gösterilen mouser parça numaraları (www.mouser.com).

C1, C2, C3, C4 - 1 µF seramik disk kapasitörler (810-FK24X5R1C105K)
D1, D2, D3 - 1N4148 diyotlar (512-1N4148)
DS1 - Kırmızı LED (78-TLCS5100)
Q1, Q2, Q3 - 2N3904 transistörler (610-2N3904)
R1 -10 k9, ‚4W direnç (791-RC1/4-103JB)
R2 - 1 k. Potansiyometre (652-PDB181K415K102A2)
R3 - 47 k ©, ‚% W direnç (791-RC1/4-473JB)
R4 - 330 k., ‚% W direnç (791-RC1/4-344JB)
R5, R6 - 4.7 k © 2, '% W dirençler (791-RC1/4-472JB)
R7 - 330 £2, % W direnç (791-RC1/4-331JB)

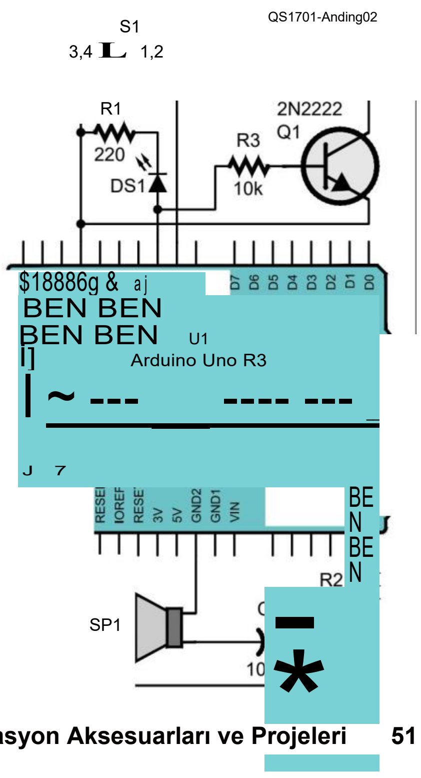
20 Arduino Tabanlı CW İDer

Bob Anding, AA5OY'in bu projesi ilk olarak *QST'nin Ocak 2017 sayısında yayınlandı.* Programlama ayrıntıları, Arduino yazılımı için bir taslak ve ilgili dosyalar dahil olmak üzere tam makale, bu kitabın indirilebilir ek bilgilerinde yer almaktadır.

Arduino mikrodenetleyici kartı, bir PC aracılığıyla programlanabilen bir CW İD mesajı oluşturmak için kullanılır. Mesaj, Arduino düzeneğine monte edilebilen veya zamanlayıcı çıkışı gibi başka bir ekipman parçası tarafından sağlanan bir anahtar kapatma ile başlatılır. Mesaj içeriği ve hızı, Arduino'nun ana bilgisayardaki taslak yazılımı aracılığıyla kontrol edilir.

Şekil 82, CW İDer'in şemasını göstermektedir. Bu proje için kullanılan bir Arduino UNO R3, Arduino'nun entegre geliştirme ortamı (İDE) aracılığıyla programlama için bir USB arayüzü içerir. Modül bir Reset düğmesi ve anumberof genel amaçlı giriş/çıkış (GPİO) pimleri ile birlikte gelir.

İDer'in etkinleştirme anahtarı (S 1) Kapalı, zamanlayıcı dönemi başlar. Zamanlanmış aralıktaki saniye sayısı 0 ile 32.000 saniye arasında değişebilir. Aralığın sonunda, PTT LED ve Q 1 açılır. Mesaj daha sonra bir ses tonu olarak SPl aracılığıyla oynatılır. Bir anahtarlama çıkışı Arduino yazılımı aracılığıyla veya bir VOX arayüzü oluşturarak kolayca eklenir (bu bölümdeki Dijital Ses PTT İnterface projesine bakın).



Şekil 82 - CW İDer Arduino Uno R3 ve bir avuç parça kullanır.
C1-100 µF, 25 V elektrolitik kapasitör. DS1 - 5 mm kırmızı LED.
R1 - 220 92, % W **direnç**.
R2 - 330 02, % W **direnç**.
R3 - 10 k., {% W **direnç**.
S1 - Anlık kontak anahtarı (N/O).

2022
HF Alıcı-Verici Araştırması

Tarafından Joel R. Hallas, Wİ ZR ve Mark Wilson, Kl RO

Çoğu büyük satın alımda olduğu gibi, alıcı-vericiler arasında, en temel işlevsellikten çoğu operatörün kullanacağından daha fazla çan ve ıslığa kadar geniş bir seçenek yelpazesi vardır. Beklenebileceği gibi, gelişmiş özellikler ve performans genellikle gelişmiş fiyatlarla el ele gider.

Bu Anket, 100 W veya daha fazla çıkışa sahip'tüm bant "alıcı vericileri ve taşınabilir çalışma için tasarlanmış birkaç düşük güçlü tüm bant modellerini dikkate almaktadır. Onlara "HF" alıcı-vericileri dememize rağmen, çoğu da 160 metreyi kapsar (orta frekans - MF - bandı). Birçoğu 6 metreyi de kapsar, bazıları 2 metreyi içerir ve birkaçı 70 cm ve daha yüksek frekans bantlarına sahiptir. Bu kadar geniş frekans kapsamı, VHF ve üstüne ek olarak sınırlı HF ayrıcalıklarıyla başlayan Teknisyen operatörleri için bir artıdır, ancak gelecekte yükseltme yapabilir veya birden fazla radyoya başvurmadan bu bantları keşfetmek isteyen herkes için. Burada tartışılan tüm radyolar, en azından AM yayın bandından 30 MHz'e kadar ayarlayan genel bir kapsama alıcısı içerir, böylece eğlence, kısa dalga - dinleme ve hatta spektrum analizi için kullanılabilirler.

Burada sunulan bilgiler 2021'in başından itibaren günceldir, ancak bu kadar rekabetçi bir pazarda ürünler ve fiyatlar dinamik olarak değişebilir. Modeller zaman içinde eklenebilir, güncellenebilir veya bırakılabilir ve böylece bunu okurken mevcut olan dizilim değişmiş olabilir. Bir seçim yapmaya yaklaştıkça bayi ve üretici web sayfalarını, QSTads ve Ürün İncelemelerini kontrol edin (1980'den itibaren incelemeler www.arrl.org/product-review'daki ARRL üyeleri tarafından kullanılabilir).

Kategoriler

Alıcı-vericiler fiyat noktalarına ve fiziksel konfigürasyona göre kategorilere ayrılma eğilimindedir. Fiyat, tipik "sokak fiyatı'dır - bayilerde sattıkları fiyatın temsilcisi -" liste fiyatı'değil. Fiyatlar 2021'in başından itibaren yaklaşıktı ve değişebilir (yukarı veya aşağı). Fiyatlara herhangi bir kupon veya sınırlı süreli promosyon dahil değildir. Mevcut fiyatlandırma için favori satıcınıza (veya doğrudan satanlar için üreticiye) danışın - tablolarda gösterilen temsili fiyatlardan farklı olacaktır. Kategoriler şu şekilde ayrılır:

Giriş seviyesi, Taşınabilir ve Mobil - - Yaklaşık 1000 $'a kadar olan masaüstü alıcı-vericileri ve 100 W çıkışı olan ve genellikle taşınabilir ve mobil operatörler tarafından tercih edilen radyolar.

Orta sınıf - 1000 ila 2500 dolar arasında değişen masaüstü alıcı-vericileri.

Üst orta sınıf - 2500 ila 4000 dolar arasında değişen masaüstü alıcı-vericileri.

Üst düzey - 4000 $ ve üstü maliyete sahip alıcı-vericiler.

Düşük Güçlü Taşınabilir - Taşınabilir çalışma için tasarlanmış ve tipik olarak 15 W'a kadar çıkış sunan, tüm HF bantlarını kapsayan ve SSB, CW ve dijital modları çalıştıran radyolar. Bazıları ayrıca VHF/UHF kapsama alanına ve FM/AM işlemine sahiptir .

Aksi belirtilmedikçe, açıklanan 100 W telsizler nominal 13.8 V de güç kaynağından çalışacak şekilde tasarlanmıştır, genellikle yaklaşık 20 ila 22 A. Daha yüksek güç seviyelerindeki telsizler, genellikle AC şebekesinden çalışmayı gerektiren özel güç kaynağı konfigürasyonlarına sahip olma eğilimindedir. Çoğu üretici 100 W radyolar için 13.8 V "eşleştirme" güç kaynağı sunuyor. Radyonun özelliklerini karşılayan satış sonrası genel amaçlı güç kaynakları da kullanılabilir.

Alıcı-verici gelişiminin en aktif alanlarından biri, dijital sinyal işleme (DSP) ve yazılım tanımlı radyoların (SDR) uygulanmasıdır. Bu yetenekler hakkında kendinizi eğitmeye devam etmeye değer, çünkü önemli sayıda analog teknolojiyi yerinden ediyorlar.

Açıkçası, bir alıcı-vericinin belirli bir sınıfa atanması biraz keyfidir ve kişisel zevklere ve işletme gereksinimlerine bağlıdır. Aşağıdaki listeleri genel - değerlendirmeler olarak alın ve kendi sıralamalarınızı yapmaktan korkmayın! Ek olarak, yeni modeller ve özellikler sürekli olarak tanıtılmaktadır. *QST'de ve* üretici ve satıcı web sitelerinde duyurulan veya incelenen ürünleri izleyin.

Mevcut Alıcı-Vericilerin Özellikleri

Mevcut 100 W (veya daha yüksek) alıcı-vericiler aşağıdaki özellikleri içerme eğilimindedir. Bazı özellikler farklı fiyat aralıklarındaki alıcı-vericilerde görünme eğilimindedir, bu nedenle özellikler genel olarak fiyat sınıfına göre genel gruplara yerleştirilmiştir.

BASIC ÖZELLİKLERİ

Aşağıdaki temel özellikler her alıcı-verici kategorisinde paylaşılmaktadır. Aşağıdakiler ayrıntılı bir liste değildir, ancak daha popüler özelliklerin bazılarının faydalarının bir göstergesi olmalıdır.

- *Genel bir kapsama alıcısı* - Tipik kapsama alanı, orta dalga yayın bandının altından (bazen azaltılmış hassasiyetle daha düşük), bazen transa bağlı olarak VHF'ye kadar

Ceiver frekans kapsama alanı. Bu, uluslararası yayın istasyonlarının veya diğer hizmetlerin yanı sıra 630 ve 2200 metrelik amatör bantların dinlenmesine izin vermek için de kullanışlıdır. Bir amatörün çalışma tezgahına bir test aleti olarak ek olarak çok kullanışlıdır.

• *Geniş iletim frekansı kapsamı* - *Tüm mevcut* modeller aşağı doğru MF'ye (160 metre) uzanır ve çoğu 6 metre boyunca kapsama alanıyla VHF'ye uzanır. Bazıları VHF ve hatta UHF'ye girer veya 630 ve 2200 metrelerde düşük seviyeli çıkışlar sunar. Bazı durumlarda, ek kapsama, istasyonda bir veya daha fazla ek radyo ihtiyacını azaltabilir veya ortadan kaldırabilir, bu da daha kompakt ve bazen daha ucuz bir istasyon oluşturur.

• *Çoklu çalışma modları* - Çoğu mevcut alıcı-vericiler SSB, CW, AM ve FM modülasyonu ve algılama sunar. Çoğu, dijital modlar için provizyon sunar ve bazılarında PSK veya RTTY işlemi için yerleşik kod çözücüler ve kodlayıcılar bulunur. Frekans kapsamına bağlı olarak, bazı "HF +" alıcı-vericileri, standart tekrarlayıcı frekans ofsetleri, susturma ve ton kodlaması sunan VHF FM alıcı-vericileri olarak da kullanılabilir .

• *Seçicilik seçenekleri* - Mevcut nesil - alıcı-vericiler DSP tabanlı değişken seçicilik (filtreler) sunar, ancak hala piyasada bulunan az sayıda eski tasarım hala kristal filtrelere güvenebilir. Daha düşük maliyetli modellerde, DSP filtreleme küçük ama genellikle yeterli sayıda ayrı seçenek olma eğilimindeyken, daha yüksek fiyatlı birimlerde seçicilik genellikle 50 veya 100 Hz adımlarında sürekli olarak değişkendir. Gelişmiş üniteler, geçiş bandının şekillendirilmesine ve ayrıca yüksek ve düşük frekanslı rolloff ayarına izin verir. Bazıları, aralarındaki frekansları değil, bir FSK (radyoteletip) sinyalinin her tonunu ayrı ayrı geçmek üzere tasarlanmış bir çift bant filtresi sunar, böylece gürültü veya parazitte algılama olasılığını artırır .

• *Çift VFO işlemi* - *Mevcut tüm* tasarımlar, bölünmüş frekanslı işlemi kolaylaştırmak için iki çalışma frekansından herhangi birinin anında seçimini sunar. Bu, iletim için bir frekansın ve almak için diğerinin ayarlanmasına izin verir. İkisi arasında geçiş yapmak için tek bir anahtar veya düğme kullanılabilir, böylece iletim frekansı iletilmeden önce izlenebilir.

• *DSP darbe gürültüsü ve otomatik çentik filtreleme* - Çoğu DSP donanımlı alıcı-vericiler, ateşleme sistemlerinden veya güç hatlarından olduğu gibi, sürekli müdahale eden taşıyıcıların ortadan kaldırılması gibi darbe gürültüsünün azaltılmasını sağlar.

• *CW keyer* - Çoğu mevcut model - alıcı-vericileri, dahili bir keyer aracılığıyla CW göndermek için keyer kanatçıklarını bağlama özelliğini içerir. Bazıları da izin vermek için anılar içerir.

Kısa mesajların tek tuşla iletilmesi.

• *Çıkarılabilir ön panel* - Mobil çalışma için tasarlanmış alıcı-vericiler genellikle çıkarılabilir bir ön panele sahiptir. Bu, kompakt bir kontrol kafasının operatörün yanına monte edilmesini sağlarken, radyonun ana şasisi bagajda veya başka bir yerde bulunabilir.

ÖZELLIKLER BULUNDU İN ADVANCED TRANSCEIVERS

Daha gelişmiş alıcı-vericiler, artan fiyatları için ek özelliklere sahip olma eğilimindedir. Çoğu temel birimlerden daha büyüktür, böylece ön paneller ekstra özellikleri desteklemek için ek kontroller ve ekranlar barındırabilir.

• *Çoklu çatı filtresi bant genişlikleri* - Çoğu temel alıcı-verici, tüm modlarda kullanıma izin vermek için yeterli genişliğe sahip tek bir çatı filtresi içerir. Tipik bir değer 15 ila 20 kHz'dir. SSB, CW ve veri modları gibi daha dar bant genişliği modları için yakın dinamik aralık performansı, iletim bant genişliğine uyacak şekilde daha dar çatı filtrelerinin mevcut olmasıyla elde edilebilir.

• *Ayarlanabilir gürültü boşaltma* - *Bazı* alıcı-vericiler, darbe gürültüsü varlığında ana alıcıyı tespit etmek ve boşaltmak için tasarlanmış ayrı bir geniş bant alma kanalı içerir. Bu özellik genellikle benzer DSP tabanlı işlevden bağımsızdır. Biri veya diğeri, belirli kaynaklardan gelen gürültüyü ortadan kaldırmada daha iyi bulunurken, bazen her ikisini de kullanmak daha da faydalıdır. Bazı alıcı-vericiler, her biri farklı yaygın darbe gürültüsü türleri için uygun olan iki ayrı gürültü engelleme yöntemi sunar.

• *AGC parametrelerinin seçenekleri* - Çoğu alıcı-verici otomatik AGC ayarları sağlar fordifferentoperatingmodes. Bazı gelişmiş alıcı-vericiler, farklı çalışma türleri ve farklı ortam gürültü seviyeleri için optimizasyona izin vermek için ek seçenekler sunar. Örneğin, zayıf sinyaller için hassasiyeti en üst düzeye çıkarmak için, AGC çalışma eşiği genellikle dış gürültü seviyesinin üzerinde ayarlanmalıdır. Bu iyonosferik koşullara bağlı olarak değişecektir. Diğer parametreler AGC eğrisinin eğimini ve tutma ve saldırı sürelerini içerir .

• *Frekans anıları* - *Gelişmiş* (ve bazı temel) alıcı-vericiler, işletim frekanslarını ve diğer ayarları bellekte saklama yeteneğini içerir. "Band-stacking registers", genellikle bant seçim düğmesine birden çok kez basılarak erişilen her bant için çoklu anılardır. Tipik olarak, bant başına iki veya üç frekansı, mod, filtre ve diğer ayarlarla birlikte, son giren, ilk çıkan kayıt yığınında saklarlar.

• *İkili alma* - Bazı üst düzey trans-

Tavanlar iki bağımsız alma kanalı içerir. Çift alıcı kanalları aynı anda iki frekansı izlemek için yararlı olabilir. Örneğin, bölünmüş modda çalışan bir DX istasyonu tarafından kullanılan frekansları iletmek ve almak için aynı anda dinleyebilirsiniz.

Farklı model alıcı vericilerinin alt alıcı yetenekleri arasında bazı ince farklılıklar vardır. Bazı alıcı-vericilerde, alt alıcı sadece ana alıcı ile aynı bantta kullanılabilir. Bu, - normal bölünmüş çalışma için bir sınırlama değildir, ancak açıklıklar veya diğer faaliyetler için farklı bir bandın izlenmesine izin vermez. Bazı alıcı vericiler alt alıcı için yinelenen bir alıcı sistemi sunarken, diğerleri ana alıcıdan daha düşük dinamik aralık performansına veya daha az filtre seçeneğine sahip alt alıcılara sahiptir.

Bazı alt alıcılar, iki farklı antenle çalışmaya izin veren bağımsız anten giriş bağlantılarına sahiptir. İki alıcının ayarı birbirine kilitlenebilirse, solma etkilerini azaltmak için bir tür çeşitlilik işlemi sağlayabilir. Tipik olarak bu polarizasyon çeşitliliği gerektirebilir (bir yatay anten, bir dikey); Bir dalga boyu kadar ayrılmış iki anten ile uzay çeşitliliği; veya farklı - yüksekliklerde yatay antenler kullanarak varış açısı çeşitliliği.

• *Panadapter* - Alınan spektrumun görsel bir görünümü onlarca yıldır *panadapter adı verilen bir istasyon aksesuarı ile mümkün olsa da,* üreticiler ekran ekranlarını alıcı-vericilere dönüştürmeye başlayana kadar bu cihazlar amatör istasyonlarda çok yaygın değildi. Birçok mevcut alıcı-verici, panadapterleri farklı şekillerde sunar. Genellikle, çalışma frekansının yakın çevresinden tüm banda kadar bir aralıkta ayarlanabilen bir bant üzerindeki sinyallerin görüşlerini sunarlar.

Ekran, *şelale ekranları* daha popüler hale gelmesine rağmen, bireysel zirveler olarak görüntülenen sinyalle geleneksel bir spektrum analizörü tarzı ekran olabilir. Bir şelale ekranında, sinyal gücü ardışık frekans aralığı taramalarında yoğunluk veya renk olarak görüntülenir. Yeni bir eğilim, hem bir panadapter hem de bir şelale görünümünün bir *panafall* ekranına dahil edilmesidir. - Panadapter ve şelale görüntüleme sistemleri hakkında ARRL Handbookformore'daki Alıcı-Verici Tasarım Konuları bölümüne bakın.

Çift alıcılı bazı alıcı-vericiler ya çift panadapter ya da ana bantta iletişim kurarken bant açıklıklarını takip etmek için ikinci alıcıda bir tane kullanma yeteneği sağlar. Bazı durumlarda, alma devresi panadapter ile paylaşılır, böylece tarama sırasında ses devre dışı bırakılır.

Gerçek zamanlı bir panadapter frekans segmentini tarar ve taramayı tekrar eder.

Ve üzerinde, sürekli güncellemeler bir görünüm vererek. Böylece yeni gelen sinyaller her tarama sırasında görünecektir. Bazı panadapterler, bir düğmeye basmanın seçilen aralık üzerinde tek bir tarama başlattığı tek geçişli veya tek atışlık bir işlevsellik sunar. Ekran, düğmenin bir sonraki basışına kadar bant etkinliğinin aynı anlık görüntüsünü korur. Bu, bir bant etkinliği örneği sağlayabilirken, gerçek zamanlı bir ekranla aynı düzeyde bilgi sağlamaz.

Bazı alıcı-vericiler, çatı filtrelerinin önünde geniş bantlı bir İF çıkışı sağlar, böylece alınan bandı izlemek için harici bir panadapter kullanılabilir. Geniş bant İF çıkışı diğer harici sinyal işleme ekipmanları tarafından da kullanılabilir.

• *Daha yüksek güç - Alıcı-vericiler,* çok kompakt ve taşınabilir düşük güç (QRP) alıcı-vericilerinden orta güç telsizlerine kadar birçok çıkış gücü seviyesinde mevcuttur. Bu arada Her zamanki 100 W PEP çıkış alıcı vericileri en popüler olanlardır, bazı alıcı vericiler 200 W'a kadar PEP çıkışı veya daha fazlasını sağlar. 10 ila 50 W PEP çıkış gücüne sahip SDR alıcı vericileri daha yaygın hale geliyor. Bu alıcı-vericiler, 100-150 W seviyesine ulaşmak için harici bir RF güç amplifikatörü gerektirir.

• *Ses eşitleme* - Yayın kalitesinde ses sinyalleri ile ilgilenen amatörlerin uzun bir yeteneği, birçok yeni alıcı-verici, - profesyonel stüdyo kontrol konsollarına benzer bir DSP tabanlı ses eşitleme yeteneği sağlar. Bu genellikle hem iletme hem de alma işlemlerinde kullanılabilir. **İn** alma modu, büyük ölçüde daha yüksek çözünürlüklü ton kontrolü olarak işlev görür. İn iletim modu, eşitleme daha yüksek sadakat sağlamak için ses tepkisini şekillendirmek için kullanılabilir. Veya bir DX yığınından en iyi yumruk atmak için yanıtı odaklamak veya bireysel ses veya mikrofon yanıtını telafi etmek için kullanılabilir.

• *Bellek ses kaydedici* - Bazen bir CW bellek anahtarlayıcısına benzerliği nedeniyle bir ses anahtarlayıcı olarak adlandırılan bu işlev, kısa mesajları kaydetmenize ve oynatmanıza olanak tanır. Sesli anahtarcılar dijital teknolojiyi kullanır ve ses sinyalini belleğe kaydeder. Farklı radyolar bu tür anıların farklı sayılarına sahiptir ve bazıları da havada oynatmak veya bir kişiyi kaydetmek için alınan sesi kaydedebilir.

• *RTTYandPSK31 kod çözme - Bazı alıcı-vericiler,* RTTY ve PSK3 l yayınlarını doğrudan ekran üzerinde çözme özelliğini içerir ve ayrı bir PC ve ses kartı ihtiyacını ortadan kaldırır. Çözülmüş mesajlar için genellikle sınırlı miktarda ekran alanı vardır, ancak genellikle yarışma değişimleri veya ara sıra kişiler için yeterlidir. Birkaç alıcı-verici, bağlı bir PC olmadan göndermeye izin vermek için bir bilgisayar klavyesi için bağlantılar sağlar .

Giriş Seviyesi, Taşınabilir ve Mobil Alıcı-Vericiler

2021'in başından itibaren mevcut olan giriş seviyesi, taşınabilir ve mobil alıcı-vericiler **Tablo 1'de gösterilmiştir.** Giriş seviyesi İC-718 bir süredir var, bu yüzden en son dijital teknolojiye sahip değil veya 60 veya 6 metreyi kapsamıyor, ancak güzel bir dizi temel özellik sunuyor. Çalışma bant genişliği ayrı fiziksel filtrelerle ayarlanır. AM için 6 kHz filtre ve SSB için 2.4 kHz filtre sağlanmıştır. Dar CW filtresi gibi isteğe bağlı bir filtre için tek bir ek yuva sağlanır. İC-718 bir anten tuneri içermez, ancak uyumlu harici tunerler İcom ve diğerlerinden temin edilebilir. Bu radyo, dijital gürültü azaltma ve dijital çentik filtresi sunan bir ses DSP eklenti modülü içerir. Anten tuneri ve CW filtresi gibi isteğe bağlı özellikler eklemeniz gerekirse, fiyat önemli ölçüde artacak ve diğer seçeneklerden bazılarına daha uygun, hatta daha yüksek olacaktır.

Tablo 1'deki (IC-7100, FT-891, FT-991A) popüler taşınabilir/mobileradios'lar, genellikle bir veya daha fazla VHF/UHF bandı içeren 100 W HF alıcı-vericileridir (düşük güçlü taşınabilir alıcı-vericiler daha sonraki bir bölümde gösterilmiştir). Daha büyük radyoların özelliklerinin çoğuna sahiptirler, ancak kompakt ve modem araçların sıkı kokpiti veya taşınabilir bir yere kolay ulaşım için tasarlanmıştır.

Bu telsizlerin bir ev istasyonundan da çalıştırılamaması için hiçbir neden yoktur. Olağan takas, daha küçük cepheye sahip olmalarıdır

Tablo 1
Giriş Seviyesi ve Taşınabilir/Mobil Kategorilerinde Alıcı-Vericiler

Aksi belirtilmedikçe hepsi 100 W PEP çıkış alıcı-vericileridir.

Model	*Sokak Fiyat*	*DSP*	*60 Metre*	*VİUHF*	*Karın Tuner*
com IC-718 #	$600	NB, NF	Hayır	Hayır	Hayır
Icom IC-7100 *	$999	İF	Evet	6, 2 m; 70 cm	Hayır
Yaesu FT-891	$640	İF	Evet	6	Hayır
Yaesu FT-991A # *	$1250	İF	Evet	6, 2 m; 70 cm	Evet

+ Tek birim radyo, diğerleri ayrılabilir kontrol kafasına sahiptir.
* 2 metrede 50 W çıkış IC-7100, 35 Won 70 cm; 2 m ve 70 cm'de 50 W çıkış FT-991A.



Icom IC-718

Daha az ve daha küçük kontrollere sahip paneller. Genellikle eksik kontrolleri, bazı operatörlerin hantal bulabileceği daha programlanabilir menülerle telafi ederler. Yine de, kompakt bir ev radyo istasyonu için mükemmel olabilirler ve gerektiğinde bir araca taşınabilirler.

IC-7100 ve FT-891, bir aracın önüne monte edilmek üzere tasarlanmış çıkarılabilir bir ön panele sahipken, radyonun gövdesinin arkaya veya bir koltuğun altına monte edilebileceğini unutmayın. Hepsi, ev veya saha kullanımı için tek bir birim olarak çalışmak üzere bir şekilde birleştirilebilir.

İcom IC-7100, diğerlerinden biraz farklı olan ayrı bir ön panele sahiptir. Bir açıda ayarlanır ve bir masa üstünde veya bazı mobil düzenlemelerde kolayca görülebilir. Ayrıca dokunmatik ekran üzerinden ve normal kontroller aracılığıyla da çalıştırılabilir.

Kompakt Yaesu FT-891, CW, AM ve SSB modları ve DSP işleme ile 160 - 6 metre çalışmayı destekleyen HF odaklı bir radyodur. Yaesu'nun FT-991A Orta sınıf fiyat kategorisine giriyor ancak çift çatı filtreleri, tam zamanlı spektrum kapsamı ve dokunmatik ekran gibi birçok gelişmiş özelliğe sahip.

Bu telsizlerden bazıları VHF ve UHF aralığında çalışabilir. Çoğu orada FM kullanmakla kalmaz, aynı zamanda SSB, CW ve hatta AM'yi de çalıştırabilir, bu da onları her zamanki VHF FM yalnızca mobil kurulumundan çok daha çok yönlü hale getirir. Bazıları geniş bantlı FM yayın sinyallerinin alınmasına bile izin verecek, ancak hiçbiri yüksek kaliteli bir ses sistemi ile karıştırılmayacaktır.



com IC-7100



Yaesu FT-991A



Yaesu FT-891

Orta Seviye Alıcı Vericiler

Çek defterine biraz daha derine inerseniz, 1000 ila 2500 dolar arasında ne elde edersiniz? Genel olarak, kontrolleri daha kolay kavramak, daha fazla özellik - veya bir özellik türü içinde, aralarından seçim yapabileceğiniz daha fazla çalışma bant genişliği gibi daha fazla seçenek ile biraz daha büyük bir radyo elde edersiniz. Bazı durumlarda, bir panadapter içeren renkli bir ekran elde edersiniz. Hepsi, çok çeşitli çalışma bant genişliklerine izin veren, İF DSP ile nispeten yeni tasarımlardır .

Ayrıca daha iyi alıcı performansı elde edebilirsiniz - belki de radyoları daha yüksek fiyat aralıklarında ayıran temel unsurlardan biri. Bu durumda, bir kHz veya güçlü bir ikisinde zayıf bir sinyal alma yeteneğinden bahsediyoruz - *yakın dinamik aralık.* Sayı ne kadar yüksek olursa o kadar iyi olur ve belirtildiği gibi oldukça geniş bir aralık vardır. Bu, inceleme sürecinde ARRL Lab'da değerlendirilen birçok parametreden sadece biri olsa da, bazıları bunun itiraz veya DX takibi gibi kalabalık bir çalışma ortamında anahtar olduğuna inanıyor. Bant yakınlarda çalışan çok güçlü sinyallerle doluyken, *alıcınızda,* yakındaki sinyallerden gelen ürünlerin karıştırılmasından veya frekans sentezleyicinizden gelen karşılıklı karıştırma gürültüsünden kaynaklanan parazit yaşayabilirsiniz. Yakın dinamik aralık ne kadar yüksek olursa, duymaya çalıştığınız istasyonlara dahili olarak oluşturulan paraziti deneyimleme olasılığınız o kadar düşük olur.

ARRL Ürün İnceleme testi sırasında test edilen üç temel dinamik aralık sınırlaması vardır: kazanç sıkıştırma dinamik aralığının engellenmesi, intermodülasyon bozulma dinamik aralığı ve karşılıklı karıştırma dinamik aralığı. Üçünden herhangi biri dinamik aralıkta sınırlayıcı faktör olabileceğinden, orta ve üst menzilli alıcı-vericiler için tablolarda en düşük "Min DR'olarak gösterilir, en düşük dinamik aralık BG tarafından engelleme, intermodülasyon için İM ve karşılıklı karıştırma dinamik aralığı için RM olarak belirtilir .

Diğer bir husus, verici doğrusallığı ve dinamik aralıktır. Mükemmel bir alıcı performansına sahip olmak, hem CW hem de SSB modlarında çeşitli mekanizmaların neden olduğu geniş sinyallere sahip yakındaki vericilere sahip olarak atlatılabilir. Bu faktörler burada bildirilmez, ancak *QST Ürün* İncelemelerinde gösterilir. SSB için, intermodülasyon ürünlerinin seviyesini ve anahtar kenar bantları olan CW'yi arayın. - Alıcı üzerinde karşılıklı karıştırma dinamik aralığını sınırlayan aynı frekans sentezleyici faz gürültüsü

Tablo 2
Orta Sınıf Kategorisindeki Alıcı-Vericiler

Sokak fiyatı 1000 $ - 2500 $
Hepsi 100 W

Model	***Sokak*** *Fiyat*	*DSP*	*60* ***Metre***	*VİUHF*	***Karınca*** *Tuner*	*Min DR (dB) (2 kHz)*
FlexRadio FLEX-6400	$1999	RF	Evet	6m	$299	M 94 * *
lcom IC-7300	$1100	RF	Evet	6 Metre	Evet	İM 95
Kenwood TS-590SG	$1400	İF	Evet	6 Metre	Evet	RM 9411
Yaesu FT□x10	$1700	İF	Evet	6 Metre	Evet	İM 108

* İşlem için bir bilgisayar gerektirir. * * FLEX-6400M sürümü test edilmiştir .
TtDownconverting bantları: 160, 80, 40, 20 ve 15 metre. DR, genel olarak 60, 30, 17, 12, 10 ve 6 metre gibi yukarı dönen bantlarda ve genel olarak daha azdır.

Geniş bant iletim sinyalleriyle de sonuçlanacaktır. En iyi alıcı-vericiler hem - alma hem de iletmede iyi özelliklere sahiptir.

Orta seviye alıcı-vericilerin bazı temel özelliklerini ve parametrelerini **Tablo 2'de özetledik.**

FlexRadio Systems FLEX-6400, - mükemmel performans ve normalde daha yüksek fiyatlı radyolarda bulunan geniş bir ürün yelpazesine sahip doğrudan örnekleme SDR'dir. SDR'nin ön panel kontrolleri yoktur, ancak bir PC'de, iOS cihazında veya isteğe bağlı Maestro kontrol kafasında çalışan eşlik eden SmartSDR yazılımından çalıştırılabilir.



FlexRadio Sistemleri FLEX-6400

İcom IC- 7300, geleneksel görünümlü bir HF alıcı-verici paketinde doğrudan örnekleme SDR mimarisini kullanır. İt iyi alıcı ve verici performansı, renkli bir ekran ve dahili anten tuner özellikleri.



Icom IC-7300

Kenwood TS-590SG, bazı bantlarda yüksek performanslı aşağı dönüştürme alma kabiliyetine sahip kompakt bir alıcı-verici (ayrıntılar için Tablo 2'ye bakınız) ve çok temiz bir vericidir. İt, tamamen ayarlanabilir DSP bant genişliği filtreleme, iletme ve alma ekolayzırlarına, ayrı bir alıcı antene ve diğer birçok özelliğe sahiptir.



Kenwood TS-590SG

Yaesu FTDXI0, Toprange FTDX101D daha düşük fiyatlı, 100 W, tek alıcılı bir versiyonudur. Renkli bir ekran içerir ve bir menü sistemi, çok iyi performans gösteren bir alıcı, temiz verici ve üst düzey radyolarda bulunan diğer özellikler aracılığıyla yüksek oranda yapılandırılabilir. Yaesu'nun FT-991A bu fiyat kategorisine girer ve Taşınabilir/Mobil bölümünde tartışılmıştır. İt, ev istasyonu operatörleri arasında da popülerdir.



Yaesu FTDX10

Üst Orta Menzilli Alıcı Vericiler

Üst orta sınıf grubundaki 2500 $ ila 4000 $ arasındaki alıcı-vericiler, farklı istenen özellikler arasında bir dizi seçenek sunar. Temel parametreler **Tablo 3'te belirtilmiştir.** Bazıları daha fazla veya farklı özellikler sunarken, diğerleri daha yüksek performansa doğru ilerler. Bir sonraki braketin en üstünde, üreticiler her şeyi sağlamaya çalışırken, burada dikkatlice bakmanız ve neyin en önemli olduğuna karar vermeniz gerekir.

Tablo 3
Üst Orta Sınıf Kategori Sokak fiyatındaki alıcı vericiler
$2500 - $4000
FTDX5000MP (200 W) hariç hepsi 100 W alıcı-vericidir.

Model	*Sokak Fiyat*	*2. Rcvr*	*VİUHF*	*Ant Tuner*	*Min DR (dB) (2 kHz)*
Apache ANAN-7000DLE *	$2795**	Evet	6 Metre	Hayır	IM104
FlexRadio FLEX-6400M	$2999	Evet	6 Metre	$299	İM 94
FlexRadio FLEX-6600 *	$3999	Evet	6 Metre	Evet	İM
Icom IC-7610	$3000	Evet	6 Metre	Evet	10411
Kenwood TS-890S	$3900	Hayır	6 Metre	Evet	İM 101
Yaesu FTox5000MP	$3800	Evet	6 Metre	Evet	İM 104
Yaesu FTox101D	$3300	Evet	6 Metre		RM 104
					İM 110

* Operasyon için bir PC gerektirir .
* * MKII sürümü. Ek ücret karşılığında dahili bilgisayara sahip sürümler.
ttFLEX-6600M versiyonu test edilmiştir.

ANAN-7000DLE MK.II, birden fazla alıcı ve iletilen IMD ürünlerini azaltan bir Saf Sinyal işlevi sunan 100 W'lık bir alıcı-vericidir. Temel model, işlem için bir PC oropsiyonel PiHPSDR denetleyicisi gerektirir, ancak dahili bir PC içeren daha yüksek fiyatlı iki model mevcuttur. Bu modeller sadece klavye, fare ve monitör gerektirir.



Apache Labs ANAN 7000DLE MKII

FlexRadio Systems bu fiyat kategorisinde iki modele sahiptir. FLEX-6400M, önceki kategorideki FLEX-6400 gibidir, ancak ön panel ekranlı bir kutuda paketlenir ve geleneksel bir alıcı-vericiye benzer şekilde kontrol edilir. Ayrıca yerel olarak veya uzaktan bir PC, iOS cihazı veya Maestro denetleyicisinden de çalıştırılabilir. Bu FLEX-6600, FLEX-6400 serisinin performansında bir adımdır. Tam SO2R (tek operatör, iki radyo) çalışma yeteneğine sahiptir ve aynı anda iki operatör tarafından bile kullanılabilir. Bu kategorideki FLEX-6600, işlem için bir PC, iOS cihazı veya Maestro denetleyicisi gerektirirken, bir sonraki kategorideki FLEX-6600M entegre bir ekrana ve kontrollere sahiptir.



FlexRadio Sistemleri FLEX-6400M

İcom IC-7610 doğrudan örnekleme SDR, İC-7300 teknolojisine dayanmaktadır. 7300'den sonraki en önemli adım, birincil alıcıya eşit performansa ve hoparlörler veya kulaklıklar için ayrı ses kanallarına sahip tamamen bağımsız bir ikinci alıcının eklenmesidir. Ek olarak, çift frekanslı okumalar ve sanal analog multimetreler daha büyük, daha ağır ve daha pahalı olan İC-7851 ön panelini andırıyor.



com IC-7610

Kenwood'un TS-890S, birden fazla çatı filtresi ve çok temiz bir verici ile tek bir üst performans dönüşüm alıcısına sahiptir. Renkli ekran, RTTY, PSK ve CW kod çözme ve iletim için doğrudan örnekleme bandı kapsamı ve provizyonuna sahiptir. İt uzaktan kontrol edilebilir ve ayrı bir alıcı olarak bir TS-590SG ile birbirine bağlanabilir.



Kenwood TS-890S

Yaesu FTDX5000MP, hassas bir ana osilatör ve 300 Hz çatı filtresi ile 200 W PEP vericisi sunar.

Yaesu FTDX101D mükemmel alıcı dinamik aralığı için çatı filtreleri kullanan bir downconverting SDR olduğunu. İt, çok temiz bir synthesizer ve mükemmel verici performansına da sahiptir. 200 W'lık bir versiyon olan FTDX101MP, Üst sınıf kategorisinde gösterilir.



Yaesu FTDX101D

Üst Düzey Alıcı Vericiler

Fiyat aralığının en üstündeki alıcı-vericiler **(Tablo 4) bir** dizi üreticiden temin edilebilir. Bu alıcı-vericiler, fiyatların önemli bir varyasyonunu kapsar, ancak 4000 dolardan fazla, muhtemelen listeyi alt bölümlere ayırmak çok mantıklı değildir. Satın alma kararları, özelliklerdeki ince farklılıklar veya optimum alıcı performansı arzusu, birçok yarışma ve DX odaklı operatör için önemli bir konudur.

Daha önce tartışılan Elecraft K3S, kapsamlı seçenekler listesinin yanı sıra üst düzey alıcı performansı ile esnekliği özetler. Tablo 4'te fiyatlandırılan versiyon, autotuner, dijital ses kaydedici, ikinci alıcı, her iki alıcı için bir dizi çatı filtresi ve P3 panadapter ile Contester/DXer paketidir.



FlexRadio Sistemleri FLEX-6600M

FlexRadio Systems'in FLEX-6600M, - önceki kategoride tartışılan FLEX-6600 bağımsız sürümüdür. FlexRadio'nun bu kategorideki bir diğer SDR alıcı-vericisi FLEX- 6700, sekiz eşzamanlı alma ve görüntüleme kanalı dahil olmak üzere gelişmiş özellikler sunar. İt, işlem için bir PC, iOS cihazı veya Maestro denetleyicisinde çalışan yardımcı yazılım gerektirir.



FlexRadio Sistemleri FLEX-6700

Tablo 4
Üst Düzey Kategorideki Alıcı-Vericiler
Sokak fiyatı 4000 dolardan fazla

Model	***Sokak Fiyat***	*2. Rcvr*	*Güç*	*VİUHF*	***Karınca** Tuner*	*Min DR (dB) (2 kHz)*
FlexRadio FLEX-6600M	$4999	Evet	100W	6 Metre	Evet	**İM** 104
FlexRadio FLEX-67001	$6999	Evet	100W	6 Metre	Evet	**İM** 92
Icom IC-7851	$12,500	Evet	200W	6 Metre	Evet	**İM** 105
Kenwood TS-990S	$7300	Evet	200W	6 Metre	Evet	RM 87
Yaesu FTox1010	$4200	Evet	200W	6 Metre	Evet	İM 110

tİşlem için bir PC gerektirir.

İcom'un üst ucunda, IC-7851 iki yüksek performanslı alıcı, düşük gürültülü bir synthesizer, esnek panadapter ve bir dizi başka üst düzey özellik sunuyor.



İcom IC-7851

Kenwood'un Üst Düzey TS-990S, iki bağımsız yüksek performanslı alıcı, bir spektrum kapsamı ve diğer birçok özellik sunar. IT, 200 W verici ve dahili güç kaynağına sahiptir.



Kenwood TS-990S

Yaesu'nun FTDX101MP, daha önce açıklanan FTDX101D benzer bir alıcı mimarisine ve mükemmel performansa sahiptir. İt, ikinci alıcı için standart bir 300 Hz çatı filtresi ve bir MicroTune ön seçici ünitesi ekler. Radyo, 200 W vericiye sahiptir ve entegre hoparlör. FTDX101D gibi, çok temiz bir sentezleyiciye ve mükemmel verici performansına sahiptir.



Yaesu'nun en üst düzey FTDX101MP

Taşınabilir Düşük Güçlü Tüm Bant Alıcı-Vericiler

Taşınabilir operasyona olan ilginin artmasıyla birlikte, bir dizi küçük, pil dostu alıcı-verici piyasaya çıktı. **Tablo 5'te listelenen telsizler** 20 W'a kadar çıkışa sahip olabilir, 80 - 10 metreyi (ve bazen 160 ve 6 metreyi) kapsayabilir ve SSB, CW ve veri modlarında çalışabilir. Bazıları AM ve FM ses işlemini de içerir.

CommRadio CTX-10, sağlam bir kasaya yerleştirilmiş ekran ve donanım kontrollerine sahip bir SDR'dir. 80 - 10 metreyi kapsar ve düşük güç tüketimi için tasarlanmıştır. Dahili bir bataryası var.



CommRadio CTX-10

Elecraft iki düşük güçlü taşınabilir alıcı-verici, KX2 (10 W) ve KX3 (15 W) sunuyor. KX2, HF çalışmasını yalnızca çok kompakt bir pakette sunar. Biraz daha büyük KX3 160 ve 6 metre kapsama alanı ekler ve isteğe bağlı dahili 2 metrelik bir transverter için yer vardır. Her iki radyo da entegre CW kürekleri ve anten tunerleri gibi çeşitli seçeneklerle mevcuttur.



Elecraft KX3

Elecraft KX2



İcom 1C-705, 160 ila 10 metreyi, artı 6 ve 2 metreyi ve 70 santimetreyi kapsayan 10 W (dahili pil ile 5 W) SDR'dir. İts renkli dokunmatik ekran masaüstü İC-7300'e benzer ve bu radyo ile birçok özelliği paylaşır. IT, D-STAR'ın yanı sıra SSB, CW, AM, FM ve dijital modlarda çalışır.



com IC-705

Lab599 TX-500, düşük güç tüketimi ile taşınabilir çalışma için tasarlanmış sağlam bir SDR'dir. 10 W vericiye sahiptir ve 160-6 metre, SSB, CW, AM, FM ve dijital modlardan çalışır.



Tablo 5
Taşınabilir Düşük Güç, All-Band HF Alıcı-Vericiler

Model	*Sokak Fiyat*	*Güç*	*VİUHF*	*Min DR (2 kHz)*
CommRadio CTX-10	$1000	0-10W	Hayır	58 dB
Elecraft KX3F	$1250*	0-15W	6 Metre (2 m avail)	100 dB
Elecraft KX2	$900*	0-10W	Hayır	87 dB
com IC-705	$1200	0-10W	6 ve 2 Metre, 70 cm	90 dB
	$900	1-10W	6 Metre	82 dB
Xiegu G90	$450	0-20W	Hayır	84 dB
Xiegu X5105	$500	0-5W	6 Metre	58 dB
Yaesu FT-818	$700	0.5-6W	6 ve 2 Metre, 70 cm	62 dB

* Fabrika kablolu. Diğer seçenekler mevcut

Xiegu X5105, 5 W verici ile 160 - 6 metreyi kapsar. İt, yerleşik bir anten tuneri ve genel kapsama alıcısı dahil olmak üzere daha büyük radyolarda bulunan birçok özelliğe sahiptir. Xiegu ayrıca, masaüstü radyolarında bulunan birçok özellik ile 80-10 metreyi kapsayan 20-W bir taşınabilir SDR alıcı-verici olan G90'ı da sunuyor. Bu radyo renkli bir ekrana, spektrum kapsamına ve diğer kullanışlı özelliklere sahiptir .



Xiegu G90



Xiegu X5105

Yaesu'nun FT-818 popüler FT-817 üzerine kuruludur. Bu mikro boyutlu 5 W SSB, CW, veri ve FM alıcı-verici 1.8 - 440 MHz bantlarını (222 MHz hariç) kapsar ve VHF/UHF hilltoppers ve uydu operatörleri ile popülerdir.



Yaesu FT-818

Yazılım Tanımlı Radyolar

Bazı HF alıcı-verici seçeneklerini "yazılım tanımlı radyolar" veya SDR olarak tanımladık. Bu konuyu mevcut ekipman bağlamında tartışmak için kısa bir araştırmaya değer olabilir. Yazılım tanımlı radyo mimarisi ve tasarımı, **DSP ve SDR Temelleri** ve **Alıcı** bölümlerinde daha ayrıntılı olarak ele alınmıştır.

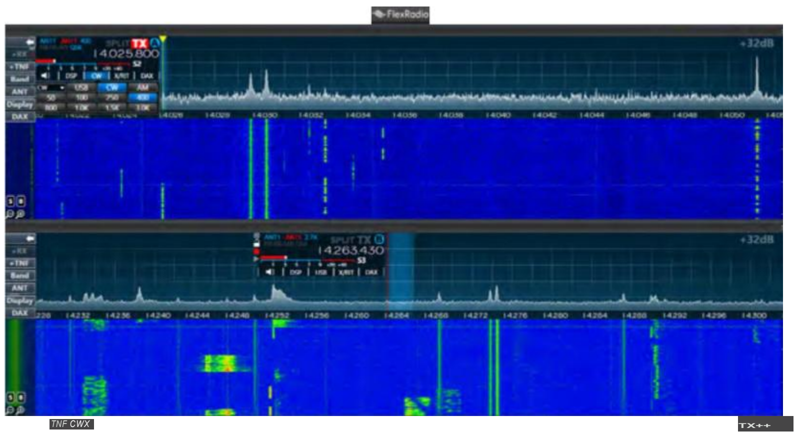
Amatör ortamda, özellikle son kullanıcı veya operatör tarafından ihtiyaçlarını karşılamak veya yeni geliştirilen yeteneklerden yararlanmak için yazılım yoluyla değiştirilebilen telsizlerle ilgileniyoruz.

İdeal SDR bu nedenle minimum fiziksel kısıtlamalara sahip olacaktır. Alıcı tarafta, anten tüm radyo spektrumunu örnekleyecek bir analogto-dijital dönüştürücüye bağlanacaktır. Sayısallaştırılmış sinyal, - herhangi bir modülasyon veya kodlama biçimini analiz etmek ve çözmek için programlanabilen bir işlemciye girer ve sonucu işlemcinin çıkış tarafında görüntüler ve sesler olarak sunar.

İletim tarafında, işlemci herhangi bir bilgi içeriğini kabul eder, gerekirse dijitale dönüştürür, iletim için bir dalga formuna dönüştürür ve bilgiyi uygun frekans veya frekanslarda RF sinyali olarak ileten karmaşık bir dalga formu gönderir.

Geçmişte, ütopik SDR'mizi hayal etmek inşa etmekten çok daha kolaydı, ancak birkaç amatör radyo üreticisi, tipik bir alıcı-verici - gibi görünen ve hissettiren bir pakette bu ilkenin uygulamaları olan alıcı-vericileri tanıttı. Diğer SDR'ler, işlem için ayrı bir PC veya donanım denetleyicisi gerektiren "boş ön panel" yaklaşımını kullanır.

Bir PC ile amatör SDR işleminin anahtarı, analogdan dijitale dönüşüm süreci olarak kalır. Bu, analog RF sinyallerinin işleme için sayısallaştırıldığı noktadır. Erken ve daha temel SDR'ler, bu işlevi yerine getirmek için bir bilgisayarın ses kartını veya bazen harici bir arayüz aygıtını kullandı. En yeni yüksek performanslı SDR alıcı vericileri artık *AID* dönüştürme işlemi için PC'ye bağlı değil, bunun yerine SDR platformunun kendisinde yüksek hızlı işlemciler kullanıyor. PC şimdi öncelikle SDR içindeki özel devrelerde gerçekleşen'ağır kaldırma'ile kontrol ve görüntüleme işlevleri için kullanılmaktadır .



FLEX-6000 serisi alıcı-vericiler için Windows işletim yazılımı için SmartSDR'nin ana işletim ekranının bir sürümü. Bu durumda bir FLEX- 6400, aynı anda giden spektrum kapsamlarına sahip iki alıcıya sahiptir.

"BOŞ ÖN PANEL! ARCHITECTURE

Bu türden en iyi bilinen amatör alıcı-vericiler, SDR-1000 ile başlayan, inQSTin2005 gözden geçirilen FlexRadio Systems'den birkaç nesil alıcı-vericidir. Ürün grubu olgunlaştı ve mevcut nesil, FlexRadio İmza Serisi adı verilen bir SDR sistemleri ailesidir. FLEX- 6400, FLEX-6600 ve FLEX-6700 tablolarda görünür. Ön panelde kontrol yoktur ve tüm kontrol fonksiyonları yazılımın bilgisayar ekranındaki yumuşak düğmelerle uygulanır. (Windows *veya* iOS cihazları için SmartSDRfor FlexRadio 6000 serisi radyolarla kullanılır.) FlexRadio ayrıca, bilgisayara ve Maestro'ya bağlanan isteğe bağlı bir FlexControl USB ayar düğmesi, - bağlı bir PC ihtiyacını önleyen bir özellik kontrol başlığı sunar.

Diğer SDR alıcı vericileri, GNU Kamu Lisansı altında serbestçe kullanılabilen açık kaynaklı yazılımlarla çalışır. Bunlar, tablolarda gösterilen ANAN 7000DLE gibi Apache Labs'ın SDR alıcı-vericilerini içerir. Çeşitli satıcılardan temin edilebilen çok düşük maliyetli SD R'ler de vardır. ("Açık kaynak'adı verilen yazılımın kaynak kodu görüntülenebilir ve değiştirilebilir. Böylece, sadece radyoyu yükseltmekle kalmaz, aynı zamanda radyonun istediğinizi yapmasını sağlamak için işlevselliği de değiştirebilirsiniz.)

"LOOKS LIKE A RADIO" YAKLAŞIMI

Giderek daha fazla sayıda güncel radyo, ön panel ekranları ve kontrolleri ile geleneksel bir kasada üretilen SDR'lerdir. Bu radyolar, diğer SDR öncesi radyoların çoğuna benziyor, çünkü topuzlu ön panellere, kadranlara ve ekranlara sahipler. Bu gruptaki tüm radyolar öncelikle harici bir bilgisayar olmadan çalışacak şekilde tasarlanırken, hepsi tipik günlüğe kaydetme veya istasyon yönetim programları ile bilgisayar tarafından kontrol edilebilir ve ayrıca uzaktan kontrol edilebilir .

DİFFERENCES İN PERFORMANCE

Bir zamanlar SD Rs, geleneksel alıcı-verici tasarımlarına bir miktar performans vermesine rağmen, artık durum böyle değil. Orta Seviye, Üst Orta Seviye ve Üst Seviye kategorilerinde en iyi performans gösteren SDR'ler mevcuttur.

Her zaman daha geleneksel radyoları tercih eden ve yapılandırılmasından ve istedikleri gibi kalmasına izin vermekten mutluluk duyanlar olacaktır. Diğerleri, özellikle bilgisayarların yanı sıra radyolardan hoşlananlar, yazılım ve bellenimin rafine edilmesi ve geliştirilmesi nedeniyle sürekli iyileştirmeye tabi tutulabilecek bir alıcı-vericiyi tercih edeceklerdir. Gerçekten güzel olan şey, seçtiğimiz yöne gidebilmemiz !

Seçim Yapma

Gerçekleri biliyorsun - nasıl seçebilirsin? Tablolara ve ürün incelemelerine bakmak (1980'den beri tüm QST Ürün İncelemeleri, ARRL üyelerine **çevrimiçi olarak www.arrl adresinden sağlanmaktadır. org/product-review)** harika bir başlangıç sağlar, ancak mükemmel hayat arkadaşını bulmada olduğu gibi, rakamlar her şeyi anlatmaz. Radyolarda, ilk görüşte bir aşk unsuru da vardır, radyoyu çalıştırırken size hissettirdiği şekilde temperlenir - ergonomi.

Her üreticinin kontrolleri ve menüleri yapılandırmak için farklı bir felsefesi vardır ve bir kişiden makineye arayüz için diğerine göre büyük bir tercih bulabilirsiniz. *QST Ürün İncelemeleri,* en azından gözden geçirenin gözünden görüldüğü gibi, bazı öznel izlenimleri yakalamaya çalışır.

Bir fırsatınız varsa, satın almayı düşündüğünüz radyoları deneyin. Eğer sen

Yerel bir kulüpte, düşündüğünüz radyoları kimin kullandığını öğrenin ve gelip denemek için bir davetiye arayın. Çoğu jambon istasyonlarını göstermeyi sever. Belki de bazı demo kurulumları olan yakındaki bir satıcınız var ya da daha büyük bir hamfest veya Field Day'de bulabilirsiniz. Kuzeydoğudaysanız, ARRL Genel Merkezine uğrayın ve WiAW'da misafir operatör olun - denemek için birçok radyomuz var. Hiçbir şey test sürüşünden daha iyi olamaz!

HF Alıcı-Verici Kapsamını İnclude VHF/UHF'ye Genişletme

Şimdiye kadar tartışılan alıcı-vericiler, çok çeşitli özellikleri ve operasyonel yetenekleri içerir. Bazı alıcı-vericiler - mikrodalga bölgesine yetenek sunarken, çoğu amatör, genellikle 6 metrede VHF'ye uzanan MF ila HF frekans aralığı üzerinde çalışan bir alıcı-verici ile başlar. Çoğu amatörün, yerel tekrarlayıcılar aracılığıyla en azından daha yüksek VHF bantları, belki de 2 metre veya 70 cm FM iletişimi ile geçen bir tanışıklığı olduğu da doğrudur.

Bir noktada, birçok amatör, uydu iletişimi veya troposcatter, sporadik-E katman iletişimi veya moonbounce gibi egzotik görüş hattı ötesi yayılma hakkında yeterince şey duymuştur. SSB, CW ve dar bant genişlikli dijital modlar kullanılarak gerçekleştirilirler, bu nedenle FM uyduları neredeyse yerel tekrarlayıcı kadar kolay kullanılmasına rağmen bir VHF/UHF FM alıcı-verici yapmaz.

Daha önce belirtildiği gibi, çoğu HF alıcı-vericisi 6 metreyi kapsar. Bazıları ayrıca VHF bantlarından ve bazıları 70 cm'de UHF'ye kadar uzanır. Bunlar arasında isteğe bağlı transverter, İcom ElecraftKX3, İcom IC-7100, Yaesu IC-705 ve Yaesu FT-818 bulunan FT-991A bulunur. Mevcut hiçbir HF alıcı-vericisinin 1.25 metre bandında iletim kabiliyeti içermediğini unutmayın.

İcom IC-9700 VHF/UHF çok modlu alıcı-verici, 2 metre, 70 cm ve 23 cm bantlarını kapsayacak şekilde SDR teknolojisini kullanır. Güç çıkışı 2 metrede 100 W, 75 Won 70 cm ve 23 cm'de 10 W'dir. IT, operatörlerin HF alıcı-vericilerinde beklediği birçok özelliği içerir ve tüm modlarda iyi performans gösterir. Sokak fiyatı yaklaşık 1500 dolar.



com IC-9700

VHF/UHF'de bir HF Alıcı-Verici kullanılması

İstediğiniz HF alıcı-vericisine sahipseniz ve daha yüksek VHF ve UHF bantlarını denemek istiyorsanız, uygun bir seçenek bir VHF veya UHF dönüştürücüdür. Bir transverter esas olarak, alma ve iletim frekanslarını yeni bir aralığa çevirmek için ön ve post-amplifikasyon ile birlikte ek bir dönüşüm aşaması ekler.

VHF, UHF ve mikrodalga frekanslarında, HF veya VHF aralığındaki fabrika yapımı alıcı vericiler ile etkileşime giren dönüştürücüler yaygındır ve genellikle ev yapımıdır. Bu birimler, alıcı-verici iletim sinyalini daha yüksek bir frekansa dönüştürür ve VHF/UHF alma frekansını alıcı-verici alma frekansına dönüştürür.

Mikrodalga frekansları için, yaygın

Transvertörlerin çok modlu 2 metrelik bir alıcı-vericiye bağlantı için 144-MHz bir İF'ye sahip olması. Daha yüksek bir İF frekans aralığının kullanılması, görüntü filtrelemeyi kolaylaştırır. Bazen dönüştürücüler iki dönüşüm aşaması kullanır - bir HF alıcı-verici ile kullanım için mikrodalga 2 metreye ve daha sonra 2 metreden 10 metreye.

Yüksek frekanslarda ortaya çıkan performans ve sinyal kalitesi, frekans kararlılığı, bant genişliği filtreleri ve alıcı-vericinin sinyal işleme yetenekleri ile geliştirilir. Bir transverter, 144 ila 10 GHz ve daha yüksek bantlarda kararlı SSB ve CW işlemini mümkün kılar.

Alıcı-verici ve transverter arasındaki arayüz dikkatli bir planlama gerektirir. Örneğin, alıcı-verici güç çıkışı, transvertörün giriş gereksinimleriyle uyumlu olmalıdır. Bu bir gerektirebilir

Zayıflatıcı (veya bir amplifikatör) veya -belirli bir transverter veya alıcı-vericide bazı değişiklikler. Alıcı-verici ve transverter markaları arasında standart bir seviye yoktur, bu nedenle HF alıcı-vericinizin düşük seviyeli bir verici çıkışına sahip olduğunu kontrol edin. Ayrıca önemli: transverter kullanımı için özel bir alıcı girişi ve TR anahtarlama için bazı hükümler .

Alıcı dönüştürücü kazancı o kadar büyük olmamalıdır ki, alıcı-verici ön ucu aşırı yüklenerek intermodülasyona ve engellemeye neden olur. Öte yandan, transverter kazancı yeterince yüksek olmalı ve gürültü rakamı yeterince düşük olmalıdır, böylece genel sistem gürültü rakamı transvertörün kendi gürültü rakamının bir dB veya daha a **DÖNÜŞTÜRÜCÜLER**

Sıfırdan bir transverter inşa etmek sizin için değildir, bir dizi üretici mikrodalga bantları aracılığıyla birçok VHF için monte edilmiş veya kit transvertörleri üretir. Satıcılar arasında Down East Microwave **(www.downeastmicrowave.com), Q5 Signal (www.q5signal. com)**, ve **Kuhne** Electronics (DB6NT**, alışveriş. kuhne-electronic.com/kuhne/en /).**

Bir dizi yalnızca çevrimiçi satıcı, VHF, -UHF ve mikrodalga dönüştürücülerini satışa sunmaya başlıyor. Kullanılabilirlik için e-ticaret sitelerini kontrol edin. VHF + kulüpleri ve kullanıcı grupları, genellikle küçük şirketler tarafından toplu olarak yapılan bu birimlerin kalitesi ve kullanılabilirliği hakkında daha fazla bilgiye



Elecraft XV144

Doğu Mikrodalga
Aşağı L222-28



Dönüştürücülerle Kullanım için Alıcı Vericiler

Tartıştığımız HF alıcı-vericilerinin neredeyse herhangi biri bir transverter ile çalışacak şekilde yapılabilirken, bazıları diğerlerinden daha kolay bir uyum sağlar. Transverter kullanımı için bir alıcı-verici seçmek için temel gereksinimler, sağladıklarıdır:

- Ayrı iletim ve alma sinyal yolları (tüm dönüştürücüler için gerekli değildir).
- RF çıkış gücünün çoğu dönüştürücünün ihtiyaç duyduğu düşük seviyelere kadar kontrolü. Ayrı bir düşük güç transverter portuna sahip olmak, örneğin 20 metrede 100 W'yi yanlışlıkla transvertörünüze koyma şansınızı önler.
- Alıcı-vericiyi ve transverteri uygun sırayla değiştirmek için mevcut olan iletim-alma anahtarlama kontrolü. Birçok radyoda, lineer amplifikatör anahtarlaması için tasarlanmış TR kontrol çıkışı, bir dedi- Dönüştürücüler için katlanmış port bir artıdır.

Ek olarak, güzel ama kesinlikle gerekli olmayan özellikler şunlardır :

- Transverter çalışma frekansını, alıcı-vericinin ayarlanabilir İF frekansı yerine doğrudan gösteren bir frekans ekranı.
- Transverterin heterodin osilatör frekansındaki herhangi bir hatayı telafi etmek için bir frekans kalibrasyon ofseti girme yeteneği.

İçerik

Radyo matematik

Bu ek Amatör Radyo kullanılan matematik çeşitli öğretici bilgilerin bir koleksiyonudur. Elektronik ve radyodaki temel ilişkilerin çoğu en iyi matematik dilinde ifade edilir. Bu bölüm, okuyucular için hangi bilgilerin yararlı olacağı netleştikçe sonraki baskılarda genişleyecektir. Bu bölümdeki materyaller yıllar boyunca birçok kaynaktan, yazardan ve eğitmenden toplanmıştır.
- ARRL katkılarını takdir ediyor.

1 Metrik sistem

1.1 Metrik Önekler - Radyonun Dili

Radyoda kullanılan ölçü birimleri öneklerin metrik sistemini kullanır. Metrik sistem kullanılır, çünkü ilgili sayılar çok çeşitli değerleri kapsar**. Tablo 1 metrik** önekleri, sembolleri ve anlamlarını gösterir. Önekler birimleri, tabloda gösterilen faktörle çarparak genişletir veya küçültür. Örneğin, bir kilo metre (km) bin metre ve bir mili metre (mm) bir metrenin binde biridir.

Radyoda karşılaştığınız en yaygın önekler pico (p), nano (n), mikro (µ), mili (m), -c), kilo (k), mega (M) ve giga (G)'dir. Ön ek harfi için uygun durumu kullanmak önemlidir. Örneğin, M bir milyon ve m binde bir anlamına gelir. Yanlış davayı kullanmak büyük bir fark yaratır!

Metrik sistem, her farklı ölçüm türü için temel bir birim kullanır. Örneğin, uzunluğun temel birimi *metre (veya metre)'dir.* Hacmin temel birimi litredir *(*veya litre). Kütle (veya madde miktarı) için birim *gramdır.* Newton, kuvvetin veya ağırlığın metrik birimidir, ancak standart bir yerçekimi değeri varsayılarak bir şeyin ne kadar'ağır "olduğunu belirtmek için genellikle gramı kullanırız.

Tablo 1 en çok kullanılan *metrik öneklerini özetler.* Metrik sistem, daha büyük veya daha küçük miktarları, temel birimi 10 (10, 100, 1000, 10.000 vb.) Bu katlar, tüm temel birimlerle kullanılabilen standart bir önek kümesiyle sonuçlanır. Bilmediğiniz bazı terimlerle karşılaşsanız bile, önekleri tanıyabileceksiniz.

Bu önekleri Tablo 1'de gösterildiği gibi 10'un güçleri olarak yazabiliriz. 10'un gücü (üs olarak adlandırılır), temel birimi 10 ile kaç kez çarpmanız (veya bölmeniz) gerektiğini gösterir. Örneğin, tablodan kilonun 10 anlamına geldiğini görebiliriz^{3}. Metreyi örnek olarak kullanalım. Eğer bir metreyi 10 ile üç kere çarparsanız, bir kilometreniz olur. (1 m x10 ^{3}= 1 metre xl0x10 xl0 = 1000 metre veya 1 kilometre .)

Eğer 1 metreyi 10 ile altı kez çarparsanız, bir megametreniz olur. (1 metre x 10 ^{6}= 1 m x 10 x 10 x 10 x 10 x 10x10 x 10 = 1.000.000 metre veya 1 megametre.)

Bazı önekler için üslü sayının negatif bir sayı olduğuna dikkat edin. Bu, temel birimi o sayıda 10'a bölmeniz gerektiğini gösterir. Eğer bir metreyi 10'a bölerseniz, bir dekimetreniz olur. (İ metre x10! = İ m + 10 = 0.1 metre veya İ dekimetre.) L0 ° yazdığımızda, 10 altıya bölmeniz gerektiği anlamına gelir.

Tablo 1
Uluslararası Birimler Sistemi (Sİ) - Metrik Birimler

Önek	*Sembol*	*Çarpma faktörü*
Tera	T	110 = 1,000,000,000,0002
Giga	G	10° = 1,000,000,000
Mega	M	610 = 1,000,000
Kilo	k	10° = 1000
Hecto	h	210 = 100
Deca	da	110= 10
Deci	d	110-= 0.1
İbrahim	c	210-= 0.01
Milli	m	10-° = 0.001
Mikro	μ	10® = 0.000001
Nano	n	10-° = 0.000000001
Pico	p	110- = 0.0000000000012

1 M = 1000 k; 1 m = 1000 μ = 1.000.000 n; 1 μ = 1000 n = 1.000.000 p

Times. (İ metre xl0 6 = 1 m + 10 + 10 + 10 + 10 + 10 + 10 = 0.000001 metre veya 1 mikrometre.)

Bu sistemle çok büyük veya çok küçük sayıları rahatlıkla yazabiliriz. Metrik önekleri temel birimlerle veya 10'un güçlerini kullanabiliriz. Temel elektronikte kullanılan miktarların çoğu ya çok büyük ya da çok küçük sayılardır, bu yüzden bu önekleri biraz kullanıyoruz. En azından aşağıdaki önekleri ve bunlarla ilişkili 10: giga (10 °), mega (10 °), kilo (10 ~), - (1 O °), mili (10 °), mikro (10 ®) ve pico (10 ') güçlerini bildiğinizden emin olmalısınız.

Bir örnek deneyelim. Bu örnek için, *El Kitabında oldukça sık karşılaşacağınız bir terim kullanacağız:* Hertz (kısaltılmış Hz, bir radyo dalgasının frekansını ifade eden bir birim). Kilohertz (kHz) olarak kalibre edilmiş bir alıcı kadranımız var ve 28.450 kHz frekansında bir sinyal gösteriyor. Hertz'de kalibre edilmiş bir kadran sinyali nerede gösterir? Tablo 1'dan görüyoruz ki kilo, çarpı 1000 demek. Frekansın temel birimi hertz'dir. Bu, sinyalimizin 28.450 kHz x 1.000 = 28.450.000 hertz olduğu anlamına gelir. 1 kilohertz'de 1000 hertz vardır, yani 28,450,000 bölü 1000 bize 28,450 kHz verir.

İfwe'nin akıntısı 3000 miliamper, bu kaç amper? Tablo 1'den, mili'nin 0.001 ile çarpılması veya 1000'e bölünmesi anlamına geldiğini görüyoruz. 3000 miliamperi 1000'e bölmek bize 3 amper verir. Metrik önekler, birimleri değiştirerek uygun büyüklükteki sayıları kullanmayı kolaylaştırır. 3 amper olarak verilen bir ölçümle 3000 miliamper olarak çalışmak kesinlikle daha kolaydır!

Birimlerin ne olduğu veya neyi temsil ettikleri önemli değildir. Metre, hertz, amper, volt, farad veya watt yapmak yok

Önekleri nasıl kullandığımızdaki fark. Her önek belirli bir çarpma faktörünü temsil eder ve bu değer asla değişmez.

1.2 Birim Türleri Arasında Dönüştürme

Farklı birim türleri arasında dönüştürme, bir *dönüşüm faktörü gerektirir.* Dönüşüm faktörü, A Tipinin kaç biriminin B Tipinin tek bir birimine eşdeğer olduğunu gösteren bir değerdir, genellikle (B Tipinin birimlerinin miktarı) başına (A Tipinin birimi) olarak verilir.

Örneğin, pound (Tip A) ve kilogram (Tip B) arasındaki dönüşüm faktörleri 0.455 kg/lb ve 2.2 lb/kg'dır.

A Tipi birimlerin B Tipine dönüştürülmesinde hangisinin kullanılacağına karar vermek için, dönüştürme faktörünün payında B Tipi birimlerin bulunduğu faktörü seçin. Tip A birimlerinin miktarını dönüşüm faktörü ile çarpın.

Örneğin, 3 lb'yi (A Tipi) kg'ye (B Tipi) dönüştürmek için:

1. Sayıda B Tipi birimlerle (kg) dönüşüm faktörünü seçin-
Ator, 0,455 kg/lb
2. Tip A birimlerinin miktarını dönüşüm faktörü ile çarpın: 3 lb x 0.455 lb/kg = 1.37 kg

Benzer şekilde, 3 kg'ı (Tip A) lb'ye (Tip B) dönüştürmek için:

1. Payda B Tipi birimlerle (lb) dönüşüm faktörünü seçin, 2.2 lb/kg
2. Çarpma 3 kg x 2.2 lb/kg = 6.6 lb

Bu dönüşüm faktörlerinin karşılıklı olduğunu unutmayın. 1'i dönüşüm faktörüne bölerek hesaplayarak bir dönüşüm faktörünü diğerine değiştirebilirsiniz. Pay ve paydayı aynı anda değiştirin:

1/(0,455 kg/lb) = 2,2 lb/kg ve 1/(2,2 lb/kg) = 0,455 kg/lb

Ayrıca B Tipi birimlerin miktarını A Tipinden B Tipine dönüştürme faktörüne bölerek B Tipi birimleri A Tipine dönüştürebilirsiniz:

10 kg / 0.455 kg/lb = 22 1b

Tüm dönüşümlerin basit çarpımlar veya bölümler olmadığını unutmayın. Ek ofsetler veya faktörler gerekli olabilir. Örneğin, Fahrenheit derecesini santigrat dereceye dönüştürmek için formül şudur:
Deg C = 5/9 x (Deg F - 32)

El Kitabının ***Bileşen*** **Verileri ve Referanslar** bölümü, ABD Geleneksel Birimleri ve ABD Geleneksel Birimleri ile Metrik Birimleri arasındaki dönüşüm faktörlerinin bir tablosunu içerir. Online hesap makineleri bol**. Google (www.google.com), bir** - İnternet arama penceresine "convert [Type A birimleri için kısaltma veya ad] to [Type B birimleri için kısaltma veya ad)" girerek erişilebilen bir birim dönüştürücü sağlar.

2 Sayılar ve Gösterim

2.1 Doğruluk, Çözünürlük ve Hassasiyet

Doğruluk, hassasiyet ve çözünürlük terimleri genellikle karıştırılır ve çok farklı anlamları olduğunda birbirinin yerine kullanılır. Ölçümler ve test cihazları ile uğraşırken, onları düz tutmak önemlidir.

• *Doğruluk,* bir cihazın ölçülen parametrenin gerçek değerini yansıtan bir ölçüm yapabilme yeteneğidir. Bir cihazın doğruluğu genellikle bilinen bazı standartlara atıfta bulunulan yüzde veya desibel cinsinden (aşağıya bakınız) belirtilir.

• *Hassasiyet,* bir cihazın tekrar tekrar yapabileceği en küçük ölçüm bölümünü ifade eder. Örneğin, mm'ye bölünmüş bir metrik cetvel, cm'ye bölünmüş olandan daha hassastır.

• Çözünürlük, bir enstrümanın iki farklı miktarı ayırt edebilme yeteneğidir. Bir metrenin iki akım arasında ayırt edebileceği en küçük fark 0.1 mA, yani metrenin çözünürlüğüdür.

Bu üç niteliğin mutlaka karşılıklı olarak garanti edilmediğine dikkat etmek önemlidir. Yani, kesin bir sayaç doğru olmayabilir veya doğru bir sayacın çözünürlüğü çok yüksek olmayabilir veya bir sayacın hassasiyeti çözünürlüğünden daha büyük olabilir. Üçü arasındaki farkı anlamak önemlidir.

2.2 Doğruluk ve Önemli Rakamlar

El Kitabı boyunca bulacağınız hesaplamalar, hesaplamaların doğruluğu için kuralları takip eder. Doğruluk, bir sayıdaki önemli basamakların sayısı ile temsil edilir. Yani, sayısal değer bilgisini büyüklük sırasının ötesinde taşıyan basamak sayısı. Örneğin, 0.123, 1.23, 12.3, 123 ve 1.230 sayılarının hepsi üç önemli haneye sahiptir.

Bir hesaplamanın sonucu ancak *en az doğru* ölçümü veya bilinen değeri kadar doğru olabilir. Bu önemlidir, çünkü ölçümlerin birkaç yüzde daha doğru olması nadirdir. Bu, yararlı anlamlı basamak sayısını iki veya üç ile sınırlar. İşte başka bir örnek; 4.6V uygulanırsa 12-92 dirençten geçen akım nedir? Ohm'sLawsaysl inampers = 4.6/12 = 0.3833333... Ancak, en doğru sayısal bilgimiz yalnızca iki önemli basamağa (12 ve 4.6) sahip olduğundan, önemli basamak hesaplama kuralını kesinlikle uygulamak, cevabımızı 0.38 ile sınırlar. Bu durumda, cevabı yuvarlamada bir rehber olarak hareket etmek için genellikle bir ekstra rakam, 0.3 83 dahil edilir .

Bu genellikle bir hesap makinesi kullanıldığı ve bir hesaplamanın sonucu sayısal pencereyi doldurduğu için oluşur. Hesap makinesinin ondalık noktadan sonra 9 basamak göstermesi, bunun daha doğru ve hatta yararlı bir cevap olduğu anlamına gelmez.

2.3 Bilimsel ve Mühendislik Gösterimi

Modem elektroniği genellikle oldukça büyük veya sıfıra çok yakın sayıları kullanır. Her iki uçta da, tüm sıfırlardan dolayı sayıları yazmak zordur. Örneğin, radyo dalgalarının boşlukta hareket ettiği ışık hızı 300.000.000 mis'tir. Benzer şekilde, 22 pF kapasitör 0.000000000022 F olarak yazılabilir. Bunlar, tüm önemli basamakların olduğu ondalık formda yazılan değerlerdir. yer tutan sıfırlar da dahil olmak üzere mevcut. Bu, hesaplama için çok uygunsuz bir formattır.

Elektronikteki büyük ve küçük değerlerin çoğu, *bilimsel gösterim adı verilen özel bir üstel gösterim türünde yazılır.* Bu şekilde yazılan sayılar, bir tam sayı gücüne yükseltilmiş 10 ile çarpılan bir değerden oluşur. Normalleştirilmiş bilimsel gösterimde yazılmış bir sayı şöyle görünür:

± D.DD x 10 ± EE

Burada D.DD, 3.14 veya 7.07 gibi 1 ile 10 arasında bir ondalık değerdir. EE, genellikle 0 ile 99 arasında bir 10 üssüdür. - Aşağıdakiler, aynı sayıyı bilimsel gösterimde birkaç şekilde yazmanın birkaç yoludur:

567 kHz = 5,67 x 10 ° Hz =
5,67 x 10? kHz
= 5,67 x 10-! MHz
= 5,67 x 10 +
GHz

Elektronik ölçü birimleri genellikle µF veya MHz gibi metrik önekleri takip ettiğinden, bilimsel gösterimin genel biçimini kullanırken bu birimlerde değer vermek en uygunudur. Buna *mühendislik gösterimi denir.* Mühendislik gösterimi için üslü sayı -6, -3, 3, 6 veya 12 gibi 3'ün katı olmalıdır. Bunlar daha önce listelenen çeşitli metrik öneklerine karşılık gelir. Bu sayının yazıldığı anlamına gelir:

± DDD.DD x 10 # E (birimler)

Standart birimler kullanıldığından, mühendislik gösterimi ile çalışmak daha kolaydır. Örneğin, en uygun birimler bir hesaplama boyunca kullanılabilir:

2.47 V = 2.47x 109 V
= 2.47 x 10 ° mV
= 2.47 10 ° µV

Benzer şekilde, bir 151 kn direncinin değeri birkaç şekilde yazılabilir:

151 kO = 151 x 10 °©2 =
151 x 10k ©
= 151 x 10 ° MG

Hesap makineniz üstel, bilimsel ve mühendislik gösteriminde hesaplamalar yapabilir. Herhangi bir elektronik değer hesaplaması yapmayı planlıyorsanız, bu formatların nasıl kullanılacağını bulmaya değer.

2.4 Değişim Oranı

A sembolü, bir sonraki değişkendeki "değişimi" temsil eder, böylece Aİ "akımdaki değişikliği've *At"* zamandaki değişikliği "temsil eder. Zaman birimi başına bir değişim oranı genellikle bu şekilde ifade edilir. Değişimin ölçüldüğü zaman miktarı çok küçük olduğunda, *d harfi* sonsuz küçük değişiklikleri belirtmek için hem pay hem de paydada A'nın yerini alır. Bu gösterim genellikle elektrik devrelerinin davranışını tanımlayan fonksiyonlarda kullanılır.

3 Desibel

*Desibeller (*kısaltılmış dB*)* sadece oranları, genellikle güç oranlarını ifade etmenin bir yoludur. Bir amplifikatör aşamasının kazancına, bir antenin desenine veya bir iletim hattının kaybına bakıyorsanız, genellikle çıkış gücünün giriş gücüne oranıyla ilgilenirsiniz. Anten çalışması, genellikle bir ışın anteninin önünden gelen gücün arkadan gelen güce oranıyla ilgilenirsiniz. Bunlar, dB ile ifade edilen sonuçları bulacağınız yerlerden bazılarıdır.

Desibeller logaritmik bir fonksiyondur. Logaritmaların önemli bir özelliği, çarpma yerine logaritmik nicelikler ekleyerek çarpma işlemi yapabilmenizdir. Benzer şekilde, aynı şekilde çıkararak sayıları bölebilirsiniz. Bu, çoklu amplifikasyon ve zayıflama aşamalarıyla uğraşıyorsanız - radyo sistemlerinde sıklıkla yaptığınız gibi - bir fayda haline gelir. Sinyal işlemeyi takip etmek için her aşamanın kazanç veya kayıplarını çarpmak ve bölmek yerine bir radyo alıcısı - genellikle ondalık noktanın sağında birçok sıfır bulunan sinyal seviyeleri ile - tüm dB'yi ekleyebilir ve toplam kazancı belirleyebilirsiniz. sistem.

Desibeldeki desi, bir litrenin % o'su için desilitre cinsinden 1/10'luk bir faktörü ifade ederken, *bahis,* başlangıçta ses gücünü tanımlamak için kullanılan logaritmik bir oran fikriyle ilgilidir. Olmak! Adını telefonun mucidi Alexander Graham Bell'den almıştır.

Desibel İn Başınız

Gücü 2 kat azaltmak 3-dB artışı, 4 kat artırmak ise 6-dB artışıdır. Gücü 10 kat artırdığınızda, 10 dB'lik bir artış elde edersiniz. Aynı değerleri gücü azaltmak için de kullanabilirsiniz. 3-dB bir güç kaybı için gücü yarıya indirin. ¼ bir kayıp için orijinal miktarı 6-dB için gücü azaltın. Gücü orijinal miktarın %'sine düşürmek 10-dB bir kayıptır. Güç kaybı değerleri negatif değerler olarak yazılır: -3, -6 veya -10 dB. Aşağıdaki tablolar bu ortak desibel değerlerini ve oranlarını göstermektedir.

Ayrıca, dB değerlerini ekleyerek veya çıkararak tam sayı oranlarının tüm dB eşdeğerlerini türetebilirsiniz. Örneğin, dB'de 10/4 (2.5) güç oranını hesaplamak için, 10 ve 4: 10-6 = 4 dB için dB eşdeğerlerini çıkarın. Benzer şekilde 10/2 (5) oranı için, 10 - 3 = 7 dB. 5/4 (1.25) oranı 7-6 = 1dB ve böylece
İleri. Aynı hile voltaj oranları ile kullanılabilir.

3.1 Oranlardan Desibel Hesaplanması

Bir güç oranını desibele dönüştürmek için:

1. Güç oranının temel 10 logaritmasını bulun.
2. 10 ile çarpın.

dB = 10 logo (güç oranı)

Aynı desibeller, güç oranları yerine voltaj veya akım oranlarını temsil etmek için kullanılabilir. Güç, voltaj veya akımın karesi ile yükseldiğinden, aynı empedansı varsayarsak, voltaj veya akım oranları da kare olmalıdır. Logaritmalarla, oranlar sadece ikiyle çarpılarak karelenir. Böylece her şey, güç hesaplamaları için olduğu gibi çalışır, ancak 10 yerine 20 ile çarpmamız (veya bölmemiz) dışında:

dB = 20 logo (voltaj veya akım oranı)

Ölçülen bir gücü veya voltajı (PK veya V ") bazı referans güçleriyle (Pprr veya Vgrr) karşılaştırıyorsanız, formüller şunlardır:

"-" [$ t] - "" []
PaEF VREF

dB'nin pozitif değerleri, oranın 1'den büyük olduğu anlamına gelir ve dB'nin negatif değerleri 1'den küçük bir oran gösterir. 1'den büyük oranlar *kazanç olarak adlandırılırken, 1'den* küçük oranlar *kayıp veya zayıflama olarak adlandırılabilir.* Kayıp ve zayıflamanın genellikle dB'nin pozitif değerleri olarak (örneğin, "10 dB'lik bir kayıp" veya "6 dB'lik bir zayıflatıcı"), oranın birden az olduğu ve dB'deki değişimin hesaplanan değerinin negatif olacağı anlayışıyla verildiğini unutmayın.

Örneğin, bir amplifikatör S-watt sinyalini 25 watt'lık bir sinyale dönüştürürse, bu bir kazançtır :

dB = 10 log10 (2; J = 10 log10 (5) = 10 x (0.7) = 7 dB

Öte yandan, bir alıcının ses seviyesini ayarlayarak, ses çıkış sinyali voltajı 2 volttan 0.1 volta düşürülürse, bu bir değişikliktir:

dB = 20 log10 (O ~ lJ = 20 log10 (0.05) = 20 x (-1.3) = -26 dB

Hatırlanması gereken çok yararlı bir değer, gücü iki katına çıkardığınızda (veya ikiye böldüğünüzde), 3 dB'lik bir değişiklik olmasıdır. Güçte iki kat artış (veya azalma), aşağıdakilerin kazanılmasına (veya kaybedilmesine) neden olur:

dB = 10 log10 (f J = 10 log10 (2) = 10 x (0.3) = 3 dB

Bir hesap makinesi kullanmak zorunda kalmadan hızlı bir şekilde hatırlayabileceğiniz ve uygulayabileceğiniz dB'nin kolay değerlerine yönelik bir kılavuz için "Decibels İn Your Head" kenar çubuğuna bakın.

3.2 Desibellerden Oranları ve Yüzdeleri Hesaplama

Desibelleri bir güç oranına dönüştürmek için tam tersini yapıyoruz:

1. 10'a bölün (veya bir voltaj veya akım oranına dönüşüyorsa 20)
2. Sonucun taban 10 antilogunu bulun.

Bir sayının 10 antilog tabanının, sayının gücüne yükseltilmiş 10 olduğunu unutmayın. Bu aynı zamanda muhtemelen kafanızda yapmadığınız bir şeydir, bu yüzden hesaplamaları nasıl kolayca gerçekleştirebileceğinizi görelim.

Günlüklerin birkaç özelliğini anlamak, sonuçların yorumlanmasında sorunlardan kaçınmanıza yardımcı olacaktır. 0 dB'lik bir kazancın, sinyalde bir değişiklik olmadığı anlamına geldiğini unutmayın - sinyalin kaybolduğu anlamına gelmez! Diğer önemli gerçek ise, birden az olan bir güç oranının (bir kazanç yerine bir kayıp) desibelde negatif bir sayı ile sonuçlanmasıdır.

Güc oranı (Ω)
voltaj oranı = log () 20

Antilog'un ters log ile aynı olduğunu unutmayın (logo 'veya sadece log'olarak yazılır). Çoğu hesap makinesi ters log gösterimini kullanır. Bilimsel hesap makinelerinde ters log anahtarı LOG[1-, ALOG] veya 10 olarak etiketlenebilir, bu da "10'u bu değerin gücüne yükseltmek" anlamına gelir. Bazı hesap makineleri İNV ve LOG gibi iki düğmeli bir dizi gerektirir.

Örnek 1:9 dB güç oranı = log! (9/10) = log '(0.9) = 8 Örnek 2:32 dB voltaj oranı = log' (32/20) = log '(1.6) = 40

Yüzde zaten bir oran olduğundan, dB'ye dönüştürürken doğrudan yüzdelerde çalışabilirsiniz:

dB = lO lo (Yüzde Güç)
g 100%

dB = 20 lo (Yüzde Voltaj)
g 100%

Yüzdelere geri dönmek için, hesaplanan oranı %100 ile çarpmanız yeterlidir:

İntikam gücü = çok "iog- [S]

recemage Oy - toomxiog- '["" °]

İşte dB'yi yüzdelere dönüştürmek için pratik bir uygulama ve bunun tersi. **1** dB'lik bir sinyal kaybına sahip bir anten besleme hattı kullandığınızı varsayalım. Anteninize gerçekten ulaşan verici gücünün miktarını ve besleme hattında ne kadar kayıp olduğunu hesaplayabilirsiniz.

Yüzde Güç = %100 x log[1]- (~~ J = %100 x log[1]- (-0.1) = %79.4 Yani gücünüzün %79.4'ü antene ulaşıyor ve %20.6'sı besleme hattında kayboluyor .

Örnek 3: %20 güç oranı = 10 log (%20/% 100) = 10 log (0.2) = -7 dB

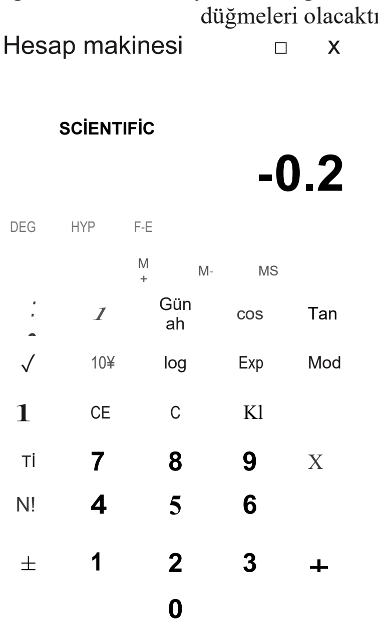
Örnek 4: %150 voltaj oranı = 20 log (%150/% 100) = 20 log (1.5) = 3.52 dB

Örnek 5: -3 dB yüzde gücünü temsil eder = %100 x log '(-3 / 10) = %50

Örnek 6:4 dB bir yüzde voltajını temsil eder = %100 x log _ (4/20) = %158

3.3 *Windows Bilimsel Hesap Makinesini Kullanma*

Eğer uygun bir bilimsel hesap makineniz varsa, hesaplamalarınızı kolayca yapmalıdır. Hepsinin bir ANTİ LOG düğmesi yoktur, ancak değilse, muhtemelen yukarıdaki gibi kullanılabilecek X "Y yazan bir düğmeleri olacaktır. Eğer bir avucunuz yoksa hesap makinesi, Hesap makinesi aksesuarını kullanabilirsiniz **Microsoft** *Windows*



Şekil 1 - Ekran
Windows vurdu
***10* bilimsel hesap**
Gücü bulmaya hazır
2 dB kaybı.

Tablo 2

Güç ve Voltaj Oranları için Ortak dB Değerleri

P2/P1	*dB*	*V2/V1*	*dB*
0.1	-10	0.1	-20
0.2	-6	0.25	-12
5	-3	0.5	-6
0.5	0	0.707	-3
1	3	1	0
2	6	1.414	3
4	10	2	6
10		4	1
		10	2
			2
			0

İşletim sistemi *Windows* 7 ve önceki sürümler için, BAŞLAT'a, ardından TÜM PROGRAMLARA, ardından ACCESSORİES'e tıklayın. *Windows 10 için* BAŞLAT'a tıklayın, ardından CALCULATOR menüsüne bakın .

Hesap makinesini ilk açtığınızda, dört fonksiyonlu bir Standart hesap makinesi bulabilirsiniz. *Windows* 7 ve önceki sürümlerinde bir Bilimsel hesap makinesine geçmek için, istediğiniz birini almak için VİEW, ardından SCİENTİFİC üzerine tıklayın. *Windows 10* sürümünde, MENÜ simgesine tıklayın ve SCİENTİFİC'yi seçin. Windows *10 sürümü* **Şekil 1'de gösterilmiştir .**

Diyelim ki 2 dB kaybıyla uyumsuz bir koaksiyel kablonuz var. Vericiniz tarafından üretilen 100 W'nin ne kadarının anteninize ulaştığını bilmek isteyebilirsiniz. Unutmayın, 2 dB'lik bir kayıp -2 dB'lik bir "kazanç'dır. *Windows Hesap Makinenizi Kullanma:*

- Klavyenizde 2'ye basın veya hesap makinesi tuş takımında 2'ye tıklayın.
- ± tuşuna tıklayın, sonra +, İ, 0 ve =. Ekran, Şekil 1'deki gibi -0.2 göstermelidir.
- -0) . 2 gücüne 10 yükseltmek için 10 ¥ üzerine tıklayın.

Ekran, yaklaşık 0.63 olan 0.6309573444 (birçok basamaklı bir sayı) göstermelidir. Bu, 2 dB'lik bir kayıptan sonra kalan gücün oranı. Bu, 100 W iletilen anlamına gelir, anten 63 W görür ve 37 W

3.4 Özel Referanslarla Desibel Hesaplaması

Desibellerin genel kullanımı, giriş/çıkış oranı olarak kullanılırken, temel gücü veya voltajı belirli bir seviyede tanımlayarak belirli güç veya voltaj seviyelerini temsil etmek için de kullanılırlar. Bu durumda, dB birimlerinin referansı belirten bir soneki olacaktır. Örneğin, **1** W ile karşılaştırıldığında gücü belirtmek için dBW sembolünü kullanırız. Örneğin, 13 dBW'lık bir sinyal seviyesi, 1 W'dan büyük 13 dB'lik bir gücü gösterir, bu da 200 W'dir. Diğer yaygın referanslar aşağıda gösterilmiştir:

dBd - tercih ettiği yönde bir dipol antene göre kazanç desibelleri

Dbi - ideal bir izotropik olana göre kazanç desibelleri

Anten

dBm V - bir milivolt dBµV'ye kıyasla desibellerde voltaj seviyesi - bir mikrovoltla karşılaştırıldığında desibellerde voltaj seviyesi

dBm (dBm W) - bir miliwatt dBµ W'ye kıyasla desibel cinsinden güç seviyesi - bir mikrowatt'a kıyasla desibel cinsinden güç seviyesi

Örneğin, 30 dB kazançlı bir amplifikatörümüz olsaydı ve 10 dBm'lik bir giriş sinyali uygulasaydık, 40 dBm veya 10 dBW çıkış gücüne sahip olacağız, 10 W. Amplifikatör kazancının dB cinsinden olduğunu unutmayın, Birimsiz bir oran, giriş ve çıkış seviyeleri belirli güçleri temsil eden dBm veya dBW iken.

4 Koordinat sistemleri

4.1 Dikdörtgen ve Kutupsal Koordinatlar

Grafikler, denklemlerin sembollerle tanımladıkları çizimlerdir –İkisi de aynı şeyi söylüyor. Matematiksel niceliklerin grafik üzerinde konumlandırılma şekline *koordinat sistemi denir. Koordinat,* grafiği normal birimlere bölen sayısal ölçeğin başka bir adıdır. Grafikteki her noktanın konumu bir dizi *koordinatla tanımlanır.*

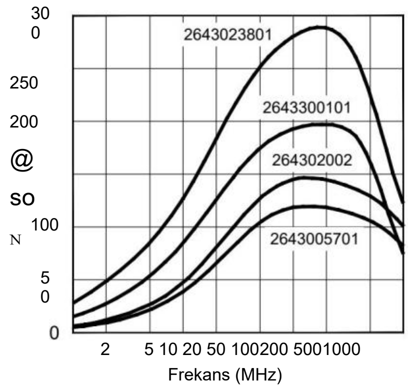
Radyoda kullanılan en yaygın iki koordinat sistemi, **Şekil 2A'da** (bazen *Kartezyen koordinatlar olarak adlandırılır) gösterilen dikdörtgen koordinat sistemi* ve Şekil 2B'de gösterilen kutup koordinat sistemidir.

Dikdörtgen koordinat grafiğinin merkezinden yatay olarak geçen çizgiye *X ekseni denir.* Grafiğin merkezinden dikey olarak geçen çizgiye *Y ekseni denir.* Dikdörtgen koordinat grafiğindeki her nokta, konumunu (X, Y) olarak da yazılan X ve Y olarak tanımlayan iki koordinata sahiptir. Her farklı koordinat değeri çifti, grafikteki farklı bir noktayı tanımlar. İki eksenin kesiştiği nokta - her iki eksendeki sayısal değerlerin sıfır olduğu - *orijin olarak adlandırılır,* (0,0) olarak yazılır.

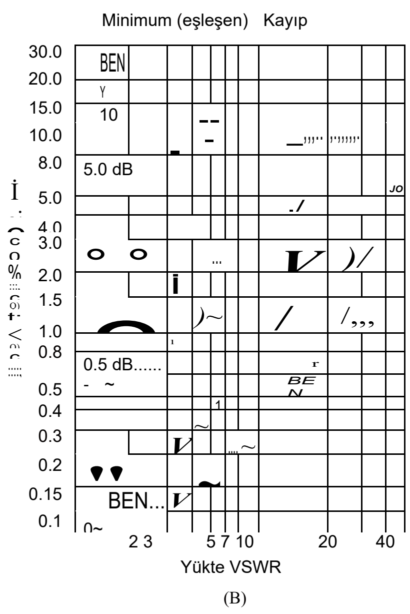
Şekil 2A, koordinatları (3,5) olan nokta, X ekseni boyunca orijinin 3 birim sağında ve Y ekseni boyunca orijinin 5 birim üstünde bulunur. (-2, -4) noktasında başka bir nokta, X ekseni boyunca orijinin solunda 2 birim ve Yaxis boyunca orijinin altında 4 birim bulunur .

Polar koordinat sisteminde, grafik üzerindeki noktalar da *polar koordinatlar adı verilen bir çift sayısal değerle tanımlanır.* Bu durumda, orijinden ölçülen bir uzunluk veya yarıçap ve Şekil 2B'de gösterildiği gibi 0 ° çizgiden saat yönünün tersine () °'den 360 °'ye kadar ölçülen bir açı kullanırız. Yarıçap için r ve açı için 0 sembolü kullanılır. Kutupsal koordinatlarda bir sayı rL8 yazılır. Dolayısıyla, son paragrafta açıklanan iki nokta *da (5.83, 59.0* °) ve (4.5, 243.4 °) olarak yazılabilir ve Şekil 2B'de kutupsal koordinatlar olarak çizilir. Haritalardan farklı olarak, 0 ° yönünün her zaman sağda olduğunu ve üstte olmadığını unutmayın. İn matematik, 0 ° kuzey değil!

Negatif bir açı aslında "diğer yoldan tum" anlamına gelir. 0 ° ekseninden saat yönünün tersine ölçülen pozitif açılarla, Şekil 2B'de sol alttaki noktanın kutupsal koordinatları (4.5, -116.6 °) olacaktır. Açı için negatif bir değerle karşılaştığınızda, açıyı saat yönünde 0 °'den ölçmek anlamına gelir. Örneğin, -270 ° 90 °'ye eşittir; -90 ° 270 °'ye eşittir; 0 ° ve -360 ° eşdeğerdir; ve + 180 ° ve -180 ° eşdeğerdir. Bir açı **radyan cinsinden de belirtilebilir** (1 radyan = 360/2n = 57.3 derece), ancak aksi belirtilmedikçe El Kitabında tüm açılar derece cinsinden belirtilmiştir.



(A)

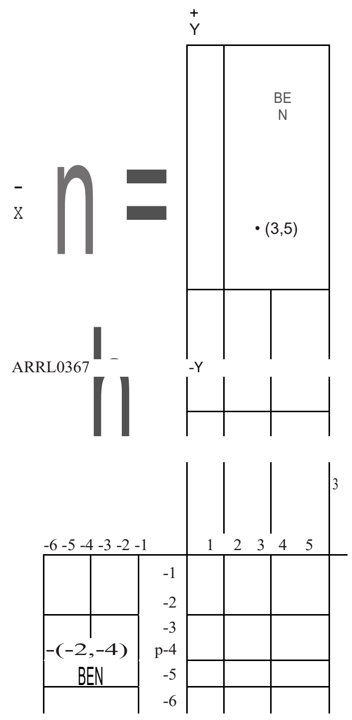


(B)

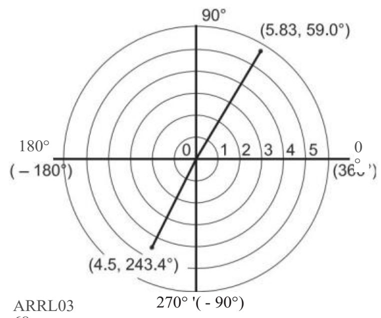
HBK0963

Şekil 3 - Logaritmik yatay eksenli ve doğrusal dikey eksenli yarı log grafiği (A). Hem yatay hem de dikey eksenlere sahip bir log-log grafiği (B) logaritmik bir ölçeğe sahiptir.

Şekil 2 - Dikdörtgen koordinatlı grafikler (A), her biri sayısal birimlerde kalibre edilmiş, birbirine dik açılarda bir çift eksen kullanır. Elde edilen ızgaradaki herhangi bir nokta ve koordinatlar olarak adlandırılan yatay (X) ve dikey (Y) değerleri cinsinden ifade edilir. Polar koordinatlı grafikler (B), bir noktanın konumunu belirlemek için orijinden bir yarıçap ve 0 ° ekseninden bir açı kullanır. Böylece, herhangi bir noktanın konumu bir yarıçap cinsinden belirtilebilir. (r) ve bir açı (0).



ARRL0367



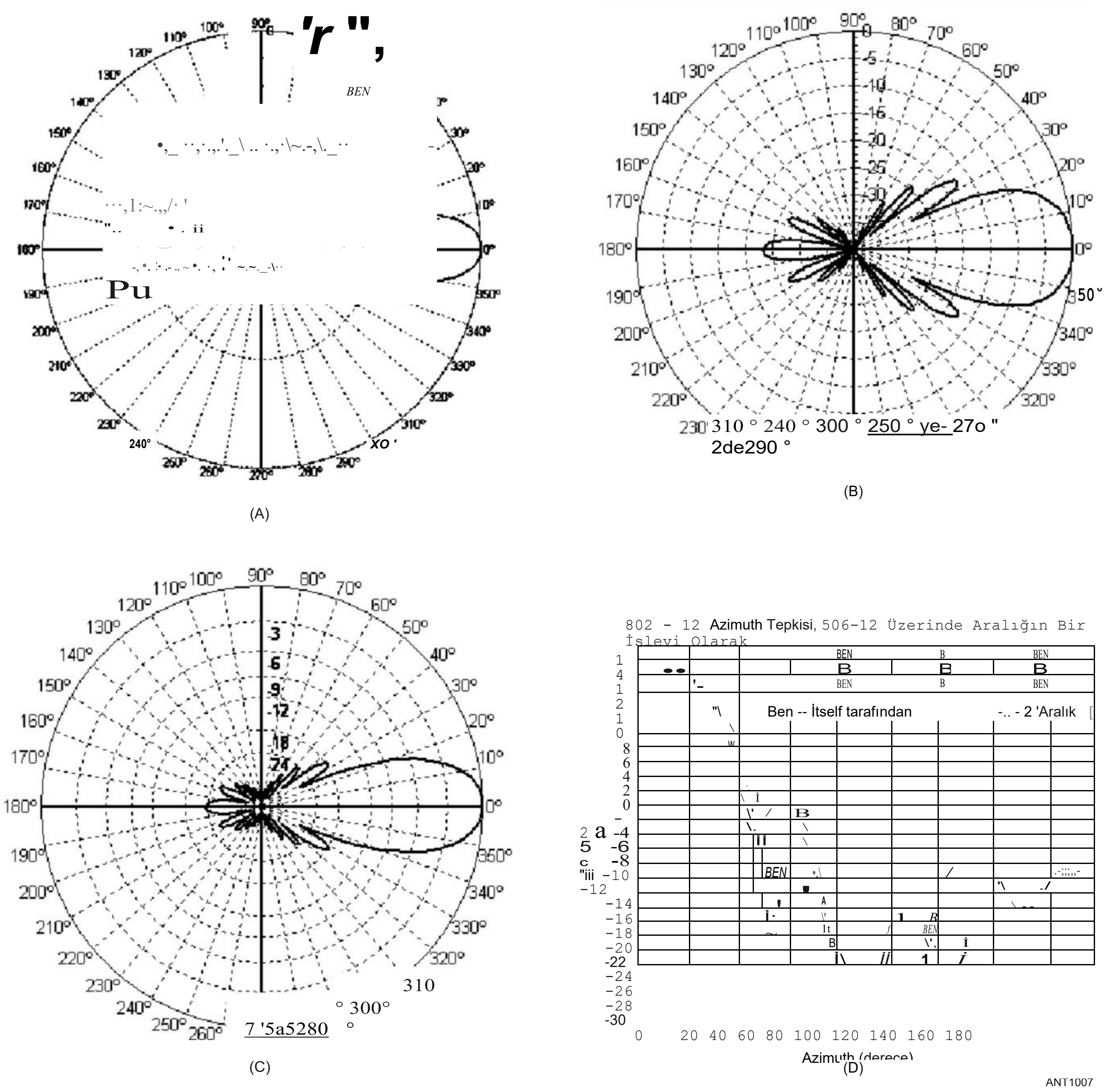
ARRL0368

SEMI-LOG VE LOG-LOG GRAFİKLERİ

Birçok radyo ve elektronik elemanı, logaritmik veya üssel olarak davranan en az bir özelliğe sahiptir. Bu davranışın grafiğini çizmek, değişkenlerin aralıkları genellikle oldukça büyük olduğu için doğrusal bir ölçek kullanılıyorsa zor veya belirsizdir. Doğrusal bir ölçek, tüm "ilginç" davranışı bir comer içine veya grafiğin bir kenarı boyunca sıkıştırma eğilimindedir. Davranışı daha iyi görebilmek için yarı log ve log log grafikleri oluşturuldu. (Şekil 3'e **bakınız.)**

Yarı log grafiği, ölçeğin logaritmik olarak bölündüğü bir eksene sahiptir. Şekil 3A empedans arasındaki ilişkiyi gösterir Dikey (Y) eksendeki ferrit boncukların ve yatay (X) eksendeki frekansın. Bu, empedansın 1 MHz ila 1 GHz arasındaki tüm frekans aralığında çizilmesine izin verir. Eğer frekans için doğrusal bir ölçek kullanılsaydı, eğri oldukça düz olurdu ve zirveyi görmek zor olurdu. Bir değişken sınırlı bir aralığa sahipse (bu durumda empedans) ve diğeri geniş bir aralığa sahipse, yarı log grafiği genellikle en iyisidir.

Şekil 3B'deki log-log grafiği, iki logaritmik değişken arasındaki ilişkiyi gösterir - çizgi kaybı ve frekans. Her iki değişkenin de çok geniş bir aralığı vardır. dB'de satır kaybı için günlük ölçeğinin kullanımı büyük ölçüde



Şekil 4 - **Farklı ızgara koordinat sistemlerinde yüksek kazançlı Yagi anteni için radyasyon deseni çizimleri. A'da, doğrusal güç dB ızgarasındaki desen. Yan lob yapısının ayrıntılarının bu ızgara ile nasıl kaybolduğuna dikkat edin. B'de, sabit 5 dB daireli bir ızgarada aynı desen. Bu ölçek kullanıldığında yan lob seviyesi abartılır. C'de, ARRL tarafından kullanılan değiştirilmiş günlük ızgarasındaki aynı desen. Yan ve arka loblar bu ızgarada açıkça görülebilir. Her üç ızgaradaki eşmerkezli daireler, grafiğin dış kenarındaki O dB'ye referans verilen desibel cinsinden mezun edilir. Desenler oldukça farklı görünüyor, ancak hepsi aynı anten tepkisini temsil ediyor! D, iki VHF Yagi anteninin dikdörtgen azimuthal desenlerini gösterir. Bu örnek, dikdörtgen bir grafiğin anten desenlerinin ana lobdan daha kolay karşılaştırılmasına nasıl izin verdiğini gösterir.**

En çok ilgi çeken düşük VSWR'de hat kaybı eğrilerinin işgal ettiği alanı genişletir. Dikey ölçek logaritmik değilse, eğriler ailesi birincil ilgi alanında çok sıkıştırılmış ve okunması zor olurdu. Her iki değişken de çok geniş bir aralığa sahipse, bir log-log grafiği kullanın.

4.2 Radyasyon Modelleri için Koordinatlar

Anten desenlerini çizmek için bir dizi farklı koordinat ölçeği veya ızgara sistemi kullanılmaktadır. (Anten radyasyon modelleri **Antenler** bölümünde tartışılmıştır.) Amatör izleyiciler için yayınlanan anten desenleri bazen dikdörtgen ızgaralara yerleştirilir, ancak daha sıklıkla kutupsal koordinat sistemleri kullanılarak gösterilir. Kutupsal koordinat sistemleri genel olarak üç sınıfa ayrılabilir: *doğrusal, logaritmik ve modifiye logaritmik* .

Hatırlanması gereken çok önemli bir nokta, bir desenin şeklinin (genel görünümü), çizim için kullanılan ızgara sistemine büyük ölçüde bağlı olmasıdır. Bu, bir ışın anteni için radyasyon modelinin aşağıda açıklanan üç koordinat sistemi kullanılarak sunulduğu Şekil 4'te örneklenmiştir.

LIHEAR KOORDINAT SİSTEMİ

Şekil 4A'daki kutupsal koordinat sistemi doğrusal koordinatlar kullanır.

Eşmerkezli daireler eşit aralıklıdır ve 0'dan 10'a kadar derecelendirilir. Böyle bir ızgara, sinyalde bulunan gücün doğrusal bir grafiğini hazırlamak için kullanılabilir. Karşılaştırma kolaylığı için, eşit aralıklı eşmerkezli daireler, desibel yanıtını temsil eden, grafiğin dış kenarındaki O dB'ye atıfta bulunan uygun şekilde yerleştirilmiş dairelerle değiştirildi. Bu grafiklerde küçük loblar bastırılır. Ana lobun altında 15 dB'den daha yüksek tepe noktalarına sahip loblar, küçük boyutları nedeniyle tamamen kaybolur. Bu iyi bir yol Yüksek yönlülüğe ve küçük küçük loblara sahip bir dizinin desenini gösterin. Bununla birlikte, doğrusal koordinat modelleri yaygın değildir.

LOGARITHMİC COORDINİNATE SİSTEMİ

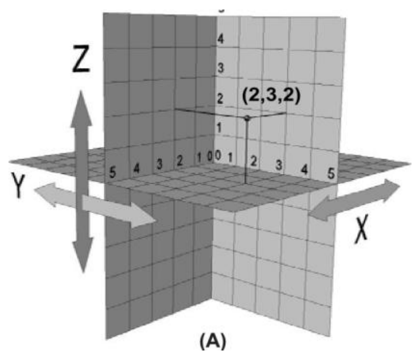
Anten üreticileri tarafından kullanılan bir diğer koordinat sistemi, eşmerkezli ızgara hatlarının sinyalin voltajının logaritmasına göre aralıklı olduğu logaritmik ızgaradır. Eğer logaritmik olarak aralıklı eşmerkezli çemberler desibel yanıtını temsil eden uygun şekilde yerleştirilmiş çemberlerle değiştirilirse, desibel çemberleri doğrusal olarak mezun edilir. Bu anlamda, logaritmik ızgara, desibel olarak kalibre edilmiş doğrusal bölünmelere sahip bir doğrusal log ızgarası olarak adlandırılabilir.

Bu ızgara küçük lobların görünümünü geliştirir. Eğer amaç, çok yönlü bir tepkiye sahip olduğu varsayılan bir dizinin radyasyon modelini göstermekse, bu ızgara bu görünümü geliştirir. Pusula etrafındaki desen tepkisinde 8 veya 10 dB'lik bir farka sahip bir anten, bu ızgarada diğerlerinden daha çok yönlü görünmektedir. Şekil 4B'ye bakınız.

ARRL LOG COORDİNİNATE SİSTEMİ

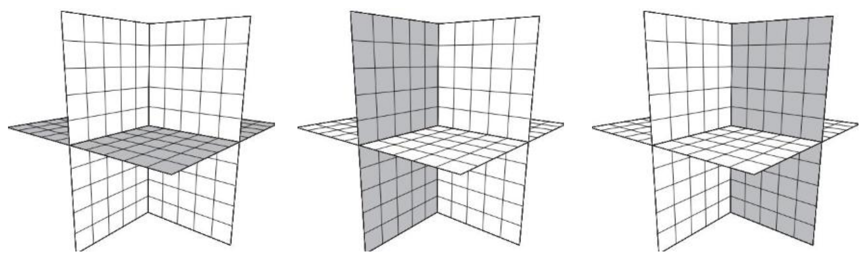
ARRL tarafından kullanılan modifiye logaritmik ızgara, sinyal voltajının değerinin 0.89 katı logaritmasına göre aralıklı bir eşmerkezli ızgara hattı sistemine sahiptir. Bu ızgarada, ana lobdan 30 ve 40 dB aşağı olan küçük loblar ayırt edilebilir. Bu tür loblar VHF ve UHF operasyonunda endişe kaynağıdır. O dB ve -3 dB'de çizilen noktalar arasındaki boşluk, -20 ve -23 dB arasındaki boşluktan önemli ölçüde daha büyüktür; bu, tum'da-SO ve -53 dB arasındaki boşluktan önemli ölçüde daha büyüktür.

Örneğin, O ile 3 dB arasındaki ölçek mesafesi, grafiğin yarıçapının yaklaşık 1/io'sudur. Bir sonraki 3-dB artış için ölçek mesafesi (-6 dB'ye), tam olarak, ilkinin %89'undan biraz daha azdır. Bir sonraki 3-dB artışı için ölçek mesafesi (-9 dB'ye) yine %89'dur



(A)

ARRL0904



XY düzlemi

XZ düzlemi

YZ düzlemi

(B)

Şekil 5 - Üç boyutlu dikdörtgen koordinat sistemi (A), üçüncü bir eksen, Z ekseni, hem X hem de Y eksenlerine dik açılarla eklenir. X-Y-Z koordinatlarında, üç koordinat uzayda herhangi bir - yerde bir noktanın konumunu belirtmek için kullanılabilir. Eksenler kümesi her üç pozitif - ekseni göstermek için yönlendirilmiştir. Üç dikdörtgen koordinat düzlemi (B). Her eksen çifti, üçüncü eksen için koordinatın sıfır olduğu bir düzlem oluşturur. Örneğin, X-Y düzlemindeki tüm noktaların Z koordinatı sıfırdır. Eksenler kümesi her üç pozitif ekseni göstermek için yönlendirilmiştir.

İkincisinin. Böylece ölçek, en içteki iki çemberin -36 ve -48 dB'yi ve grafik merkezinin -100 dB'yi temsil edeceği şekilde oluşturulur.

Dolayısıyla aralığın periyodikliği genel olarak anten performansındaki bu tür değişikliklerin göreceli önemine karşılık gelir. ARRL yayınlarındaki anten desen çizimleri genellikle Şekil 4C'de gösterilene benzer şekilde modifiedlog ızgarasında yapılır.

DIKDÖRTGEN GRID

Anten radyasyon desenleri, dB'deki dikey eksende kazanç ve Şekil 4D'de gösterildiği gibi yatay eksende açı ile dikdörtgen koordinatlar üzerinde de çizilebilir. Kutupsal koordinatlardaki çoklu desenlerin okunması zor olabilir, özellikle de çizimin merkezine yakın. Dikdörtgen bir ızgara kullanmak, düşük seviyeli minör lobları değerlendirmeyi kolaylaştırır ve özellikle birkaç anten karşılaştırılırken kullanışlıdır.

4.3 Üç Boyutlu Koordinat Sistemleri

DIKDÖRTGEN (X-Y-Z)

Şekil SA, X ve Y eksenlerine üçüncü bir eksen, Z ekseni ekler. Bu, herhangi bir yerin iki yerine üç sayı ile belirtildiği üç boyutlu bir koordinat sistemi oluşturur. Şekil 5A, belirtilen noktanın konumu X ekseni boyunca 2 birim, Y ekseni boyunca 3 birim ve Z ekseni boyunca 2 birimdir. X ve Y ekseni genellikle "yatay" düzlem ve Z ekseni yatay düzlemin üzerinde "yükseklik'olarak atanır.

Her eksen çifti bir *düzlem tanımlar* - her iki eksen boyunca sonsuza uzanan sonsuz ince bir tabaka. X-Y-Z koordinat sistemi, Şekil 5B'de gösterildiği gibi üç düzleme sahiptir. Bu düzlemlerin her birindeki tüm noktalar için, bir koordinat her zaman sıfırdır: X-Y düzleminde, Z koordinatı sıfırdır, Y-Z düzleminde, X koordinatı sıfırdır ve X-Z düzleminde, Y koordinatı sıfırdır.

CYLINDRICAL (R, 0, Z)

Kutupsal koordinatları kullanarak X-Y düzlemindeki noktaların yerini belirlerken olduğu gibi, yarıçap için de r kullanılır. Yunan harfi teta (8), gösterildiği gibi 0 ° çizgiden saat yönünün tersine ölçülen açı için kullanılır. Kutupsal koordinatlarda bir sayı rL '.' .8 şeklinde yazılır.

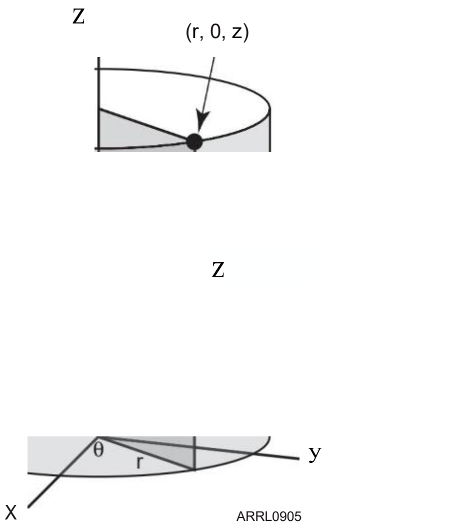
Eğer Z ekseni eklenirse, rand yarıçapı z yüksekliğinde bir silindir oluşturulur. 8 açısı, silindir boyunca dikey bir çizgi tanımlar. **Şekil 6'daki koordinat sistemi tipine** *silindirik koordinatlar denir ve bir* noktanın konumu *(r* 0, z) olarak verilir.

SPHERICCAL (R, 8, <! >) VEYA AZİMUT-ELEVATYON

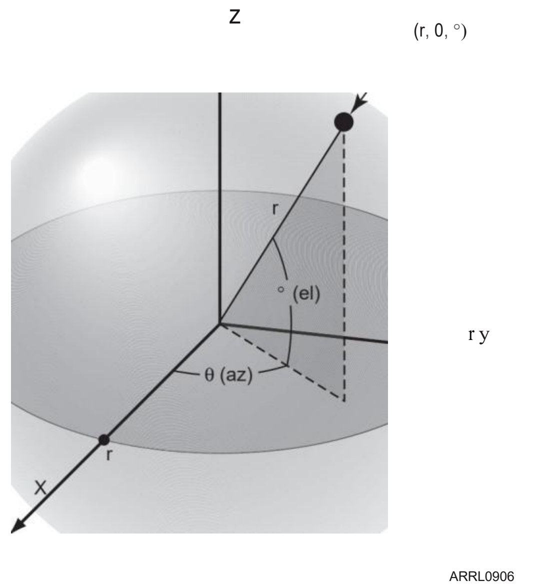
Z'nin üçüncü bir koordinat olarak kullanılması durumunda, bir noktayı bulmanın bir başka kullanışlı yöntemi, **Şekil 7'de gösterildiği gibi ikinci bir açıyla** *küresel koordinatlar oluşturmaktır.* X-Y düzlemindeki (0) açıya *azimut* açısı denir ve yatay düzlemdeki yöne karşılık gelir. İkinci açı, d, yatay düzlem ile nokta arasında ölçülür ve *yükselme* açısı olarak adlandırılır.

Gerçek dünyada kullanıldığında, yükseklik yatay düzlemden noktaya kadar ölçülür, bu nedenle zemindeki bir nokta 0 ° yüksekliğe sahiptir ve *doğrudan zirvedeki bir nokta* 90 ° yüksekliğe sahiptir.

Küresel koordinatlarda, bir noktanın konumu (r, 0, <! >) olarak verilir. Küresel koordinatlar, anten modelleyicileri tarafından anten radyasyon modellerini tanımlamak için kullanılan standarttır ve koordinatlar (r, azimut ve yükseklik) kullanılır.



Şekil 6 - Silindirik koordinatlar. Bir Z koordinatı ekleyerek, merkezi yarıçaplı orijinde olan bir silindir oluşturulur. rand'ın yüksekliği z. Silindirik koordinatlarda bir noktanın konumu (r, 0, z) olarak belirtilir.



Şekil 7 - Küresel koordinatlar. Her nokta, merkezi orijinde olan bir kürenin yüzeyinde yer alır. Noktanın konumu, kürenin yarıçapı, r ve azimut (0) **ve yükseklik ((()) açıları olarak verilir.**

5 Üstel denklemler

Üstel bir denklem, değişkenin bir sabitin, başka bir değişkenin veya bir tür matematiksel formülün (ifade) üssü olduğu bir denklemdir. Şimdiye kadar, elektronik ve radyodaki en yaygın üstel denklemler, 2.71828 değerine sahip olan e sayısına veya Euler sayısına dayanmaktadır. Aşkın sayı 7'ye benzer şekilde (3.14159...) , e'nin değeri *irrasyoneldir* ve sonsuz sayıda basamak vardır. İt, yazılı logge veya İn olan doğal logaritmanın tabanıdır.

Elektronikte e'nin en yaygın kullanımı, kondansatör ve indüktör devrelerinin şarj ve deşarj zaman sabitlerini hesaplamaktır. Zamanlama hesaplamalarının temelini oluşturan iki tipik denklem şunlardır:

Şarj: V (t) = E (1 -e "°)

Boşaltma: V (t) = E (e °)

V (t), zamanla değişen bir kapasitör boyunca voltajdır, E, kondansatör boyunca son de voltajı (şarj) veya ilk de voltajı (deşarj) temsil eder, t (tau) devrenin *zaman sabitidir.* devre bileşeni değerleri ve t zamandır. (Bu devreler Elektrik **Temelleri bölümünde daha ayrıntılı olarak tartışılmıştır. Benzer** denklemler bir indüktördeki akım için de geçerlidir.)

Kapasitör şarj ve deşarj voltajları Şekil 8'de gösterilir, burada zaman ekseni cinsinden gösterilir ve dikey eksen uygulanan voltajın yüzdesi olarak ifade edilir. Bu grafikler tüm basit RC ve RL devrelerini temsil eder.

Bu denklemler, doğal logaritmalarla çalışabilen bir hesap makinesi ile oldukça kolay bir şekilde çözülebilir (LN veya LN X etiketli bir anahtara sahip olacaktır). Ayrıca, e V ° değerini İn olarak yazılan ters doğal log-t/t olarak da hesaplayabilirsiniz! (-t/v).

Şekil 8'in grafiklerinde gösterildiği gibi, şarj veya deşarj zamanını devrenin zaman sabitinin katları cinsinden düşünmek yaygın bir uygulamadır. Eğer sıfır (başlangıç zamanı), bir zaman sabiti (ben), iki zaman sabiti (2t) ve benzeri zamanları seçersek, denklemlerdeki üstel terim e °, e ', e, e ° ve benzeri için basitleşir. Sonra bu zaman değerleri için denklemleri çözebiliriz .

Şarj edilen bir kapasitör örneğini kullanarak, voltajların aynı olması için bir de voltajı E = 100 V uygulandığını varsayalım.

E'nin yüzdesi olarak değer.

V (0 = 100 V (1 -e)	100V (1-1)	0V,	vey	0%
V (1) = 100 V (1-e ')	100 V (1 -0.368) =	63.2V,	vey	63.2
V (2,) = 100V (21-e -)	100V (1-0.135) =	86.5V,	vey	86.5
V (3t) = 100 V (1 -e °)	100V (1-0.050) =	95.0V,	vey	95%
V (4 ¢) = 100 V (1-e *)	100V (1-0.018) =	98.2V,	vey	98.2
V (5,) = 100V (1-e-5)	100 V (1 -0.007) =	99.3V,	vey	99.3

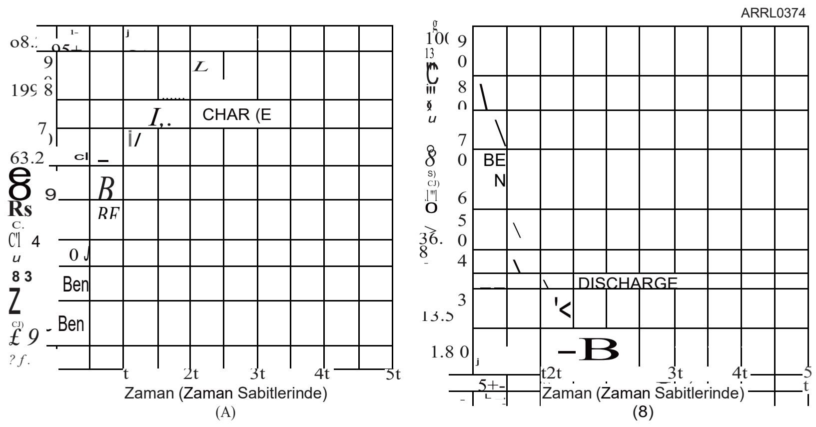
Beş zaman sabitine eşit bir süre geçtikten sonra, kapasitör uygulanan voltajın %99,3'üne şarj edilir. Bu, tüm pratik amaçlar için tamamen ücretlendirilir.

Boşalırken kapasitör voltajını hesaplamak için kullanılan denklem, şarj için olandan biraz farklıdır. Ortaya çıkan eğri, şarj eğrisine benzer. Devre zaman sabitinin katlarına eşit zaman değerleri için:

İ = 0 ,		1,	SoV (0)	100V,	veya	100%
t = 1t,	el	0.368,	Yani V (1t)	36.8V,	veya	36.8
t = 2t,	e-2	0.135,	Yani V (2,)	13.5V,	veya	13.5
t = 3t,	e3	0.050,	Yani V (3t)	5V,	veya	5%
İ = 4t		0.018,	SoV (4 ,)	1.8V,	veya	1.8%
İ = 5,	e5	0.007,	SoV (5 ,)	0.7V,	veya	0.7%

Burada, beş zaman sabitine eşit bir süre geçtikten sonra, kapasitörün başlangıç değerinin %1'inden daha azına boşaldığını görüyoruz. Bu, tüm pratik amaçlar için tamamen boşaltılır.

Bu sonuçları düşünmenin bir başka yolu, deşarj değerlerinin şarj değerlerinin tamamlayıcıları olmasıdır. 100'den herhangi bir yüzde kümesini çıkarın ve diğer kümeyi elde edersiniz. Ayrıca deşarj değerleri arasında başka bir ilişki fark edebilirsiniz. Bir zaman sabiti için değer olarak %36.8 (0.368) alırsanız, deşarj edilen değer [2]iki zaman sabitinden sonra 0.368 = 0.135, [3]üç zaman sabitinden sonra 0.368 = 0.05, [4]dört zaman sabitinden sonra 0.368 = 0.0l 8 ve [5]beş zaman sabitinden sonra 0.368 = 0.007 olur. Bu değerleri yüzdelerle değiştirebilir veya ondalık kesri uygulanan voltajla çarpmanız gerektiğini unutmayın. Bu ondalık değerleri 1'den çıkarırsanız, şarj denklemi için değerleri alırsınız. Her iki durumda da, %63.2 yüzdesini hatırlayarak, diğer tüm yüzdeleri logaritma veya üstel olmadan üretebilirsiniz !



Şekil 8 - A'daki grafik, bir direnç (bir RC devresi) aracılığıyla şarj edildiğinde, bir kapasitör boyunca voltajın zamanla nasıl yükseldiğini gösterir. Grafik B, kapasitör bir direnç yoluyla boşaltılırken voltajın zamanla nasıl azaldığını gösterir. Kesikli çizgiler, 1, 2, 3 ve 4 zaman sabiti (t) geçtikten sonra kapasitör boyunca voltajı temsil eder.

6 Karmaşık sayılar

Normal matematikte i ile temsil edilen eksi bir (-1)'in karekökünü içeren sayılarla sık sık karşılaşacaksınız. Elektronikteki akımla karışıklığı önlemek için, bunun yerine} sembolü kullanılır. Karesi -I **üreten gerçek bir sayı olmadığından,** i *veya j içeren herhangi* bir sayıya hayali *sayı denir. Örneğin, 2j, 0.1, 7j/4 ve* 457.6j tüm hayali sayılardır.

J sayısının bir dizi ilginç özelliği vardır: *IIj = - j*

j = 1

j = -j

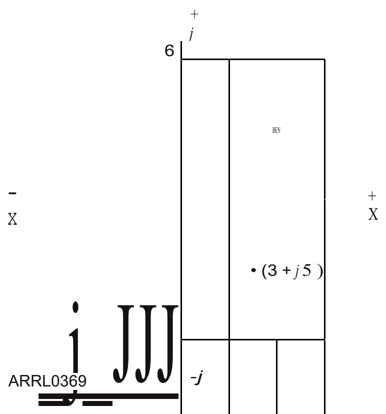
j '= 1

j = 1/90 °

J ile çarpma da + 90 ° bir faz kayması temsil edebilir.

Gerçek ve hayali sayılar toplama veya çıkarma kullanılarak birleştirilebilir. Gerçek ve hayali sayıları birleştirmek, **1** + *j* veya *6 -j7 gibi karmaşık bir sayı olarak adlandırılan bir melez oluşturur.* (Karmaşık sayılardaki kural, j'nin sayının hayali kısmında ilk olması içindir.) Bu sayılar radyoda, empedansları, voltaj ve akım arasındaki ilişkileri ve diğer birçok fenomeni tanımlayan çok kullanışlıdır.

Karmaşık sayı gerçek ve hayali parçalarına ayrılırsa, bu iki sayı karmaşık *koordinatlar kullanılarak bir grafikte koordinat olarak da kullanılabilir. Bu, karmaşık düzlem olarak da adlandırılan özel bir dikdörtgen çizge türüdür.* Konvansiyonel olarak, X ekseni koordinatları karmaşık sayının gerçek sayı kısmını temsil eder ve Y ekseni hayali kısmı temsil eder. Örneğin, 6 *-j7 karmaşık sayısı,* dikdörtgen koordinatlı bir grafikteki nokta (6, -7) ile aynı konuma sahip olacaktır**. Şekil 9,** Şekil 2 ile aynı noktaları gösterir, ancak şimdi sırasıyla 3 + JS ve -2 - j4 karmaşık sayılarını temsil ediyorlar .



Şekil 9 - Karmaşık koordinatlı bir grafiğin Y ekseni, karmaşık sayıların hayali bölümünü temsil eder. Bu grafik, Şekil 1A'daki ile aynı sayıları gösterir, karmaşık sayılar olarak gösterilir.

1 3 4 5 5

•'(5)

-2

Kutuptan dikdörtgene dönüştürmek için: a

= r cos (

b = r sin 0

6.1 Karmaşık Sayılarla Çalışma

Elektriksel nicelikleri temsil eden karmaşık sayılar dikdörtgen biçiminde (a + *jb)* veya kutupsal biçimde (r D0) ifade edilebilir. Karmaşık sayılar eklemek dikdörtgen biçiminde en kolay olanıdır :

(a + *jb)* + (c + *jd)* = (a + c) + *j* (b + d)

Karmaşık sayıları çarpmak ve bölmek polar formda en kolay

olanıdır:

a4q: * bq = (a x b) (q + q)
ve

±*±-(8)<0-0)
b205 (b 1 2

Bir formdan diğerine dönüştürmek bazı hesaplama türlerinde yararlıdır. Örneğin, paralel olarak iki karmaşık empedansın değerini hesaplamak için formülü kullanırsınız.

z-2
74 +7

Payı (ZZ) hesaplamak için empedansları polar formda yazarsınız. Paydayı (Z + Z,) hesaplamak için, empedansları dikdörtgen biçiminde yazarsınız. Bu yüzden bir formdan diğerine ileri geri dönüştürebilmeniz gerekir. Bu bölümün sonundaki Matematik Eğitimi bölümünde referans verilen karmaşık sayılarla ilgili öğreticilerde bu sürecin iyi bir açıklaması vardır .

İşte referans için kaydedebileceğiniz kısa prosedür:

Dikdörtgenden (a + *jb)* kutupsal forma (r 40) dönüştürmek için:

fat6,

Birçok hesap makinesi, yerleşik kutup-dikdörtgen dönüşüm işlevlerine sahiptir ve nasıl kullanılacağını öğrenmeye değer. Hesap makinenizin tercih ettiğiniz açı birimlerine, radyan veya dereceye ayarlandığından emin olun.

Örnek

3 *L30 °'yi dikdörtgen* biçime dönüştür :

a = 3 cos 30 ° = 3 (0.866) = 2.6

b = 3 sin 30 ° = 3 (0.5) = 1.5

3230 ° = 2.6 + *jl.5*

Örnek

0.8 + *J0.6* polar forma dönüştürün:

$$r = \sqrt{(0.8^2 + 0.6^2)} = 1$$

• "S) -" -
0.8

0.8 + *J0.6* = 1 L36.8 °

İt ayrıca karmaşık bir sayının tersini hesaplamak için de yaygındır. Bunu polar formda yapmak daha kolaydır. Karmaşık bir rO sayısının tersi (1/r) -O'dur. Bir açının tersini alırken, işaret pozitiften negatife veya tersi yönde değiştirilir.

Birçok hesap makinesi, yerleşik kutup-dikdörtgen dönüşüm işlevlerine sahiptir ve nasıl kullanılacağını öğrenmeye değer. Hesap makinenizin açı, radyan veya derece için doğru birimlere ayarlandığından emin olun.

7 Vektörler ve Fazörler

Vektörler

Bir *vektör, hem büyüklüğü hem de yönü olan bir miktardır.* Radyo, en sık karşılaşılan vektörler, empedansı karmaşık bir sayı (önceki bölümde açıklanmıştır) ve bir ac sinyali olarak tanımlamak için kullanılır (Radyo **Temelleri bölümünün** Sinüs Dalgaları ve Dönme tartışmasına bakınız). Temel vektör kavramları için, www.intmath.com/vectors/ vektörleri-intro.php adresindeki vektörlerle ilgili mükemmel çevrimiçi öğreticiye bakın http://www.intmath.com/vectors/.

Karmaşık bir sayı olarak gösterilebilecek herhangi bir miktar, bir vektör olarak çizilebilir. Bu, **Elektrik Temelleri bölümünün** İmpedance bölümünde açıklanmıştır. İki koordinatı (empedans gibi) olan vektörlerle çalışmanın matematiksel kuralları, önceki bölümlerdeki karmaşık sayılarla aynıdır. Bir vektör genellikle X-Y düzleminin kaynağından başlayan bir ok olarak çizilir. Vektörleri sıradan miktarlardan ayırt etmek için, genellikle **kalın** yazı tipiyle ve genellikle üstlerinde küçük bir yarım okla yazılırlar. Örneğin, V veya Z, sırasıyla bir voltaj vektörü ve bir empedans vektörüdür.

Vektörler X-Y düzleminde herhangi bir yerde çizilebilir, ancak radyo uygulamalarında genellikle orijinden (0,0) başlayan bir ok olarak gösterilirler. Okun uzunluğu vektörün büyüklüğüdür ve ok ucu vektörün yönünü gösterir. Örneğin, *El Kitabının aynı bölümünde, Şekil* 2.66 (2018 baskısı) empedansı 50 + *j* 100 Ω bir vektör olarak göstermektedir.

AC sinyalleri de vektör olarak çizilebilir. Bu durumda, vektörün büyüklüğü sinyalin voltajıdır (veya akımı) ve tepe veya RMS değerlerini kullanabilirsiniz. (Birden fazla vektör birleştiriliyorsa, tepe veya RMS kuralı hepsi için aynı olmalıdır.) Vektörün yönü fazı temsil eder. Tüm sinyaller ve vektörler aynı frekansa sahipse, vektörler arasındaki açı sinyaller arasındaki faz açısını temsil eder.

Vektörleri grafiksel olarak birbirine eklemek, **Şekil 10'da gösterildiği gibi,** vektörleri "baştan kuyruğa" düzenleyerek çok basittir. Tüm vektörlerin orijinden başladığını hayal ederek başlayın. Şekil 10 iki ac gösterir

Voltajlar, V ve Vg, her ikisi de aynı frekansta, V c oluşturmak için birlikte eklenir.

V ile başlayın ve V'nin "VA'nın ok başlığında başlaması için" hareket ettirerek "(yönünü değiştirmeden)" V "ekleyin. (V'nin sonunda başlamak üzere V'yi de hareket ettirebilirsiniz ". Emir önemli değil.) Ortaya çıkan vektör, V, ilk vektörün başından (orijinde) son vektörün kuyruğuna çekilir.

Çıkarma işlemi de benzer şekilde çalışır. 180 ° çıkarılacak vektörü tum ve eskisi gibi ekleyin. Bu, sıradan bir sayıyı **-1 ile çarpıp** ekleyerek çıkarmakla aynıdır. Şekil 1 OB, V'den V'nin çıkarılmasıyla V oluşturulduğunda ne olduğunu gösterir,

Empedanslar seri ve paralel devrelerde birleştirildiğinde, vektörleri çarpılır ve yukarıdaki karmaşık sayılar için kurallara göre bölünür. Bu şekilde empedans ve admittances ile nasıl çalışılacağına dair örnekler *El Kitabında verilmiştir. Ekstra Sınıf Lisans Kılavuzu,* bu tür soruların 2017 itibariyle sınavda olması nedeniyle bir dizi örnek de içermektedir.

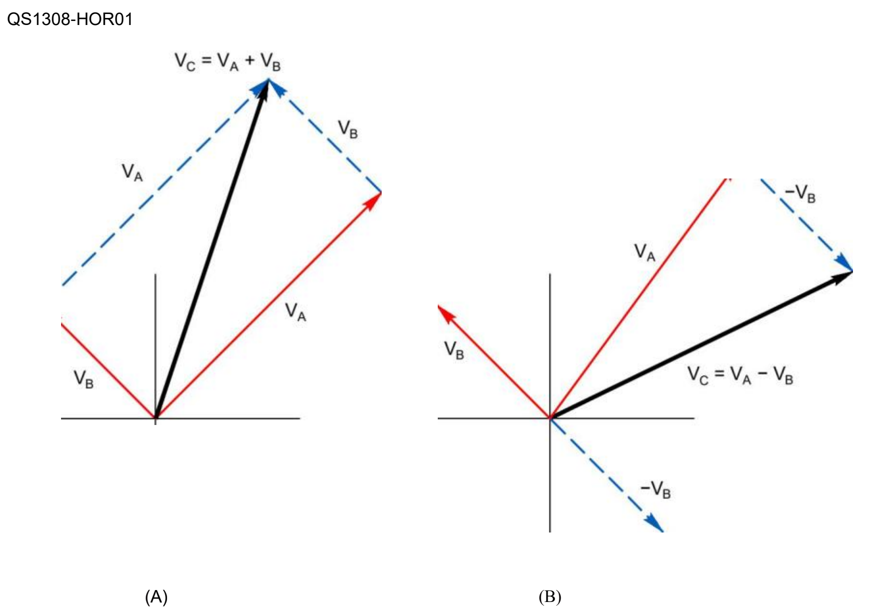
Daha karmaşık vektör kombinasyonları modülasyon yapmak, sinyalleri karıştırmak, iletim hattı hesaplamaları yapmak vb. Bu işlevler için "matematik yapmanız" gerekiyorsa, bu ekin size söyleyebileceğinin çok ötesinde olursunuz!

Fazor Gösterimi

Karmaşık sayılarla çalışırken, kutupsal gösterim kullanmak çarpma ve bölme için çok daha uygun olabilir. Bu vektörler için de geçerlidir, burada *fazor gösterimi denir.* Örneğin, 50 + *j* 100 © 2 bir empedans 112 63.4 ° yazılır.

Fazör A'yı fazör B ile çarpmak, büyüklükleri çarpmanızı ve açıları eklemenizi gerektirir:

$$V_A\angle\phi_A \times V_B\angle\phi_B = V_AV_B\angle(\phi_A + \phi_B)$$



Şekil 10 - Vektörleri ekleme ve çıkarma. Burada voltajları temsil eden vektörler, herhangi bir sırayla "baştan kuyruğa" yerleştirilerek birbirine (A) eklenebilir. (B) çıkarılacak vektörü ters çevirip (A)'daki gibi ekleyerek çıkarmanın nasıl yapıldığını gösterir.

Benzer şekilde, fazörleri bölmek için, büyüklükleri bölün ve bir açıyı diğerinden çıkarın.

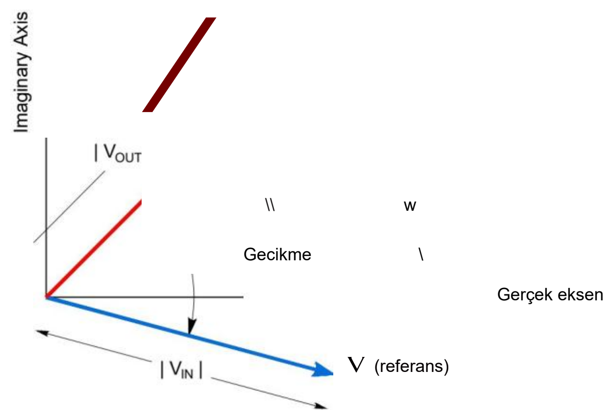
$V_A\angle\phi_A \div V_B\angle\phi_B = (V_A / V_B)\angle(\phi_A - \phi_B)$

Unutmayın ki fazör gösterimini bu şekilde kullanmak için her iki sinyalin de aynı frekansa sahip olması gerekir, böylece dx ve du sabittir. Eğer bu doğru değilse, bu formüller kullanılamaz. Fazör eklemek için *önce bunların dikdörtgen karmaşık sayılara (a + jb) dönüştürülmesi gerekir*.

Fazor diyagramları

RF sinyalleri ve devreleri ile uğraşırken, kullanılan tüm sinyallerin frekansının aynı olduğu genellikle doğrudur. Bir RC düşük geçişli filtreyi düşünün, örneğin: giriş sinyali V sin (@ t + 0) ve çıkış sinyali Vovr sin (@ t + d), genlikleri farklı olsa bile aynı frekansa (@ = 2rf) sahiptir. Filtrenin zayıflaması [Vourl/[Vi/oranı ile verilir ve faz olarak ¢ ile dengelenir .

Tüm sinyaller için aynı frekans varsayılabilirse, fazör gösterimi - her sinyali [V] d olarak tanımlamak için kullanılabilir, burada b sadece bir sinyal ile bazı referans sinyal veya faz arasındaki faz açısıdır. Bir devreye giriş sinyali genellikle faz farklılıklarını ölçmek için referans noktasıdır. lVl L'.q > formu bir fazordur ve bir X-Y düzleminde vektörler olarak çizildiğinde, sonuç bir *fazor diyagramıdır*. **Şekil 11, bir** filtrenin giriş ve çıkış sinyallerini fazör olarak gösteren bir fazör diyagramıdır. Fazörlerin uzunluğundaki fark, filtrenin zayıflamasını gösterir ve aralarındaki açı, filtredeki faz kaymasını gösterir .



Şekil 11 - Faz referansı olarak hareket eden bir filtrenin giriş sinyali Vl < 0 °'yi (dolayısıyla 0 ° açısı) ve filtrenin çıkış sinyali Vourlo'yu gösteren bir fazör diyagramı. **Frekans her iki sinyal için de aynıdır .**

8 Boole cebiri

Dijital elektroniğin temel ilkesi, bir sinyalin yalnızca sınırlı sayıda ayrık değere veya *duruma sahip olabileceğidir. İn ikili* dijital sistem sinyalleri, O ve 1 rakamlarıyla taban-2 aritmetiğinde temsil edilen iki duruma sahip olabilir. 0 ve **1 olarak tanımlanan ikili durumlar,** bir OFF ve ON koşulunu veya CW veya RTTY gibi bir iletişim iletiminde boşluk ve işareti temsil edebilir. Dijital sinyallere olan ilgimiz öncelikle devre odaklı olduğundan, bu bölümde mantık devresi elemanlarına değineceğiz.

En basit dijital cihazlar anahtarlar ve rölelerdir. Bununla birlikte, elektronik dijital sistemler, *dijital* sinyalleri üreten, algılayan veya bir şekilde işleyen entegre devreler olan dijital İ C'ler kullanılarak oluşturulur. Anahtarlar veya mikroişlemciler olsun, tüm dijital sistemler *ikili mantık olarak bilinen ortak matematiksel ilkeleri kullanır. Kombinasyonel mantık olarak adlandırılan farklı dijital sinyalleri birleştirmek için kurallarla başlayacağız.* Bu kurallar, yaratıcısı George Boole'den sonra Boole cebiri olarak adlandırılan ikili sayıların matematiğinden türetilmiştir.

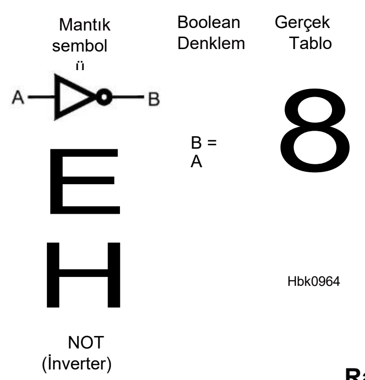
İn ikili dijital mantık devreleri, her girdi kombinasyonu, belirli bir çıktı veya çıktı kombinasyonu ile sonuçlanır. Giriş ve çıkış sinyallerinin geçişleri dışında (anahtarlama *geçişleri olarak adlandırılır),* çıkışın durumu giriş sinyallerinin eşzamanlı durumlarıyla belirlenir. Kombinasyonel bir mantık fonksiyonu, giriş durumlarının her bir kombinasyonuna karşılık gelen bir ve sadece bir çıkış durumuna sahiptir. Kombinasyonel bir mantık devresinin çıkışı tamamen devrenin girişlerindeki bilgi ile belirlenir .

En basit Boole fonksiyonlarına *element denir. Kombinasyonel* mantık elemanları aritmetik veya mantıksal işlemleri gerçekleştirebilir. Amaçları ne olursa olsun, bu işlemler genellikle aritmetik terimlerle ifade edilir. Dijital devreler ekler, çıkarır, çarpar ve böler, ancak normalde 0 ve 1 rakamlarıyla temsil ettiğimiz iki durumu kullanarak ikili formda yaparlar.

İkili dijital devre fonksiyonları Boole cebiri kullanılarak denklemlerle temsil edilir. Boole cebirinin sembolleri ve yasaları sıradan cebirinkilerden biraz farklıdır. Her mantıksal fonksiyonun sembolü burada tek tek mantıksal öğelerin açıklamalarında gösterilir. Belirli bir öğenin mantıksal işlevi, giriş ve çıkış değerlerindeki tüm olası kombinasyonları bir *doğruluk tablosunda listeleyerek tanımlanabilir.*

BİR-İNPUT UNSURLARI

İnvertör veya NOT devresi **(Şekil 12), çıkışta bir** 0 üretmek için girişte bir l'i ters çevirir ve bunun tersi de geçerlidir. DEĞİL inversiyonu, olumsuzlamayı veya tamamlamayı gösterir. NOT fonksiyonu için Boole cebiri gösterimi, B = A gibi değişken veya ifade üzerinde bir çubuktur.



Şekil 12 - Bir invertör veya DEĞİL fonksiyonu için semboller.

THE VE OPERATION

Bir *kapı,* iki veya daha fazla girişi ve girdilerin durumuna bağlı olarak bir çıkış durumu olan kombinasyonel bir mantık elemanı olarak tanımlanır. Gates basit mantıksal işlemleri gerçekleştirir ve karmaşık anahtarlama işlevleri oluşturmak için birleştirilebilir. Boole cebirinde kullanılan mantıksal işlemlerden bahsederken, her fonksiyonun aynı adı taşıyan bir kapı kullanılarak uygulandığını aklınızda bulundurmalısınız. Örneğin, bir AND kapısı VE işlemini uygular.

AND işlemi yalnızca tüm girişler veya *işlenenler 1 olduğunda* 1 ile sonuçlanır. Yani, girişler A ve B olarak adlandırılırsa, çıkış **yalnızca** A ve B'nin **her ikisi de 1 ise 1'dir. İn** Boole gösterimi, mantıksal operatör VE genellikle değişkenler arasında bir nokta ile temsil edilir (•). AND fonksiyonu değişkenler arasında boşluk olmaması ile de gösterilebilir. Her iki form da Şekil **13'te VE** kapısı için şematik sembolle birlikte gösterilir.

YA DA OPERATYON

OR işlemi, herhangi biri veya tüm girişler 1 ise, çıktıda **1 ile sonuçlanır.** İn Boole gösterimi, + sembolü OR işlevini belirtmek için kullanılır. **Şekil 14'te gösterilen OR kapısına** bazen İNCLUSİVE VEYA denir. İn Boole cebri gösterimi, OR fonksiyonunu temsil etmek için değişkenler arasında bir + işareti kullanılır. Şekil 12'deki OR fonksiyonu için doğruluk tablosunu inceleyin. OR kapısının yalnızca tüm girişler 0 olduğunda bir O çıkışına sahip olacağını fark etmelisiniz.

NAND OPERATIONU

NAND operasyonu, NOT VE anlamına gelir. ANAND kapısı **(Şekil 15)** ters çıkışlı bir AND kapısıdır. ANAND kapısı sadece tüm girişler 1 olduğunda çıkışında bir O üretir. İn Boole gösterimi, NAND genellikle Şekil 13'te gösterildiği gibi değişkenler arasındaki bir nokta ve kombinasyon üzerindeki bir çubukla temsil edilir.

NOR OPERATYONU

NOR operasyonu, NOT VEYA anlamına gelir. Bir NOR kapısı **(Şekil 16)**, girdilerinin herhangi biri veya tamamı 1 ise bir O çıkışı üretir. İn Boole gösterimi, değişkenler arasında bir + sembolü ve NOR işlevini belirtmek için tüm ifade üzerinde bir çubuk vardır. Şekil 16'da gösterilen doğruluk tablosunu incelediğinizde, bir NOR kapısının yalnızca tüm girişler 0 olduğunda 1 çıkış ürettiğini fark edeceksiniz .

MÜNHASIR NE DE OPERATYON

EXCLUSİVE OR (XOR) işlemi **(Şekil 17),** yalnızca girdilerden biri 1 iken, her iki girdi de 1 ise, çıktı 0 olur. Boole ifadesi EB, EXCLUSİVE VEYA işlevini temsil eder. XOR işlevinin etkinleştirilmesi EXCLUSİVE NOR (XNOR) işlemi ile sonuçlanır.

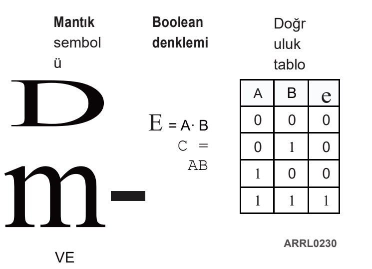
DE MORGAN 'IN TEOREMLERİ

VE (•) fonksiyonunu temel alan bir ifadeden, OR (+) fonksiyonunu temel alan bir ifadeye mantıksal ifadeleri dönüştürme ihtiyacı yaygındır. Fonksiyonlar çok daha önce bilinmesine rağmen, De Morgan bunları 19. yüzyılda modern mantık dilinde ifade etti. Bu kuralları tekrar tekrar uygulayarak, karmaşık mantık denklemleri bile dönüştürülebilir.

$\underline{AB} = A \quad + B$

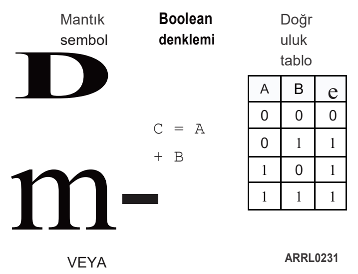
ve

$\overline{A+B} = \overline{A} \bullet \overline{B}$



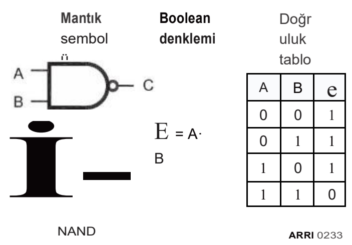
A	B	e
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

Şekil 13 - AND fonksiyonu için sembol ve Boole denklemleri.



A	B	e
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1

Şekil 14 - İki girişli OR fonksiyonu için sembol ve Boolean denklemleri.



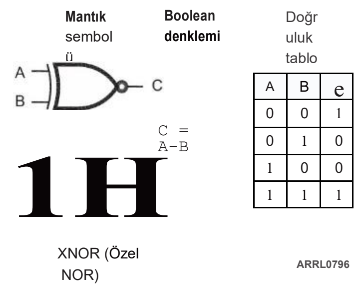
A	B	e
0	0	1
0	1	1
1	0	1
1	1	0

Şekil 15 - İki girişli NAND fonksiyonu için sembol ve Boole denklemleri.



A	B	e
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	0

Şekil 16 - İki girişli NOR fonksiyonu için sembol ve Boolean denklemleri.



A	B	e
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	1

Şekil 17 - İki girişli XNOR fonksiyonu için sembol ve Boole denklemleri.

9 Matematik Dersleri

Aşağıdaki web bağlantıları, konuya göre düzenlenmiş çevrimiçi kaynakların bir derlemesidir. Aşağıda listelenen öğreticilerin çoğu, ücretsiz, çevrimiçi bir öğretici sistemi olan İnteractive Mathematics web sitesinin (www.intmath.com) bir parçasıdır. Sistem temel sayı kavramları ile başlar ve giriş kalkülüsü ile ilerler. Burada atıfta bulunulan dersler, radyo elektroniği öğrencisi için en çok kullanılanlardır.

9.1 Temel Sayılar ve Formüller

Operasyon Sırası - www.intmath.com/N umbers/3_Order-ofoperations.php
Güçler, Kökler ve Radikaller - www.intmath.com/Numbers/4_ Güçler-kökler-radikals.php
Bilimsel gösterim - -www.intmath.com/numbers/6-scientificnotation.php
Oranlar ve Oranlar - www.intmath.com/N umbers/7_Ratioproportion.php
Geometrik Formüller - www.equationsheet.com/sheets/ Equations-4.html

9.2 Metrik Sistem ve Birimlerin Dönüşümü Metrik

Sisteme Genel Bakış - tr. wikipedia.org/wiki/Metric_system
MetricEnglish - en.wikipedia.org/wiki/Metric_yardstick Dönüşüm Faktörleri - Dönüşüm Faktörlerinin https://brownmath.com/bsci/convert.htm Tabloları-tr. wikipedia.org/wiki/Conversion _ birimlerin

9.3 Kesirler

Eşdeğer Kesirler - www.intmath.com/factoring-fractions/ çarpanlara ayırma-kesirler-intro.php
Çarpma ve Bölme - www.intmath.com/Factoringfractions/6 - Çarpma-bölme-fractions.php
Ekleme ve Çıkarma - www.intmath.com/Factoringfractions/7 Ekleme-çıkarma - fractions.php
Denklemler İnvolving Kesirler - - www.intmath.com/Factoringfractions/8_Equations- içeren-fractions.php

9.4 Grafikler

Temel Grafikler - www.intmath.com/Functions-and-graphs/ Fonksiyonlar-grafikler-intro.php
Kutupsal koordinatlar - www.intmath.com/Plane-analytic- Geometri/7 Polar-koordinatlar.php .
Üsteller ve Radikaller - www.intmath.com/Exponents-radicals/ Üstel-radikal.php
Üstel & Logaritmik Fonksiyonlar - www.intmath.com/ Üstel-logaritmik- fonksiyonlar/Üstel-logfunctionsintro.php

9.5 Cebir ve Trigonometri

Temel Cebir - -www.intmath.com/Basic-algebra/Basic-algebraintro.ph p
Temel Trig Fonksiyonları - www.intmath.com/Trigonometricfunctions/Trig-functions- - intro.php
Trig Fonksiyonlarının Grafikleri -www.intmath.com/trigonometricgraphs/trigo-graph-intro.php

9.6 Karmaşık sayılar

Karmaşık Sayılar - www.intmath.com/Complex-numbers/ hayali sayılar-intro.php
Polar-Dikdörtgen Dönüştürme - - www.intmath.com/Complexnumbers/4_ Polar-form.php

9.7 Dörtlü sinyaller

Quadrature Sinyal Eğitimi - - www.dsprelated.com/showarticle/192.php
Quadrature (İ-Q) Modülasyonu - www.fourier-series.com/IQMod
Dijital Modülasyonu - complextoreal.com/wp-content/ uploads/2013/01/modl.pdf

Radyo matematik hile sayfası

Amatör Radyoda sıkça kullanılan birçok formül ve sabitler. Bunu akıllı telefonunuza veya tabletinize kaydedebilir veya yazdırabilir ve araç kutunuzda veya tezgahta saklayabilirsiniz. Tahmin etmeye gerek yok!

Sabitler e =

2.71828; 1/e = 0.36788
n = 3.14159; *2n* = 6.28318*; 4r* = 12.5664; *7/2 = 1.5708; 7/4= 0.785398*
Logo = 2.303 x İn (veya log); İn = 1ogjo/2.303

Zaman sabitleri - şarj

t = l/e = 0.632; 2t = 0.865; 3t = = 0.95; 4t = 0.982; 5t = 0.993

Zaman sabitleri - deşarj

t = 1 = 1/e = 0.368; 2t = 0.135; 3t = = 0.05; 4t = 0.018; 5t = 0.007

Ohm Yasası ve Güç Çemberi

Elektrik Enerjisi Teknolojisi programımın ilk döneminde, özel eğitmenimiz Roger Crerie'nin yeni birinci sınıf öğrencilerine verdiği ilk zorluklardan biri, voltaj, akım, direnç ve gücü belirlemek için kullanılabilecek 12 denklem veya formül tanımlamak ve geliştirmekti. Ohm Yasası şöyle ifade edilir:
R = E/İ ve bu denklem formlarından üçünü sağlarken, akım ve voltajla ilgili temel denklem
(P = İ x **E)** üç tane daha hesapladı. Bilinen altı denklemle, -öğrencilerinin kalan altı denklemi geliştirmeleri için matematiksel ikame uygulamak sadece bir meseleydi. Birlikte, bu 12 denklem, **Şekil A'da gösterilen voltaj (E), akım (İ), direnç (R) ve güç (P) çemberini veya tekerleğini oluşturur.** Roger'ın önde gelen öğrencilerinin Worcester İndustrial Technical İnstitute'da (Worcester, Massachusetts) öğrendikleri gibi, 82 Sınıfı şimdi -gerekli olan temel elektrik formüllerini tuttu çalışmalarımızda veya mesleklerimizde ilerleyin. Şekil A'da görüldüğü gibi, r taros_04-"be bunlardan herhangi birini belirleyebilir tarafından dört elektrik miktarları Diğer ikisinin değerini bilmek. Muhtemelen çok kullanacaksınız Bu formüllerin Yıllar geçtikçe by-this has kesinlikle olmuştur benim deneyimim . *-Dana* G. *Reed, W1LC*



Şekil A - Elektrik formülleri

SİNUSOIDAL AC GERILIM VEYA AKIM İÇİN CONVERSION FAKTÖRLER TABLOSU

Sinüzoidal AC Gerilim veya Akım için Dönüşüm Faktörleri

Gelen	*To*	*Çarpın*
Peak	Tepeden Tepeye	2
Tepeden Tepeye	Peak	0.5
Zirve	RMS	1//2 0r 0.707
RMS	Peak	2 veya 1.414
Tepeden Tepeye	RMS	1/(2x/2) veya 0.35355
RMS	Tepeden Tepeye	2 x/2 veya 2.828
Ortalama	Ortalama	2 *İn* veya 0.6366
	Peak	nt/2 veya 1. 5708
Ortalama	Ortalama	(2x/2 *)/# veya 0.90*

Not: Bu dönüşüm faktörleri sadece sürekli saf sinüs dalgaları için geçerlidir.

BİR CE 1 'E

TEPKİLVER

Xe = 2nfC ve X = 2nfL

POLAR-DIKDÖRTGEN CONVERSION

Dikdörtgenden *(a + jb)* polar forma dönüştürmek için (r 40):

+ so-u [°]

Kutuptan dikdörtgene dönüştürmek için: a

DECIBELS

dB = 10 log (P/Pgr) = 20 log (V/VuEr)
Güç oranı = log "(dB/10) ve Voltaj oranı = log" "(dB/20)
dB = 10 log (güç yüzdesi/100) = 20 log (yüzde Voltaj/100)
Güç yüzdesi = %100 x log '(dB/10) Voltaj yüzdesi = %100 x log' (dB/20)
dBm: Purr = **1** mW; dBW: PμEr = **1** W; dBμW: Pgnr = 1 μW
dBV: VgEr 1 V; **dBμV: VUer = 1 μV**
dBd = dBi - 2.15 ve dBi = dBd + 2.15
1 μW = -30dBm; 1 mW = **0dBm**; 1 W = 30dBm 100 W = 50 dBm; 1 kW = 60 dBm

Güç ve Voltaj Oranları için Ortak dB Değerleri

P2/P1	*dB*	*V2/V1*	*dB*
0.1	-10	0.1	-20
0.25	-6	0.25	-12
0.5	-3	0.5	-6
1	0	0.707	-3
2	3	1	0
4	6	1.414	3
10	10	2	6
		4	12
		10	20

PARALEL VE SERİLER BİLEŞENLER

Seri ve paralel bileşenler nasıl tek bir eşdeğer halinde birleştirilir değer. İki direnç veya indüktör için paralel veya seri olarak iki kondansatör için basitleştirilmiş formülü kullan

Valuel x Value2

Eşdeğer değer

Valuel + Value2

R = R, • R, • R: J R ,

R =

1 1 1

R, + R + R,

R, 8" 8

R,

c,

C = 1 1 1 ~ 7c

R R 1

C = C, + C + Cg

C, + C2 + C3 ~~ 2

Ic1 Ic2 TC3

c,

L1

L =

L = L, • L, • L: J L,

1 1 1

L 1 + L2 + L3

L 1 La

La

GLM0038

TEPE ZARF GÜCÜ

31

PEP = ~ ----- ~ adet VRM ²

RLOAD RLOAD

FREKANS-DALGA BOYU CONVERSION

Frekans (Hz cinsinden) = 3 10/Dalga boyu [8](m cinsinden)
Dalga boyu (m cinsinden) = 3 x 10/Frekans[8] (Hz cinsinden)
Frekans (MHz cinsinden) = 300/Dalga boyu (m cinsinden)
Dalga boyu (m cinsinden) = 300/Frekans (MHz cinsinden) Boş uzayda yarım dalga boyu (feet cinsinden) = 492/Frekans (in MHz)
Boş uzayda çeyrek dalga boyu (feet cinsinden) = 246/Frekans (MHz cinsinden)

UZUNLUK

CONVERSION Metre almak için 3,28 ile çarpın
İnç almak için metre 39.4 ile çarpın
Metre almak için metre ile 1.09 çarpın
Metre almak için yarda 0.914 ile çarpın
Metre almak için ayakları 0.305 ile çarpın
Santimetre elde etmek için inç sayısını 2.54 ile çarpın Santimetre elde etmek için ayakları 30.5 ile çarpın Ayak elde etmek için santimetre sayısını 0.0328 ile çarpın İnç elde etmek için santimetre sayısını 0.394 ile çarpın

TRIGONOMETRI VE AÇILAR l

radyan (rad) = 57.3 derece; Bir daire içinde 2n radyan
l derece = 0.0174 radyan; Bir daire içinde 360 derece
45 ° = rt/4 rad; 90 ° = 7t/2 rad; 180 ° = -180 ° = 7t rad
270 ° = 90 ° = 3/rt/2 rad = -7t/2 rad
l devrim = 360 °; 2 devir = 720 °; 3 devir = 1080 °

Sin (0) = -sin (-0) = cos (0 - 90 °) veya cos (0 - n/2 rad)
Cos (0) = cos (-0) = sin (0 + 90 °) veya sin (0 + n/2 rad)

Sin (90 °) = sin (n/2 rad) = cos (0) = **1**
Sin (45 °) = sin (n/4 rad) = cos (45 °) = cos (7t/4 rad) = 0.707
Sin (30 °) = cos (60 °) = 0.5

Sin (0) = cos (90 °) = cos (n/2 rad) = 1
Günah (180 °) = günah (7t rad) = 0; cos (180 °) = cos (7t rad) = -]
Günah (270 °) = günah (3n/2 rad) = **-1**; cos (270 °) = cos (3rt/2 rad) = 0

Tan (0) = sin (0)/cos (0) = yapının yüksekliği Yapıya uzaklığı - ture tabanı
Bir yapının yüksekliği = yapının tabanına uzaklık x tan (yapının tepesine açı)
Bir adam tel uzunluğu =

/ (guy poiney mesafe?, (adam eki yüksekliği) *

En İyi Dar Bant SDR Alıcı-Vericisinin En İyisi

FTox10

Rakipsiz RF Performansı
Dar Bant SDR Teknolojisi Devrimdir

Dünyanın dört bir yanındaki laboratuvarlarda HF alıcı-vericilerini aştığı doğrulanan FTox 101'in performansını elde etmek.

En gelişmiş dijital dar bant SDR teknolojisi, düşük gürültü figürlü RF amplifikatörü ve Yaesu'nun yıllar içinde dahil ettiği çok keskin şekil faktörlü çatı filtresi tasarımları gibi RF Front-End mühendisliği ile birleştirilerek eşsiz HF alıcı performansı elde edilir.

En yeni MPVD özelliği ve üstün Çalışabilirlik ve Görünürlük sağlamak için 3DSS görsel ekran ile donatılmıştır.

HF Transceivers'da Yeni Bir Efsane

HF/50MHz TRANSCEIVER
FTox 10



El kitabımız

Radyo İletişimi için ARRL El Kitabı, radyo deneyleri, keşifleri, ve inovasyon. Bu El Kitabı - kablosuz teknolojinin peşinde ilerlemek isteyen herkes için radyo amatörleri tarafından yazılmıştır.

Anahtar konular

- Radyo elektroniği teorisi ve ilkeleri
- Devre tasarımı ve ekipman yapımı
- Radyo sinyali iletimi ve yayılması
- Dijital ve analog modülasyon ve protokoller
- Antenler ve iletim hatları
- Güvenli elektrik, inşaat ve RF uygulamaları

Her zaman güncel! Yeni Projeler ve İçerik...

- Jambon radyo yapımı için 3D baskı
- İndirilebilir 3D baskı projeleri ve makaleleri
- Taşınabilir çalışma için pil seçimi
- İndirilebilir makale - RFİ izleme için SDR kullanarak
- Katı hal doğrusal amplifikatör doğrusallığı
- Anten ve kule çalışmaları için güvenli uygulamalar
- İndirilebilir kristal test osilatörü
- Tonnesoft'tan güncellenmiş CAD yazılımı

İncluded'ı indirin: eBook ve Ek İçerik Basılı kitabın tamamen aranabilir dijital baskısının yanı sıra genişletilmiş ek içerik, yazılım, PC kurulu şablonları ve diğer destek dosyalarını indirin.

Sistem Gereksinimleri: *Windows 7*, 8 veya 10; *Windows Vista veya Windows XP,* yanı sıra Macintosh sistemleri, kullanarak Adobe *Acrobat Reader* yazılımı. Acrobat Reader ücretsiz indirilebilir **www.adobe.com. PDF** dosyaları *Linux tarafından okunabilir.* Diğer dahil edilen yazılımlar yalnızca Windows uyumludur.

ARRL hakkında

ARRL, ABD'deki amatör radyo operatörleri için ulusal üyelik birliğidir. ARRL, lisanslama, işletme ve yaşam boyu öğrenme için kitap, yazılım, çevrimiçi içerik ve diğer kaynaklara sahiptir.

Tarafından yayınlandı
ARRL Ulusal Birliği
Amatör Radyo ®
225 Main Street, Newington, CT 06111-1400 ABD
www.arrl.org

Üretim

Temel Teori

Pratik Tasarım ve İlkeler

Anten sistemleri
Ve Radyo Yayılımı

İstasyon İnşaatı, Bakımı ve Yönetimi

Test ekipmanları

Sorun Giderme ve Bakım RF
İnterference
Güvenli uygulamalar

İndirilebilir İçerik

ISBN: 978-1-62595-150-2
54995
9 781625 951502

Ek Dosyalar - 2022 ARRL El Kitabı

Çevrimiçi olarak sunulan ek dosyalar arasında ek tartışma, ilgili makaleler, ek projeler, tam boyutlu PC anakartı dağlama kalıpları ve şablonları, program örnekleri, inşaat ayrıntıları ve diğer yararlı bilgiler bulunur. (Not: Bölüm 1'in ek dosyaları yoktur.)

Bölüm 2

Makaleler

- Radyoda Eller: Kirchoff'un Yasaları Ward Silver, N0AX
- Radyoda Eller: Yasaları Bırakmak, Ward Silver, N0AX
- Radyoda Eller: Yasaları İşe Koymak, Ward Silver, N0AX
- Radyoda Eller: Ward Silver, N0AX tarafından Thevenin Eşdeğerleri
- Radyo Matematik Formülleri ve Notları - formüller ve tablolar içeren bir hile sayfası
- Radyo Matematiği - radyoda kullanılan matematik hakkında ek bilgiler ve ortak matematik hakkında çevrimiçi kaynakların ve öğreticilerin bir listesi
- Walter Banzhaf, WB1ANE tarafından Bilimsel ve Mühendislik Gösterimi
- Bilimsel Hesap Makinesini Anlamak, Walter Banzhaf, WB1ANE

Bölüm 3

Makaleler

- Dijital Elektronik Temelleri Dale Botkin, N0XAS
- Radyoda Eller: Maxwell Denklemleri - Grad, Div ve Curl, Ward Silver, N0AX
- Eller Radyoda: Maxwell Denklemleri - Dalga Ortaya Çıkıyor, Ward Silver, N0AX
- Hands On Radio: Ward Silver, N0AX tarafından Gain-Bandwidth Ürünün Etkileri
- Gözyaşşız Maxwell, Paul Shuch, N6TX
- Decibel İkilemini Çözmek - Ward Silver tarafından genişletildi, N0AX A/bu

yüzden *Bölüm 2 İndirilebilir İçeriği ile şu makalelere bakın:*

- Radyo matematik
- Radyo Matematik Formülleri ve

Notlar **Araçlar ve Veriler**

- Frekans Yanıt Tablosu

Bölüm 4

Makaleler

- Hands On Radio: Temel Operasyonel Amplifikatörler Ward Silver, N0AX
- Hands On Radio: Alan Etkisi Transistörleri Ward Silver, N0AX
- Hands On Radio: Ward Silver, N0AX tarafından Yük Hatları
- Radyoda Eller: Ward Silver, N0AX tarafından Ortak Temel Amplifikatör
- Radyoda Eller: Ward Silver, N0AX tarafından Ortak Yayıcı Amplifikatör
- Hands On Radio: The Emitter-Follower Amplifikatör tarafından Ward Silver, N0AX
- Büyük Sinyal Transistörlü Çalışma

Araçları ve Verileri

- *L TSpice* Simülasyon Dosyaları
- Frekans Yanıt Tablosu

Bölüm 5

Makaleler

- Chris Trask tarafından HF ve VHF Güç Amplifikatörleri için Geniş Bantlı Transformatörler Tasarlamak, N7ZWY
- Smith Chart Üzerine Düşünceler, Wes Hayward, W7ZOI
- İmpedance-Matching Networks'ün Basitleştirilmiş Tasarımı, George Grammer, W1DF
- Üst HF Bandında Galaktik Arka Plan Dave Typinski, AJ4CO

Araçlar ve Veriler

- *L* Parazitik Karakteristiklerin Etkileri için TSpice simülasyon dosyaları (Bölüm 5.3)
- *MATCH.EXE* yazılımı (Tuned (Resonant) Networks tartışması ile kullanım için)

Bölüm 6

Makaleler

- Devre Simülasyon Örnekleri David Newkirk, W9VES
- RF Devrelerinin Elektromanyetik Analizi bölümü için renkli görüntüler
- Dr. Ulrich Rohde, N1 UL ve Rucha Lakhe tarafından Modern Doğrusal Olmayan Simülasyon Programlarında Matematiksel Kararlılık Problemleri

• Mikrodalga Yazılımının Basit Kullanımının Tehlikeleri Dr. Ulrich Rohde, N1 UL ve Hans Hartnagel

• Dr. Ulrich Rohde tarafından RF'de Simülasyon

Kullanımı, N1 UL **Araçları ve Verileri**

• RF Devrelerinin Elektromanyetik Analizi bölümü için SON ve veri dosyaları

Bölüm 7

Makaleler

• Pillerin Test Edilmesi ve İzlenmesi - *Taşınabilir Bir Dünyada Pillerden Alıntılar* - İsidor Buchmann

• Vakum Tüpü ve Eskimiş Doğrultucular

Projeler

- 12 V 15 A Güç Kaynağı - Makale ve PCB Şablonu
- 13.8 V 5 A Güç Kaynağı - PCB Şablonu
- Lüks Yüksek Gerilim Kaynağı, James Garland, W8ZR
- Küçük, Hafif Yüksek Voltajlı Anahtar Modu Güç Kaynağı Ralph Crumrine, N0KC
- Jim Stewart tarafından bir İnverting DC-DC Dönüştürücü oluşturun
- Diyot Voltaj Düşüşleri Ward Silver, N0AX tarafından Pil Güç Tahliyesini Yükseltin
- Larry Cicchinelli tarafından Dört Çıkış Tezgahı Temini, K3PTO - Makale ve destek dosyaları
- Aşırı gerilim Crowbar Devresi
- Tom Wheeler, N0GSG tarafından Basit Anahtarlama Boost Kaynağı ile USB Kaynaklarından Güç Gadget'ları
- 12 V Güç Kaynağının Yeniden Değerlendirilmesi
- Basit Ayarlanabilir İzleme Güç Kaynağı Bryant Julstrom, KC0ZNG

Bölüm 8

Makaleler

- SOR Basitleştirilmiş - Fourier Dönüşümleri Ray Mack, W5IFS
- SOR Basitleştirilmiş - Ray Mack tarafından Örnekleme Temelleri, W5IFS
- SOR Basitleştirilmiş - Ray Mack, W5IFS tarafından örnekleme hakkında daha fazla

Bölüm 9

Makaleler

- Dr. Ulrich Rohde, N1 UL ve Ajay Poddar, AC2KG tarafından VHF/UHF
  için Optimize Edilmiş Topraklanmış Taban Osilatör
  Tasarımı
- Riccardo Gionetti, I0FDH tarafından DDS Jeneratör için Otomatik İzleme Filtresi
- Zamanında Kolpitts Osilatörlerinin FM ve AM Gürültü Sinyallerinin Hesaplanması
  Alan Adı: Dr. Ulrich Rohde, N1 UL
- Kristal Test Osilatörleri Fred Brown, W6HPH
- Frekans Sentezi: Mevcut ve Gelecek Projeksiyonları Alexander Chenakin
- Ölçüm Alıcısı Faz Gürültüsü
- Dr. Ulrich Rohde, N1 UL tarafından VHF-UHF için Roman Topraklı Taban Osilatör
  Tasarımı
- Optimize edilmiş osilatör tasarımı: Dr. Ulrich Rohde, N1 UL
- Osilatör Tasarımı David Stockton, GM4ZNX tarafından
  LTSpice kullanılarak (ayrıca SwissRoll klasöründeki L TSpice
  simülasyon dosyalarına bakınız)
- Osilatör Faz Gürültüsü Dr. Ulrich Rohde, N1 UL
- James Kretzschmar, AD9850 AX tarafından DDS AE7
  Sinyal Jeneratör Modülü programlama
- Radyo Amatörleri için Katı Hal Tasarımından Düşük Gürültülü Osilatörün Simülasyonu
  Linley Gumm, K7HFD
- Kristal Osilatör Tasarımı Üzerine Bazı Düşünceler Dr. Ulrich Rohde, N1 UL
- Dr. Ulrich Rohde, N1 UL tarafından Çok Yüksek Performanslı VHF
  Osilatörlerinin Tasarlanması Üzerine Bazı Düşünceler
- Kolpitts Osilatörleri Hakkında Her Zaman Bilmek İstedikleriniz Dr. Ulrich
  Rohde, N1 UL ve Anisha M. Apte

Araçlar ve Veriler

- *L TSpice Kullanarak Osilatör Tasarımı için simülasyon dosyaları* (SwissRoll klasörü)

Bölüm 10

Makaleler

- Harmonik Bastırmalı 6-Meter Filtresi, Paul Wade, W1GHZ
- Bill Jones, K8CU tarafından Yüksek Performanslı, Düşük Maliyetli 1.8 ila 54 MHz Düşük Geçiş Filtresi
- Altoids Kalay Filtreleri Paul Wade, W1GHZ
- Ed Wetherhold, W3NQN tarafından Kolay Yapılı, Yüksek Performanslı Pasif CW Filtresi
- HF Alıcı Vericileri için Bant Geçiş Filtreleri Lew Gordon, K4VX
- Paul Wade, W1GHZ tarafından VHF ve UHF için Combline Filtreler
- Kristal Filtre Tasarımı ve Kristal Karakterizasyonu
- Kristal Parametre Ölçümleri Basitleştirilmiş Chuck Adams, K7QO
- Hands On Radio: *ELSIE* Filtre Tasarımı - Bölüm 1 ve 2, Ward Silver, N0AX
- HF Yagi Triplexer Özellikle Field Day için Gary Gordon, K6KV
- Yüksek Güçlü HF Bant Geçiren Filtre Tasarımı Jeff Crawford, K0ZR
- Mors Kodu Alımı için İmproved Ses Frekansı Bandpass Filtresi
  Jim Tonne, W4ENE
- Manuel Filtre Tasarım Örnekleri Jim Tonne, W4ENE
- SOR Basitleştirilmiş - Ray Mack, W5IFS tarafından Basamaklı İntegrator Tarak Filtreleri
- SOR Basitleştirilmiş - Ray Mack, W5IFS tarafından Filtre Tasarım Programı
- SOR Basitleştirilmiş - Fourier Dönüşümleri Ray Mack, W5IFS
- SOR Basitleştirilmiş - Ray Mack, W5IFS tarafından Daha Fazla Filtre Etkinliği
- Aktif Filtre Tasarım Araçlarını Kullanma Dan Tayloe, N7VE

Not: Ayrıca ayrı Yazılım klasöründe Jim Tonne, W4ENE tarafından Windows yazılımına bakın

Bölüm 11

Makaleler

- FM by Ward Silver, N0AX hakkında önemli bilgiler
- Ward Silver, N0AX tarafından SSB hakkında
- Emisyon belirteci tablosu
- Modülasyon Sözlüğü
- SOR Basitleştirilmiş - Ray Mack, W5IFS tarafından İ ve Q'ya üretim

Bölüm 12

Makaleler

- HF Alıcı Testi, Adam Farson, VA70J/AB70J
- Adam Farson, VA70J/AB70J tarafından HF Alıcıları Üzerinde Gürültü Güç Oranı (NPR) Testi
- Aktif Karıştırıcıların Performans Kabiliyeti Dr. Ulrich Rohde, N1 UL
- SOR Basitleştirilmiş - Ray Mack, W5IFS tarafından Filtre Tasarım Programı
- SOR Basitleştirilmiş - Ray Mack, W5IFS tarafından CİC Filtrelerine Üretim
- SOR Basitleştirilmiş - Ray Mack, W5IFS tarafından Daha Fazla Filtre Etkinliği
- SOR Basitleştirilmiş - Nyquist Gerçek Dünya ile Buluşuyor Ray Mack, W5IFS
- VHF ve UHF Alıcıları ve UHF ve Mikrodalga Teknikleri Bölüm *13 ve 14*

İndirilebilir İçerik

Projeler

- Zack Lau, W1VT tarafından 10 GHz preamp PCB şablonu
- Jim Kocsis, WA9PYH tarafından 2 Metre ve 70 Santimetre için Çift Bantlı Düşük Gürültü Amplifikatörü
- Up-Conversion HF/LF Alıcısı için Yüksek Performanslı 45 MHz İF Amplifikatör Tarafından Colin Horrabin , G3SBI
- Uzun Dalga Upconverter Fred Brown tarafından, W6HPH
- Yazılım Tabanlı Uzaktan Alıcı Çözümü, Martin Ewing, AA6E
- J. Onate, M0WWA ve X. de Fortuny tarafından bir Yazılım Kontrollü Radyo Preselektörü
- James Forkin, WA3TFS tarafından Tüm Mod 1 kHz ila 1.7 GHz SOR Alıcısı
- Binaural İ-Q Receiver projesi Rick Campbell tarafından, KK7B

- George Hirshfield tarafından Genel Kapsama Preselector, W50ZF
- ARRL El Kitabının önceki sürümlerinden alıcı projeleri
- Randy Henderson, WI5W tarafından Kaya Bükme Alıcı PCB şablonu
- Basit SOR Alıcısı, Michael Hightower, KF6SJ
- Ayarlanabilir RF Preamplifikatör George Steber, WB9L Vİ tarafından Varicap Diyot kullanarak
- Evrensel MMİC Preamp tarafından Paul Wade, W1GHZ

Bölüm 13

Makaleler

- Jim Brown tarafından Temiz, Punchy, Splatter olmadan Rekabetçi Yarışma Ses, K9YC
- SOR Basitleştirilmiş - Ray Mack, W5IFS tarafından PIO Kontrol Döngüleri Demistifying
- SOR Basitleştirilmiş - Ray Mack, W5IFS tarafından Gürültü Azaltma ve Uyarlamalı Filtreler
- Konuşma İşleme: Jim Tonne tarafından Bazı Yeni İdeas, W4ENE

Bölüm *12 ve 14 İndirilebilir İçerik* ***HF Verici*** **ve Alıcı-Verici Projeleri ile ilgili makalelere bakın**

- Hızlı TR Anahtarı Jack Kuecken, KE2QJ
- Transistörlü Lineer Güç Amplifikatörlerinin Tasarımı ve İnşası Bölüm 1 ve 2 Rick Campbell, KK7B
- MicroT2 - Rick Campbell, KK7B tarafından Kompakt Tek Bantlı SSB Verici
- MkII - Wes Hayward, W7ZOI tarafından Güncellenmiş Bir Evrensel QRP Vericisi
- Jim Veatch, TAK-40 tarafından WA2EUJ SSB/CW Alıcı-Verici
- Rockmite - Dave Benson, K1 SWL (HEX dosyası ile makale ve klasör) tarafından Basit Tek Bantlı CW Alıcı-Verici
- Tuna Kalay 2 Bugün, Ed Hare, W1 RFI
- ARRL El Kitabının önceki baskılarından verici ve alıcı-verici projeleri

VHF/UHF Verici ve Beacon Projeleri

- Fox Hunting İçin Bir 2-Meter Vericisi Mark Spencer, WA8SME
- Mikrodalga Transverter Kontrol Cihazı Hamish Kellock, OH2GAQ
- Michael Sapp tarafından 50 MHz için CW Beacon Exciter, WA3TTS (makale ve parça listesi)

- Paul Wade tarafından Yüksek Performans ile Basit Frekans Doublers, W1GHZ
- VHF ve UHF CW Beacons tarafından Michael Sapp, WA3TTS
- VHF Açık Kaynaklar Rick Campbell, KK7B (makale ve parça yerleştirme)

Bölüm 14

Ayrıca Bölüm 12 ve 13 İndirilebilir İçerik ile makalelere bakın

Yazılım Tanımlı Radyo ve DSP Makale ve Projeleri

- Kendi IF SOR'unuzu Oluşturun Alex Schwarz, VE7DXW ve Guy Reels, ON6MU
- Bölüm 14 - Audio Oscillator example.grc (GNU *Radyo tasarım* dosyası)
- Dijital Sinyal İşleme ve GNU Radyo Arkadaşı John Petrich, W7FU ve Tom McDermott, N5EG
- Dijital Sinyal İşleme (DSP) Projeleri: GNU Radyo Örnekleri ve GRC İşlevselliği John Petrich, W7FU ve Tom McDermott, N5EG
- Hands On SOR - FPGAs tarafından Scotty Cowling, WA2DFI
- Hands on SOR - Scotty Cowling tarafından üretilen WA2DFI
- Hands On SOR - Scotty Cowling, WA2DFI tarafından FPGA hakkında daha fazla bilgi
- Eller SOR'da - Ağda Radyo Paylaşımı - Scotty Cowling, WA2DFI
- Hands On SOR - SOR Tasarımlarında FPGA Kullanımı Scotty Cowling, WA2DFI
- Scotty Cowling, WA2DFI tarafından Yüksek Performanslı SDR'ler için Donanım Yapı Taşları
- SOR Basitleştirilmiş - Ray Mack, W5IFS tarafından PIO Kontrol Döngüleri Demistifying
- SOR Basitleştirilmiş - Ray Mack, W5IFS tarafından bir çalışma SOR Doğru Adım Bir

Transverter Makaleler ve Projeler

- Yaesu FT-817 için 222 MHz Transverter, Paul Wade, W1GHZ
- Yaesu FT-817 için 222 MHz Transverter - Paul Wade, W1GHZ
- Mikrodalga Transverter Sisteminin Montajı Paul Wade, W1GHZ
- Ucuz ve Basit 1296 MHz Transverter Güncellemesi Paul Wade, W1GHZ
- Basit ve Ucuz Çok Bantlı Mikrodalga Dönüştürücüler için Düzeltmeler ve En İyi Uygulamalar, Paul Wade, W1GHZ
- Transverter Kontrolü için Sekanslayıcılar Paul Wade, W1GHZ
- Akıllı Aptallara Dayanıklı Koşullu Sıralayıcı, Paul Wade, W1GHZ

- Transverter - Yararlı Bir Cihaza Bir Üretim Bill Wageman, K5MAT
- The Transverter, Tom Williams tarafından, WA1 MBA
- Evrensel MMİC Preamp, Paul Wade tarafından, W1GHZ

Bölüm 15

Makaleler ve Veri Tabloları

- ASCİİ Karakter Kodu Tablosu
- Dijital modlar - En düşük izin verilen amatör frekans
- UHF ve Mikrodalga Bantlarında Yüksek Hızlı Kablosuz Ağ
  David Bern, W2LNX ve Keith Elkin, KB3TCB
- ITA2 karakter kodu tablosu
- Mel Whitten, K0PFX tarafından FreeDV Kullanarak Dijital Ses için İşletim İpuçları
- FT4 ve FT8 İletişim Protokolleri, Steve Franke, K9AN, Bill
  Somerville, G4WJS ve Joe Taylor, K1JT
- PSK31, MFSK16 ve DominoEX için Varicode tablolar

Bölüm 16

Makaleler

- John Post, KA5GSQ tarafından Yüksek İrtifa Balonlama için Basit Bir Sensör
  Paketi
- APRS Bob Simmons tarafından tanıtıldı, WB6EYV
- Pat Cain tarafından bir Smartphone ile APRS, K0PC
- ARRL Eğitim ve Teknoloji Programı Uzay/Deniz Şamandırası
  Mark Spencer, WA8SME
- Fox-1 Uydu Telemetrisi - Bölüm 1: Uyduda, Burns Fisher, W2BFJ
- Fox-1 Satellite Telemetry- Bölüm 2: FoxTelem, Chris Thompson tarafından,
  AC2CZ
- Bütçede Yakın Uzaya Dokunmak, Paul Verhage, KD4STH
- Yüksek İrtifa Platformları - Paul Verhage, KD4STH tarafından Powerpoint
  sunumları ve PDF makaleleri koleksiyonu içeren klasör

Bölüm 17

Makaleler

- Yüksek Güç İletim Tüpleri için Bir Tüp Test Cihazı John Mathis, WA5FAC, Max Landey, KM4UK
- Amplifikatör Aşırı Çekim-Sürücü Koruması Phil Salas, AD5X
- Önceki El Kitabı Sürümlerinden Amplifikatör Projeleri
- Tasarım Örneği - John Stanley, K4ERO tarafından 8877 Vakum Tüpü kullanan HF Amplifikatörü
- Tasarım Örneği - Dick Frey, K4XU tarafından MOSFET Termal Tasarım
- İnteraktif Ayar ve Yük Ayarlarından Kaçınmak için Tasarım, John Stanley, K4ERO
- Bir Transistörün Güç Derecesinin Belirlenmesi (APT Uygulama Notu) Dick Frey, K4XU

HF Amplifikatör Projeleri

- Dick Frey, K4XU tarafından 250 W Geniş Bant Katı Hal Doğrusal Amplifikatör (inşaat notları ve fotoğrafları içeren dosyalar, PCB düzenleri, parça listeleri vb.) •

3CX1500D7 Jerry Pittenger tarafından RF Doğrusal Amplifikatör, K8RA (dahil PCB düzeni, Pi-L değerleri elektronik tablosu , vb.)

- John Stanley'in Everyham'ın Amfisi, K4ERO (inşaat notları, düzenleri, farklı tüplerin kullanımı vb.
- Sunnyvale/Saint Petersburg Kilowatt-Plus, George Daughters'ın 4CX1600B HF amplifikatör projesi, K6GT

VHF Amplifikatör Projeleri

- 144 MHz Amplifikatör Russ Miller, 3CX1200Z7 tarafından N7ART kullanarak
- Dick Stevens tarafından 6 Metre Kilowatt Amplifikatör, W1QWJ
- James Klitzing, W6PQL tarafından Doğrusal 2 Metre, 80 W Tüm Mod Amplifikatör oluşturun
- Mark Mandelkern, K5AM tarafından 'Lüks Doğrusal' Amplifikatör için Tasarım Notları
- Robert Sutherland, 220-MHz tarafından Yüksek Performanslı Topraklı İzgara W6PO Kilowatt Lineer
- Basit Geniş Bant Katı Hal Güç Amplifikatörleri Paul Wade, W1GHZ

UHF/Mikrodalga Amplifikatör Projeleri

- Steven Lampereur, KB9MWR tarafından 10 GHz için 2 Watt RF Güç Amplifikatörü
- Steve Powlishen, K1 FO tarafından 432 MHz 3CX800A7 Amplifikatör
- 2304 MHz 70 W Rover Amplifikatör tarafından Bill Koch, W2RMA ve John Brooks, N9ZL
- New 900-MHz Band için Yüksek Güçlü Boşluk Amplifikatörü, Robert Sutherland, W6PO
- Chip Angle, N6CA tarafından Çeyrek Kilowatt 23 cm Amplifikatör Parçaları 1 ve 2

Yazılım ve Araçlar

- 135 Derece Pi Ağ Hesap Makinesi Hesap Tablosu John Stanley, K4ERO
- MATCH.EXE ve Ayarlı (Rezonans) Ağlar hakkında bilgi

Aşağıdaki programlar ayrı Yazılım klasöründe mevcuttur • Bentley Chan ve John Stanley, K4ERO tarafından TubeCalculator, Popüler yüksek güç iletim tüplerinin çalışmasının analizi için. • *Jim Tonne tarafından PI-EL,* W4ENE, verici çıkışı için pi ve pi-L ağlarının tasarımı ve analizi için.

• Özel analog metre ölçeklerinin tasarımı ve baskısı için Jim Tonne, W4ENE tarafından MeterBasic.

Bölüm 18

• FM Sözlüğü ve Tekrarlayıcı Terminolojisi

Bölüm 19

Makaleler

- Mark Spencer tarafından bir Homebrew Radyo Teleskop oluşturun, WA8SME
- F-Bölgesi Yayılımı ve Ekvatoral İyonosfer Anomalisi
  Jim Kennedy, K6MIO/KH6
- Gri Çizgi Yayılımı veya Florida'dan Cocos'a (Keeling) 80m'de Ed Callaway, N4II
- Hands On Radio: Kayıt Sinyalleri, Ward Silver, N0AX
- Yeni Güneş Lekesi Sayıları, Carl Luetzelschwab, K9LA
- Penticton Güneş Akısı Alıcısı - John White, VA7JW ve Ken Tapping
- Ters İşaret Ağı Pete Smith, N4ZR ve Ward Silver, N0AX
- Güneş Tutulması QSO Partisi Ward Silver, N0AX
- Üst Seviye Alçak ve 6-Meter Sporadik Eby Joe Dzekevich, K1YOW
- Yükselen Güneş Döngüsü 25 Yıllarında Ne Beklenir
  Frank Donovan, W3LPL

Bölüm 20

Makaleler

- Ticari Bir Tripleks Tasarım George Cutsogeorge, W2VJN
- Anten Almak İçin Chokes ve İsolation Transformatörleri Jim Brown, K9YC
- Balununuzu Patlatmayın Dean Straw N6BV
- HF Yagi Triplexer Özellikle ARRL Field Day için Gary Gordon, K6KV
- Eski yara-coax ferrite chokes
- Ferrit Boğumlarının Ölçülmesi Jim Brown, K9YC
- Radyolar Arasında İsolation Ölçme George Cutsogeorge tarafından, W2VJN
- Mikrodalga Tesisat Paul Wade, W1 GHZ
- Açık Telli Hat ile Çok Bantlı Operasyon George Cutsogeorge, W2VJN
- Karmaşık Karakteristik İpedans için Oktav, Maynard Wright, W6PAP
- Harmonik Zayıflama Koçanlarının Performansının Optimize Edilmesi George Cutsogeorge, W2VJN
- Harmonik Bastırma için Sapların Yerleştirilmesinin Optimize Edilmesi Jim Brown, K9YC
- Transmisyon için Radyo Frekansı (RF) Dalgalanma Baskılayıcı Değerleri Reaktif Yükler Gene Hinkle, K5PA
- Ott Fiebel, W4WSR tarafından 7/8 İnch Heliax için Basit Ekleme
- Smith Chart ek
- Pencere Çizgilerini Birleştirme Joel Hallas, W1ZR
- Dijital Devrelerde İletim Hatları
- *TLWto* Design İmpedance Matching Networks, George Cutsogeorge tarafından W2VJN

Yazılım ve Araçlar

- *MATCH.EXE* yazılımı (Ayarlı (Rezonans) Ağlar tartışmasıyla kullanım için)

Aşağıdaki program ayrı Yazılım klasöründe mevcuttur

- *Tonne* Software'den jjSmith

Bölüm 21

Makaleler

- Dale Hunt, WB6BYU tarafından 80 Metre İçin Basit Bir Yön Bulma Alıcısı
- İki Bantlı Yüklü Dipol Anten Tasarımı David Birnbaum, K2L YV
- Yön Bulma Teknikleri, Joe Moell, K00V
- Yarım Dalga ve Çok Bantlı Dipol Azimut ve Yükseklik Desenleri
- Açık İnduktörler ve Tuzaklar Dick Sander, K5QY
- Atölye Günlükleri: Don Daso, K4ZA

HF Projeleri

- Zack Lau'dan Kompakt Çok Bantlı Dipol W1VT
- Rick Littlefield, K1 BQT tarafından Dört Grup için Merkez Dışı Fed Dipole Ödün Yok
- 40 ila 6 Metrede Taşınabilir Çalışma için Bir Merkez Dışı Son Fed Dipole
  Tarafından Kai Siwiak, KE4PT
- 17 Metre için Genişletilmiş Çift Zepp
- Beş Bantlı İki Elemanlı Dörtlü, Al Doig, W6NBH ve William Stein, KC6T
- Moxon Rectangle ile Saha Günü, L.B. Cebik, W4RNL
- J78 Anteni: Brian Machesney, K1 tarafından Sekiz Bantlı
  Off-Center-Fed HF Dipole LI/J75Y
- Trimox - Tatil DXpedition için bir Moxon Tribander
  Brian Machesney, K1 Lİ tarafından
- W4SSY Spudgun Byron Black tarafından, W4SSY
- Dick Stroud, W9SR tarafından Top-Loaded Düşük Bant Anten Yapı Detayları
- 30, 17 ve 12 Metre için Triband Dipole - Zack Lau W1VT
- 30 ve 40 Metre için İki Bantlı Döngü James Brenner, NT4B
- İki W8NX Multiband, Coax-Trap Dipoles
- 40 Metrelik Tel Dörtlüsü, Dean Straw, N6BV

VHF ve UHF Projeleri

- DXing için 6-Meter Halo Anteni, Jerry Clement, VE6AB
- A New Spin on the Big Wheel - L.B. Cebik, W4RNL ve Bob Cerreta, WA1 FXT
  tarafından

Bölüm 23

Makaleler

- 3D Baskılı Antenler Paul Wade, W1GHZ
- 3D Baskılı Koakstan Kabloya Bağlantı Blokları John Portune, W6NBC
- 3D Baskılı Fikstür Zemin-Düzlem Anten Yapımını Basitleştirir
  John Portune, W6NBC
- Özel Olmayan Araçlar SMD Desoldering Tekniği Wayne Yoshida, KH6WZ
- Hams için 3D Baskı John Portune, W6NBC
- Kendi baskılı devre kartlarınızı yapmak
- Jim Koehler tarafından Radyo Amatör için Reflow Lehimleme, VE5JP
- Radyo Amatör için Reflow Lehimleme - Jim Koehler tarafından Revisited, VE5FP
- Eski İnstrument Muhafazalarının Yeniden Kullanılması Scott Roleson, KC7CJ
- Lehimleme Yüzey Montaj Cihazları Dino Papas, KL0S
- Yüzey Montaj Teknolojisi - İt ile Çalışabilirsiniz (Bölüm 1 - 4) Sam
  Ulbing, N4UAU

Bölüm 24

Makaleler

- Benzinle Çalışan İnverter Jeneratörlerine Bir Bakış Bob Allison, WB1 GCM
- Alan Gün Kuleleri - Doğru Yapmak, Don Daso K4ZA ve Ward Silver, N0AX

Bölüm 25

Makaleler

- Anten Analizörü Pet Püf Noktaları Paul Wade, W1GHZ
- RF Ölçüm Cihazları Bruce Pontius, N0ADL ve Kai Siwiak, KE4PT
- ARRL Lab Test Prosedürleri Kılavuzu
- Dönüş Kaybı Köprüsü - James Ford, N6JF
- E-ve H-Alanı Probları Ward Silver, N0AX
- Vector Network Analyzer (VNA) için Düşük Frekans Adaptörü
  Jacques Audet, VE2AZX
- Gürültü Dağılımı ve Ölçümü Paul Wade W1GHZ
- RF Alan Gücü Ölçer John Noakes, VE7NI
- RF Örnekleyici İnşaat detayları Thomas Thompson, W0IVJ
- RF Adım Zayıflatıcı Denton Bramwell, K7OWJ
- Test ve Ölçüm Bibliyografyası
- Test ve Ölçüm İleri Okuma
- Test ve Ölçüm Sözlüğü
- İki Tonlu Osilatör - PCB sanat ve düzen grafikleri -ARRL Lab

- Alıcı Testi ve Performansı Rob Sherwood, NC0B *(ayrı klasör)*
  - Alıcı Gürültü Zemin ve Bant Gürültü
  - Karşılıklı karıştırma testi prosedürü
  - Dinamik Aralık Ölçümleri için Sherwood Lab Kurulumu
  - Alıcı Performansının Sherwood Tablosu için Açıklanan Şartlar

Proje Dosyaları (Ayrı Klasörler)

- Sidney Cooper, K2QHE tarafından telafi edilen RF Voltmetre makaleleri
- Alan Bloom, N1AL tarafından Gate Dip Osilatör makaleler ve PCB sanat
- Logic Probe - Alan Bloom, N1AL tarafından desteklenen fotoğraflar ve grafikler
- RF Güç Ölçer - William Kaune, W7IEQ tarafından desteklenen dosyalar
- Tandem Match makaleleri John Grebenkemper, KI6WX
- Transistör Test Cihazı - Alan Bloom, N1AL tarafından PCB sanat ve düzen grafikleri

Bölüm 26

Makaleler

- Amplifikatör Bakımı ve Bakımı Ward Silver, N0AX
- Modern Sinyal İzleyici Oluşturma Curt Terwilliger, W6XJ
- Ed Hare, W1 RFI tarafından Diyot ve Transistör Test Devreleri
- Radyoda Eller: Ward Silver, N0AX tarafından Güç Kaynağı Analizi
- Mel Eiselman'dan Radyolarda Sorun Giderme,

NC4L **PC Anakart Şablonları**

- AF/RF sinyal enjektör şablonu
- Kristal kontrollü sinyal kaynağı şablonu

Bölüm 27

Makaleler

- Öldürerek Bina Yarışması Puanları Gürültü Alır - Bölüm 1 ve 2
  Jim Brown, K9YC
- Evde Güneş Enerjisi ve Ham Radyo Bir Arada Olabilir mi? Tony Brock-Fisher tarafından , K1 KP
- Alan Higbie, K0AV tarafından bir zamanlar bir SOR bir kez kaynak ile RFİ izleme
- TV Kanalı, Amatör Bant ve Harmonik Grafik
- Elektronik İlterferans Probleminiz Varsa Ne Yapmalısınız - *CEA El Kitabı*

Projeler

- Ev Yapımı Ultrasonik Güç Hattı Ark Dedektörü Jim Hanson, W1TRC
- Ev Yapımı Ultrasonik Güç Hattı Ark Dedektörü Proje Güncellemesi
  Jim Hanson, W1TRC
- Rick Littlefield, K1 BQT tarafından RFI Takibi için Basit Bir TRF Alıcısı
- Fao Eenhoorn tarafından VHF-FM için Aktif Zayıflatıcı, PA0ZR (makale ve şablon)
- RFI Konumu için El Döngü Anteni Gary Johnson, NA60
- RF Sniffer İnşaat Notları Mark Kupferschmid, AC9PR
- Basit Arayıcı, Dave Geiser, W5IXM
- Güç Hattı Avcılığı için Mezura İşını Jim Hanson, W1TRC

Bölüm 28

Makaleler

- *Elektrik Akımı Abroad- ABD* Ticaret Bölümü
- Alan Günü Kule Güvenliği Don Daso, K4ZA ve Ward Silver, N0AX
- Saha Gününde RF Güvenliği Greg Lapin, N9GL
- Reaktif Yüklere İletimler için RF Dalgalanma Baskılayıcı Değerleri, Gene Hinkle, K5PA
- Mağaza Güvenliği Don Daso, K4ZA

İmage İletişim

- Eğitim robotu ATV kurulum detayları (BOE-BOT projesi) Mark Spencer, WA8SME

Uzay iletişimi

- Şeytani Doppler: Yüksek Bantlarda Başarılı EME için Kritik Bilgi Tarafından Al Katz, K2UYH
- Üst HF Bandında Galaktik Arka Plan Dave Typinski, AJ4CO
- SatNGS: Satellite Networked Open Ground Station tarafından Daniel White, AD0CQ
- Kenwood TH-D72A ve TH-D7 4A ile çalışan Digipeaters Joe Kornowski, KB61GK ve Patrick Stoddard tarafından, WD9EWK

İstasyon Aksesuarları ve Projeleri

Projeleri

- Alan Günü Zamanında Dijital Bir Yüz Julian Moss, G4ILO
- Düşük Maliyetli Uzaktan Anten Anahtarı Bill Smith, K04NR
- Anten Rotoru için bir Raspberry Pi Ağ Sunucusu/İstemcisi, Tom Doyle, W9KE
- Uzaktan Güç Denetleyicisi Mike Bryce, WB8VGE
- RSGB'nin Anahtarlamalı Zayıflatıcı nezaketi
- Havacılık Kulaklıklarının Ham Radio'ya Uyarlanması
- SOR için Arduino tabanlı bir Düğme Kutusu, Michael Stott, VE3EBR
- Bob Anding tarafından Arduino CW Seri İDer, AA50Y (artı yazılım/destek dosyaları)
- Ses Ayırıcı Glenn Laake, G0GBI
- Bistable Transfer Relay tarafından Oliver Nicic, DG7XO
- Phil Salas, AD5X tarafından 1.8 ila 230 MHz kapsayan bir Yasal Sınır Önyargı T oluşturun
- Helmut Berka, DL2MAJ ve Wolfgang Fortsch, DK4MZ tarafından Dijital 10 W Stereo Ses Amplifikatörü
- Sekiz Kanallı Uzaktan Kumanda Anten Seçici Michael Dzado, AC0HB
- ID-0-Matic İstasyonu İdentification Timer tarafından Dale Botkin, N0XAS (artı kaynak kodu ve destek dosyaları, ayrı klasör)
- R. W. Johnson, W6MUR tarafından Multiband Tuning Devreleri
- Darrell Davis, KT4WX tarafından PICAXE Tabanlı Zamanlayıcı (artı yazılım/destek dosyaları)
- Tandem Maç-Doğru Yönlü Wattmetre John Grebenkemper, KI6WX
- Jim Colville, W7RY ve Paul Christensen, W9AC (artı kaynak kodu ve destek

Destek Dosyaları

- Larry Coyle tarafından SWR Monitörü, K1QW destek dosyaları (ZIP dosyası)
- Bilgisayar İnterface PCB şablonu Trio